รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบทางวิศวกรรมสำหรับแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ

Basic Engineering for Oil and Gas Wellhead Platform

นางสาวฉัตรภรณ์ กลัดณรงค์

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การออกแบบทางวิศวกรรมสำหรับแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นางสาวฉัตรภรณ์ กลัดณรงค์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ศ.ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายธนวัฒน์ ประภาจิตติ
สถานประกอบการ	บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้กล่าวถึงการศึกษาการออกแบบทางวิศวกรรมในเฟส Basic Engineering ของแผนกเครื่องมือวัดและระบบควบคุมให้กับโครงการสร้างแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซเพื่อออกแบบ Generic Wellhead Platform ซึ่งการทำ Basic Engineering นี้มีการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่างๆในโครงการโดยการใช้โปรแกรม INTOOLS ควบคู่กับการใช้ Microsoft Excel เพื่อจัดการข้อมูลของเครื่องมือวัดและเอกสารสำคัญอย่าง Instrument Index, Instrument PLC I/O List, Instrument Datasheet และ MTO นอกจากนี้การทำ Basic Engineering Design แผนกเครื่องมือวัดและระบบควบคุมยังมีการออกแบบแผนภาพสำคัญเพื่อใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ได้แก่ Instrument Cable Block Diagram, Instrument Wiring Diagram, Instrument Functional Diagram, Instrument Hook-up Diagram และ Instrument Loop Diagram สุดท้ายแล้วข้อมูลและแผนภาพจากการดำเนินงาน Basic Engineering จะถูกส่งให้กับบริษัทเจ้าของแท่นขุดเจาะเพื่อนำไปประเมินต้นทุนของโครงการและดำเนินการต่อในส่วนของ Detail Engineering Design, Procurement และ Construction

คำสำคัญ: Basic Engineering Design, Generic Wellhead Platform, INTOOLS, MTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Basic Engineering for Oil and Gas Wellhead Platform
Student intern name: Ms. Chattraporn Kladnarong
Department: Instrumentation and Control Engineering
Faculty: Engineering
Advisor name: Prof.Dr. Worapong Tangsrirat
Mentor name: Mr. Thanawat Prapatajitti
Company: Technip Engineering (Thailand) Co, Ltd.

ABSTRACT

The purpose of this co-operative education report was to study about the basic engineering project phase in Instrument Department for designing a generic oil and gas wellhead platform. The process of Basic Engineering Design, there are database management about instruments and equipment of the project by using INTOOLS along with Microsoft Excel for arrangement the necessary document such as Instrument Index, Instrument PLC I/O List, Instrument Datasheet and MTO. Furthermore, there are documentation of the diagram for reviewing the instrument installation and connection such as Instrument Cable Block Diagram, Instrument Wiring Diagram, Instrument Functional Diagram, Instrument Hook-up Diagram and Instrument Loop Diagram. After completing the process, all of documents will be sent to the owner company of the project to estimate the cost and prepare to proceed in Detailed Engineering Phase, Procurement and Construction

Keyword: Basic Engineering Design, Generic Wellhead Platform, INTOOLS, MTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณ บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าไปเรียนรู้และฝึกปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานของวิศวกรแผนกเครื่องมือวัดและระบบควบคุมด้านการออกแบบทางวิศวกรรม นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้นิเทศงาน นายธนวัฒน์ ประภาจิตติ และบุคลากรทุกท่านในแผนกเครื่องมือวัดและระบบควบคุมรวมทั้งแผนกทรัพยากรบุคคล ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าเรื่อยมา สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ รศ.ดร. ทัตยา ปุคคละนันทน์ และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาโครงการสหกิจศึกษาซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้า

นางสาวฉัตรภรณ์ กลัดณรงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VII

สารบัญตาราง XII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 แผนภาพกระบวนการผลิต 5

2.1.1 สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด 6

2.1.2 สัญลักษณ์เส้น 7

2.1.3 หมายเลขประจำเครื่องมือวัดสำหรับ Wellhead Platform 7

2.1.4 หมายเลขประจำท่อ 9

2.1.5 สัญลักษณ์วาล์วควบคุม 10

2.1.6 สัญลักษณ์อุปกรณ์อื่นๆ 11

2.2 เครื่องมือวัดการไหล 12

2.2.1 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่างโดยใช้แผ่นออริฟิส 12

2.2.2 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบโคริออลิส 13

2.2.3 เครื่องมือวัดการไหลแบบวอร์เท็ค 14

2.2.4 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบอัลตราโซนิก 15

2.3 เครื่องมือวัดระดับ 16

2.3.1 เกจวัดระดับ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.2 เครื่องมือวัดระดับแบบ Displacer 18
2.3.3 Radar Level Transmitter 19
2.3.4 การวัดระดับด้วยเครื่องมือวัดความดันที่แตกต่าง 20
2.4 เครื่องมือวัดความดัน 27
2.4.1 เกจวัดความดัน 27
2.4.2 เครื่องมือสำหรับวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล 32
2.5 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ 32
2.5.1 เทอร์โมมิเตอร์แบบแถบโลหะคู่ 33
2.5.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบบรรจุด้วยของไหล 33
2.5.3 เทอร์โมคัปเปิล 34
2.5.4 Resistance Temperature Detector 35
2.5.5 เทอร์มิสเตอร์ 39
2.5.6 อุปกรณ์แปลงสัญญาณอุณหภูมิ 39
2.6 วาล์วควบคุม 40
2.6.1 ประเภทของวาล์วควบคุม 40
2.6.2 การประยุกต์ใช้งานวาล์วควบคุมแบบ Flow to Open และ Flow to Close 44
2.7 ระบบควบคุมกระบวนการ 45
2.7.1 Distributed Control System 45
2.7.2 Safety Instrument System 45
2.7.3 SCADA 46
2.8 ส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม 47
2.8.1 ส่วนอินพุตแบบอนาล็อก (Analog Input) 47
2.8.2 ส่วนเอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analog Output) 47
2.8.3 ส่วนอินพุตแบบดิจิตอล (Digital Input) 47
2.8.4 ส่วนเอาต์พุตแบบดิจิตอล (Digital Output) 47
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 49
3.1 การศึกษาภาพรวมของโครงการจากแผนภาพ PFD 49
3.2 การศึกษาแผนภาพ P&ID ของโครงการ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 การจัดทำเอกสาร Instrument Index โดยโปรแกรม Microsoft Excel 52
3.3.1 ตัวอย่างการระบุข้อมูลของเครื่องมือวัดความดันลงบน Instrument Index 52
3.3.2 ตัวอย่างการระบุข้อมูลของวาล์วลงบน Instrument Index 54
3.4 การใช้โปรแกรม INTOOLS แก้ไขรายละเอียดฐานข้อมูลของเครื่องมือและอุปกรณ์ 57
3.4.1 การแก้ไขข้อมูลของเครื่องมือโดยไม่ใช้ฟังก์ชัน Instrument Index 57
3.4.2 การแก้ไขข้อมูลของเครื่องมือโดยการเรียกใช้ฟังก์ชัน Instrument Index 64
3.5 การใช้โปรแกรม INTOOLS เพื่อจัดทำ Instrument Datasheet 67
3.6 การศึกษา Instrument Cable Block Diagram ของโครงการ 71
3.7 การศึกษา Instrument Wiring Diagram ของโครงการ 72
3.8 จัดทำ Instrument I/O List โดยโปรแกรม Microsoft Excel 73
3.9 การศึกษา Instrument Functional Diagram ของโครงการ 74
3.10 จัดทำแผนภาพ Typical Instrument Loop Diagram 75
3.11 การศึกษา Instrument Hook-up Diagram ของโครงการ 77
3.12 จัดทำ Instrument Material Take Off – Tubing and Fitting 78
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 79
4.1 ผลการดำเนินงานการออกแบบทางวิศวกรรมของแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ 79
4.1.1 เอกสาร Instrument Index 79
4.1.2 เอกสาร Instrument Datasheet 79
4.1.3 เอกสาร Instrument IO List 79
4.1.4 เอกสาร Typical Instrument Loop Diagram 81
4.1.5 เอกสาร Instrument Material Take Off 82
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 83
5.1 สรุปผล 83
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 83
5.3 แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ 83
บรรณานุกรม 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 แสดงแผนภาพของ Project Phase (Engineering Project) 1

2.1 ตัวอย่างส่วนหนึ่งของแผนภาพกระบวนการผลิต 5

2.2 ตัวอย่างสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัดสำหรับ Wellhead Platform 6

2.3 ตัวอย่างสัญลักษณ์เส้นสำหรับ Wellhead Platform 7

2.4 ตัวอย่างรูปแบบของหมายเลขประจำเครื่องมือวัดบนแผนภาพกระบวนการผลิต 7

2.5 ตัวอย่างสัญลักษณ์วาล์วควบคุมสำหรับ Wellhead Platform 11

2.6 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้โดยทั่วไป 11

2.7 ตัวอย่างของแผ่นออริฟิสประเภทต่างๆ 12

2.8 ท่อโค้งภายในเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบโคริออลิส 13

2.9 ภาพตัดของเครื่องมือวัดการไหลแบบวอร์เท็ค 14

2.10 หลักการทำงานของ Transit Time Ultrasonic Flowmeter 15

2.11 หลักการทำงานของ Dropper Ultrasonic Flowmeter 16

2.12 เกจวัดระดับแบบแม่เหล็ก 17

2.13 เกจวัดระดับแบบสะท้อนแสง 17

2.14 เกจวัดระดับแบบโปร่งแสง 18

2.15 Displacer Level Transmitter with Direct Measurement Method 18

2.16 Displacer Level Transmitter with External Chamber 19

2.17 Displacer Level Transmitter with Stilling well 19

2.18 การวัดระดับของของเหลวโดย Free Space Radar Level Transmitter 20

2.19 การวัดระดับของของเหลวโดย Guided Wave Radar Level Transmitter 20

2.20 การวัดระดับในถังเปิดแบบที่ 1 21

2.21 การวัดระดับในถังเปิดแบบที่ 2 22

2.22 การวัดระดับในถังปิด Wet leg แบบที่ 1 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.23 การวัดระดับในถังปิด Wet leg แบบที่ 2 24

2.24 การวัดระดับในถังปิด Dry leg แบบที่ 1 25

2.25 การวัดระดับในถังปิด Dry leg แบบที่ 2 26

2.26 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองชนิด C 27

2.27 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองแบบก้นหอย 28

2.28 แสดงภาพตัด (Cross-section) ของบูร์ดองแบบขดซ้อน 28

2.29 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบเบลโลว์ 29

2.30 ลักษณะของไดอะแฟรมแบบแผ่นเรียบ 30

2.31 ลักษณะของไดอะแฟรมแบบแผ่นลูกฟูก 30

2.32 ลักษณะของไดอะแฟรมแบบแผ่นแคปซูลชนิด Convex และ Nested 31

2.33 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม 31

2.34 การงอของแถบโลหะคู่จากการขยายตัวหลังจากได้รับความร้อน 33

2.35 ส่วนประกอบของ Filled System Thermometer 34

2.36 วงจรการเชื่อมต่อโลหะต่างชนิดกัน 34

2.37 การเกิดแรงดันไฟฟ้า Seebeck 35

2.38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุทและอุณหภูมิ 35

2.39 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของวัสดุชนิดต่างๆ 36

2.40 RTD แบบ 2 สาย 36

2.41 RTD แบบ 3 สาย 37

2.42 RTD แบบ 4 สาย 37

2.43 ตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเกลียว 38

2.44 ตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม 38

2.45 ตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.46 Globe Valve with Contoured Trim (Standard Trim) 41

2.47 Globe Valve with Cage Trim 41

2.48 High Performance Butterfly Valve 42

2.49 Ball Valve - Full Ball 42

2.50 ช่องผ่านของไหล Ball Valve – Full Ball แบบ Full Bore และ Reduce Bore 43

2.51 Ball Valve - Segmental Ball 43

2.52 Globe Valve – ทิศทางการไหลแบบ Flow to Open 44

2.53 Globe Valve – ทิศทางการไหลแบบ Flow to Close 44

2.54 แผนภาพการควบคุม 45

2.55 ส่วนประกอบหลักของ Fire and Gas System 46

3.1 แผนภาพ PFD (Process Flow Diagram) 49

3.2 ตารางสัญลักษณ์เครื่องมือวัดและอักษรย่อที่แสดงบน P&ID ของโครงการ 50

3.3 ตารางสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่แสดงบน P&ID ของโครงการ 51

3.4 ตารางแสดงองค์ประกอบของวาล์วชนิดต่างๆที่แสดงบน P&ID ของโครงการ 51

3.5 ตัวอย่าง Loop การทำงานของ Pressure Transmitter PT-XXA09 บน P&ID 52

3.6 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ใน Loop การทำงานของ PT-XXA09 ลง Instrument Index (1) 53

3.7 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ใน Loop การทำงานของ PT-XXA09 ลง Instrument Index (2) 54

3.8 ตัวอย่าง Loop การทำงานของ Actuated Compact Ball Valve บน P&ID 55

3.9 องค์ประกอบของวาล์ว Type 1A/B บนตารางแสดงองค์ประกอบของวาล์วชนิดต่างๆ 55

3.10 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงาน XV-XXA16 ลง Instrument Index (1) 56

3.11 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงาน XV-XXA16 ลง Instrument Index (2) 57

3.12 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (INTOOLS) 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.13 หน้าต่างแรกของโปรแกรม INTOOLS 57

3.14 หน้าต่าง Domain Explorer แสดงผลในส่วนของ Tag Number 58

3.15 ตัวอย่างการแก้ไขข้อมูลของเครื่องมือวัดโดยไม่ใช้ฟังก์ชัน Instrument Index 58

3.16 หน้าต่าง Tag Number Properties 59

3.17 การจัดการข้อมูล Line Number บนหน้าต่าง Tag Number Properties 59

3.18 หน้าต่าง Lines สำหรับการ Create / Edit / Delete Line Number 60

3.19 การ Create Line Number (1) 60

3.20 การ Create Line Number (2) 61

3.21 การค้นหา Line Number บนหน้าต่าง Lines 61

3.22 การเลือก Line Number ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแล้วบนหน้าต่าง Tag Number Properties 62

3.23 การแก้ไข Line Number ที่มีอยู่แล้วบนฐานข้อมูล 62

3.24 การแก้ไข Line Number บนหน้าต่าง Line Properties 63

3.25 การลบ Line Number ที่มีอยู่แล้วบนฐานข้อมูล 63

3.26 การเรียกใช้ฟังก์ชัน Instrument Index 64

3.27 ฟังก์ชัน Create New Tag 64

3.28 หน้าต่าง New Tag Number 65

3.29 หน้าต่าง Select Instrument Type 65

3.30 หน้าต่าง Loop Name และ Loop Name Properties (New) 66

3.31 หน้าต่าง Tag Number Properties สำหรับ Tag Number ใหม่ 66

3.32 ฟังก์ชัน Tag Properties 67

3.33 หน้าต่าง Enter Tag Number 67

3.34 ฟังก์ชัน Document Binder 67

3.35 หน้าต่าง Document Binder 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.36 ส่วนของ Documents for Pressure Transmitter 68

3.37 เอกสาร Instrument Datasheet - Page 1 69

3.38 เอกสาร Pressure Instrument Process Datasheet 70

3.39 เอกสาร Instrument Datasheet – Note 70

3.40 เอกสาร Instrument Datasheet – Multi Tag List 71

3.41 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง Field Instrument, Junction Box และ System Cabinet 71

3.42 ตัวอย่าง Instrument Wiring Diagram 72

3.43 การระบุข้อมูล Instrument I/O List ของ PT-XXA09 ถึง PT-XXZA09 (1) 73

3.44 การระบุข้อมูล Instrument I/O List ของ PT-XXA09 ถึง PT-XXZA09 (2) 73

3.45 การระบุข้อมูล Instrument I/O List ของ PT-XXA09 ถึง PT-XXZA09 (3) 74

3.46 องค์ประกอบของ Instrument Functional Diagram 74

3.47 ตัวอย่างการอ่านรายละเอียด Instrument Functional Diagram 75

3.48 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (1) 75

3.49 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (2) 76

3.50 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (3) 76

3.51 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (4) 77

3.52 ตัวอย่าง Hook-up Diagram ของ YPT-XXA09 ถึง YPT-XXZA09 77

3.53 ตัวอย่าง Instrument Material Take Off 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

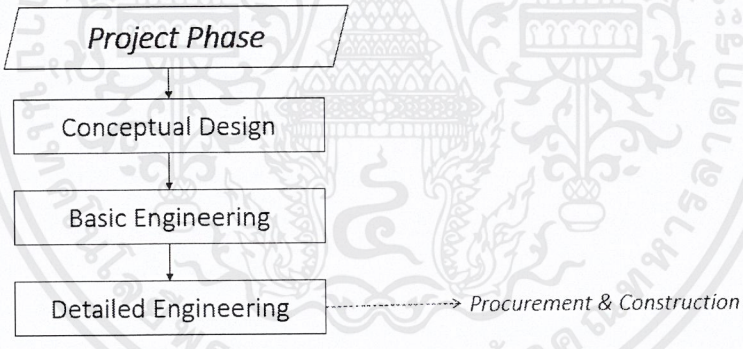
1.1 ตารางแผนการดำเนินงานสหกิจศึกษา 4
2.1 ตัวอย่าง Wellhead System Code 9
2.2 ตัวอย่าง Piping Material Class Index 10
2.3 แสดง Insulation Type 10
4.1 จำนวนของ Field Instrument ที่เชื่อมต่อกับ Cabinet และ Remote I/O Box สำหรับ Gas Wellhead Platform 80
4.2 จำนวนของ Field Instrument ที่เชื่อมต่อกับ Cabinet และ Remote I/O Box สำหรับ Oil Wellhead Platform 80
4.3 แสดงรายการของ Typical Instrument Loop Diagram – Gas Wellhead Platform (1) 81
4.4 แสดงรายการของ Typical Instrument Loop Diagram – Gas Wellhead Platform (2) 81
4.5 แสดงรายการของ Typical Instrument Loop Diagram – Oil Wellhead Platform 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องด้วยบริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ให้บริการทางด้านวิศวกรรมซึ่งเป็นงานในอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซ, อุตสาหกรรมการกลั่น และอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นส่วนใหญ่เช่น โรงกลั่นน้ำมัน, โรงเก็บน้ำมัน, โรงงานที่เกี่ยวกับปิโตรเคมีภัณฑ์ และแท่นขุดเจาะซึ่งทางบริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จะให้บริการทางด้านวิศวกรรมเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่าง Conceptual Design, Front End Engineering Design (FEED) และการสำรวจสภาพหน้างาน (Site Survey) จนถึงการลงรายละเอียด Detailed Design นอกจากนี้ยังให้บริการในด้านการจัดซื้อและก่อสร้างอีกด้วย โดยทั่วไปแล้วการออกแบบทางวิศวกรรมสำหรับโครงการใดๆจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เฟส ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แสดงแผนภาพของ Project Phase (Engineering Project)

- Conceptual Design Phase

ประเมินความเป็นไปได้ทั้งเชิงเทคนิคว่า ต้นทุนขั้นต้นในการดำเนินโครงการเป็นไปได้ในการลงทุนสำหรับโปรเจคนั้นๆว่าควรลงทุนหรือไม่ รวมทั้งประเมินความพร้อมด้านบุคลากรว่ามีจำนวนและความสามารถเพียงพอต่อโปรเจคหรือไม่ โดย Conceptual Design Phase จะคำนึงถึงความต้องการทั้งหมดของลูกค้าเป็นหลักเพื่อกำหนดภาพรวมใหญ่ของโครงการ (Conceptual scope of the project)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Basic Engineering Phase**

ออกแบบทั่วไป (Typical Design) โดยลงรายละเอียดคราวๆเพื่อทำการประเมินต้นทุนสำหรับโครงการ เช่น จัดทำ Instrument Datasheet เพื่อให้บริษัทผู้ขายเข้าเสนอราคาของเครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งมีรายละเอียดตามที่ Instrument Datasheet ระบุไว้ จากนั้นจัดทำ TBE (Technical Bid Evaluation) เปรียบเทียบราคาเชิงเทคนิคระหว่างผู้ขายแต่ละเจ้าเพื่อนำเสนอต่อบริษัทลูกค้า เป็นต้น

- **Detailed Engineering Phase**

ลงรายละเอียดที่แน่นอนและอาจจะมีการปรับปรุงแก้ไขการออกแบบบางส่วนจาก Basic Engineering Phase เช่น การระบุ Wellhead Platform Number ของโปรเจค เป็นต้น เมื่อโปรเจคได้ผ่าน Detail Engineering Phase แล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนจัดซื้อและก่อสร้างต่อไป (Procurement and Construction)

โครงการ Basic Engineering For Oil and Gas Wellhead Platform เป็นโครงการในเฟสของ Basic Engineering เพื่อการออกแบบโดยทั่วไป (Generic Platform Design) ของแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซที่เป็นแท่นขุดเจาะแบบ Unmanned Platform ไม่มีวิศวกรประจำการอยู่บนแท่นขุดเจาะ สำหรับโครงการนี้เป็นแท่นขุดเจาะเฟสที่ 3 (WHP-3) โดยแท่นขุดเจาะทั้ง 3 เฟสจะเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับส่วนควบคุมกลาง หรือ CPP (Central Processing Platform) ซึ่งมีการควบคุมแบบบกระจายส่วน หรือ DCS (Distributed Control System) อันเป็น Manned Platform กลางทะเลที่มีวิศวกรประจำอยู่ที่แท่น โดย Wellhead Platform จะเชื่อมกับ CPP ด้วยระบบควบคุม SCADA เพื่อ Alerting, Displaying, Necessary Analysis and Control และอื่นๆแสดงบนระบบ HMI ที่ CPP

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษางานเกี่ยวกับออกแบบทางวิศวกรรมของแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซในส่วนของแผนกวิศวกรรมการวัดและควบคุม

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1. จัดทำเอกสาร Instrument Index และ Instrument PLC I/O List เพื่อรวบรวมฐานข้อมูลของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ทั้งหมด เช่น Process Condition, Signal Type, Service เป็นต้น โดยใช้โปรแกรม INTOOLS เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล (Instrument Database) และโปรแกรม Microsoft Excel

2. จัดทำเอกสาร Instrument Datasheet โดยใช้โปรแกรม INTOOLS เพื่อใช้เป็นแบบในการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดและอุปกรณ์จากบริษัทผู้ขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จัดทำ Typical Instrument Loop Diagram เพื่อแสดงถึงการเชื่อมต่อระหว่าง Final Instrument ที่ Wellhead Platform และระบบ HMI ที่ CPP

4. จัดทำเอกสาร MTO (Material Take Off) ส่วนของ Tubing&Fitting เพื่อจัดส่งให้บริษัทลูกค้าเป็นเอกสารส่วนหนึ่งสำหรับการประเมินมูลค่าต้นทุน

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาแผนภาพ PFD และแผนภาพ P&ID เพื่อเรียนรู้กระบวนการต่างๆของโครงการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซรวมทั้งรายละเอียดของอุปกรณ์ เครื่องมือวัด และระบบควบคุมที่แสดงอยู่บนแผนภาพ

2. ศึกษาเอกสาร Process Condition จากแผนก Process เพื่อทราบถึงเงื่อนไขของกระบวนการ เช่น Temperature Design, Density, Viscosity เป็นต้น

3. ศึกษาการใช้โปรแกรม INTOOLS เพื่อใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์

4. จัดทำ Instrument Index เพื่อเป็นการทำรายการและแสดงรายละเอียดบางส่วนของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์เช่น หมายเลขประจำเครื่องมือวัด, Set Point Alarm โดยอ้างอิงจาก P&ID

5. จัดทำและแก้ไข Instrument Datasheet

6. ศึกษาแผนภาพ Instrument Wiring Diagram และ Instrument Cable Block Diagram เรียนรู้การเชื่อมต่อ Field Instrument เข้ากับ PLC

7. ศึกษาการออกแบบ Instrument Functional Diagram เรียนรู้ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือวัดที่จะแสดงบนระบบ SCADA และเรียนรู้การเชื่อมต่อ Field Instrument เข้ากับ Process Control System ที่เชื่อมต่อระบบ HMI

8. จัดทำ Instrument I/O List เพื่อแสดงประเภท System, Signal Type และ PLC I/O Type ของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ในโครงการ

9. ออกแบบ Typical Instrument Loop Diagram แสดงการเชื่อมต่อระหว่างส่วนของ Field Instrument, Remote I/O box, E&I Room, HMI Panel และ SCADA ที่บริเวณ CPP เข้าด้วยกันโดยใช้ข้อมูลจากแผนภาพ Instrument Cable Block Diagram, Instrument Wiring Diagram และ Instrument Functional Diagram

10. ศึกษาแผนภาพ Instrument Hook-up Diagram เพื่อจัดทำ MTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงานสหกิจศึกษา

แผนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน															
	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
1. ศึกษาแผนภาพ PFD และแผนภาพ P&ID																
2. ศึกษาเอกสาร Process Condition																
3. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม INTOOLS																
4. จัดทำ Instrument Index																
5. จัดทำและแก้ไข Instrument Datasheet																
6. ศึกษา Instrument Cable Block Diagram																
7. ศึกษา Instrument Wiring Diagram																
8. ศึกษา Instrument Functional Diagram																
9. จัดทำ Instrument I/O List																
10. ออกแบบ Typical Instrument Loop Diagram																
11. ศึกษา Instrument Hook-up Diagram																
12. จัดทำ Instrument Material Take-off (Tubing,Fitting)																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจวิธีการดำเนินงานทางด้านการออกแบบทางวิศวกรรม

2. สามารถตีความและเข้าใจกระบวนการจากการอ่าน Piping & Instrument Diagram และ Process Flow Diagram

3. สามารถเข้าใจรายละเอียดเชิงเทคนิคจากการอ่านเอกสารที่ใช้สำหรับงานทางด้านการออกแบบทางวิศวกรรม เช่น Instrument General Specification

4. สามารถใช้งานโปรแกรมประเภท Instrument Database Software อย่าง INTOOLS ได้

5. สามารถนำประสบการณ์ในการทำงานมาเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพในอนาคตทั้งด้านความรู้ทางวิศวกรรมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

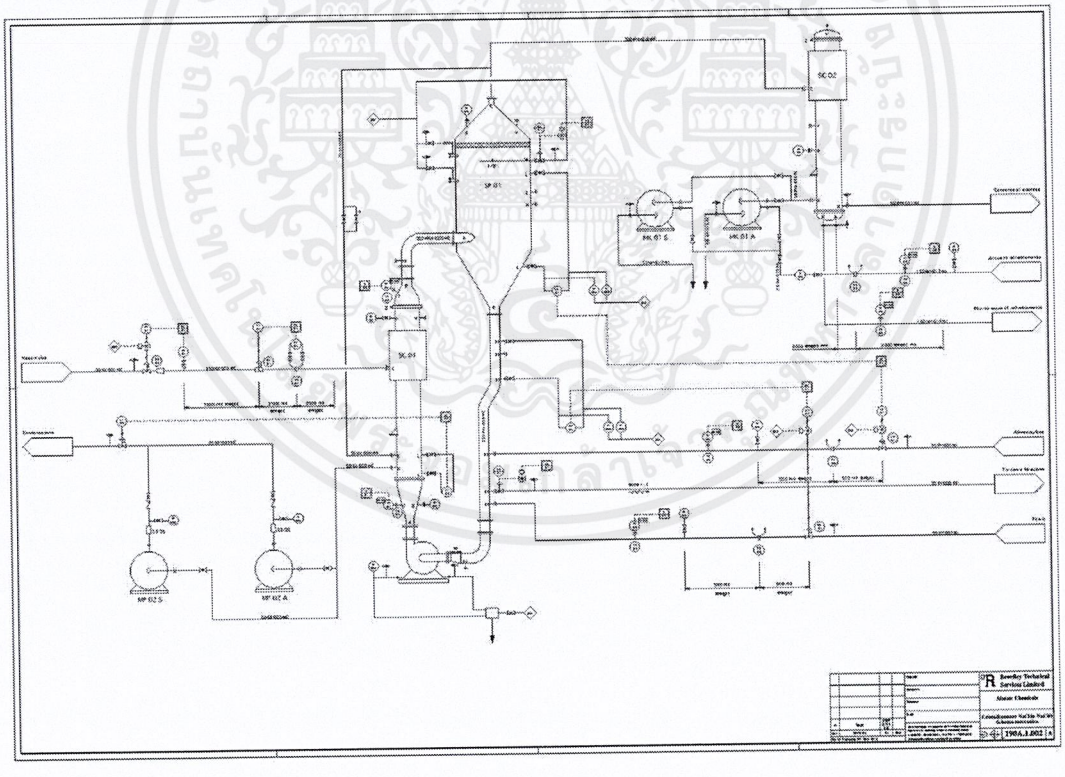
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

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

แผนภาพกระบวนการผลิต คือ แผนภาพที่แสดงถึงรายละเอียดของระบบการเดินท่อ เครื่องมือวัดและอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในระบบนั้น โดยส่วนของ Piping จะระบุเป็น Line Number ที่จะแสดงรายละเอียดของท่อ เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ เป็นต้น ในขณะที่ส่วนของ Instrument จะระบุถึงเครื่องมือวัดที่ติดตั้งบนท่อและอุปกรณ์ประเภท Alarm and Indicator โดยจะแบ่งแยกประเภทของอุปกรณ์ด้วยสัญลักษณ์พร้อมทั้งระบุ Tag Number หรือ Instrument Number

ซึ่งข้อมูลจากแผนภาพกระบวนการผลิตบางส่วนจะถูกนำมาใช้จัดทำ Instrument Indexและ Instrument I/O List ที่จะกล่าวถึงในภายหลัง

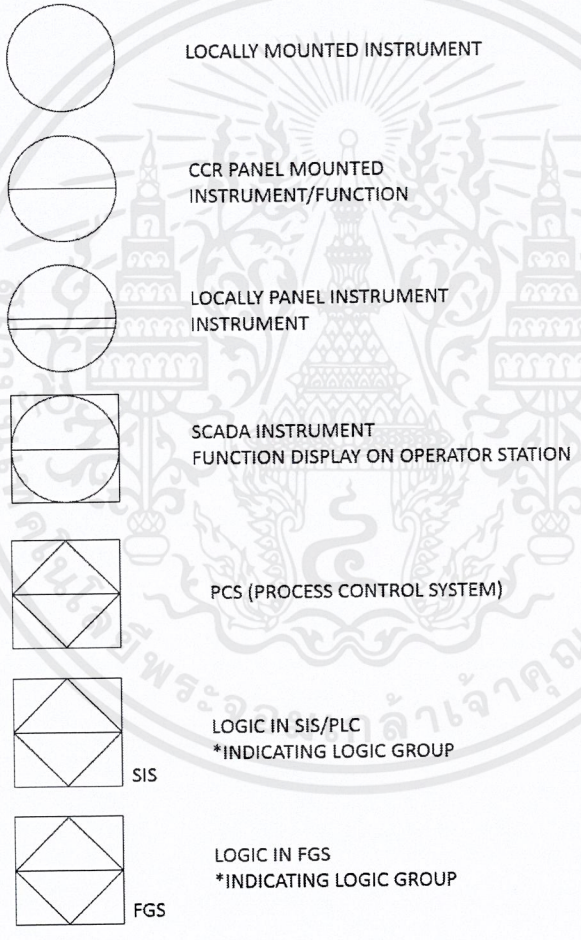


ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างส่วนหนึ่งของแผนภาพกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด (Location/Accessibility)

สัญลักษณ์ของเครื่องมือวัดบนแผนภาพกระบวนการผลิตจะแสดงรายละเอียดของเครื่องมือวัด เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบได้ว่าเครื่องมือวัดแต่ละตัวถูกติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งใด สำหรับใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต และสามารถเข้าถึงการควบคุมได้อย่างไร นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับผู้ออกแบบในการนำไปใช้ในการจัดเตรียมเครื่องมือวัดและระบบควบคุม ได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการของกระบวนการ โดยสัญลักษณ์จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งและการเข้าถึงการควบคุม ดังตัวอย่างของสัญลักษณ์ที่แสดงในภาพที่ 2.2

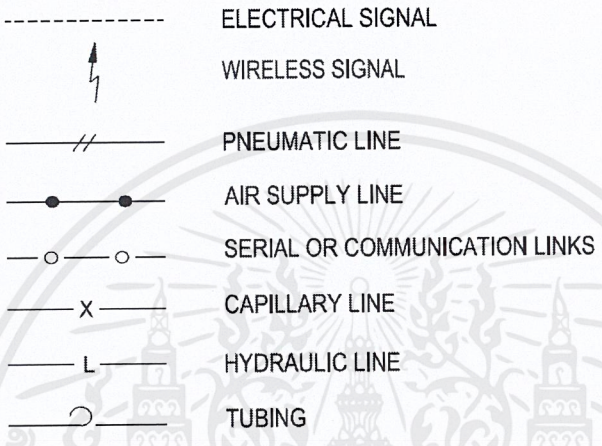


ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัดสำหรับ Wellhead Platform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 สัญลักษณ์เส้น (Line Symbol)

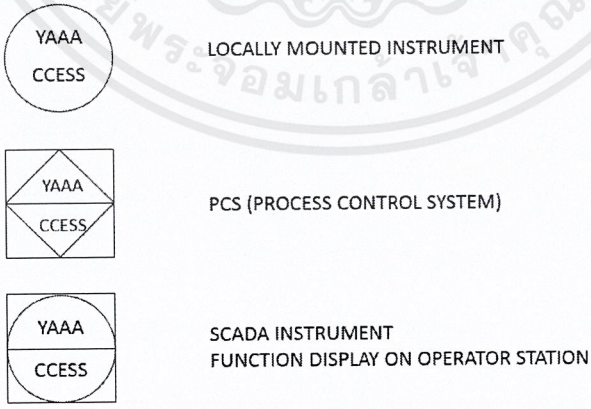
ในการทำงานร่วมกันหรือเชื่อมต่อกันในลักษณะต่างๆของเครื่องมือวัด เช่น ฟังก์ชันควบคุม จะต้องมีการแสดงการต่อเครื่องมือวัดเข้าไปในส่วนอินพุตของระบบควบคุม ดังนั้นในการเชื่อมต่อกันนี้จะถูกแสดงบนแผนภาพกระบวนการผลิตได้โดยการใช้สัญลักษณ์เส้น ดังตัวอย่างของสัญลักษณ์เส้นที่แสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างสัญลักษณ์เส้นสำหรับ Wellhead Platform

2.1.3 หมายเลขประจำเครื่องมือวัดสำหรับ Wellhead Platform (Tag Number)

ในการแสดงรายละเอียดหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดจะถูกกำหนดบนหมายเลขประจำเครื่องมือวัดซึ่งมีตัวอย่างรูปแบบที่ปรากฏบนแผนภาพกระบวนการผลิตดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างรูปแบบของหมายเลขประจำเครื่องมือวัดบนแผนภาพกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.4 ในกรณีที่ระบุหมายเลขประจำเครื่องมือวัดลงบน Instrument Index, Instrument I/O List และอื่นๆ หมายเลขประจำเครื่องมือวัดจะถูกระบุเป็น YAAA-CCESS D

ส่วนที่หนึ่ง (YAAA) จะใช้แสดงถึงประเภทของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่อยู่ในกระบวนการ

- Y คือ Field Name ของ Wellhead ใดๆ
- AAA คือ ตัวย่อของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ อาทิเช่น FT (Flow Transmitter), TT (Temperature Transmitter), PAH (Pressure Alarm High) เป็นต้น

ส่วนที่สอง (CCESS) จะเป็นลำดับหมายเลขและจะใช้เป็นหมายเลขประจำเครื่องมือวัด โดยส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้งานจะใส่หน่วยการผลิตหรือชื่ออุปกรณ์หลัก (Main Equipment) ในกระบวนการลงไปในสามหลักแรก สำหรับ Wellhead Platform ในที่นี้คือ CCE เป็นสามหลักแรกแล้วจึงต่อด้วยสองหลักถัดไปเป็นลำดับหมายเลขของอุปกรณ์ซึ่งกำหนดได้สูงสุดที่ 99 เท่านั้น ถ้ามีจำนวนเครื่องมือวัดเป็นจำนวนมากๆอาจจำกำหนดเป็น 4 หลัก

- CC คือ หมายเลขของ Wellhead Platform สำหรับ Generic Wellhead Platform ระบุค่าเป็น XX ก่อนในเฟส Basic Engineering Design
- E คือ Wellhead System Code แสดงเป็นตัวอักษรหรือเลข
- SS คือ ลำดับหมายเลขของอุปกรณ์

ในบางครั้งผู้ออกแบบอาจจะกำหนดลำดับหมายเลขประจำเครื่องมือวัดตามกลุ่มของระบบควบคุม เช่น เครื่องมือวัดสำหรับระบบควบคุมพื้นฐาน (Distributed Control System: DCS) อาจเริ่มจาก 1001 ถึง 2999, ระบบควบคุมนิรภัย (Safety Instrument System: SIS) อาจเริ่มจาก 3001 ถึง 4999 เป็นต้น

ส่วนสุดท้าย (D) จะเป็นลำดับย่อยที่ใช้แยกหมายเลขกรณีที่ลำดับอุปกรณ์ซ้ำกัน โดยมักใช้เป็นตัวอักษร A-Z เช่น มีปั๊ม 2 ตัวคือ P-112A และ P-112B มีการติดตั้ง Pressure Gauge ที่ขาออกของปั๊มทั้ง 2 หมายเลข Pressure Gauge จะเป็น PG-112A และ PG-112B เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 หมายเลขประจำท่อ (Line Number)

หมายเลขประจำท่อ เป็นสัญลักษณ์อีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับแผนภาพกระบวนการผลิต โดยหมายเลขประจำท่อจะไม่มีรูปแบบมาตราฐานกำหนดที่แน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ออกแบบกระบวนการผลิต สำหรับตัวอย่างรูปแบบหมายเลขประจำท่อของ Wellhead Platform เช่น AA”-BB-CCDEE-FFFF-GG-HH

- AA คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ มีหน่วยเป็นนิ้ว เช่น 2”, 3”, 4” เป็นต้น
- BB คือ Service Destination
- CC คือ หมายเลขของ Wellhead Platform (Wellhead Platform Number)
- D คือ Wellhead System Code
- EE คือ Running Number
- FFFF คือ Piping Specifications
- GG คือ ขนาดความหนาของฉนวน มีหน่วยเป็นนิ้ว
- HH คือ ชนิดของฉนวน

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่าง Wellhead System Code

WELLHEAD SYSTEM CODE	
0	MANIFOLD AND PRODUCTION LINE
1	TEST SEPARATOR
2	PIG LAUNCHER AND RECEIVER
3	INSTRUMENT/FUEL GAS, UTILITY GAS
4	FLARE AND VENT
5	CLOSE & OPEN DRAIN (HAZARDOUS & NON-HAZARDOUS)
6	WATER INJECTION/GAS LIFT/BOOSTER COMPRESSOR/OPEN DRAIN (NON HARZARDOUS)
7	DIESEL, CRANE, UTILITY WATER
8	HYDRAULIC
9	WELL SLOT, MISCELLANEOUS (CHEMICAL INJECTION, TAG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่าง Piping Material Class Index

PIPING METERIAL CLASS INDEX	
PIPING SPEC.	SERVICE
B06	CORROSIVE HYDROCARBONS (CO2 HEAVY CORROSION)
B03S	HC LIQUID AND VAPOR, INSTRU./UTILITY AIR/LP VENT (SOUR SERVICE)
B49	HC LIQUID AND VAPOR, INSTRU GAS, POTABLE WATER, HYDRUALIC OIL
F03S	HC LIQUID AND VAPOR (SEVERE SOUR SERVICE)
G01S	CORROSIVE HYDROCARBONS (GAS OR LIQUID) (SEVERE SOUR SERVICE) PRODUCTION GAS (SEVERE SOUR SERVICE)
H01	HYDROCARBON (NON-CORROSIVE), PRODUCTION GAS (HP SWEET GAS) INJECTION WATER (DE-AERATED SEAWATER, NON-CORROSIVE) M.P. HYDRUALIC SYSTEM, METHANOL, GLYCOL
H70	HC LIQUID AND VAPOR (SOUR SERVICE)
F03SP	HC LIQUID AND VAPOR (H2S + CO2)

ตารางที่ 2.3 แสดง Insulation Type

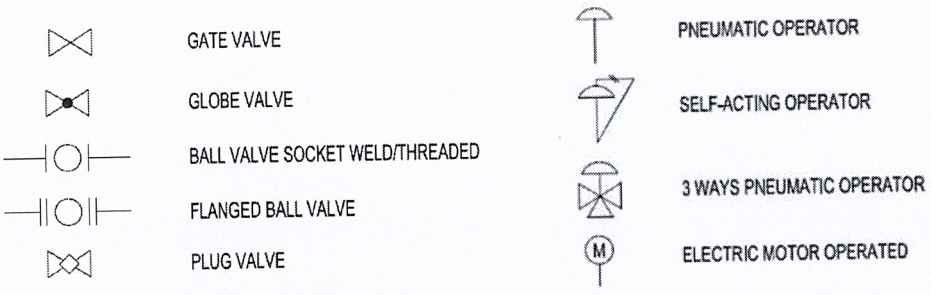
INSULATION TYPE	
IA	ACOUSTIC
IL	LOW TEMPERATURE
IH	HIGH TEMPERATURE
IP	PERSONNEL PROTECTION
IT	HEAT TRANSFER FLUID
IF	FIRE PROOFING

2.1.5 สัญลักษณ์วาล์วควบคุม (Control Valve Symbol)

สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมสำหรับใช้แสดงบนแผนภาพกระบวนการผลิต จะแบ่งตามชนิดของวาล์วควบคุมและ Actuator ซึ่งต้องแสดงตำแหน่งของวาล์วควบคุมเมื่อเกิดความผิดพลาดด้วย โดยทั่วไปจะมีความผิดพลาดอยู่ 3 ชนิดได้แก่ FO (Failure Open), FC (Failure Close) และ FL (Failure Lock)

วาล์วควบคุมจะมีความผิดพลาดที่แตกต่างกัน เช่น Signal Failure อันเกิดจากการส่งสัญญาณในการสั่งให้วาล์วทำงาน และ Instrument Air Failure อันเกิดจากความผิดพลาดของระบบควบคุมการทำงานของวาล์ว เป็นต้น ดังนั้นต้องมีการกำหนดให้ชัดเจนบนแผนภาพ โดยตัวอย่างของสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมเป็นดังที่แสดงในภาพที่ 2.5

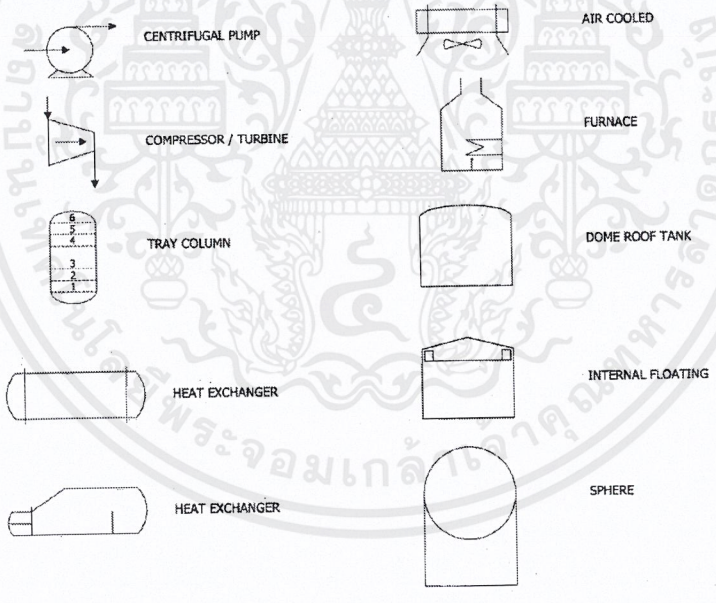
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างสัญลักษณ์วาล์วควบคุมสำหรับ Wellhead Platform

2.1.6 สัญลักษณ์อุปกรณ์อื่นๆ (Other Equipment Symbol)

เนื่องจากในกระบวนการผลิตนอกจากจะมีเครื่องมือวัดและระบบควบคุมแล้ว ยังมีอุปกรณ์หลักที่สำคัญอีกหลายชนิด โดยอุปกรณ์ที่อยู่ในกระบวนการผลิตดังกล่าวจะถูกแสดงเป็นสัญลักษณ์บนแผนภาพกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับการแสดงสัญลักษณ์เครื่องมือวัด



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้โดยทั่วไป

นอกจากการระบุสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แล้ว ยังต้องกำหนดชื่ออุปกรณ์ (Equipment Tag Number) ลงบนแผนภาพกระบวนการผลิตรวมทั้งใส่ข้อมูลอื่นๆที่สำคัญของแต่ละอุปกรณ์ด้วย เช่น พลังงานที่ต้องการ (Power Requirement), อุณหภูมิและความดันออกแบบ (Design Temperature and Pressure), ฉนวน (Insulation) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

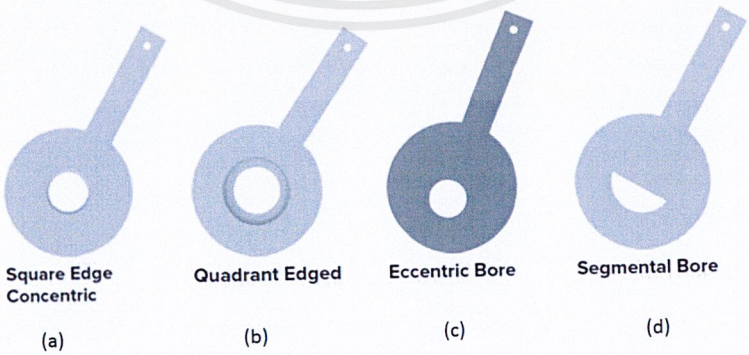
2.2 เครื่องมือวัดการไหล (Flow Instrument)

อัตราการไหลเป็นหนึ่งในตัวแปรหลักของกระบวนการผลิต ที่ต้องมีการควบคุมและแสดงค่าบนหน่วยแสดงผลของระบบควบคุมพื้นฐาน นอกจากนี้ค่าการไหลยังเป็นตัวแปรสำคัญที่ช่วยในการแสดงพฤติกรรมของกระบวนการผลิตดังนั้นในช่วงเริ่มต้นการออกแบบกระบวนการผลิตควรต้องมีการพิจารณาชนิดและการติดตั้งของเครื่องมือวัดการไหลสำหรับกระบวนการผลิต โดยนอกจากต้องพิจารณาลักษณะและข้อจำกัดในการนำไปใช้งานแล้ว ยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆควบคู่ด้วย เช่น รูปแบบของการวัดการไหล, ชนิดและสมบัติของของไหลที่ต้องการวัด, ลักษณะการไหลของของไหล, ปริมาณการไหลของของเหลวกรณีที่เป็นของเหลวในท่อระบบปิด เป็นต้น ตัวอย่างเครื่องมือวัดอัตราการไหล(Flow Meter) ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมมีดังนี้

2.2.1 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่างโดยใช้แผ่นออริฟิส

เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่างโดยใช้แผ่นออริฟิส ใช้หลักการของการวัดแรงดันตกคร่อมที่เกิดจากความดันที่แตกต่างกันภายในท่อโดยการนำแผ่นออริฟิสมาใส่ในท่อเพื่อวัดความดันที่แตกต่างที่จุดต่อสำหรับวัดค่าความดันที่แตกต่าง (Pressure Tapping) ให้เกิด Upstream Pressure หน้าแผ่นออริฟิสและ Downstream Pressure หลังแผ่นออริฟิสตามหลักของสมการต่อเนื่องที่กล่าวว่าเมื่อพื้นที่หน้าตัดภายในท่อเปลี่ยนไปค่าความดันก็จะเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งค่าความแตกต่างของ Upstream Pressure และ Downstream Pressure นี้คือค่าความดันที่แตกต่างที่ต้องการวัด

นอกจากนี้เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่างโดยใช้แผ่นออริฟิสยังถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในกระบวนการที่มีย่านการวัดกว้าง ปรับเปลี่ยนให้เข้ากับตามความต้องการของกระบวนได้ง่าย จึงเป็นประเภทของเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่างที่ใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างของแผ่นออริฟิสประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.7 แสดงตัวอย่างของแผ่นออริฟิสประเภทต่างๆที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมซึ่งแต่ละประเภทก็จะถูกนำใช้งานแตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะของของไหลในกระบวนการผลิต

(a) Square Edge Orifice Plate หรือ Centric Orifice Plate เป็นแผ่นออริฟิสชนิดพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ได้กับของไหลทุกประเภทที่เป็น Clean Fluid อันหมายถึงของไหลต้องไม่มีสารแขวนลอย ไม่มีส่วนผสมของสิ่งสกปรกหรือของแข็งและไม่เป็นของไหลที่มีความหนืดสูง

(b) Quadrant Edged Orifice Plate เหมาะกระบวนการที่ของไหลที่มีความหนืดสูงๆ

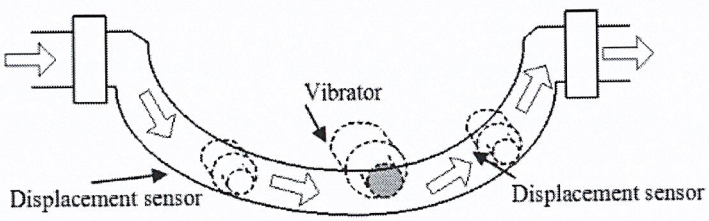
(c) Eccentric Orifice Plate เป็นแผ่นออริฟิสที่มีรูเยื้องลงมาทางด้านล่างอันเป็นการออกแบบที่ช่วยลดการตกตะกอนบริเวณด้านหน้าของแผ่นออริฟิส จึงเหมาะกับการนำไปใช้กับกระบวนการที่มีของไหลเป็นสารแขวนลอย มีส่วนผสมของสิ่งสกปรกหรือของแข็ง

(d) Segmental Orifice Plate เป็นแผ่นออริฟิสที่ลักษณะเป็นครึ่งวงกลมใช้กับของไหลประเภทเดียวกับ Eccentric Orifice Plate

นอกจากการเลือกชนิดของแผ่นออริฟิสให้เหมาะสมกับของไหลในกระบวนการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงขนาดรูของแผ่นออริฟิสด้วย เนื่องจากอัตราการไหลขึ้นอยู่กับค่าความดันแตกต่างของความดันที่เกิดจากแผ่นออริฟิส กล่าวคือความดันแตกต่างที่เกิดขึ้นจะแปรผันไปตามขนาดรูของแผ่นออริฟิส ดังนั้นจึงต้องกำหนดค่าความดันแตกต่างมาตราฐานสำหรับการนำไปใช้หาขนาดรูของแผ่นออริฟิส โดยค่ามาตราฐานของความดันแตกต่างที่นิยมใช้กันทั่วไปมีหน่วยเป็น มิลลิบาร์(mmbar) คือ 50, 100, 250 และ 500 การคำนวณขนาดรูของแผ่นออริฟิสวิศวกรแผนก Process จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยสำหรับการคำนวณ

2.2.2 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบโคริออลิส (Coriolis Flowmeter)

Coriolis Flowmeter เป็นเครื่องมือวัดการไหลเชิงมวลสามารถใช้ได้ดีกับของไหลทุกประเภทและของไหลที่มีความหนืดสูง แต่ข้อเสียคือถูกจำกัดด้วยอุณหภูมิในการใช้งานและค่าความดันที่สูญเสีย



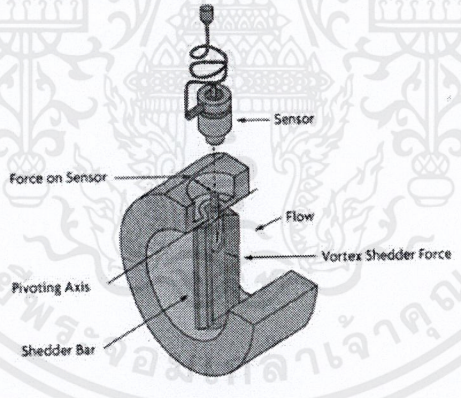
ภาพที่ 2.8 ท่อโค้งภายในเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบโคริออลิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.8 ด้วยลักษณะท่อโค้งที่อยู่ภายใน Coriolis Flowmeter เมื่อมีมวลของของไหลไหลผ่านท่อจะทำให้ท่อเกิดการบิดตัว ซึ่งการบิดตัวนี้เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับมวลของการไหลแล้วทรานสดิวเซอร์จะตรวจจับตำแหน่งการเคลื่อนที่ (Displacement Measurement) ด้วยของไหลที่พยายามเคลื่อนที่ในแนวตรงเมื่อได้รับการกระตุ้นด้วย Vibrator ทำให้ท่อเกิดการสั่นในแนวระนาบจะได้กราฟการเคลื่อนที่เป็นรูปไซน์ข้อมูลการบิดตัวนี้จะถูกนำไปคำนวณเพื่อเปลี่ยนเป็นค่าสัญญาณเอาต์พุตที่เหมาะสม

2.2.3 เครื่องมือวัดการไหลแบบวอร์เท็ค (Vortex Flowmeter)

Vortex Flowmeter เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่เหมาะกับการวัดที่ย่านวัดกว้างและต้องการความแม่นยำสูงแต่ข้อจำกัดคือ ไม่เหมาะสมกับของไหลที่มีความหนืดเนื่องจากจะกระทบต่อการสั่นของท่อขณะของไหลกำลังไหลผ่านโดย Vortex Flowmeter อาศัยการวัดความถี่การไหลวนของของไหลเมื่อของไหลไหลมากระทบกับ Shedder Bar (Bluff Body) ซึ่งความถี่การไหลวนนี้เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเร็วการไหล ในตัวมิเตอร์จะมีตัวตรวจวัดความถี่ที่เกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ



ภาพที่ 2.9 ภาพตัดของเครื่องมือวัดการไหลแบบวอร์เท็ค

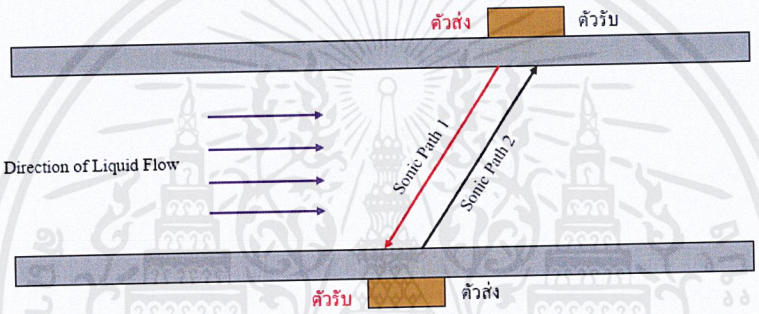
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Flowmeter)

Ultrasonic Flowmeter คือเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยอาศัยคลื่นความถี่เหนือเสียง (Ultrasonic/Ultrasound) โดยมี 2 ชนิดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ แบบ Transit Time และแบบ Doppler

- **เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบอัลตราโซนิกชนิด Transit Time**

Transit Time Ultrasonic Flowmeter ใช้สำหรับการวัดอัตราการไหลของ Clean Fluid เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบอัตราโซนิกที่ใช้ทรานสดิวเซอร์ 2 ตัวทำหน้าที่สลับกันเป็นตัวรับและตัวส่งสัญญาณคลื่นเสียง โดยมักนิยมใช้ทรานสดิวเซอร์ประเภทเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric)



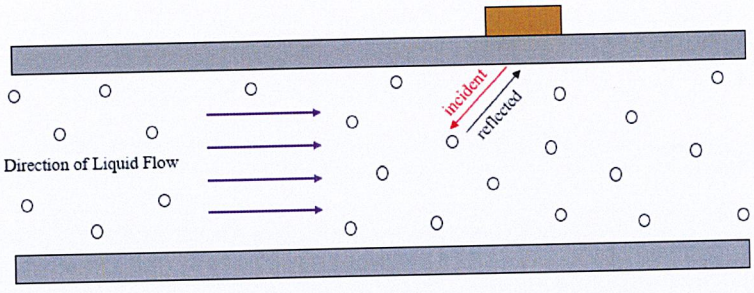
ภาพที่ 2.10 หลักการทำงานของ Transit Time Ultrasonic Flowmeter

หลักการการทำงานของ Transit Time Ultrasonic Flowmeter จะอาศัยหลักความแตกต่างของเวลาในการเดินทางของคลื่นความถี่เหนือเสียงของ Sonic Path 1 และ Sonic Path 2 นำไปประมวลผลหาค่าความเร็วของของไหลซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการไหลของของไหล

- **เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบอัลตราโซนิกชนิด Doppler**

เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่เหมาะสำหรับการวัดการไหลของของไหลที่มีสารแขวนลอยปะปนอยู่โดยความเร็วของอนุภาคที่ปะปนในของไหลมีความเร็วเท่ากับของไหล โดยใช้หลักการของปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจากการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดความถี่และการเลื่อนความถี่ (frequency shift) ในที่นี่การเลื่อนความถี่คือ การที่ความถี่ตกกระทบกับวัตถุที่เคลื่อนที่ไม่เท่ากับความถี่หลังจากสะท้อนจากวัตถุดังกล่าว เนื่องจากเกิดการเลื่อนความถี่ของคลื่นเสียงหลังสะท้อนกลับจากวัตถุที่เคลื่อนที่ดังแสดงในภาพที่ 2.11 ค่าความถี่ที่เปลี่ยนไปนี้จะแปรผันตรงกับความเร็วการไหลของของไหลนั้น เราจึงสามารถทราบค่าอัตราการไหลในรูปปริมาตรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 หลักการทำงานของ Dropper Ultrasonic Flowmeter

2.3 เครื่องมือวัดระดับ (Level Instrument)

เนื่องจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมรวมไปถึงก๊าซธรรมชาติจะมี ถังเก็บ (Storage Tank), หอกลั่น (Distillation Vessel) หรือหอแยกของไหลชนิดต่างๆ (Separator Vessel) รวมอยู่ในกระบวนการผลิต ด้วย อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีการควบคุมและแสดงค่าระดับของเหลวในถังบนหน่วยแสดงผลของระบบ ควบคุมขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ความสูงของเหลวอยู่ในระดับที่ต้องการ สำหรับการวัดระดับของเหลวที่ไม่มีข้อกำหนดพิเศษใดๆจะนิยมใช้ การวัดระดับของเหลวด้วยเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง แต่การใช้งานบางประเภทก็ไม่เหมาะสมในการนำการวัดระดับของเหลวด้วยเครื่องมือวัดความดันแตกต่างไปใช้งาน เช่น บริเวณถังที่มีความดันและอุณหภูมิสูงๆหรือถังเก็บสำหรับการซื้อขาย เป็นต้น ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวอย่าง และหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดระดับที่นิยมใช้ในปัจจุบัน อันได้แก่

2.3.1 เกจวัดระดับ (Level Gauges)

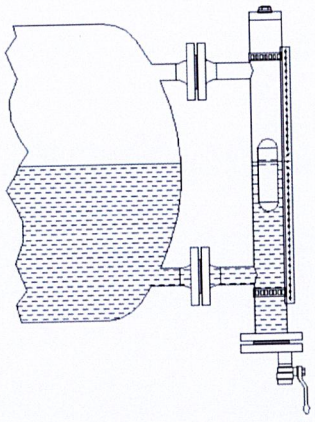
เกจวัดระดับเป็นเครื่องมือวัดระดับที่สามารถอ่านค่าระดับบริเวณที่ต้องการวัดได้ที่เครื่องมือวัดเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายชนิดดังนี้

- **เกจวัดระดับแบบแม่เหล็ก (Magnetic level gauge)**

เกจวัดระดับแบบแม่เหล็ก มีลักษณะเป็นท่อโลหะที่เรียกว่า Chamber ที่มีลูกลอยแม่เหล็กเคลื่อนที่อยู่ภายในซึ่งท่อโลหะนี้จะต่อเข้ากับตัวถังของกระบวนการที่ต้องการวัดระดับ และจะมีสเกลระดับแสดงผลติดอยู่กับท่อโลหะดังแสดงในภาพที่ 2.12

เกจวัดระดับแบบแม่เหล็กนี้ควรจะมีพิจารณาเลือกใช้ในการวัดระดับของเหลวที่ติดไฟได้ มีการกัดกร่อน, เป็นพิษ, ความดันสูง และอุณหภูมิสูง แต่ไม่ควรนำไปใช้งานกับของเหลวที่มีสิ่งเจือปนเนื่องจากอาจจะทำให้ลูกลอยแม่เหล็กมีโอกาสติดขัดที่จะส่งผลต่อการอ่านค่าระดับที่วัดได้

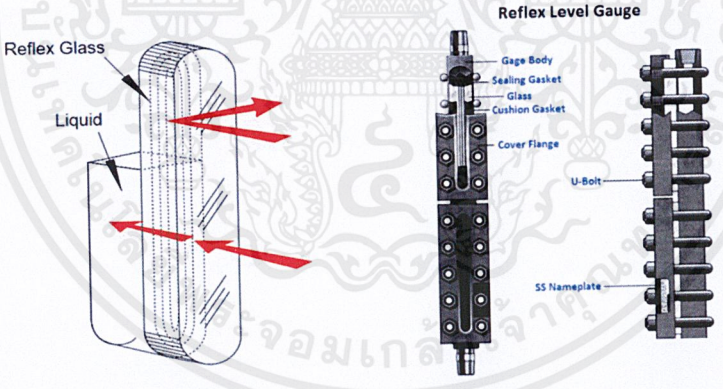
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 เกจวัดระดับแบบแม่เหล็ก

- **เกจวัดระดับแบบสะท้อนแสง (Reflex type gauge)**

เกจวัดระดับแบบสะท้อนแสง เป็นเกจวัดระดับที่ใช้แท่งแก้วปริซึมสำหรับใช้ในการสะท้อนแสงจากของไหลเหมาะกับการนำไปใช้การวัดระดับของไหลในกระบวนการผลิตที่สะอาด, ไม่มีสี และไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน โดยเกจวัดระดับแบบสะท้อนแสงจะไม่สามารถอ่านค่าระดับที่เชื่อมต่อหรือแยกชั้นกันได้



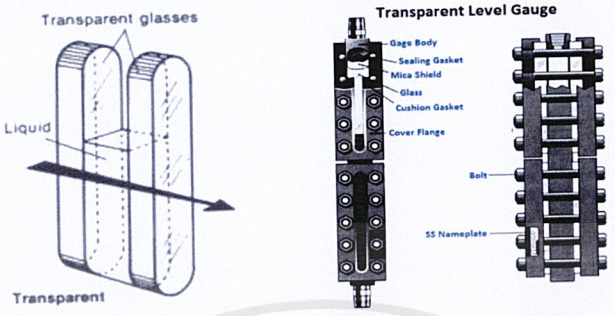
ภาพที่ 2.13 เกจวัดระดับแบบสะท้อนแสง

- **เกจวัดระดับแบบโปร่งแสง (Transparent type gauge/Vision type gauge)**

เกจวัดระดับแบบโปร่งแสง เป็นเกจวัดระดับที่ประกอบไปด้วยแผ่นกระจก 2 ชิ้นอยู่ตรงข้ามกันดังแสดงในภาพที่ 2.14 โดยจะให้ของไหลผ่านระหว่างกลาง เกจวัดระดับแบบโปร่งแสงเหมาะสำหรับของไหลในกระบวนการที่ของเหลวที่มีฤทธิ์กัดกร่อน, ของเหลวที่มีความหนืด, ของไหลสีทึบ, มีไอน้ำความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง, ของเหลวที่เชื่อมกัน ซึ่งจากที่กล่าวมาเกจวัดระดับแบบโปร่งแสงนี้จะสามารถนำไปใช้กับการแยกแยะผิวสัมผัสระหว่างของเหลว 2 ชนิดและการพิจารณาสีหรือความขุ่นของของเหลวได้

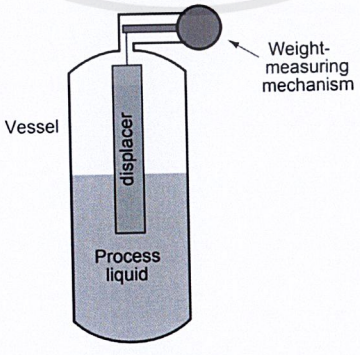


ภาพที่ 2.14 เกจวัดระดับแบบโปร่งแสง

2.3.2 เครื่องมือวัดระดับแบบ Displacer (Displacer Level Instrument)

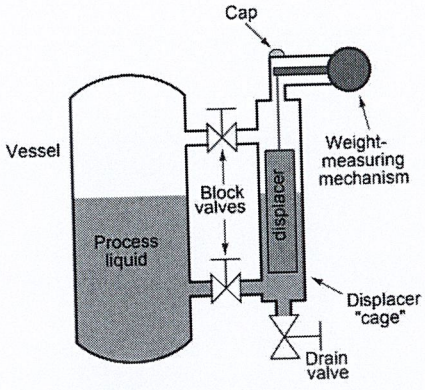
เครื่องมือวัดระดับแบบ Displacer เป็นเครื่องมือวัดที่ต้องมีการสัมผัสกับของเหลวในกระบวนการที่วัดอยู่ตลอดเวลา ตัว Displacer จะถูกออกแบบให้เป็นแท่งโลหะทรงกระบอกที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่าของเหลวในกระบวนการ ค่าความถ่วงจำเพาะของ Displacer จะมีค่าแตกต่างกันไปจาก 2.95 ถึง 1.22 ขึ้นอยู่กับค่าความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่ต้องการวัดระดับ โดยค่าความถ่วงจำเพาะของ Displacer จะต้องมากกว่าของเหลวในระบบเสมอ

น้ำหนักของ Displacer จะเปลี่ยนไปตามส่วนที่จมอยู่ในของเหลวอันเนื่องจากแรงลอยตัว (Buoyancy Force) กล่าวคือเมื่อระดับของเหลวสูงขึ้นแล้ว Displacer จะยกตัวสูงขึ้นอันเนื่องมาจากแรงลอยตัว หรือถ้าระดับของเหลวในกระบวนการต่ำกว่าตัว Displacer จะทำให้ค่าน้ำหนักที่วัดได้มีค่ามากที่สุด เพราะไม่มีแรงพยุงตัวคอยพยุงน้ำหนักของ Displacer

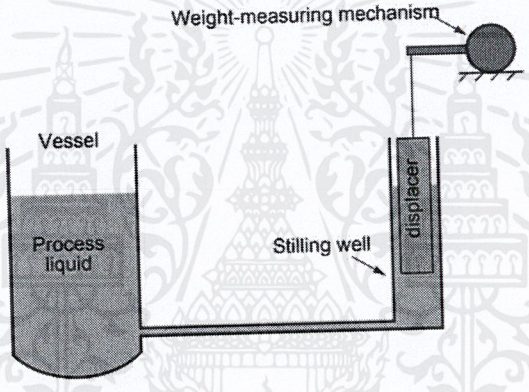


ภาพที่ 2.15 Displacer Level Transmitter with Direct Measurement Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 Displacer Level Transmitter with External Chamber



ภาพที่ 2.17 Displacer Level Transmitter with Stilling well

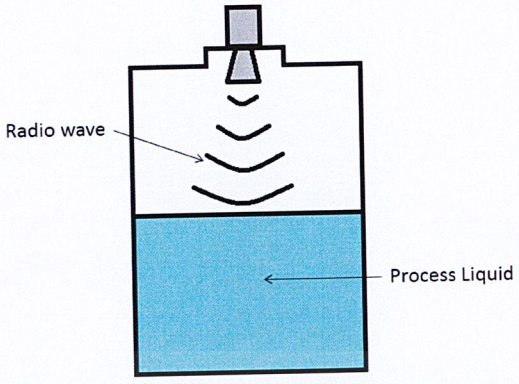
2.3.3 Radar Level Transmitter (Free space radar & Guided wave radar)

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

- **Free Space Radar Level Transmitter**

เป็นชนิดของ Radar Level Transmitter ที่ทำงานโดยการปล่อยสัญญาณ Radar Pulse หรือคลื่นเรดาร์แบบช่วงๆจากเสาอากาศดังแสดงในภาพที่ 2.18 จากนั้นจะวัดค่าระยะเวลาสะท้อนกลับของสัญญาณหลังจากที่คลื่นกระทบผิวของของเหลวเพื่อนำไป Carlibration ให้เป็นค่าระดับของของเหลว

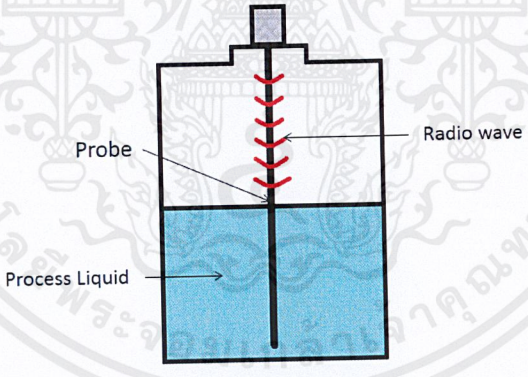
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.18 การวัดระดับของของเหลวโดย Free Space Radar Level Transmitter

- Guided Wave Radar Level Transmitter

เป็นชนิดของ Radar Level Transmitter ที่ทำงานโดยการปล่อยสัญญาณ Radar Pulse หรือคลื่นเรดาร์แบบช่วงๆผ่านทาง Probe ที่เป็นตัวนำสัญญาณดังภาพที่ 2.19 จากนั้นจะวัดค่าระยะเวลาสะท้อนกลับของสัญญาณหลังจากที่คลื่นกระทบผิวของของเหลวเพื่อนำไป Carlibration ให้เป็นค่าระดับของเหลว



ภาพที่ 2.19 การวัดระดับของของเหลวโดย Guided Wave Radar Level Transmitter

2.3.4 การวัดระดับด้วยเครื่องมือวัดความดันที่แตกต่าง

สำหรับการวัดระดับของเหลวที่ไม่มีข้อกำหนดพิเศษใดๆจะนิยมใช้การวัดระดับด้วยเครื่องมือวัดความดันที่แตกต่าง (Level Measurement with Differential Pressure Transmitter) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดระดับที่อาศัยการวัดระดับความสูงจากความดัน คือการคำนวณหาค่าความดันเพื่อนำไปใช้ในการปรับเทียบเครื่องมือวัด (Calibration) สำหรับนำไปใช้วัดระดับความสูงของของเหลวและจะถูก

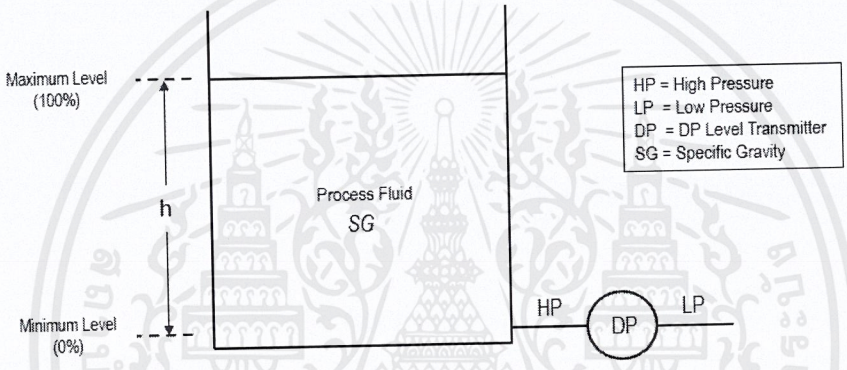
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบเป็นความดันในหน่วยของ มิลลิเมตรน้ำ (Millimeter of Water Column: mmWC) หรือหน่วยของนิ้วน้ำ (Inchs of Water Column: InWC)

การคำนวณหาค่าความดันเพื่อนำไปใช้หาค่าความสูงของของเหลวสามารถทำได้โดยนำ ความสูงของของเหลวที่ต้องการวัด (h) คูณด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของของเหลวชนิดนั้น (SG)

- **การวัดระดับในถังเปิด (Atmospheric Tank/Open Tank)**

การวัดระดับในถังเปิดเป็นการวัดในกรณีที่กระบวนการผลิตมีถังบรรจุของเหลวที่มีส่วนบนของถังเปิดออกสัมผัสกับบรรยากาศโดยไม่มีความดันจากส่วนอื่นมากระทำที่บริเวณของผิวหน้าของเหลว



ภาพที่ 2.20 การวัดระดับในถังเปิดแบบที่ 1

จากภาพที่ 2.20 ด้าน HP (High Pressure) ของเครื่องมือวัดจะถูกต่ออยู่กับจุดต่ำสุดของถังและด้าน LP (Low Pressure) จะไม่ต่อกับระบบแต่ปล่อยให้สัมผัสกับอากาศ ดังนั้นความดันด้าน LP จะมีค่าเท่ากับความดันบรรยากาศ (atm) สามารถคำนวณหาค่าความดันแตกต่างที่ Maximum level และ Minimum level ได้ดังนี้

เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Maximum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = h*SG

ความดันด้าน LP = atm

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Maximum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= (h*SG) – atm

= h*SG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Minimum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = 0 (h=0)

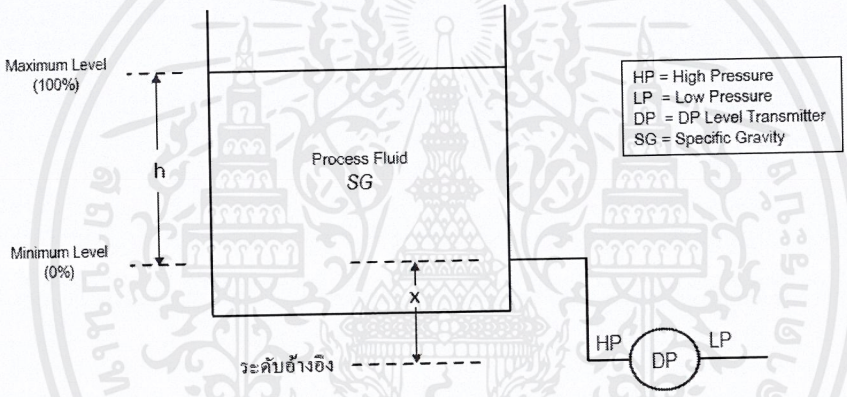
ความดันด้าน LP = atm

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Minimum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= 0 – atm

= 0

ดังนั้น ย่านการวัด (Range) คือ 0 ถึง h*SG หรือ (ความดันที่แตกต่างที่ Minimum level) ถึง (ความดันที่แตกต่างที่ Maximum level)



ภาพที่ 2.21 การวัดระดับในถังเปิดแบบที่ 2

จากภาพที่ 2.21 เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Maximum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = (h+x)*SG

ความดันด้าน LP = atm

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Maximum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= ((h+x)*SG) – atm

= ((h+x)*SG)

เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Minimum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันด้าน HP = x*SG

ความดันด้าน LP = atm

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Minimum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= (x*SG) – atm

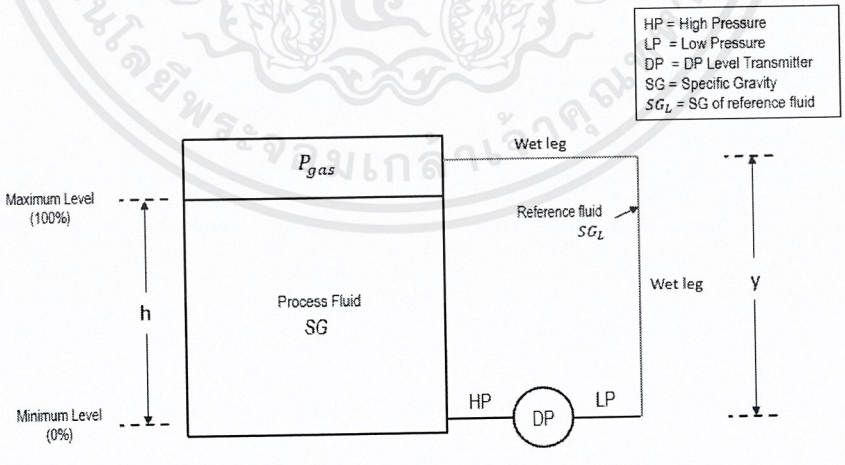
= x*SG

ดังนั้น ย่านการวัด (Range) คือ x*SG ถึง ((h+x)*SG) หรือ (ความดันที่แตกต่างที่ Minimum level) ถึง (ความดันที่แตกต่างที่ Maximum level)

- **การวัดระดับในถังปิด (Pressurized Tank/Closed Tank)**

การวัดระดับในถังปิดเป็นการวัดในกรณีที่กระบวนการผลิตมีถังบรรจุของเหลวที่ส่วนบนของถังมีฝาปิด จึงทำให้มีความดันอยู่ด้านบนผิวหน้าของของเหลว โดยด้าน HP (High Pressure) ของเครื่องมือวัดจะถูกต่ออยู่กับจุดต่ำสุดของถังและด้าน LP (Low Pressure) ที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงต่ออยู่กับจุดสูงสุดของถัง ดังนั้น ความดันที่เกิดขึ้นที่ด้าน LP ต้องมีค่าคงที่ตลอดเวลาซึ่งสามารถทำได้โดยการบรรจุของเหลวที่เหมาะสมกับกระบวนการ (Filling Fluid) หรือ การใช้การควบคุมระยะไกลกับการผนึกด้วยเคมี (Remote control with Chemical Seal)

กรณีที่ท่อด้าน LP ของเครื่องมือวัดมีของเหลวภายในท่อ (Filling fluid) เรียกวิธีการวัดระดับในถังปิดดังกล่าวว่า วิธี Wet leg ดังแสดงในภาพที่ 2.22 และ 2.23



ภาพที่ 2.22 การวัดระดับในถังปิด Wet leg แบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.22 เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Maximum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = P_{gas} + (h*SG)

ความดันด้าน LP = P_{gas} + (y*SG_L)

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Maximum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= (h*SG) – (y*SG_L)

เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Minimum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

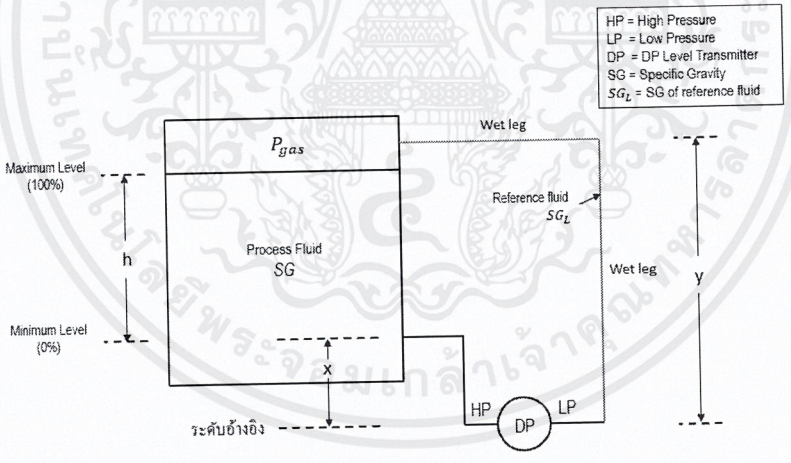
ความดันด้าน HP = P_{gas}

ความดันด้าน LP = P_{gas} + (y*SG_L)

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Minimum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= - y*SG_L

ดังนั้น ย่านการวัด (Range) คือ - y*SG_Lถึง (h*SG) – (y*SG_L)



ภาพที่ 2.23 การวัดระดับในถังปิด Wet leg แบบที่ 2

จากภาพที่ 2.23 เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Maximum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = P_{gas} + ((h+x)*SG)

ความดันด้าน LP = P_{gas} + (y*SG_L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Maximum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= ((h+x)*SG) – (y*SG_L)

เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Minimum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = P_{gas} + (x*SG)

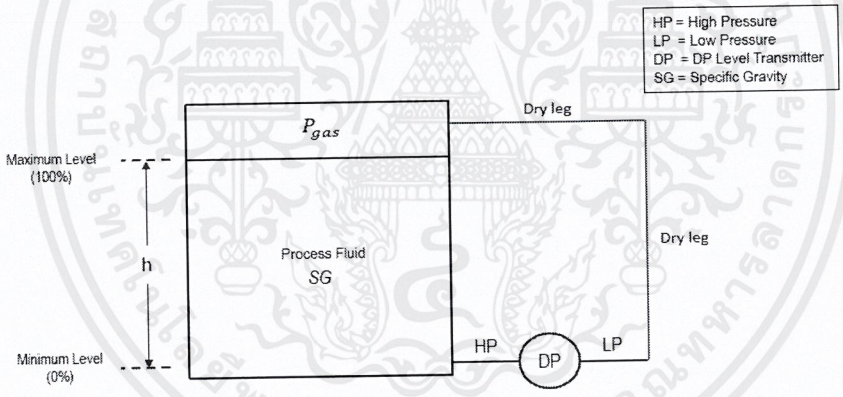
ความดันด้าน LP = P_{gas} + (y*SG_L)

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Minimum Level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= (x*SG) – (y*SG_L)

ดังนั้น ย่านการวัด (Range) คือ (x*SG) – (y*SG_L) ถึง ((h+x)*SG) – (y*SG_L)

กรณีที่ท่อด้าน LP ของเครื่องมือวัดไม่มีของเหลวภายในท่อ (Filling fluid) เรียกวิธีการวัดระดับในถังปิดดังกล่าวว่า วิธี Dry leg ดังแสดงในภาพที่ 2.24 และ2.25



ภาพที่ 2.24 การวัดระดับในถังปิด Dry leg แบบที่ 1

จากภาพที่ 2.24 เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Maximum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = P_{gas} + (h*SG)

ความดันด้าน LP = P_{gas}

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Maximum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= h*SG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Minimum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

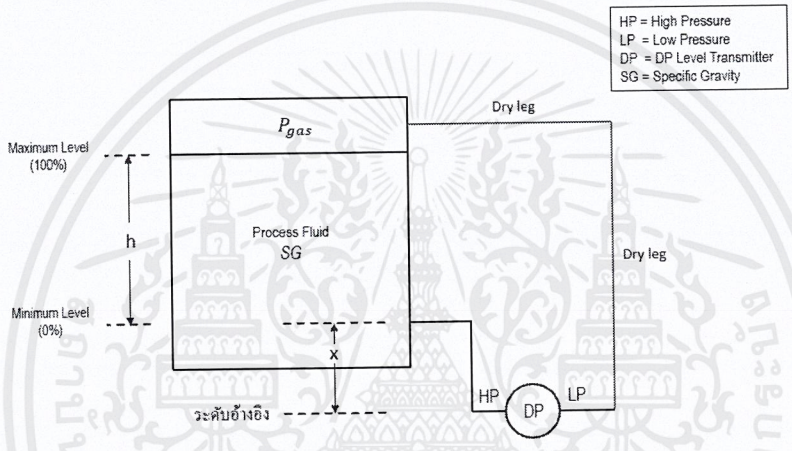
ความดันด้าน HP = P_{gas}

ความดันด้าน LP = P_{gas}

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Minimum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= 0

ดังนั้น ย่านการวัด (Range) คือ 0 ถึง h*SG



ภาพที่ 2.25 การวัดระดับในถังปิด Dry leg แบบที่ 2

จากภาพที่ 2.25 เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Maximum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = P_{gas} + ((h+x)*SG)

ความดันด้าน LP = P_{gas}

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Maximum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= ((h+x)*SG)

เมื่อระดับความสูงของเหลวในถังอยู่ที่ Minimum level แล้วความดันด้าน HP และ LP ของเครื่องมือวัดระดับดังนี้

ความดันด้าน HP = P_{gas} + (x*SG)

ความดันด้าน LP = P_{gas}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันแตกต่างที่ตำแหน่ง Minimum level = ความดันด้าน HP - ความดันด้าน LP

= (x*SG) – 0

= x*SG

ดังนั้น ย่านการวัด (Range) คือ x*SG ถึง ((h+x)*SG)

2.4 เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Instrument)

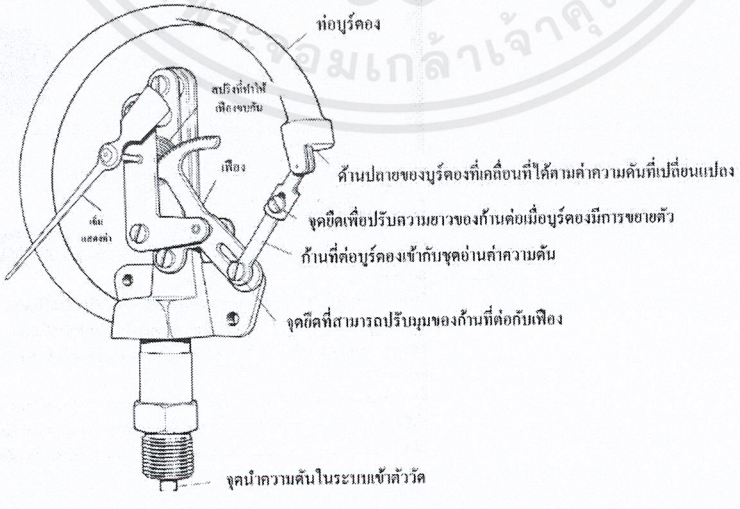
2.4.1 เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)

เกจวัดความดันเป็นเครื่องมือวัดความดันทางอุตสาหกรรมพื้นฐานสำหรับใช้วัดค่าความดันที่บริเวณต่างๆในกระบวนผลิต ซึ่งถูกติดตั้งอยู่กับกระบวนการผลิตโดยตรงและสามารถอ่านค่าความดันที่วัดได้จากตัวเกจเท่านั้น

เกจวัดความดันประกอบด้วย ชิ้นส่วนที่มีแนวโน้มจะยืดหยุ่นถึงเสียรูปเมื่อได้รับความดันการยืดหยุ่นนี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ทำให้ตัวชี้ค่าความดันบนหน้าปัดแสดงค่าความดันที่มากระทำกับตัวเกจได้ ซึ่งหลักการดังกล่าวนี้เป็นหลักการพื้นฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม

- **เกจวัดความดันชนิดบูร์ดอง (Pressure Gauge with Bourdon tube)**

หลักการทำงานของเกจวัดความดันชนิดบูร์ดองคือเมื่อท่อบูร์ดองได้รับความดันแล้วจะเกิดความเครียด (Stress) ท่อบูร์ดองจะพยายามเหยียดตัวออกตามแรงดันที่ได้รับ ทำให้ปลายของบูร์ดองด้านที่เคลื่อนที่ได้จะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งออกไป การเคลื่อนที่ของปลายบูร์ดองดังกล่าวจะเปลี่ยนไปเป็นอัตราส่วนกับความดันที่อยู่ภายในท่อ จึงสามารถทราบค่าความดันได้จากระยะการเคลื่อนที่นี้ได้

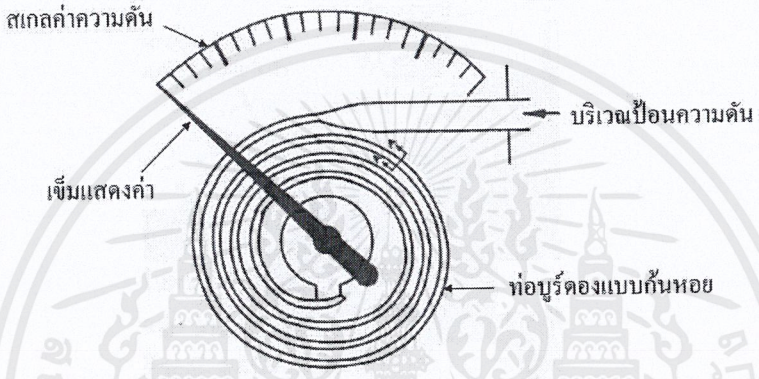


ภาพที่ 2.26 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองชนิด C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

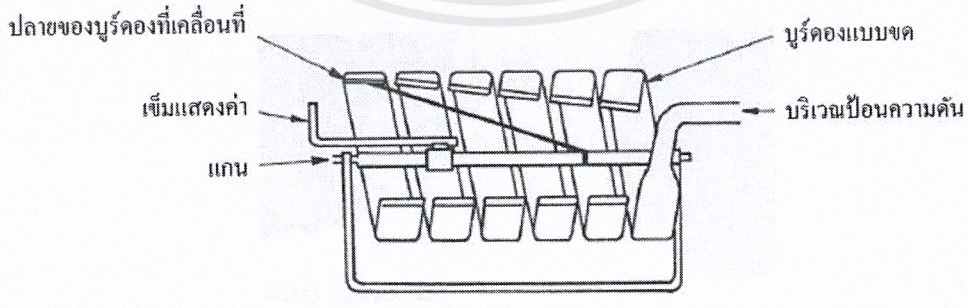
จากภาพที่ 2.26 เป็นบูร์ดองชนิด C (C-Type Bourdon Tube) มีลักษณะเป็นส่วนโค้งประมาณ 270 องศา ซึ่งโดยปกติแล้วจะเหยียดตัวออก 2-7 มิลลิเมตรเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการขยายระยะการเคลื่อนที่นี้โดยใช้เฟืองชุดขยายซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางเกจวัดความดัน ถ่ายทอดการเคลื่อนที่จากตัวบูร์ดองมาสู่เฟืองเล็กๆซึ่งขบกันอยู่ที่ตัวเข็มแสดงค่า ให้เข็มชี้บอกขนาดของความดันในตัวท่อบูร์ดอง

นอกจากบูร์ดองชนิด C แล้วยังมีบูร์ดองแบบก้นหอย (Spiral Bourdon Tube) และบูร์ดองแบบขดซ้อน (Helix Bourdon Tube) ดังแสดงในภาพที่ 2.27 และ 2.28 ตามลำดับ



ภาพที่ 2.27 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองแบบก้นหอย

จากภาพที่ 2.27 ลักษณะหน้าตัดและหลักการทำงานของบูร์ดองแบบก้นหอยเหมือนกับแบบตัว C แต่ถูกขดขึ้นเป็นรูปก้นหอย เมื่อมีความดันกระทำอยู่ภายในก้นหอยจะพยายามคลายตัวออก ทำให้ปลายด้านที่ปิดเคลื่อนที่ออกไปซึ่งให้ค่าระยะทางการเคลื่อนที่มากกว่าบูร์ดองชนิด C จึงไม่จำเป็นเฟืองชุดขยายและมีความเที่ยงตรงของการวัดมากกว่าแบบตัว C



ภาพที่ 2.28 แสดงภาพตัด (Cross-section) ของบูร์ดองแบบขดซ้อน

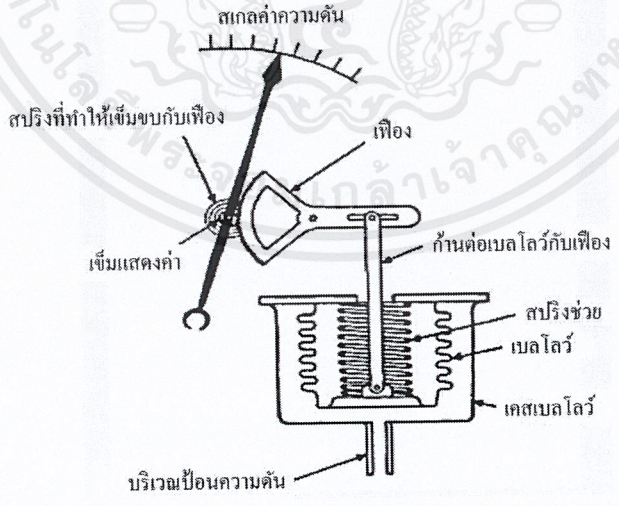
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.28 ลักษณะบูร์ดองแบบขดซ้อนมีการขดคล้ายกับบูร์ดองแบบก้นหอย แต่เป็นการขดที่รัศมีเท่ากันขดเป็นวงซ้อนขึ้นไปโดยจำนวนขดซ้อนจะแปรเปลี่ยนไปตามย่านความดัน (Pressure Rang) ที่ต้องการ ซึ่งบูร์ดองแบบขดซ้อนเป็นบูร์ดองที่ให้ระยะทางการเคลื่อนที่ของบูร์ดองมากที่สุด นอกจากนี้บูร์ดองแบบขดซ้อนยังเป็นชนิดที่ทนต่อค่าความดันเกินพิกัดโดยไม่เสียหายได้ดีที่สุด มีเสถียรภาพการใช้งานดี และทนต่อความดันที่เปลี่ยนแปลงค่าอย่างรวดเร็วได้ดี เหมาะสำหรับต่อเข้าใช้งานกับทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) มากกว่าบูร์ดองชนิดอื่น

- **เกจวัดความดันแบบเบลโลว์ (Bellow Pressure Gauge)**

เบลโลว์เป็นตัววัดประเภทยืดหยุ่นเช่นเดียวกับบูร์ดอง มีหลักการทำงานคือเปลี่ยนความดันมาเป็นการเคลื่อนที่ โดยมีโครงสร้างของตัววัดเป็นรูปทรงกระบอกกลวงผนังเป็นลูกฟูกเพื่อหยืดยุ่นได้ในการใช้งานเบลโลว์สำหรับการวัดความดันจะมีสปริงที่มีค่า Spring constant คงที่ติดตั้งในเบลโลว์อีกทีเพื่อยืดอายุการใช้งานของเบลโลว์ ความดันที่ป้อนเข้าไปจะทำให้เบลโลว์ยืดตัวออกมีแรงกระทำสวนทางกับแรงของสปริง ซึ่งวิธีการติดตั้งสปริงในเบลโลว์ดังกล่าวจะป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดจากการป้อนความดันสูงกว่าที่กำหนดได้

เมื่อเบลโลว์ได้รับความดัน เบลโลว์จะยืดตัวออกเกิดการเคลื่อนที่ของเบลโลว์ทำให้มีการผลักเข็มแสดงค่าให้เคลื่อนที่ตามความแรงอันเกิดขึ้นจากความดันดังแสดงในภาพที่ 2.29

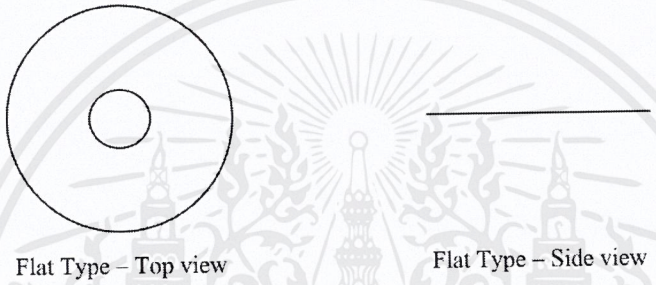


ภาพที่ 2.29 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบเบลโลว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pressure Gauge)**

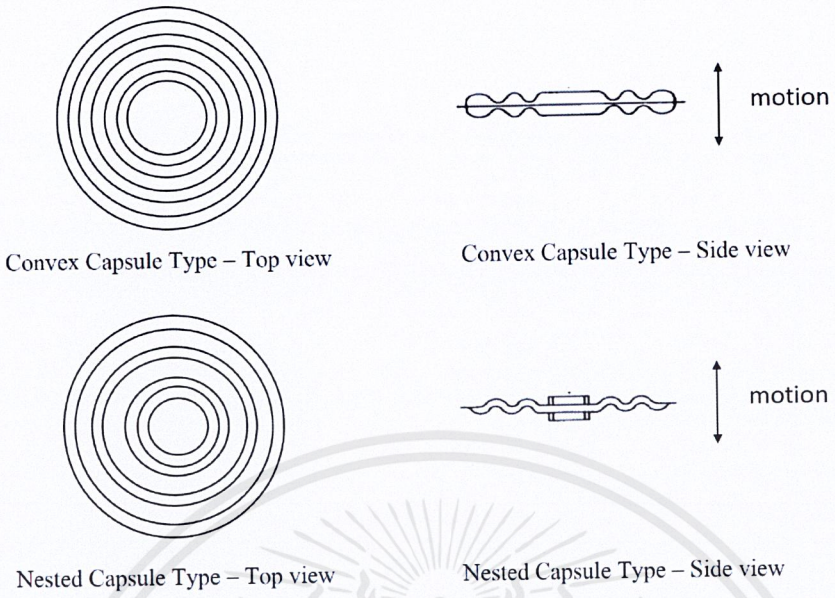
ไดอะแฟรมเป็นแผ่นโลหะลักษณะกลม การวัดค่าความดันได้จากการเคลื่อนที่ของแผ่นไดอะแฟรม คือ เมื่อแผ่นไดอะแฟรมได้รับความดันจะทำให้แผ่นไดอะแฟรมโก่งตัวหรือเกิดการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามขนาดและทิศทางของความดัน ถ้าเปรียบเทียบกับตัววัดค่าความดันแบบอื่นๆ ไดอะแฟรมจะให้การเคลื่อนที่และความไวในการวัดน้อยกว่าตัววัดแบบบูร์ดอง แต่มีความสามารถทนต่อค่าความดันที่เกินกำหนด ค่าความดันที่เปลี่ยนเป็นห้วงๆหรือความสั่นสะเทือนได้ดีกว่า โดยประเภทของไดอะแฟรมมี 3 ประเภทคือ แผ่นเรียบ (Flat Type), แผ่นลูกฟูก (Corrugate Type) และแผ่นแคปซูล (Capsule Type)



ภาพที่ 2.30 ลักษณะของไดอะแฟรมแบบแผ่นเรียบ

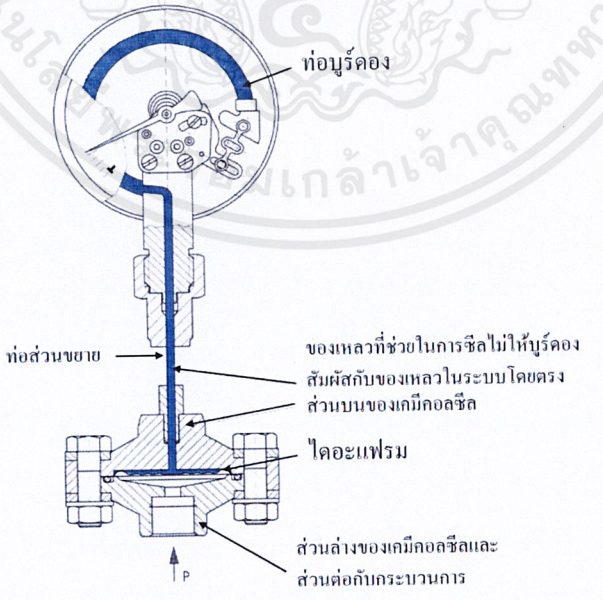
ภาพที่ 2.31 ลักษณะของไดอะแฟรมแบบแผ่นลูกฟูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.32 ลักษณะของไดอะแฟรมแบบแผ่นแคปซูลชนิด Convex และ Nested

เกจวัดความดันแบบแคปซูล เป็นเกจวัดความดันที่ใช้แผ่นไดอะแฟรมชนิดลูกฟูกสองแผ่นประกบกันโดยให้ความดันที่ต้องการวัดเข้าไปตรงกลางดังแสดงในภาพที่ 2.32 เกจวัดความดันชนิดนี้เหมาะกับการวัดย่านค่าความดันต่ำๆโดยสามารถออกแบบให้วัดได้ทั้งความดันและสูญญากาศ เมื่อเป็นความดันแคปซูลจะพองตัวออกในขณะที่เป็นสุญญากาศแคปซูลจะหดตัว



ภาพที่ 2.33 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.33 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรมที่มีเคมิคอลซีล (Chemical Seal) สำหรับป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องมือวัดความดัน จากกรณีที่ตัวกลางความดันเป็นของไหลที่มีความหนืดสูงหรือมีแนวโน้มที่จะเกิดการแข็งตัว มีสารแขวนลอยปะปน เป็นสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือเป็นของไหลที่มีอุณหภูมิสูง โดยเคมิคอลซีลคือ การใช้สารเคมีเป็นตัวกลางไม่ให้ของไหลในระบบสัมผัสกับตัววัดความดันดดยตรง หรือถ้าไม่ใช้วิธีเคมิคอลซีลจะใช้สารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับของไหลในระบบฉาบที่ผิวหน้าไดอะแฟรมแทน

2.4.2 เครื่องมือสำหรับวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล (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, มีความเที่ยงตรงสูง, ทนต่อสภาพแวดล้อม เป็นต้น

สำหรับหลักการการทำงานของทรานสมิตเตอร์ส่วนใหญ่เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น Current (4-20 mA) หรือ Voltage (1-5 Volt) ซึ่งจะส่งสัญญาณนี้ไปยัง Controller หรือชี้บอกค่าได้พร้อมกันในระยะที่ห่างออกไปจากจุดวัดได้มาก

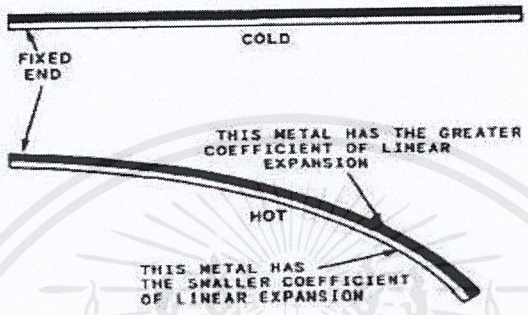
2.5 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Temperature Instrument)

อุณหภูมิเป็นตัวแปรพื้นฐานทางกระบวนการผลิตตัวแปรหนึ่งที่ต้องมีการควบคุมและต้องแสดงค่าในระบบควบคุม ดังนั้นในการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามความต้องการจึงต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือวัดอุณหภูมิหรืออุปกรณ์แปลงสัญญาณอุณหภูมิ(Temperature Transmitter) ทำงานร่วมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor/Temperature Elements) ตามบริเวณต่างๆในกระบวนการผลิตที่ต้องการวัดค่าหรือควบคุม เพื่อทำการวัดแล้วแปลงค่าของอุณหภูมิในกระบวนการผลิตให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า 4-20 mA หรือค่าที่สามารถนำไปใช้ในการประมวลผลต่อได้อย่างค่าดิจิตอล ในการจัดเตรียมเครื่องมือวัดอุณหภูมิเหล่านี้จะต้องมีการเลือกใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและตรงกับความตรงการซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์ที่นิยมใช้โดยทั่วไปมีอยู่ 5 ชนิดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 เทอร์โมมิเตอร์แบบแถบโลหะคู่ (Bimetallic Thermometer)

เป็นอุปกรณ์ที่วัดอุณหภูมิโดยการนำแถบโลหะต่างชนิดกัน 2 แผ่นมาประกบกันใช้เป็นเซนเซอร์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปเนื่องด้วยความแตกต่างของชนิดแถบโลหะทั้ง 2 ทำให้มีค่า Thermal Expansion Coefficient ไม่เท่ากันดังนั้นเมื่อได้รับความร้อนแถบโลหะทั้ง 2 จะขยายตัวไม่เท่ากันแผ่นโลหะที่ประกบกันเกิดการงอดังที่แสดงในภาพที่ 2.34



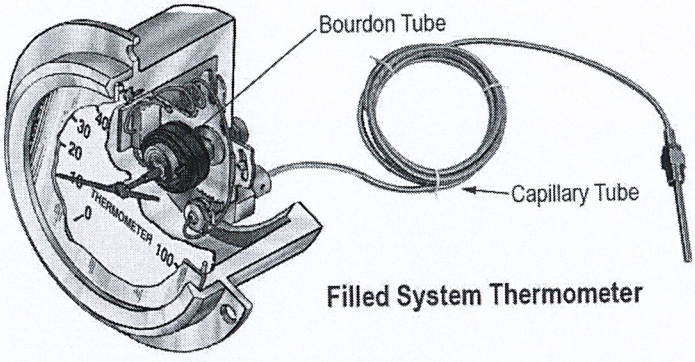
ภาพที่ 2.34 การงอของแถบโลหะคู่จากการขยายตัวหลังจากได้รับความร้อน

ข้อดีของการใช้ Bimetallic Thermometer คือสามารถใช้งานในย่านอุณหภูมิที่สูง ไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายพลังงานในการทำงาน ใช้งานอย่างแพร่หลายและราคาไม่สูง ในขณะที่การใช้ Bimetallic Thermometer ไม่เหมาะกับการวัดอุณหภูมิในกระบวนการผลิตที่มีอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการขยายตัวของแผ่นโลหะทั้ง 2 อาจมีความแตกต่างกันไม่มากพอจะบ่งชี้ถึงค่าอุณหภูมิและความถูกต้องในการวัดค่าอุณหภูมิต่ำ

2.5.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบบรรจุด้วยของไหล (Filled System Thermometer)

เป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความดันของของไหลโดยอาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกลด้วยหลักการขยายตัวและหดตัวของของไหลที่อยู่ในกระเปาะเมื่อได้รับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้เกิดการการเปลี่ยนแปลงของค่าความดัน โดยสามารถจัดประเภทเทอร์โมมิเตอร์ตามชนิดของของไหลที่ใช้ได้ 3 รูปแบบได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์แบบความดันจากของเหลว (Liquid Filled Pressure Thermometer), เทอร์โมมิเตอร์แบบความดันจากไอน้ำ (Vapor Pressure Thermometer) และเทอร์โมมิเตอร์แบบความดันจากก๊าซ (Gas Pressure Thermometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

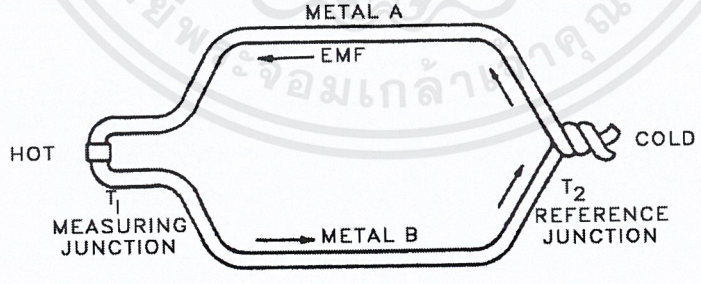


ภาพที่ 2.35 ส่วนประกอบของ Filled System Thermometer

จากภาพที่ 2.35 ส่วนประกอบพื้นฐานของ Filled System Thermometer จะประกอบไปด้วย Temperature Sensor (Bulb) ที่มีเทอร์โมเวลส์สวมอยู่และส่วนของ Capillary Tube เพื่อต่อเข้ากับ Bourdon Tube, Bellow หรือ Diaphragm สำหรับวัดค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องจากอุณหภูมิรอบของไหลเปลี่ยนแปลง

2.5.3 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples)

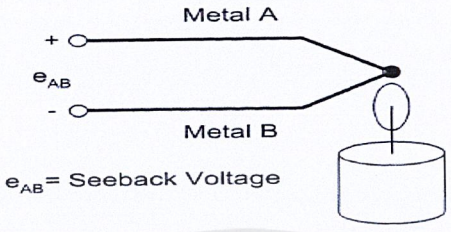
เทอร์โมคัปเปิลมีหลักการทำงานพื้นฐานจากปรากฏการณ์ Seebeck Effect โดยการนำโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อกันที่ปลายทั้งสองข้าง ปลายข้างหนึ่งเป็น Measuring Junction อีกข้างเป็น Reference Junction เมื่อให้ความร้อนที่ปลาย Measuring Junction จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการไหลของกระแสจะเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับไฟฟ้า



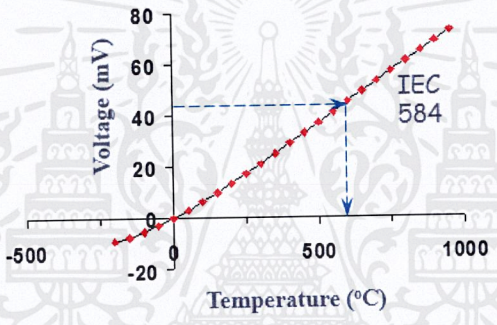
ภาพที่ 2.36 วงจรการเชื่อมต่อโลหะต่างชนิดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.36 ถ้าทำการแยกวงจรดังกล่าวที่จุดกึ่งกลางแล้วให้ความร้อนบริเวณจุดต่อด้านหนึ่ง จะพบว่าแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตที่จุดปลายทั้งสองของโลหะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิที่บริเวณจุดต่อ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตดังกล่าวเรียกว่า แรงดันไฟฟ้า Seebeck



ภาพที่ 2.37 การเกิดแรงดันไฟฟ้า Seebeck



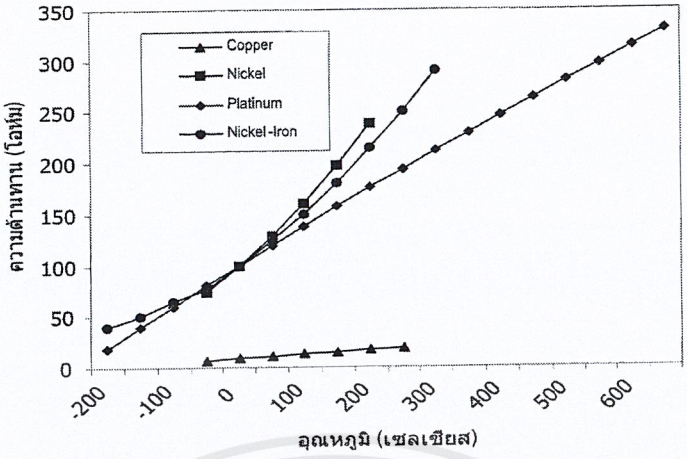
ภาพที่ 2.38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุทและอุณหภูมิ

2.5.4 Resistance Temperature Detector (RTD)

RTD เป็นตัวต้านทานที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเมื่ออุณหภูมิรอบตัวเปลี่ยนไป นั่นคือค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทางต่ออุณหภูมิมีค่าเป็นบวก (Positive Temperature Coefficient: PTC) ซึ่งเป็นการแปรผันเช่นเดียวกับหลักการความสัมพันธ์ค่าแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตกับอุณหภูมิในเทอร์โมคัปเปิล แต่ RTD มีประสิทธิภาพในการวัดค่าอุณหภูมิได้ถูกต้องมากกว่าเทอร์โมคัปเปิลเนื่องจากมีสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในสายน้อยกว่าเทอร์โมคัปเปิล

นอกจากนี้ RTD ยังให้ค่าการวัดที่มีความเบี่ยงเบนน้อยและใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิกว้าง (-200 ถึง 600 องศาเซลเซียส) ดังนั้นการเลือกใช้ RTD จึงเหมาะสมสำหรับกระบวนการที่ต้องการความละเอียดในการวัดค่าอุณหภูมิสูง เช่น กระบวนการที่ต้องการวัดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ, กระบวนการที่มีค่า Span (ค่าความแตกต่าระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุด) ต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮท์, Custody Transfer เป็นต้น

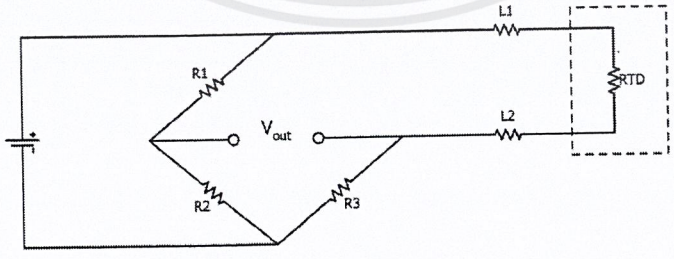
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.39 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของวัสดุชนิดต่างๆ

จากภาพที่ 2.39 ที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่ออุณหภูมิแบบ Positive Temperature Coefficient พบว่า Platinum RTD ให้ผลเป็นเชิงเส้นและเสถียรที่สุด ดังนั้นอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงนิยมใช้ RTD ชนิด Platinum เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เช่น Pt-100 หมายถึง ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ค่าความต้านทานเท่ากับ 100 โอห์ม เป็นต้น

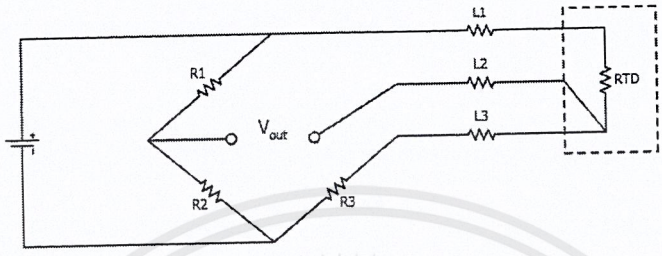
สำหรับรูปแบบการต่อสายไฟไปยังภายนอกของเส้นวัสดุ RTD ที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมมีทั้งหมด 3 แบบได้แก่ RTD แบบ 2 สาย, RTD แบบ 3 สาย และ RTD แบบ 4 สาย ซการเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการวัดที่ต้องการ ซึ่ง RTD แบบ 2 สายดังภาพที่ 2.40 จะมีความแม่นยำต่ำที่สุดในการนำไปวัดอุณหภูมิ เพราะสายไฟที่นำมาต่ออนุกรมกับ RTD มีคุณลักษณะระหว่างอุณหภูมิและความต้านทานที่แตกต่างกัน ในการใช้งานสายไฟจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างจากเส้นวัสดุของ RTD และหากสายไฟมีความยาวมากก็จะส่งผลให้เกิดความต้านทานในสายเพิ่มขึ้นกระทบต่อการวัดค่าตามไปด้วย



ภาพที่ 2.40 RTD แบบ 2 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

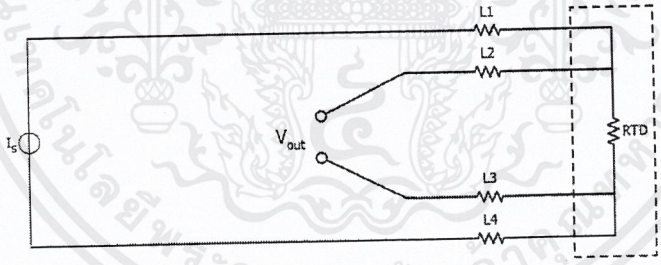
โดย RTD แบบ 3 สายจะเป็นแบบที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิสูงด้วยการชดเชยค่าความต้านทานของสายไฟที่ต่ออนุกรมอยู่กับเส้นวัสดุ RTD ด้วยการต่อสายไฟ 2 เส้นที่ปลายด้านหนึ่ง (L2 กับ L3) และต่อสายไฟเพียง 1 เส้นกับปลายอีกด้านหนึ่ง (L1) ดังแสดงในภาพที่ 2.41



ภาพที่ 2.41 RTD แบบ 3 สาย

จากภาพที่ 2.41 จะเห็นได้ว่าความต้านทานของสายไฟ L1 และ L3 ต้องมีคุณลักษณะที่เหมือนกันเพื่อชดเชยความต้านทานที่เกิดขึ้น

ในขณะที่ RTD แบบ 4 สายจะเป็นแบบที่มีความแม่นยำในการวัดสูงที่สุดนิยมใช้สำหรับการทดลองโดยเฉพาะและไม่ค่อยนิยมใช้ในอุตสาหกรรม



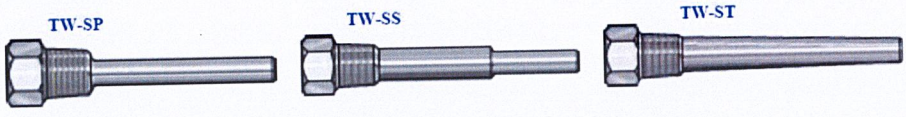
ภาพที่ 2.42 RTD แบบ 4 สาย

สำหรับการใช้งานเทอร์โมคัปเปิล, RTD, เทอร์โมมิเตอร์แบบบรรจุด้วยของไหล และเทอร์โมมิเตอร์แบบแถบโลหะคู่ จะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า เทอร์โมเวลส์ (Thermowell) เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันตัวเซนเซอร์วัดอุณหภูมิดังกล่าว ไม่ให้ได้รับความเสียหายเมื่อนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไปใช้ในกรณีที่ต้องวัดค่าอุณหภูมิจากกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น บริเวณที่มีการกัดกร่อน, กระบวนการที่ของไหลมีความเร็วการไหลสูง เป็นต้น หรือกรณีที่มีการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไว้กับกระบวนการแล้วไม่ต้องการ Shut down กระบวนการผลิตดังกล่าวการติดตั้งเทอร์โมเวลเวลส์ก็จะช่วยให้สามารถนำเซนเซอร์วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิออกมาได้โดยไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต ซึ่งประเภทของเทอร์โมเวลส์แบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้ 3 ประเภทดังนี้

- เทอร์โมเวลส์แบบเกลียว (Threaded Connection) เป็นประเภทที่นิยมใช้มากที่สุด ติดตั้งและถอนการติดตั้งได้ง่าย

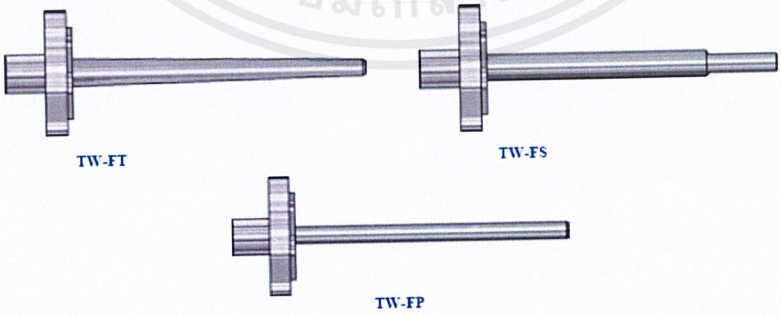


ภาพที่ 2.43 ตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเกลียว

- เทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม (Weld Connection) เป็นประเภทที่ใช้ในกระบวนการที่ของไหลมีความเร็วการไหล, อุณหภูมิและความดันสูงสำหรับงานที่ไม่ต้องการให้เกิดการรั่วไหล

ภาพที่ 2.44 ตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม

- เทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน (Flange Connection) เป็นประเภทที่ใช้ในกระบวนการที่มีการกัดกร่อน ของไหลมีความเร็วการไหลและอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 2.45 ตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเลือกใช้เทอร์โมเวลส์จะมีตัวแปรพื้นฐานที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น วัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมเวลส์, ความยาวของเทอร์โมเวลส์, อัตราการทนความดัน เป็นต้น โดยปกติการใช้งานเทอร์โมเวลส์กับกระบวนการผลิต เทอร์โมเวลส์จะถูกติดตั้งอยู่บนท่อ, ถัง หรือบนอุปกรณ์ต่างๆในกระบวนการผลิต ซึ่งบริเวณต่างๆที่ต้องการวัดอุณหภูมินั้นจะมีลักษณะรูปร่างต่างกันไป ดังนั้นในการใช้งานจะมีการกำหนดคุณลักษณะมาตราฐานของเทอร์โมเวลส์ เพื่อความสะดวกในการเก็บชิ้นส่วนสำรอง (Spare part) เพื่อใช้งานทดแทนกันได้เมื่อเทอร์โมเวลส์เกิดความเสียหาย

2.5.5 เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor)

เทอร์มิสเตอร์เป็นตัวต้านทานชนิดหนึ่งที่ค่าความต้านทานมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิโดยรอบเปลี่ยนแปลงไปซึ่งใช้หลักการทำงานเช่นเดียวกับ RTD แตกต่างกันตรงวัสดุที่ใช้ในเทอร์มิสเตอร์โดยปกติจะเป็นเซรามิก หรือ โพลีเมอร์ในขณะที่วัสดุที่ใช้ใน RTD จะเป็นเป็นโลหะล้วน (Pure metal) การตอบสนองต่ออุณหภูมิก็เช่นกัน RTD จะนิยมใช้ในช่วงของอุณหภูมิที่กว้าง (-200 ถึง 600 องศาเซลเซียส) ในขณะที่เทอร์มิสเตอร์จะให้ความแม่นยำในการวัดมากกว่าแต่ใช้ในช่วงอุณหภูมิที่แคบกว่า (-90 ถึง 130 องศาเซลเซียส) โดยเทอร์มิสเตอร์แบ่งออกเป็นสองประเภท ได่แก่ เทอร์มิสเตอร์ประเภท NTC และ เทอร์มิสเตอร์ประเภท PTC

ซึ่งเทอร์มิสเตอร์ประเภท NTC เป็นเทอร์มิสเตอร์ที่ให้ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในลักษณะส่วนกลับกัน นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแล้วค่าความต้านทานจะลดลง ในขณะที่เทอร์มิสเตอร์ประเภท PTC เป็นเทอร์มิสเตอร์ที่ให้ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในลักษณะสัดส่วนโดยตรงดังที่กล่าวในเรื่องหลักการทำงานของ RTD

จากที่กล่าวมาข้างต้นการใช้งานเซนเซอร์วัดอุณหภูมิทั้ง 5 ชนิดเพื่อการวัดค่าอุณหภูมิหรือควบคุมกระบวนการผลิตบริเวณต่างๆได้อย่างสมบูรณ์ จะต้องทำงานร่วมกับ Temperature Transmitter

2.5.6 อุปกรณ์แปลงสัญญาณอุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

เป็นเครื่องมือที่ทำการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิจากจุดที่ต้องการวัดไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า หรือบางครั้งเองผู้ใช้งานอาจจะทำการต่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเข้าไปยังส่วนอินพุตของระบบควบคุมโดยตรงไม่ต้องผ่าน Temperature Transmitter ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของกระบวนการและการใช้งาน

ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จาก Temperature Transmitter ที่ทำงานปกติควรจะกำหนดอยู่ประมาณ 50% ถึง 75% ของย่านการใช้งานสูงสุด ในบางครั้งการออกแบบการใช้งาน Temperature Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีการตั้งค่า Zero ของย่านการวัดของเครื่องมือวัดอุณหภูมินั้นไว้ที่ค่าสูงๆเมื่อกระบวนการผลิตหยุดทำงานหรือช่วงเริ่มเดินเครื่องจะทำให้ Temperature Transmitter อ่านค่าได้ต่ำกว่าศูนย์

2.6 วาล์วควบคุม (Control Valve)

สำหรับกระบวนการผลิตใดๆจะต้องมีการจัดเตรียมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด (Control system and Instrumentation) เพื่อทำหน้าที่แสดงค่าและควบคุมตัวแปรต่างๆในกระบวนการให้เป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติครบตามที่กำหนด ซึ่งวาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์สำคัญตัวหนึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรในกระบวนการให้อยู่ในค่าที่ต้องการ การทำงานของวาล์วควบคุมต้องมีการสัมผัสกับของไหลและมีการเคลื่อนที่ของวาล์วตลอดเวลา ดังนั้นเพื่อให้วาล์วควบคุมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานจึงต้องพิจารณาขนาดและชนิดของวาล์วควบคุมให้เหมาะสมกับกระบวนการ

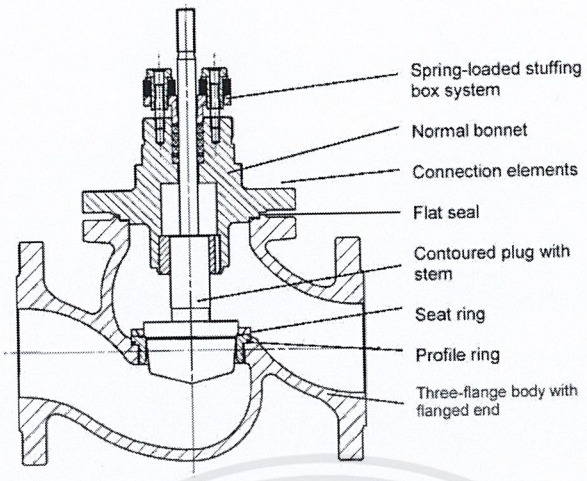
2.6.1 ประเภทของวาล์วควบคุม (Control Valve Types)

- Globe Valve

เป็นวาล์วควบคุมที่มีลักษณะการควบคุมการไหลผ่านตัววาล์วโดยการเปิดปิดลิ้นวาล์ว (Plug) ที่เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของก้านวาล์ว (Stem) ซึ่งเคลื่อนที่เป็นเชิงเส้นในแนวขึ้นและลงกล่าวคือเมื่อก้านวาล์วประกบพอดีกับ Seat ของไหลในท่อจะไม่สามารถไหลผ่านไปได้ ในทางกลับกันหากก้านวาล์วเคลื่อนที่ออกจาก Seat จะทำให้ของไหลสามารถไหลผ่านไปได้ ซึ่งขนาดของการเปิดปิดวาล์วขึ้นอยู่กับปริมาณของอัตราการไหลที่ต้องการควบคุม เช่น ปิดวาล์วไม่ให้ของเหลวไหลผ่าน, ชะลอการไหลของของไหลให้ช้าลง หรือแม้แต่การเปิดวาล์วเพื่อให้ของเหลวไหลได้อย่างเต็มที่ เป็นต้น

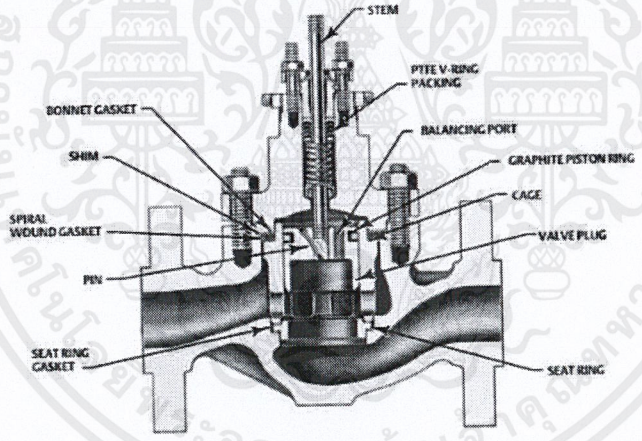
สำหรับการประยุกต์ใช้งาน Globe Valve โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้กับกระบวนการที่ไม่ได้เจาะจงให้อัตราการไหลของของไหลคงที่ กล่าวคือเป็นวาล์วควบคุมพื้นฐานที่สามารถใช้ได้โดยทั่วไปเพื่อการควบคุมการไหลของของเหลวภายในท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.46 Globe Valve with Contoured Trim (Standard Trim)

Globe Valve with Contoured Trim เป็นประเภทของ Globe Valve ที่ใช้กับกระบวนการทั่วไปทั้งในกระบวนการที่ของไหลมีสถานะเป็นของเหลวหรือแก๊ส



ภาพที่ 2.47 Globe Valve with Cage Trim

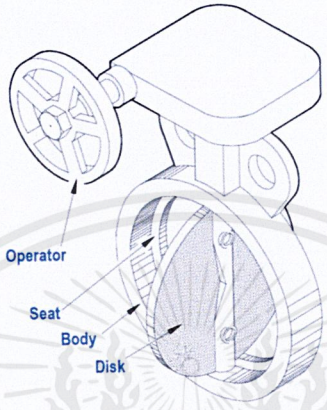
Globe Valve with Cage Trim เป็นประเภทของ Globe Valve ที่มีตัว Trim เป็นลักษณะทรงกระบอกมีช่องเล็กๆที่ครึ่งล่างของ Trim ให้ของไหลผ่านด้วยลักษณะเช่นนี้จะทำให้ลดเสียงรบกวน (Noise Avoidance) ที่เกิดขึ้นจากการไหลของของไหลภายในท่อได้

- **Butterfly Valve**

เป็นวาล์วควบคุมที่ถูกออกแบบเพื่อเป็นตัวหน่วงการไหลภายในท่อ (Pipe Damper) ที่มีการควบคุมการเปิดของลิ้นวาล์วโดยทั่วไประหว่าง 10 ถึง 60 องศาแต่สำหรับ Butterfly Valve แบบ High

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

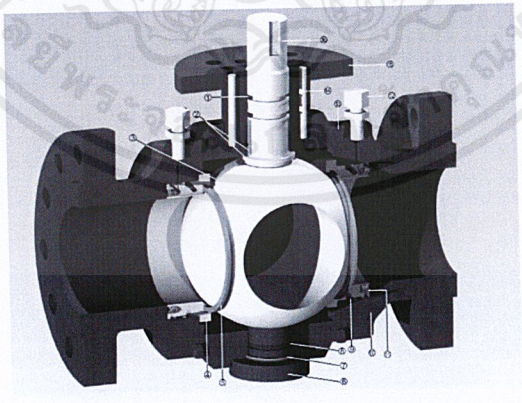
Performance จะสามารถเปิดได้ถึง 90 องศาแต่จะถูกควบคุมให้เปิดแค่ 10 ถึง 80 องศา ซึ่งการนำไปใช้งานจะนิยมใช้ Butterfly Valve แบบ High Performance มากกว่าแบบธรรมดาโดยตัวอย่างกระบวนการที่ต้องการ High Performamce เช่น กระบวนการที่มีปริมาณการไหลมาก, กระบวนการที่ต้องการให้มี Low Pressure drop เป็นต้น



ภาพที่ 2.48 High Performance Butterfly Valve

- **Ball Valve**

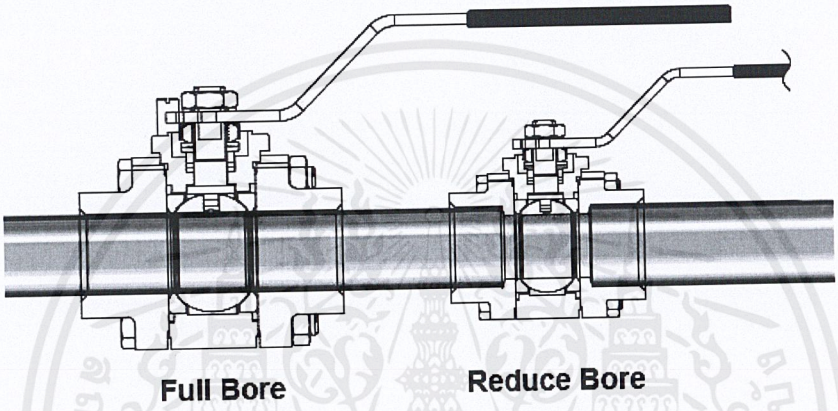
เป็นวาล์วควบคุมที่มีลิ้นวาล์วแบบลูกกลม (Ball) แบ่งออกเป็น 2 แบบขึ้นอยู่กับการหมุนเพื่อทำการเปิดปิดลิ้นวาล์วโดย Ball Valve ชนิดแรกลิ้นวาล์วเป็นแบบลูกกลมเต็มลูก (Full Ball) ดังแสดงในภาพที่ 2.49



ภาพที่ 2.49 Ball Valve - Full Ball

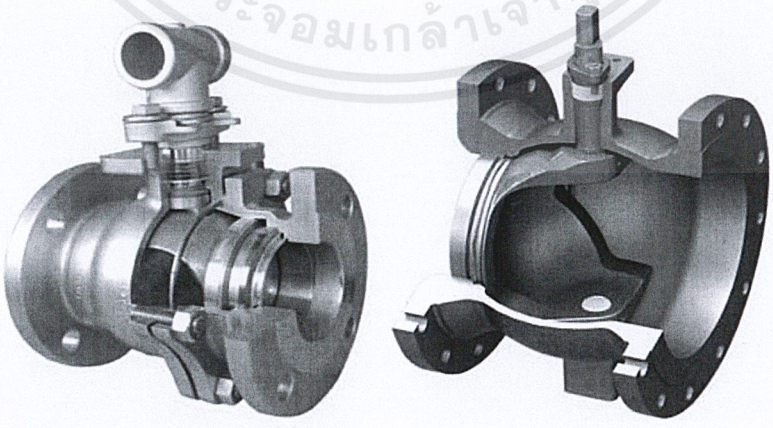
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ball Valve – Full Ball มีช่องผ่านของไหลเป็นรูปทรงกลมขนาดเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ (Full Bore) หรืออาจจะมีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ (Reduce Bore) ดังแสดงในภาพที่ 2.50 ซึ่งการเลือกใช้แบบ Full Bore หรือ Reduce Bore ขึ้นอยู่กับลักษณะของกระบวนการ เช่น ในการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซส่วนที่เป็นกระบวนการ Cleaning Pipe โดยใช้ลูก Pig วิ่งผ่านในท่อไม่ว่าจะเป็น Ball Pig หรือ Bullet Pig จะเลือกใช้ Ball Valve – Full Ball แบบ Full Bore เพราะหากเลือกใช้แบบ Reduce Bore จะทำให้ลูก Pig ติดขัดได้ เป็นต้น



ภาพที่ 2.50 ช่องผ่านของไหล Ball Valve – Full Ball แบบ Full Bore และ Reduce Bore

Ball Valve ชนิดที่สองมีลิ้นวาล์วที่เป็นแบบซีกของลูกบอล (Segmental Ball) ดังแสดงในภาพที่ 2.51 ลักษณะการไหลที่ผ่านวาล์วจะเป็นไปตามการหมุนของลูกบอลจึงเหมาะกับกระบวนการที่ต้องการควบคุมอัตราการไหล

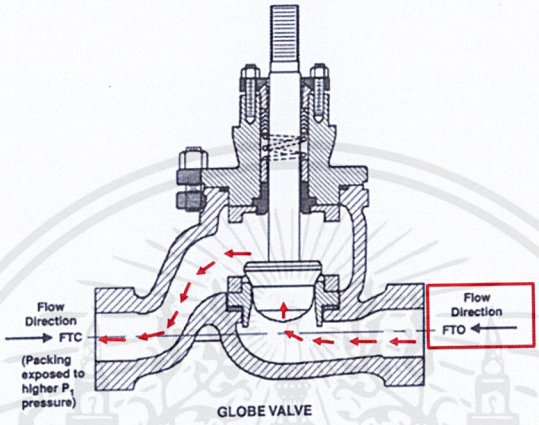


ภาพที่ 2.51 Ball Valve - Segmental Ball

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

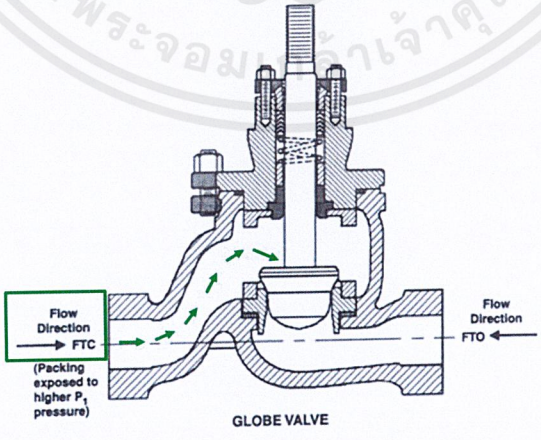
2.6.2 การประยุกต์ใช้งานวาล์วแบบ Flow to Open และ Flow to Close

Flow to Open (FTO) เป็นการไหลแบบไปข้างหน้า (Forward Flow) ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 2.52 Globe Valve ที่ทิศทางการไหลไหลมาใต้ Seat ที่จะดันให้ตัว Plug ของ Globe Valve ดันขึ้น เป็นการเปิดช่องทางให้ของไหลไหลผ่านไปยังอีกฝั่งของท่อได้ สำหรับการประยุกต์ใช้งาน FTO นิยมใช้กับกระบวนการที่มีการไหลแบบ Low Flow



ภาพที่ 2.52 Globe Valve – ทิศทางการไหลแบบ Flow to Open

Flow to Close (FTC) เป็นการไหลในทิศทางย้อนกลับ (Reverse Flow) ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 2.53 Globe Valve ที่ทิศทางการไหลไหลมาบน Seat ทำให้ตัว Plug กดปิดเข้ากับ Drain ทำให้ของไหลไม่สามารถไหลผ่านไปอีกฝั่งของท่อได้ สำหรับการประยุกต์ใช้งาน FTC นิยมใช้กับกระบวนการที่มีความดันสูง, กระบวนการที่ต้องการควบคุมการไหล อุณหภูมิ และความดัน

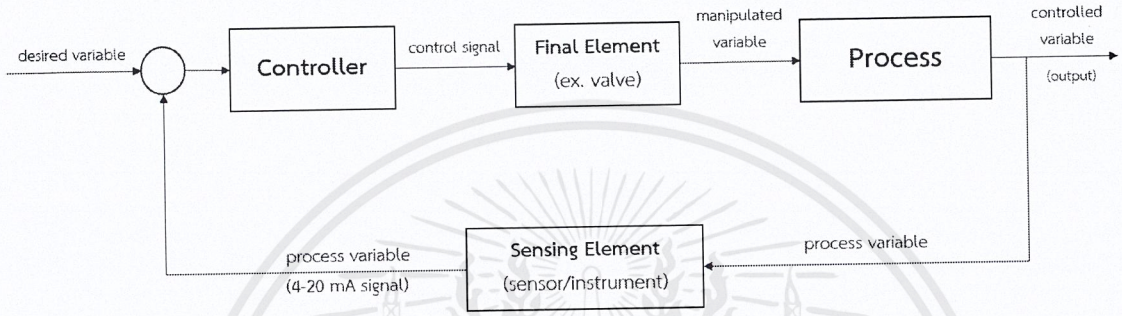


ภาพที่ 2.53 Globe Valve – ทิศทางการไหลแบบ Flow to Close

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ระบบควบคุมกระบวนการ (Process Control System)

ระบบควบคุมกระบวนการ (Process Control System: PCS) เป็นระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมและตรวจวัดค่าของกระบวนการนั้นๆ โดยรับค่าสัญญาณอินพุตจาก Sensing Element หรือเครื่องมือวัดในกระบวนการมาประมวลผลที่ตัวควบคุม (Controller) และส่งสัญญาณเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์สุดท้าย (Final Element) ปรับค่าตัวแปรกระบวนการให้อยู่นขอบเขตของค่าเป้าหมาย ดังแสดงในภาพที่ 2.54



ภาพที่ 2.54 แผนภาพการควบคุม

ระบบควบคุมที่ใช้งานอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซได้แก่ Distributed Control System, Safety Instrument System และ SCADA

2.7.1 Distributed Control System

ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System: DCS) คือระบบควบคุมสำหรับการควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีระบบควบคุมการผลิตที่ต่อเนื่องซับซ้อน ต้องมีการรับส่งข้อมูลและสัญญาณจากอุปกรณ์ Field Instrument ของกระบวนการเพื่อทำหน้าที่ตรวจวัด (Monitor) ค่าต่างๆของกระบวนการผลิตจึงเหมาะกับอุตสาหกรรมที่กระบวนการผลิตที่มีการทำงานเปลี่ยนแปลงสถานะตลอดเวลา เช่น อุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซ, อุตสาหกรรมปิโตรเคมี, อุตสาหกรรมพลังงาน เป็นต้น

2.7.2 Safety Instrument System

ระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrument System: SIS) คือระบบควบคุมความปลอดภัยของกระบวนการผลิตที่ทำงานอิสระจากระบบควบคุมทั่วไปเพื่อลดความเสี่ยงในกระบวนการผลิตอย่างการควบคุมตัวแปรในกระบวนการผลิต, การป้องกันเมื่อตัวแปรมีค่าเกินขอบเขตที่ยอมรับได้ และการบรรเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรุนแรงจากเหตุการณ์อันตรายที่เกิดขึ้น ระบบวัดคุมนิรภัยจะรับสัญญาณจาก Field Instrument หากเงื่อนไขหรือค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Variable) เกินขอบเขตของค่าเป้าหมาย (Set Point) จะทำให้สัญญาณเตือน (Process Alarm) ในระบบควบคุมทำงานเพื่อให้มีการแก้ไขค่าตัวแปรกระบวนการกลับมาอยู่ที่สภาวะปกติ สำหรับการประยุกต์ใช้ในงานแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซระบบวัดคุมนิรภัยที่มักนำมาใช้งานได้แก่

- **ระบบ ESD (Emergency Shutdown System)**

ระบบ ESD คือระบบหยุดการทำงานฉุกเฉินถูกออกแบบมาเพื่อควบคุมเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินในกระบวนการผลิตซึ่งระบบ ESD จะทำงานในกรณีฉุกเฉินเท่านั้น

- **ระบบ F&G (Fire and Gas System)**

ระบบ F&G คือระบบรักษาความปลอดภัยจากอัคคีภัยและก๊าซ ประกอบไปด้วยส่วนของ Fire and Gas Detection, Logic Solver (Controller) และ Final Element ดังแสดงในภาพที่ 2.55 โดยส่วนของ Fire Detection มีอุปกรณ์สำหรับตรวจจับความร้อน, เปลวไฟ, ควัน และส่วนของ Gas Detection มีอุปกรณ์สำหรับตรวจจับก๊าซพิษ, การติดไฟ, การรั่วไหลของก๊าซ เพื่อส่งข้อมูลจากการตรวจจับเข้าส่วน Logic Solver ให้สั่งการให้ Final Element ทำงานตามความรุนแรงของเหตุการณ์

ภาพที่ 2.55 ส่วนประกอบหลักของ Fire and Gas System

2.7.3 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

SCADA คือระบบที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการประมวลผลระหว่างส่วนของ Field (Hardware) ในกระบวนการกับส่วนกลาง (Data server) ตลอดเวลาจึงทำให้สามารถตรวจสอบสถานะและข้อมูล ณ ขณะนั้นได้เพื่อใช้ในการเฝ้าดูตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมนั้นๆ เช่น กรณีที่ค่าความดันในกระบวนการสูงเกินขอบเขตที่กำหนด SCADA จะสั่งการผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ที่เชื่อมต่อกับ Field Element ของกระบวนการอย่าง Pressure Relief Valve ให้ทำงานเพื่อระบายความดันรวมทั้งอาจมีการแสดงสถานะของความดันในรูปแบบสัญญาณเตือนบน HMI เพื่อให้ Operator ทราบด้วย เป็นต้น นอกจากนี้ SCADA ยังสามารถรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้การใช้โปรแกรมอื่นๆและผู้ใช้นำข้อมูลดังกล่าวไปใช้งานอีกด้วย

2.8 ส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมหรือ PLC (Programmable Logic Controller) เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่าง Field Instrument กับตัวควบคุม ดังนั้นส่วนอินพุตของตัวควบคุมจะต้องสามารถรับสัญญาณเอาต์พุตที่มาจาก Field Instrument ได้อย่างเหมาะสมในขณะที่ส่วนเอาต์พุตของตัวควบคุมต้องสามารถส่งสัญญาณอินพุตที่เหมาะสมไปยัง Final Element ได้เช่นกัน โดยประเภทของส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมที่ใช้งานกันโดยทั่วไปมีอยู่ 4 ประเภทได้แก่

2.8.1 ส่วนอินพุตแบบอนาล็อก (Analog Input)

เป็นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณประเภท 4-20 mA เท่านั้น ตัวอย่างเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่เป็น Analog Input เช่น Pressure Transmitter, Temperature Transmitter, Flow Transmiter เป็นต้น

2.8.2 ส่วนเอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analog Output)

เป็นอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณออกเป็นประเภท 4-20 mA ตัวอย่างเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่เป็น Analog Output เช่น Smart Positioner เป็นต้น

2.8.3 ส่วนอินพุตแบบดิจิตอล (Digital Input)

เป็นอุปกรณ์ส่วนอินพุตที่รับค่าสัญญาณดิจิตอล ON-OFF หรือ Volt Free Contact ได้เท่านั้น ส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ประเภทสวิตช์เช่น Limit Switch, Position Switch, Fault Alarm เป็นต้น

2.8.4 ส่วนเอาต์พุตแบบดิจิตอล (Digital Output)

เป็นอุปกรณ์ที่ส่งค่าสัญญาณดิจิตอล ON-OFF กับหน้า Contact ตัวอย่างเช่น Magenetic Contactor, Remote Fault Reset, Solenoid Valve เป็นต้น โดย Digital Input สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทที่ใช้โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ประเภทที่ 1: Relay** อาศัยหลักการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

ชนิดแรก Relay แบบ NO (Normally Open) คือ เมื่อไม่มีการให้สัญญาณหน้าสัมผัสจะเปิดแต่เมื่อมีการให้สัญญาณ High หน้าสัมผัสจะปิดลงมักใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด ในขณะที่ชนิดที่สอง Relay แบบ NC (Normally Close) เมื่อไม่มีสัญญาณหรือไม่มีการจ่ายไฟให้กับขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะปิดโดยทั่วไปจึงนิยมใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการมีการทำงานตลอดเวลา

- **ประเภทที่ 2: Transistor** จะมีให้เลือก 2 ประเภท

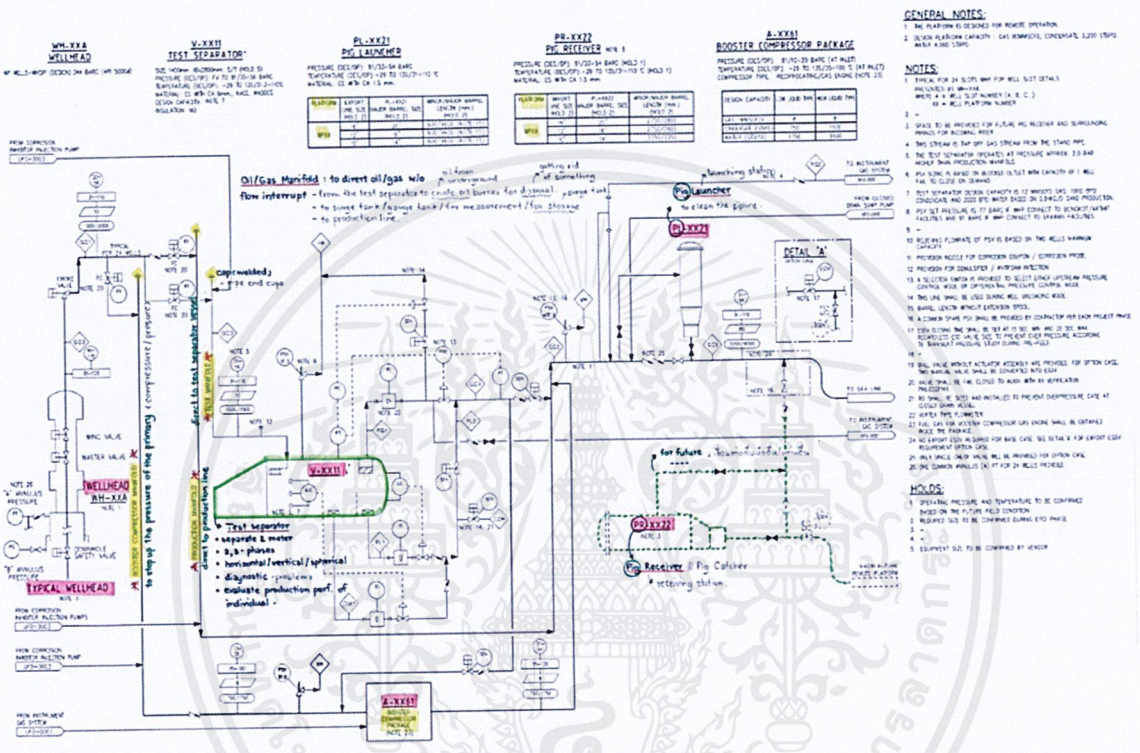
ชนิดแรกเป็น NPN หรือ Active Low เมื่ออยู่ในสภาวะที่ทำงานปกติเอาต์พุตจะจ่ายกราวด์ (0 VDC) หรือการจ่ายไฟลบไปที่ Control Output ในขณะที่ชนิดที่สอง PNP หรือ Active High เมื่อเซนเซอร์อยู่ในสภาวะที่ทำงานปกติเอาต์พุตจะจ่ายไฟ +VDC หรือการจ่ายไฟบวกไปที่ Control Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาภาพรวมของโครงการจากแผนภาพ PFD



ภาพที่ 3.1 แผนภาพ PFD (Process Flow Diagram)

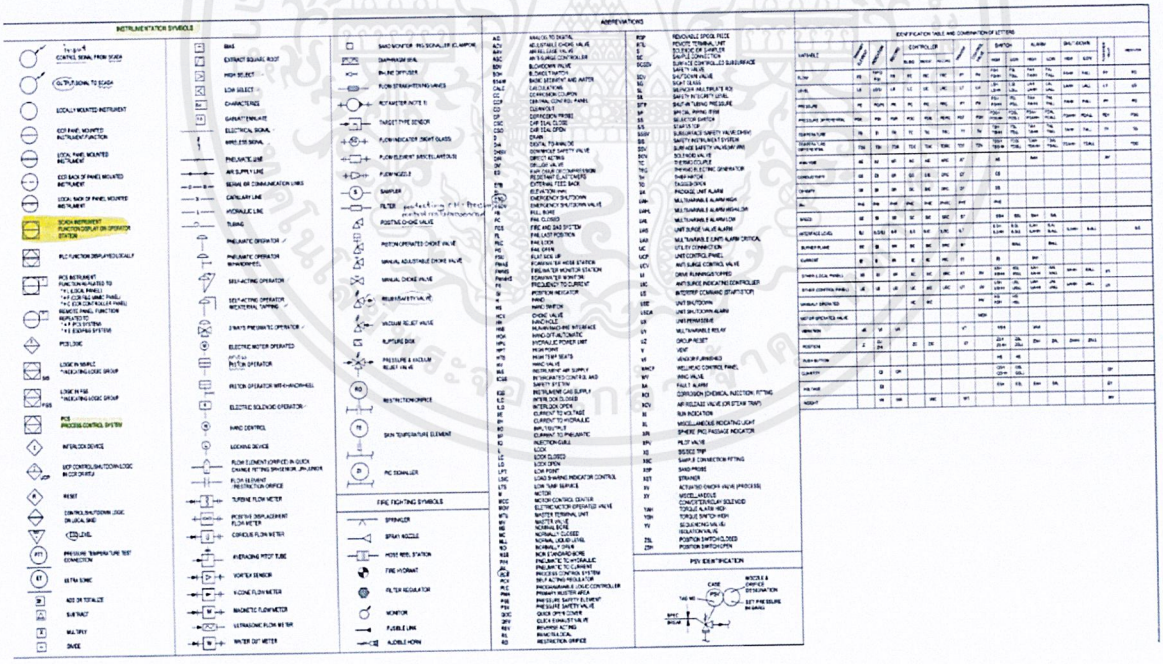
ภาพรวมกระบวนการของโครงการสามารถทราบได้จาก Process Flow Diagram ซึ่งจัดทำโดยวิศวกรแผนก Process ของบริษัท จากแผนภาพ PFD มี 3 กระบวนการหลักที่ส่งออกน้ำมันดิบและก๊าซ (Oil/Gas Manifold) จากแท่นขุดเจาะคือ Booster Compressor Manifold น้ำมันดิบหรือก๊าซที่ขุดขึ้นมาจะถูกส่งเข้าไปที่ Booster Compressor Package เพื่อเพิ่มแรงดันให้เพียงพอต่อการลำเลียงก่อนจะถูกส่งไปส่วนอื่นต่อ, Production Manifold น้ำมันดิบหรือก๊าซแต่ละหัวเจาะจะถูกส่งออกไปที่ Export lines, Test Separator Manifold น้ำมันดิบหรือก๊าซถูกลำเลียงเข้า Test Separator Vessel เพื่อคัดแยกชนิดของไหลและกำจัดสารบางชนิด (Disposal) รวมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำมันดิบและประเมินคุณภาพของน้ำมันดิบหรือก๊าซที่ขุดน้ำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจาก 3 กระบวนการหลักที่กล่าวมาแล้วในแผนภาพ PFD ยังแสดงอุปกรณ์หลักอีก 2 ตัว อุปกรณ์ตัวแรกคือ Pig Launcher สำหรับการรับน้ำมันดิบหรือก๊าซเข้ามาแล้วกำจัด Condensate ที่ปะปนอยู่ในน้ำมันดิบและก๊าซออกแล้วจึงจะส่งออก (Launch) น้ำมันดิบหรือก๊าซไปยัง Flowlines เช่นเดียวกับอุปกรณ์ตัวที่สองคือ Pig Receiver ทำหน้าที่กำจัด Condensate เหมือนกับ Pig Launcher แต่อุปกรณ์ตัวที่สองนี้จะเป็นตัวรับ (Receiver) ที่เชื่อมต่อกับแท่นขุดเจาะอื่นในกรณีที่มีการส่งต่อน้ำมันดิบหรือก๊าซจากแท่นขุดเจาะหนึ่งไปยังอีกแท่นขุดเจาะหนึ่ง ซึ่งในแผนภาพได้แสดงเป็นรูปเส้นประหมายถึง อุปกรณ์นี้ยังไม่มีในโครงการแท่นขุดเจาะเฟส 3 นี้แต่อาจเกิดขึ้นในเฟสถัดไป

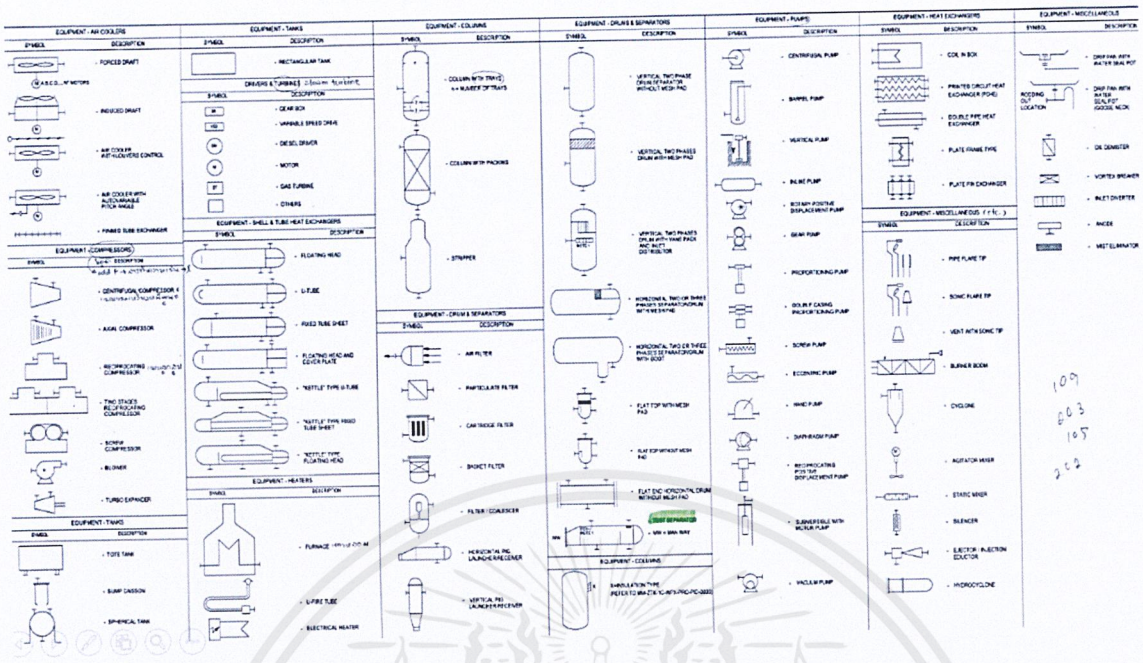
3.2 การศึกษาแผนภาพ P&ID ของโครงการ

เพื่อดูรายละเอียดบางส่วนของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ในกระบวนการรวมทั้งระบบควบคุมที่แสดงบนแผนภาพ โดยลำดับแรกของการอ่านแผนภาพ P&ID ต้องทำความเข้าใจสัญลักษณ์ที่สำคัญอย่างเครื่องมือวัด, อุปกรณ์ และวาล์วชนิดต่างๆก่อน ซึ่งปกติแล้วจะมีเป็นตาราง Legend แจ้งไว้ใน P&ID ทุกฉบับดังแสดงในภาพที่ 3.2, 3.3 และ 3.4

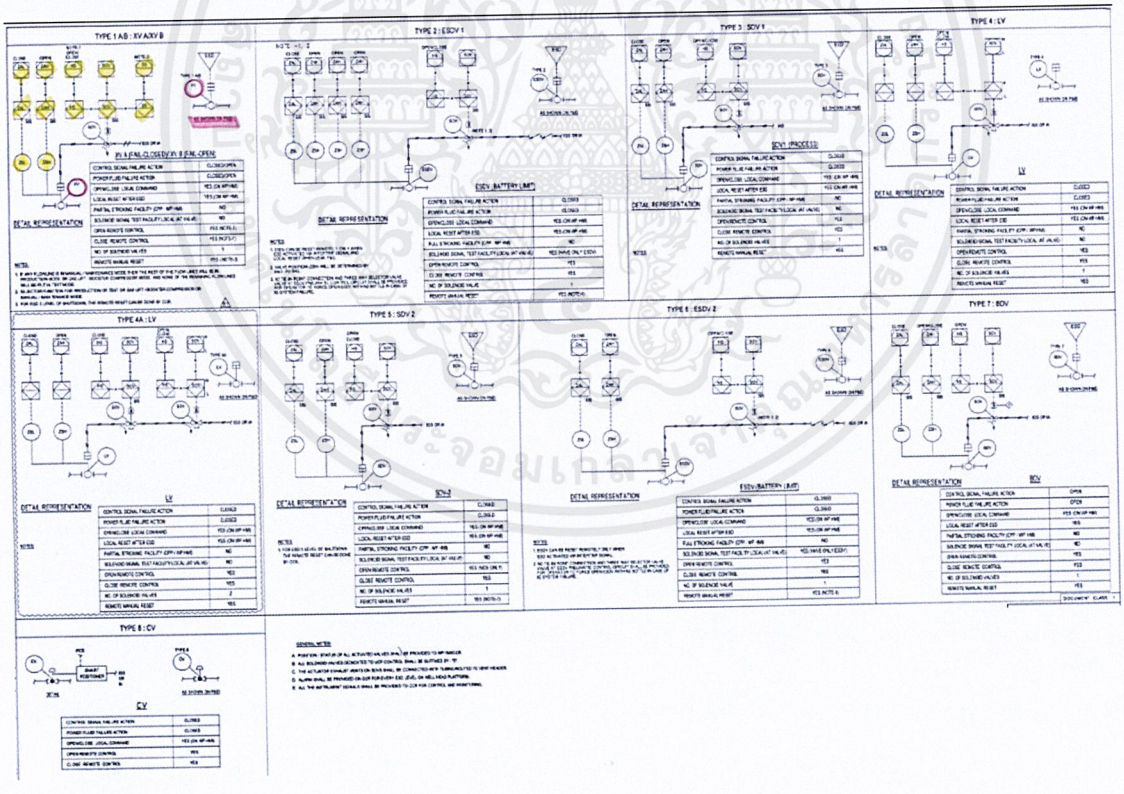


ภาพที่ 3.2 ตารางสัญลักษณ์เครื่องมือวัดและอักษรย่อที่แสดงบน P&ID ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ตารางสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่แสดงบน P&ID ของโครงการ



ภาพที่ 3.4 ตารางแสดงองค์ประกอบของวาล์วชนิดต่างๆที่แสดงบน P&ID ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

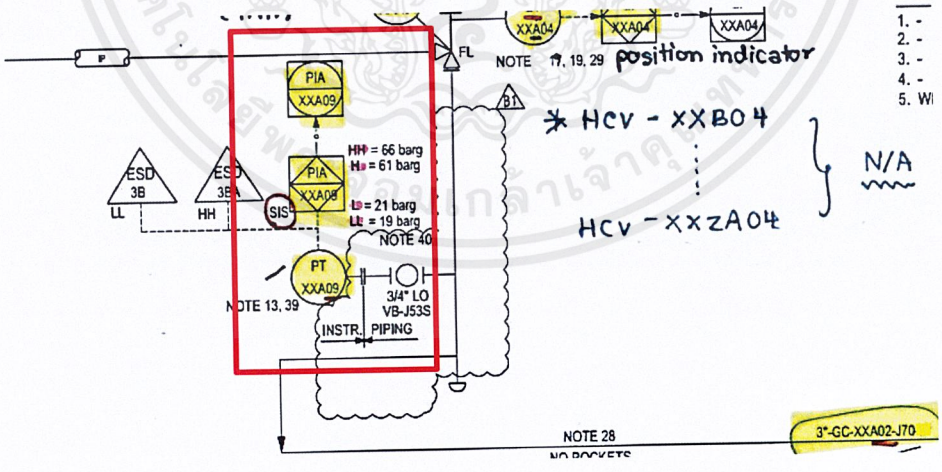
นอกจากตารางสัญลักษณ์ที่ต้องรู้แล้ว เราต้องให้ความสำคัญกับ Valve Type ด้วยเนื่องจากวาล์วแต่ละประเภทจะมีองค์ประกอบในชุดวาล์วแตกต่างกัน เช่น ON/OFF Valve Type 1A และ 1B ใน 1 ชุด มีองค์ประกอบคือ Hand Switch (HS), Solenoid Valve (SOV), Selector Switch (SS), Valve Open Indication (ZAH), Valve Closed Indication (ZAL), Position Switch Open (ZSH) และ Position Switch Close (ZSL)

3.3 จัดทำเอกสาร Instrument Index โดยโปรแกรม Microsoft Excel

3.3.1 ตัวอย่างการระบุข้อมูลของเครื่องมือวัดความดันลงบน Instrument Index

Instrument Index สำหรับโครงการนี้จะมีการระบุข้อมูลของ Loop Name, Tag Number, Instrument Type Description, Service, P&ID Number, Line Name, Equipment Name, Location, PLC IO Type Name, Signal Type, Calibration Range และ English Unit

ขั้นตอนที่ 1 อ้างอิงจาก P&ID ที่ WH-XXA Flowline Manifold Service ดังแสดงในภาพที่ 3.5 ในกรอบเป็น Loop การทำงานของเครื่องมือวัดอย่าง Pressure Transmitter (PT) ที่มี Tag Number เป็น PT-XXA09 บนท่อที่ Line Number คือ 3”-GC-XXA02-J70 จะเห็นว่า Loop การทำงานดังกล่าวประกอบด้วย Pressure Transmitter (PT), Pressure Indicator and Alarm (PIA), Pressure Alarm High High (PAHH), Pressure Alarm High (PAH), Pressure Alarm Low (PAL) และ Pressure Alarm Low Low (PALL)



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่าง Loop การทำงานของ Pressure Transmitter PT-XXA09 บน P&ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การระบุ Tag Number และ Loop Name ของอุปกรณ์ โดย Loop การทำงานของ PT-XXA09 ตั้งชื่อ Loop Name ว่า P -XXA09 ดังนั้นอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงานของ PT-XXA09 จะมี Loop Name เป็น P -XXA09 ทุกตัวดังแสดงในภาพที่ 3.6

Loop Name	Tag Number	Instrument Type Desc	Service	PID / SLD	Line no.
P -XXA09	YPT -XXA09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	PID-101	3"-GC-XXA02-J70
P -XXA09	YPAH -XXA09	PRESSURE ALARM HIGH	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	PID-101	-
P -XXA09	YPAHH - XXA09	PRESSURE ALARM HIGH HIGH	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	PID-101	-
P -XXA09	YPAL -XXA09	PRESSURE ALARM LOW	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	PID-101	-
P -XXA09	YPALL -XXA09	PRESSURE ALARM LOW LOW	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	PID-101	-
P -XXA09	YPIA -XXA09	PRESSURE INDICATOR AND ALARM	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	PID-101	-

ภาพที่ 3.6 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ใน Loop การทำงานของ PT-XXA09 ลง Instrument Index (1)

สำหรับการตั้งชื่อ Tag Number เป็นไปตามดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 เรื่องหมายเลขประจำเครื่องมือวัดสำหรับ Wellhead Platform จากภาพที่ 3.6 เช่น YPT-XXA09

ส่วนแรก Field Name แทนด้วย Y เนื่องจากโครงการนี้เป็นงาน Typical Design ยังไม่ได้ลง Detailed Design จึงแทนด้วยตัวอักษรก่อน ถัดมาตัวย่อ PT คือตัวย่อของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ Pressure Transmitter

ส่วนที่สอง Wellhead Platform เนื่องจากเป็น Typical Design จึงแทนด้วยตัวอักษร XX ต่อด้วยส่วนของลำดับย่อยของ Wellhead ในโครงการนี้จะมีทั้งหมด 24 Wellhead แทนด้วยอักษร A-ZA ยกเว้นตัวอักษร I,O,X

ส่วนที่สามสำหรับเลข 09 กรณีนี้ทั้ง 24 Wellheads มี Pressure Transmitter ทำหน้าที่ใน Flowline Manifold Service ทุก Wellheads การแทนลำดับหมายเลขของอุปกรณ์จึงเหมือนกันทั้ง 24 ตัวคือ YPT-XXA09, YPT-XXB09, YPT-XXC09, YPT-XXD09 ถึง YPT-XXZA09 เรียกว่า Multi-tag

การแทนรหัสดัง –XXA09 จะเหมือนกันทุกอุปกรณ์ใน Loop เดียวกันเช่น Pressure Alarm High แทนด้วย YPAH-XXA09, Pressure Indicator and Alram แทนด้วย YPIA-XXA09 เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 ตัวอุปกรณ์การวัดความดันไม่ได้ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์อื่นๆอย่างเช่น Vessel แต่ติดตั้งบนท่อโดยตรงจึงไม่ต้องระบุ Equipment Name ส่วน Location ของตัว Pressure Transmitter จากสัญลักษณ์บน P&ID เป็น Field Instrument แทนด้วยคำว่า FIELD ในขณะที่ PIA, PAHH, PAH, PAL และ PALL จัดเป็น SCADA Instrument อยู่ในส่วนของ Human Machine Interface (HMI) และส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ PLC IO Type อุปกรณ์การวัดความดัน PT-XXA09 จากสัญลักษณ์ Indicating Logic Group เห็นว่าเป็นระบบควบคุมแบบ SIS และตัว Pressure Transmitter มีส่วนอินพุตเป็น Analog Input ดังนั้น PLC IO Type จึงระบุเป็น SIS AI-NIS (NIS: Non Intrinsically Safe เป็นชนิดของสาย Cable ที่ใช้สำหรับบริเวณที่ Non Intrinsically Safe ข้อมูลส่วนนี้ได้มากจากแผนก Safety ที่ทำการแบ่ง Hazardous Area เป็น Zone ต่างๆ) และด้วยการที่เป็น Analog Input แล้ว Signal Type จึงเป็นสัญญาณแบบ 4-20 mA ข้อมูลดังกล่าวนี้จะถูกใช้อีกครั้งในการจัดทำ Instrument I/O List

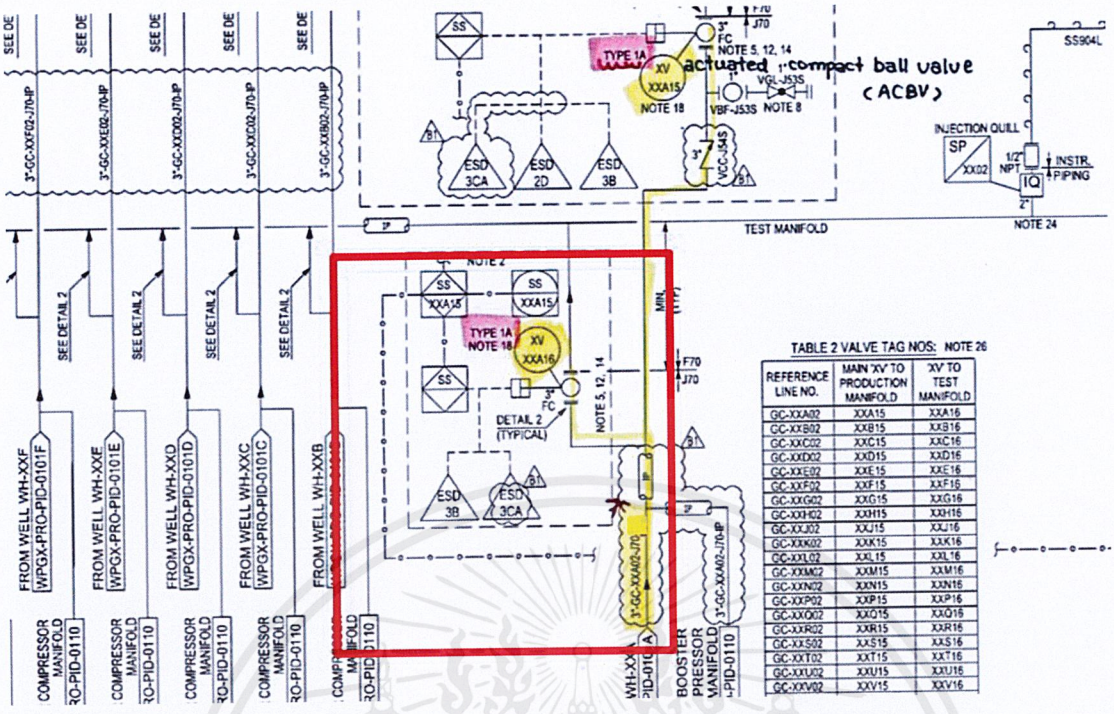
Loop Name	Tag Number	Equipment name	Location	PLC IO Type Name	Signal Type	Cal. Range	ENG. Unit
P -XXA09	YPT -XXA09	-	FIELD	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg
P -XXA09	YPAH -XXA09	-	HMI	SOFT	-	-	-
P -XXA09	YPAHH - XXA09	-	HMI	SOFT	-	-	-
P -XXA09	YPAL -XXA09	-	HMI	SOFT	-	-	-
P -XXA09	YPALL -XXA09	-	HMI	SOFT	-	-	-
P -XXA09	YPIA -XXA09	-	HMI	SOFT	-	-	-

ภาพที่ 3.7 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ใน Loop การทำงานของ PT-XXA09 ลง Instrument Index (2)

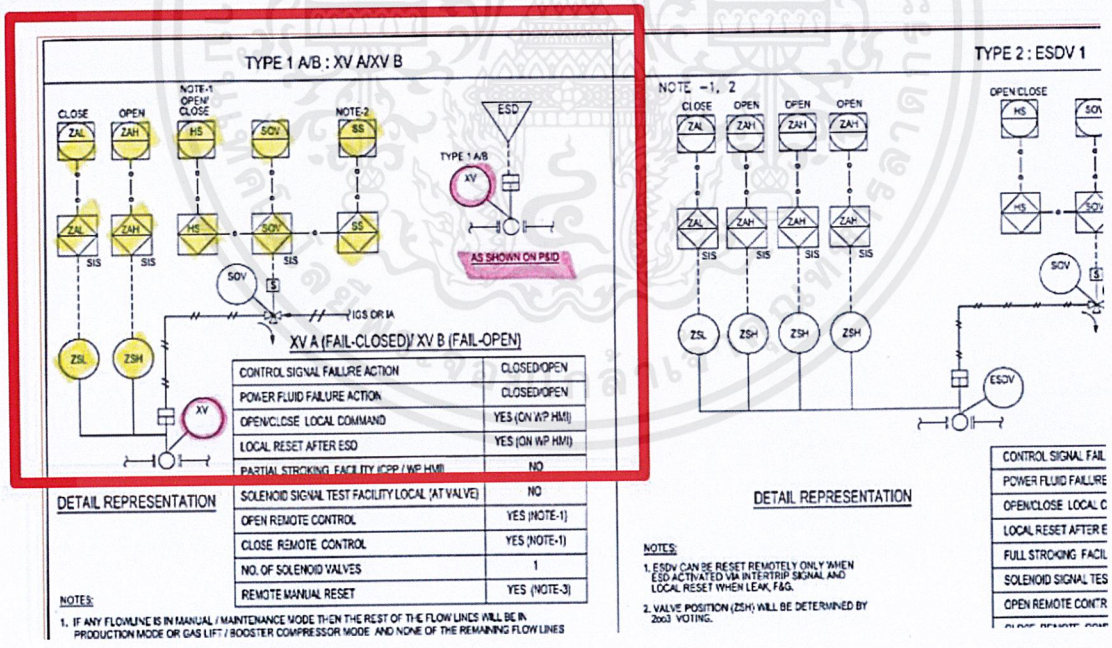
3.3.2 ตัวอย่างการระบุข้อมูลของวาล์วลงบน Instrument Index

ขั้นตอนที่ 1 อ้างอิงจาก P&ID ที่ WH-XXA Commingle Fluid To Test Manifold Valve Service ดังแสดงในภาพที่ 3.8 ในกรอบเป็น Loop การทำงานของ Actuated Compact Ball Valve (XV) หรือ ON/OFF Valve ที่ Tag Number เป็น XV-XXA16 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อยู่บน Line Number ที่ 3"-GC-XXA02-J70 จะเห็นว่า P&ID นี้ Actuated Compact Ball Valve เป็นวาล์วชนิด Type 1A องค์ประกอบของวาล์วได้แก่ Actuated Compact Ball Valve (XV), Hand Switch (HS), Solenoid Valve (SOV), Selector Switch (SS), Valve Open Indication (ZAH), Valve Closed Indication (ZAL), Position Switch Open (ZSH) และ Position Switch Close (ZSL) ดังแสดงในภาพที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 ตัวอย่าง Loop การทำงานของ Actuated Compact Ball Valve บน P&ID



ภาพที่ 3.9 องค์ประกอบของวาล์ว Type 1A/B บนตารางแสดงองค์ประกอบของวาล์วชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การระบุ Tag Number ของ Actuated Compact Ball Valve (XV), Hand Switch (HS), Solenoid Valve (SOV), Selector Switch (SS), Valve Open Indication (ZAH), Valve Closed Indication (ZAL), Position Switch Open (ZSH) และ Position Switch Close (ZSL) สำหรับ Loop การทำงาน XV-XXA16 ของ Actuated Compact Ball Valve นี้ลงบน Instrument Index ดังแสดงในภาพที่ 3.10 เช่นเดียวกับการระบุข้อมูล Loop การทำงานของ P-XXA09

Loop Name	Tag Number	Instrument Type Desc	Service	PID / SLD	Line no.
XV -XXA16	YXV -XXA16	ACTUATED COMPACT BALL VALVE	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	3"-GC-XXA02-J70
XV -XXA16	YHS -XXA16	HAND SWITCH	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	-
XV -XXA16	YSOV -XXA16	SOLENOID VALVE	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	-
XV -XXA16	YSS -XXA16	SELECTOR SWITCH	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	-
XV -XXA16	YZAH -XXA16	VALVE OPEN INDICATION	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	-
XV -XXA16	YZAL -XXA16	VALVE CLOSED INDICATION	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	-
XV -XXA16	YZSH -XXA16	POSITION SWITCH OPEN	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	-
XV -XXA16	YZSL -XXA16	POSITION SWITCH CLOSE	WH-XXA COMMINGLE FLUID TO TEST MANIFOLD VALVE	[redacted]-PID-103	-

ภาพที่ 3.10 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงาน XV-XXA16 ลง Instrument Index (1)

ขั้นตอนที่ 3 การระบุ Equipment Name, Location, PLC IO Type Name, Signal Type ดังแสดงในภาพที่ 3.11 โดยการอ้างอิงจาก P&ID ชุดวาล์วนี้ไม่ได้ต่อกับถังหรืออุปกรณ์ใดยกเว้นท่อจึงไม่มีการระบุ Equipment Name สำหรับ Location เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.1 จาก P&ID แสดงว่า Actuated Compact Ball Valve เป็น Field Instrument และจากภาพที่ 3.9 Solenoid Valve, Position Switch Open, Position Switch Close ก็เป็น Field Instrument เช่นกันในขณะที่ Hand Switch, Selector Switch และ Valve Open/Close Indication เป็น SCADA Instrument อยู่ในส่วนของ Human Machine Interface (HMI)

ส่วนของ PLC IO Type Name ตัว Position Switch Open และ Position Switch Close มีส่วนอินพุตแบบ Digital Input มี Signal Type คือ Volt Free Contact ดังนั้น PLC IO Type จึงเป็น SIS DI-VFC ในขณะที่ Solenoid Valve เป็นส่วนเอาต์พุตแบบ Digital Output มี Signal Type คือสัญญาณ 24 VDC ดังนั้น PLC IO Type จึงเป็น SIS DO-P (P: Power Ouput from PLC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Loop Name	Tag Number	Instrument Type Desc	Equipment name	Location	PLC IO Type Name	Signal Type	Cal. Range	ENG. Unit
XV -XXA16	YXV -XXA16	ACTUATED COMPACT BALL VALVE	-	FIELD	-	-	-	-
XV -XXA16	YHS -XXA16	HAND SWITCH	-	HMI	SOFT	-	-	-
XV -XXA16	YSOV -XXA16	SOLENOID VALVE	-	FIELD	SIS DO-P	24 VDC	-	-
XV -XXA16	YSS -XXA16	SELECTOR SWITCH	-	HMI	SOFT	-	-	-
XV -XXA16	YZAH -XXA16	VALVE OPEN INDICATION	-	HMI	SOFT	-	-	-
XV -XXA16	YZAL -XXA16	VALVE CLOSED INDICATION	-	HMI	SOFT	-	-	-
XV -XXA16	YZSH -XXA16	POSITION SWITCH OPEN	-	FIELD	SIS DI-VFC	VOLT FREE CONTACT	-	-
XV -XXA16	YZSL -XXA16	POSITION SWITCH CLOSE	-	FIELD	SIS DI-VFC	VOLT FREE CONTACT	-	-

ภาพที่ 3.11 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงาน XV-XXA16 ลง Instrument Index (2)

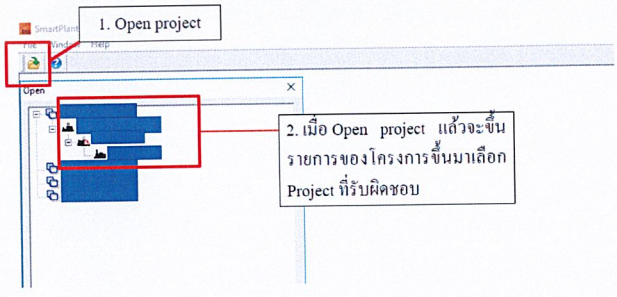
3.4 การใช้โปรแกรม INTOOLS เพื่อแก้ไขรายละเอียดฐานข้อมูลของอุปกรณ์และเครื่องมือวัด

ภาพที่ 3.12 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (INTOOLS)

โปรแกรม Smart Plant Instrumentation (INTOOLS) คือ Instrument Database Software ที่อำนวยความสะดวกในการจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์

3.4.1 การแก้ไขข้อมูลของเครื่องมือโดยไม่ใช้ฟังก์ชัน Instrument Index

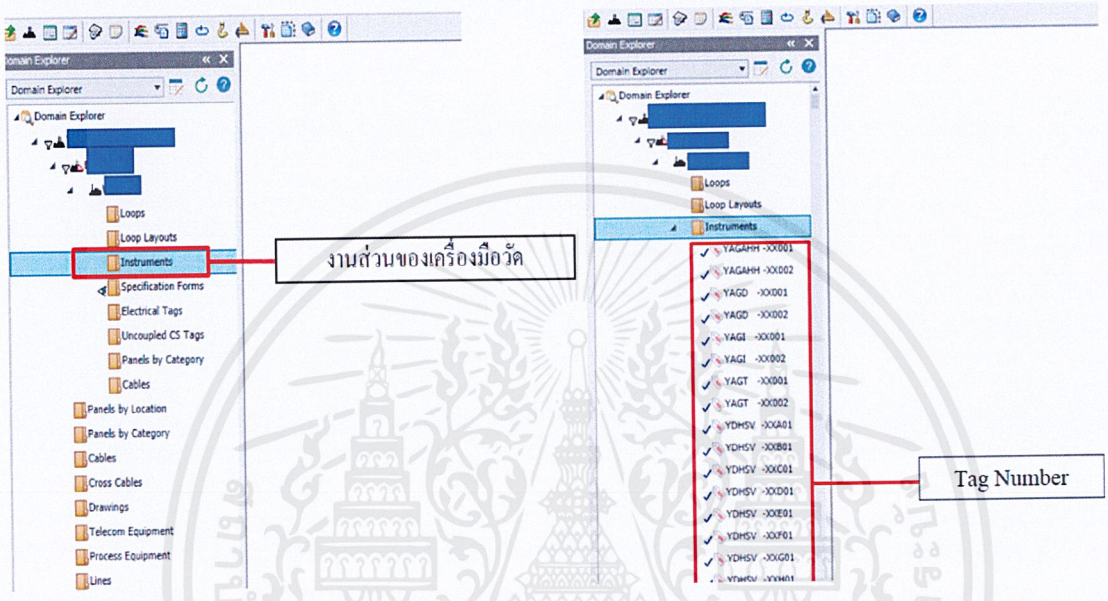
ขั้นตอนที่ 1 เมื่อเปิดหน้าต่างของโปรแกรมให้เลือก Project ที่ต้องการปรับปรุงฐานข้อมูล



ภาพที่ 3.13 หน้าต่างแรกของโปรแกรม INTOOLS

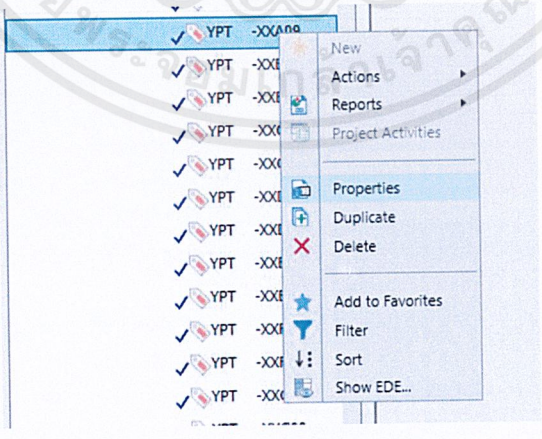
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 ที่แถบหน้าต่าง Domain Explorer ฝั่งซ้ายมือเลือกไฟล์ชื่อ Instrument เพื่อทำงานในส่วนของแผนกเครื่องมือวัดและควบคุม เมื่อเปิดไฟล์แล้วจะขึ้น Tag Number ของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ในโครงการทั้งหมดซึ่งทางแผนกได้ลิสต์ไว้จากการอ้างอิง P&ID ชุดแรก (เอกสารและแผนภาพต่างๆจะมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงตลอดจนกว่างานจะสมบูรณ์ จึงต้องมีการปรับปรุงและเพิ่มฐานข้อมูลของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ตลอดการดำเนินงาน)



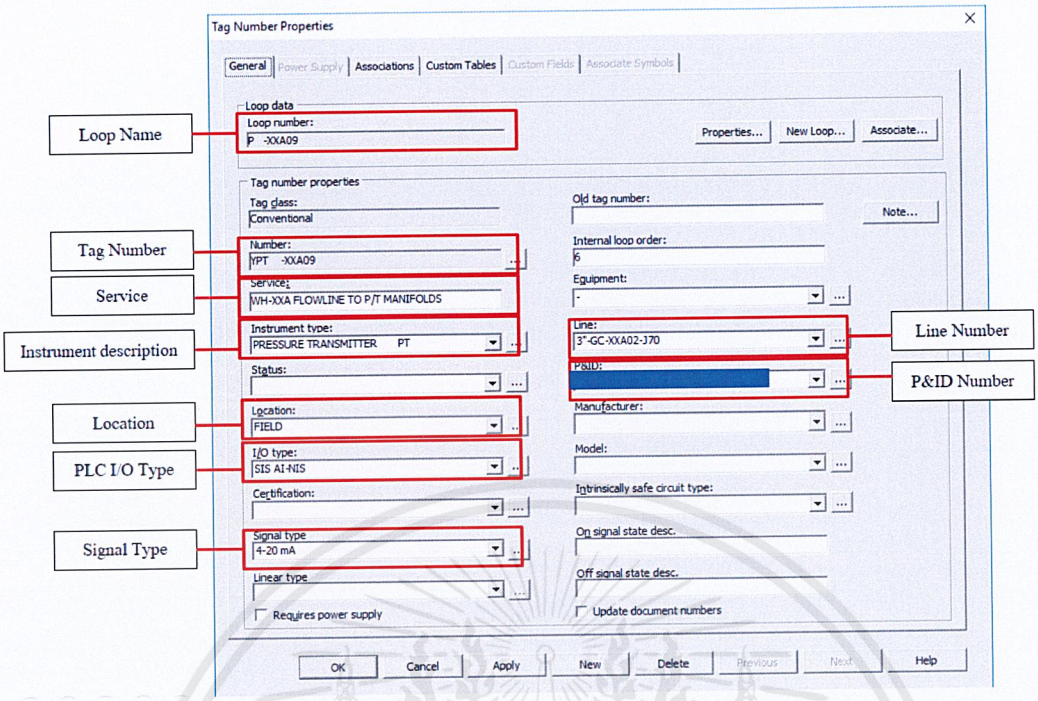
ภาพที่ 3.14 หน้าต่าง Domain Explorer แสดงผลในส่วนของ Tag Number

ขั้นตอนที่ 3 เลือก Tag Number ของเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ที่ต้องการแก้ไขข้อมูลแล้วคลิ๊กขวาเลือกคำสั่ง Properties



ภาพที่ 3.15 ตัวอย่างการแก้ไขข้อมูลของเครื่องมือวัดโดยไม่ใช้ฟังก์ชัน Instrument Index

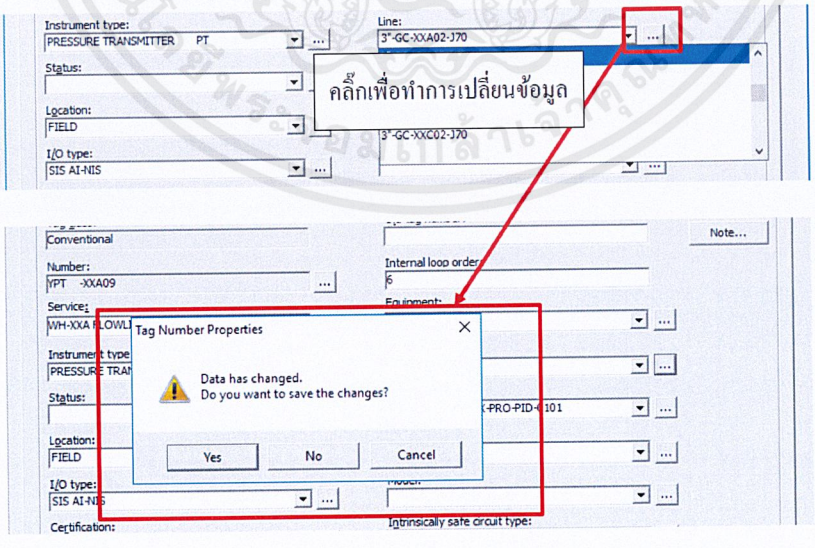
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 หน้าต่าง Tag Number Properties

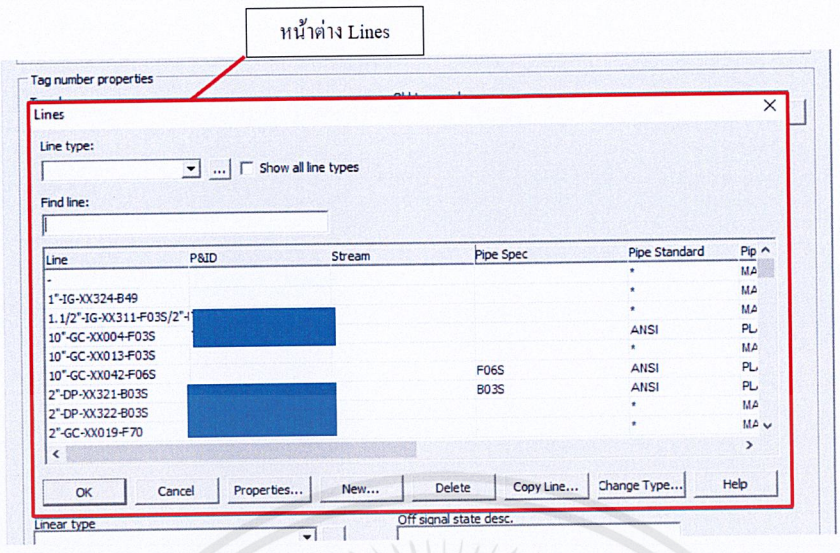
จากภาพที่ 3.16 ข้อมูลของเครื่องมือในหน้าต่าง Tag Number Properties ที่ต้องระบุได้แก่ Loop Name, Tag Number, Service, Instrument Description Type, Location, PLC I/O Type, Signal Type, Line Number, P&ID Number เช่นเดียวกับที่ระบุลง Microsoft Excel

ขั้นตอนที่ 4 การแก้ไขข้อมูลบนหน้าต่าง Tag Number Properties เช่น Line Number



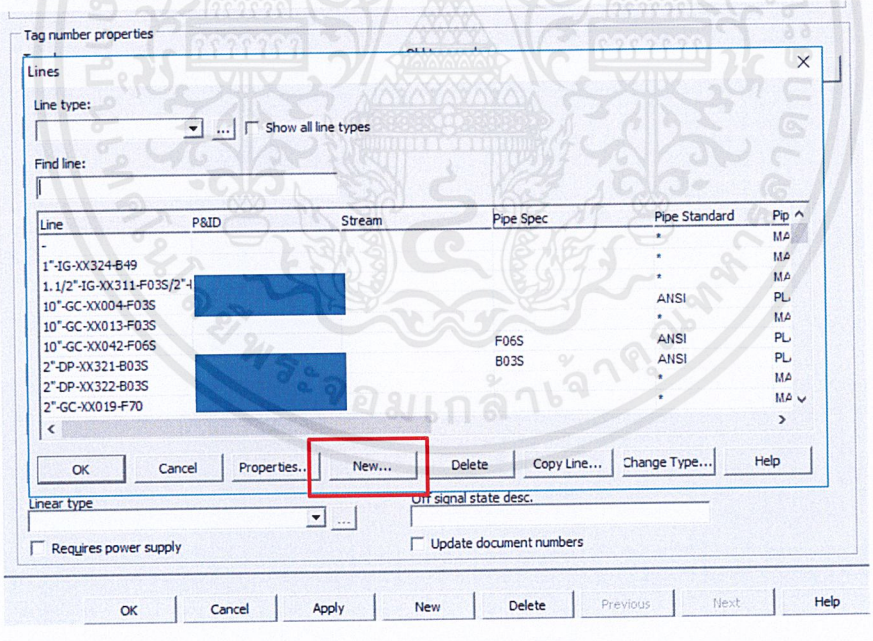
ภาพที่ 3.17 การจัดการข้อมูล Line Number บนหน้าต่าง Tag Number Properties

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



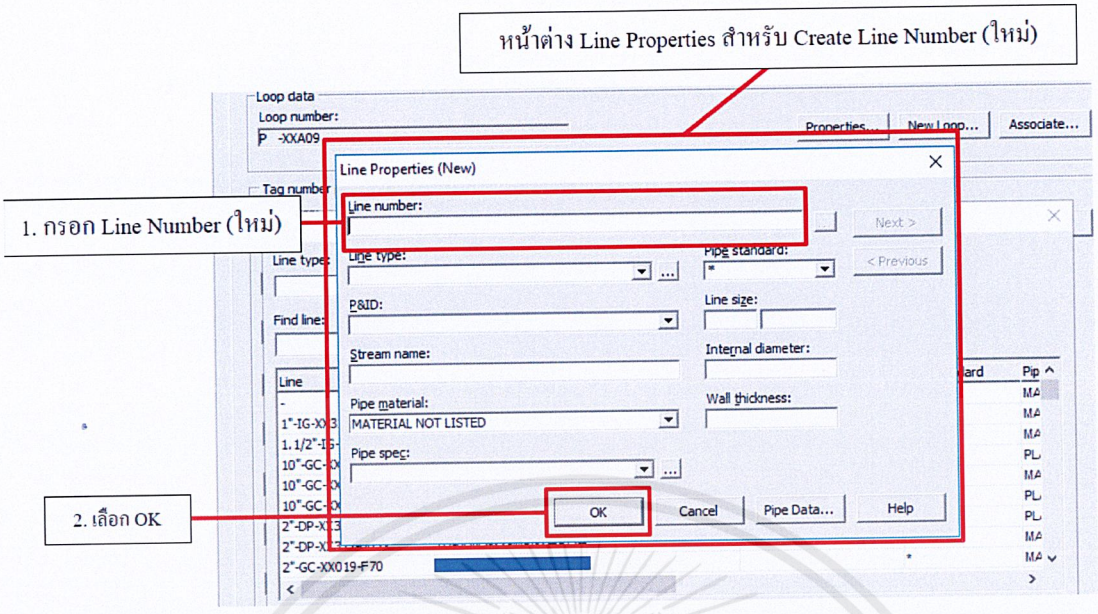
ภาพที่ 3.18 หน้าต่าง Lines สำหรับการ Create / Edit / Delete Line Number

กรณีที่ต้องการ Create Line Number ใหม่ที่หน้าต่าง Line ให้คลิ๊กที่ New จะปรากฏหน้าต่าง Line Properties (New) เพื่อ Create Line Number ดังแสดงในภาพที่ 3.19 และ 3.20



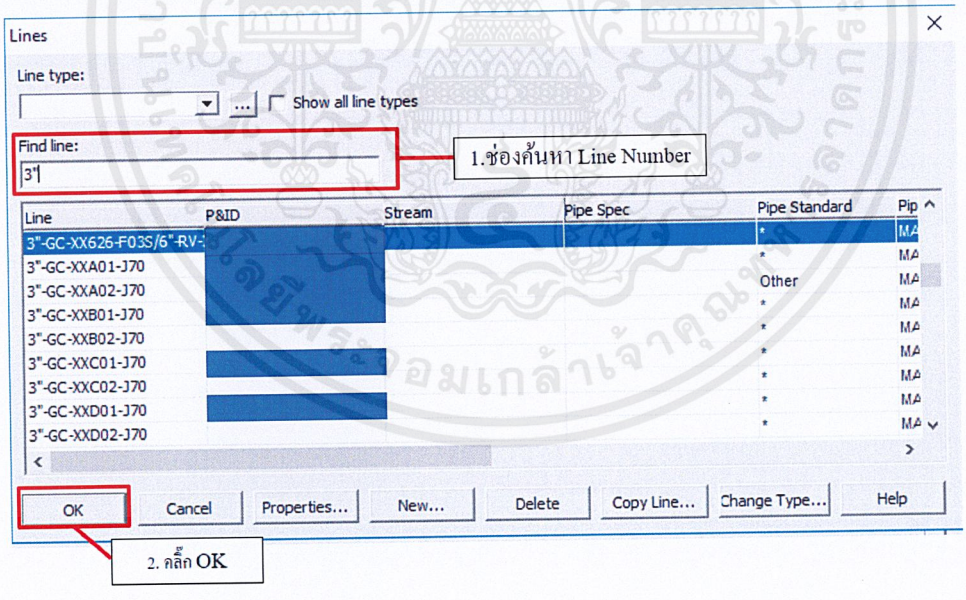
ภาพที่ 3.19 การ Create Line Number (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.20 การ Create Line Number (2)

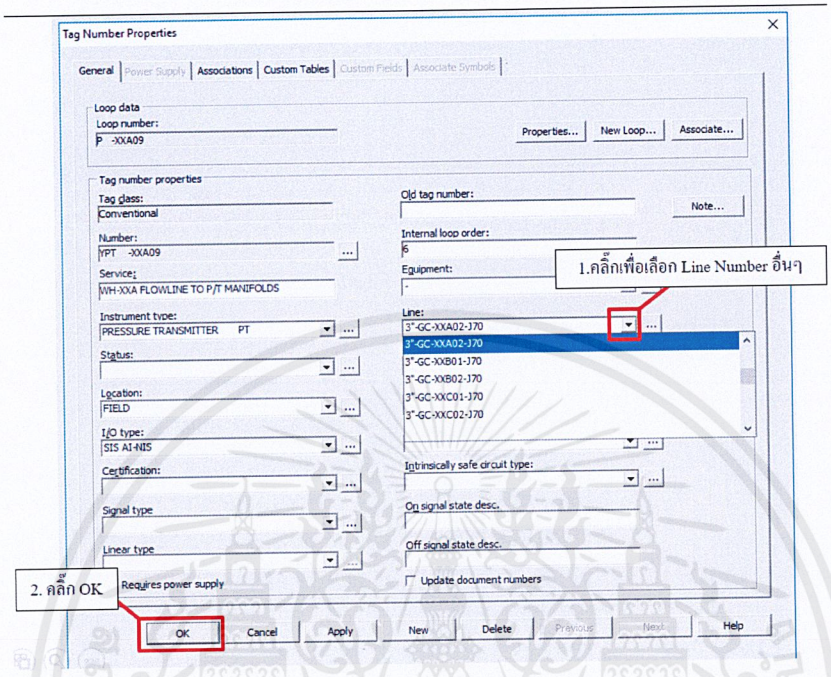
กรณีที่ต้องการค้นหา Line Number ซึ่งมีอยู่แล้วในฐานข้อมูล ที่หน้าต่าง Line ให้ระบุ Line Number ที่ต้องการหาลงไปดังแสดงในภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.21 การค้นหา Line Number บนหน้าต่าง Lines

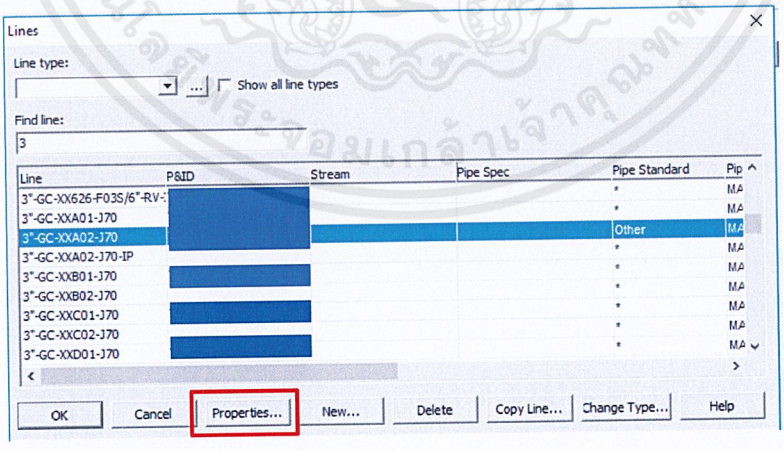
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือสามารถค้นหาที่หน้าต่าง Tag Number Properties ได้โดยไม่จำเป็นต้องเปิดหน้าต่าง Lines ขึ้นมาคลิ๊กที่รูปลูกศรคว่ำดังภาพที่ 3.22



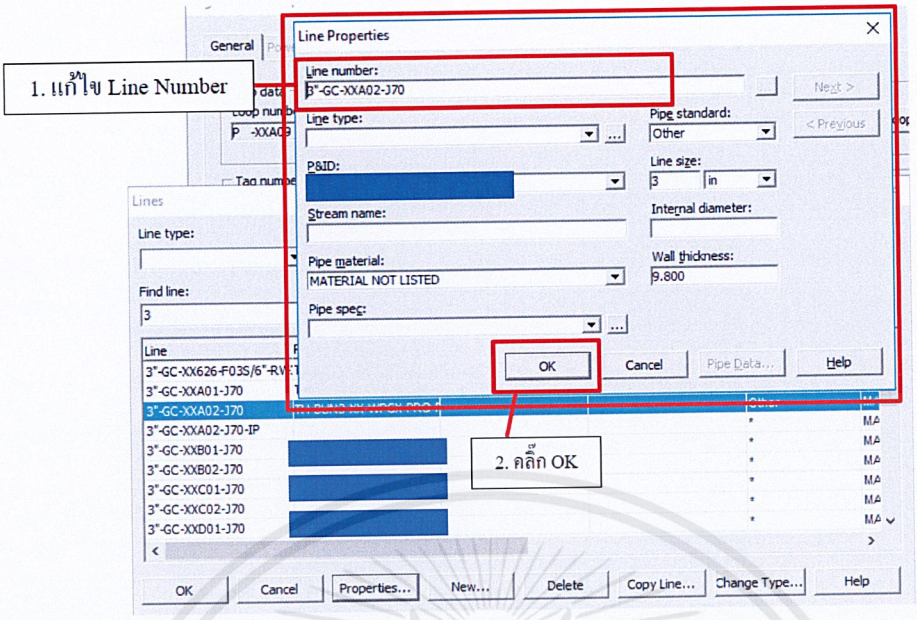
ภาพที่ 3.22 การเลือก Line Number ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแล้วบนหน้าต่าง Tag Number Properties

กรณีที่ต้องการแก้ไข (Edit) Line Number ที่มีอยู่แล้วบนฐานข้อมูลจากหน้าต่าง Lines ให้ค้นหาและเลือก Line Number ที่ต้องการแก้ไขแล้วคลิ๊ก Properties เพื่อแก้ไข้ข้อมูลดังภาพที่ 3.23 และ 3.24



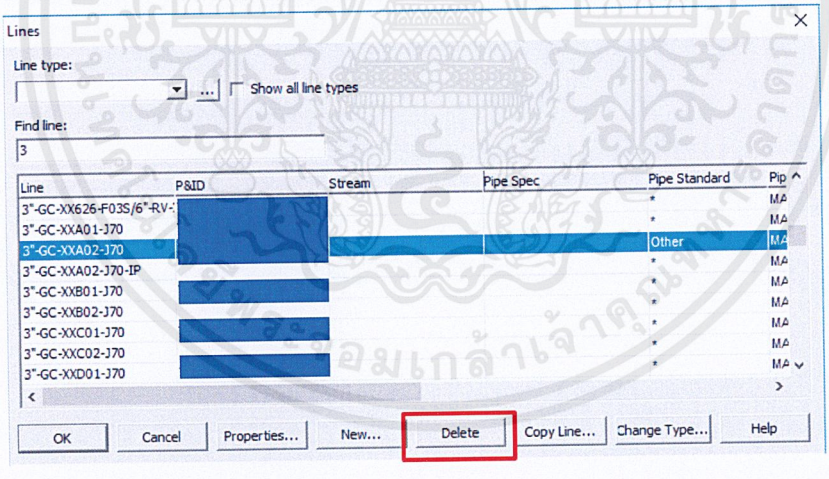
ภาพที่ 3.23 การแก้ไข Line Number ที่มีอยู่แล้วบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.24 การแก้ไข Line Number บนหน้าต่าง Line Properties

กรณีที่ต้องการลบข้อมูล Line Number ที่มีอยู่แล้วบนฐานข้อมูลจากหน้าต่าง Lines ให้ค้นหาและเลือก Line Number ที่ต้องการลบแล้วคลิ๊ก Delete เพื่อลบข้อมูลดังภาพที่ 3.25

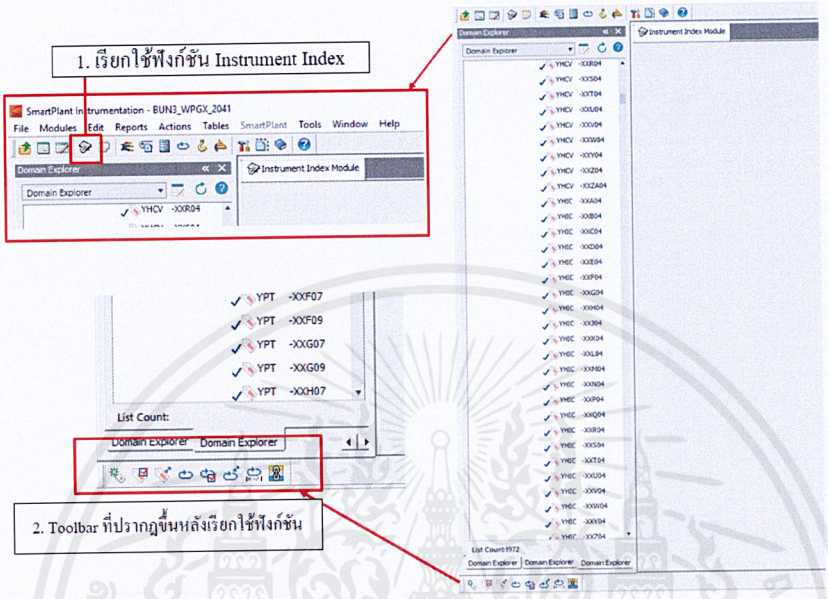


ภาพที่ 3.25 การลบ Line Number ที่มีอยู่แล้วบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การแก้ไขข้อมูลของเครื่องมือโดยการเรียกใช้ฟังก์ชัน Instrument Index

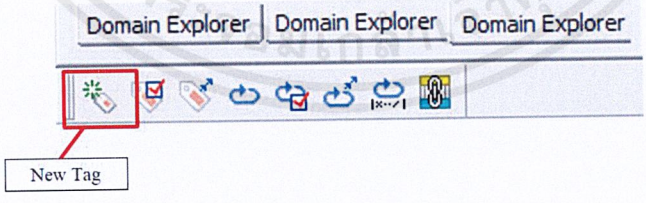
ขั้นตอนที่ 1 เรียกใช้งานฟังก์ชัน Instrument Index จะปรากฏ Toolbar ที่บริเวณด้านล่างของหน้าต่าง Domain Explorer ดังแสดงในภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.26 การเรียกใช้ฟังก์ชัน Instrument Index

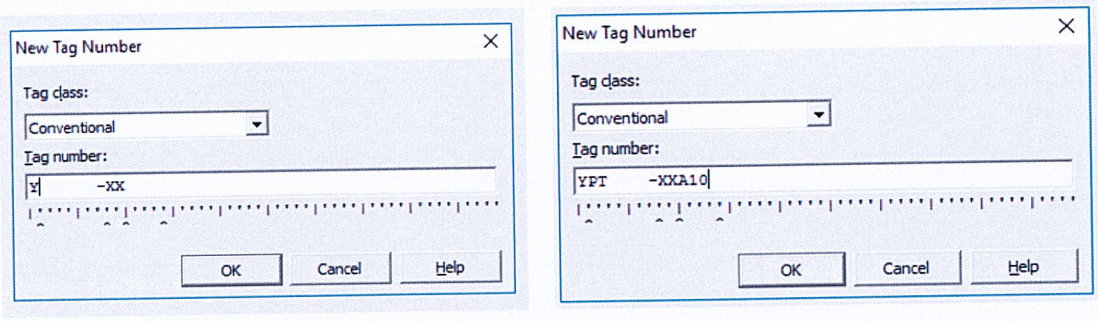
ขั้นตอนที่ 2 แก้ไขข้อมูลของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่างๆโดยการใช้ Toolbar ดังกล่าว

กรณีที่ต้องการสร้าง (Create) Tag Number ใหม่ให้เลือกฟังก์ชัน New Tag แล้วจะปรากฏหน้าต่าง New Tag Number ขึ้นมาให้พิมพ์ Tag Number ใหม่ที่ต้องการ Create ลงไปดังแสดงในภาพที่ 3.27 และ 3.28



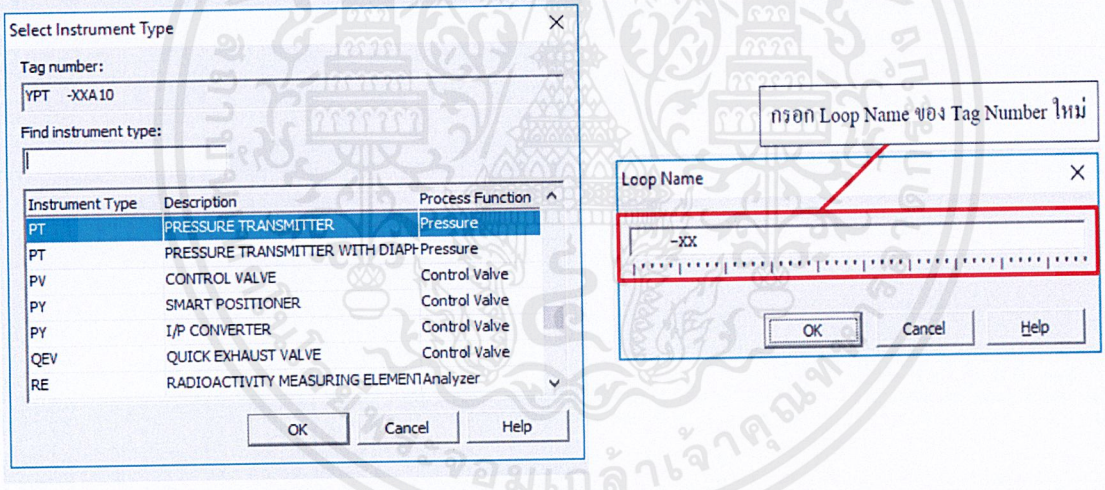
ภาพที่ 3.27 ฟังก์ชัน Create New Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



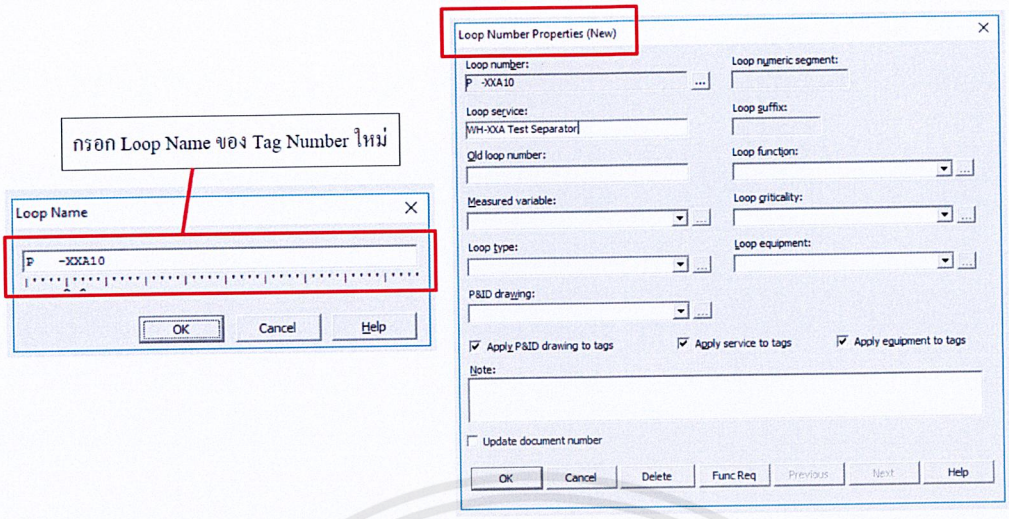
ภาพที่ 3.28 หน้าต่าง New Tag Number

เมื่อคลิ๊ก OK จะปรากฏหน้าต่าง Select Instrument Type ตามภาพที่ 3.29 ให้เลือกว่าเครื่องมือที่ Create Tag Number ดังกล่าวเป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ชนิดใดแล้วจะปรากฏให้ระบุ Loop Name สำหรับ Tag Number ที่สร้างใหม่นี้ ซึ่งอาจจะเป็น Loop Name ที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูลหรือจะเป็น Loop Name ใหม่ก็ได้ดังแสดงในภาพที่ 3.30 จะปรากฏหน้าต่าง Loop Number Properties (New) ให้ใส่รายละเอียดของ Loop การทำงานนั้นๆ เช่น Loop Service



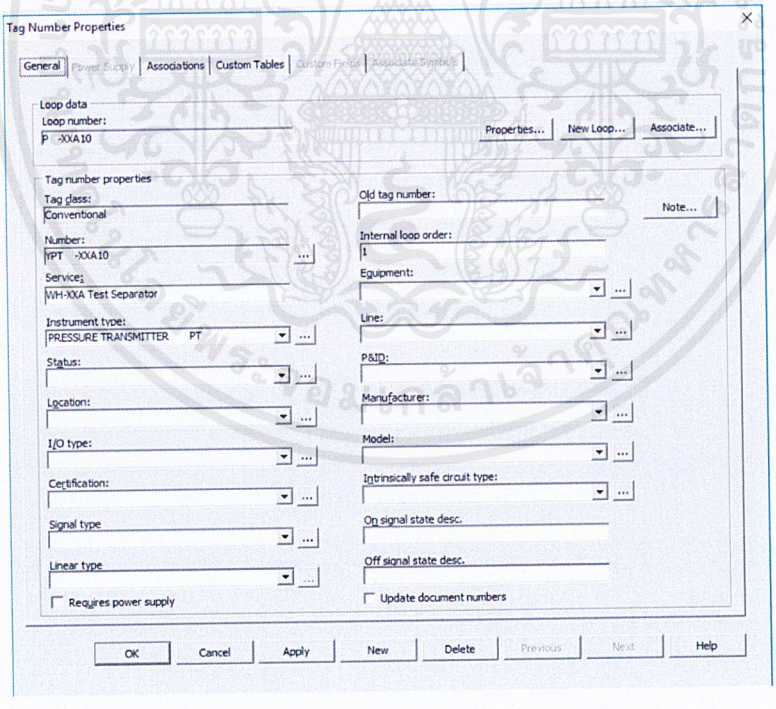
ภาพที่ 3.29 หน้าต่าง Select Instrument Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.30 หน้าต่าง Loop Name และ Loop Name Properties (New)

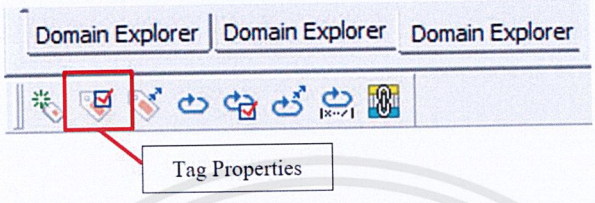
หลังจากระบุข้อมูล Tag Number, Instrument Type และ Loop Name ครบแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Tag Number Properties ให้ระบุรายละเอียดต่างๆ เช่นเดียวกับการแก้ไขข้อมูลของเครื่องมือโดยการไม่ใช้ฟังก์ชัน Instrument Index



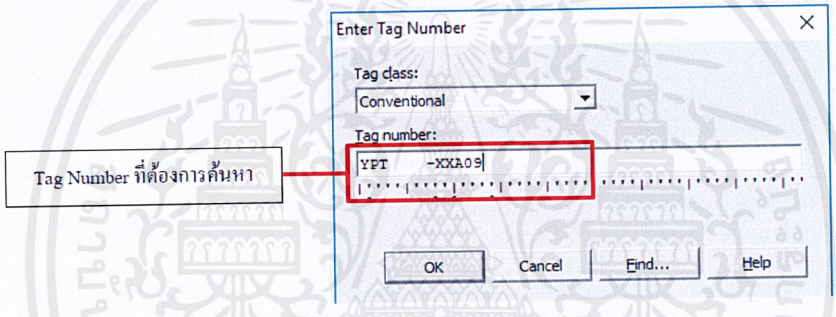
ภาพที่ 3.31 หน้าต่าง Tag Number Properties สำหรับ Tag Number ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ต้องแก้ไขหรือลบข้อมูลของ Tag Number ด้วยที่ Tag Number มีจำนวนเยอะการใช้ฟังก์ชัน Tag Properties ตามภาพที่ 3.32 เพื่อการค้นหา Tag Numer จะสะดวกกว่าเมื่อคลิ๊กที่ฟังก์ชันดังกล่าวจะปรากฏหน้าต่างให้ใส่ Tag Number ที่ต้องการค้นหาดังภาพที่ 3.33 เมื่อใส่ Tag Number แล้วจะขึ้นหน้าต่าง Tag Number Properties เช่นเดียวกับการแก้ไขข้อมูลโดยการคลิ๊กขวาเลือก Properties ของโดยไม่ใช้ฟังก์ชัน Instrument Index



ภาพที่ 3.32 ฟังก์ชัน Tag Properties

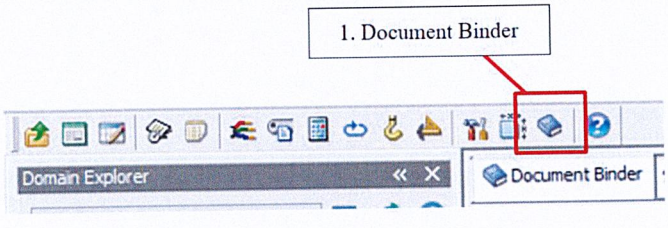


ภาพที่ 3.33 หน้าต่าง Enter Tag Number

3.5 การใช้โปรแกรม INTOOLS เพื่อจัดทำ Instrument Datasheet

ในการจัดทำ Instrument Datasheet นี้จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือวัดมาเป็นแบบในการเลือกเครื่องมือวัดและอุปกรณ์

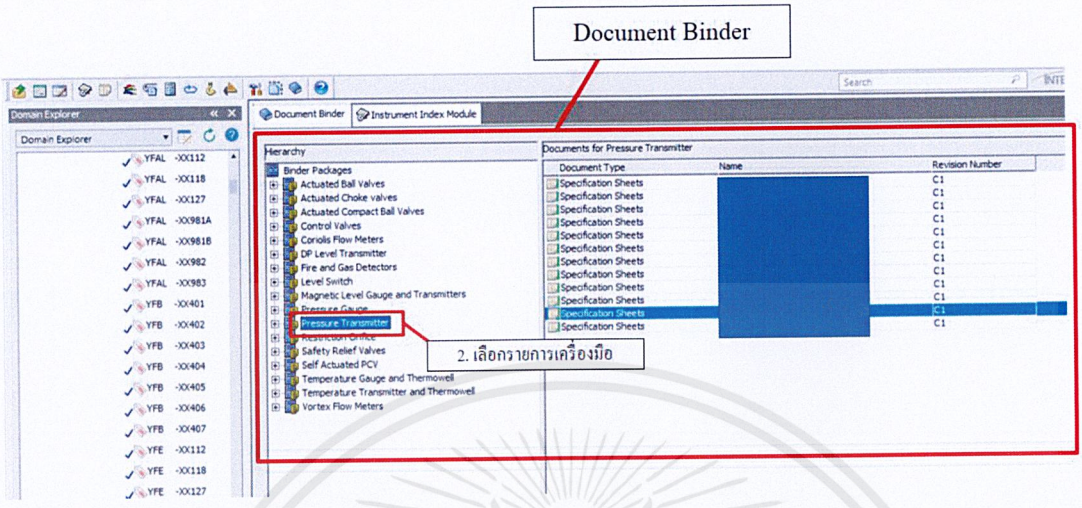
ขั้นตอนที่ 1 เลือกใช้ฟังก์ชัน Document Binder บนแถบ Toolbar ด้านบนของหน้าต่าง



ภาพที่ 3.34 ฟังก์ชัน Document Binder

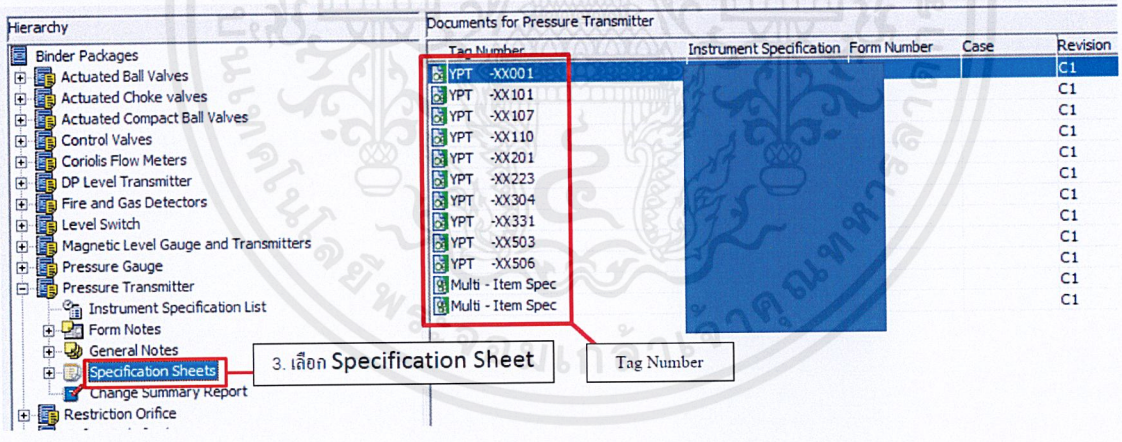
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 เลือกรายการเครื่องมือวัดหรือวาล์วที่ต้องการแก้ไข Instrument Datasheet ที่ Binder Package



ภาพที่ 3.35 หน้าต่าง Document Binder

ขั้นตอนที่ 3 เลือก Specification Sheet จะปรากฏส่วนของ Document สำหรับเครื่องมือวัดหรือวาล์วชนิดนั้นๆว่ามี Document ของ Tag Number ใดบ้าง



ภาพที่ 3.36 ส่วนของ Documents for Pressure Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

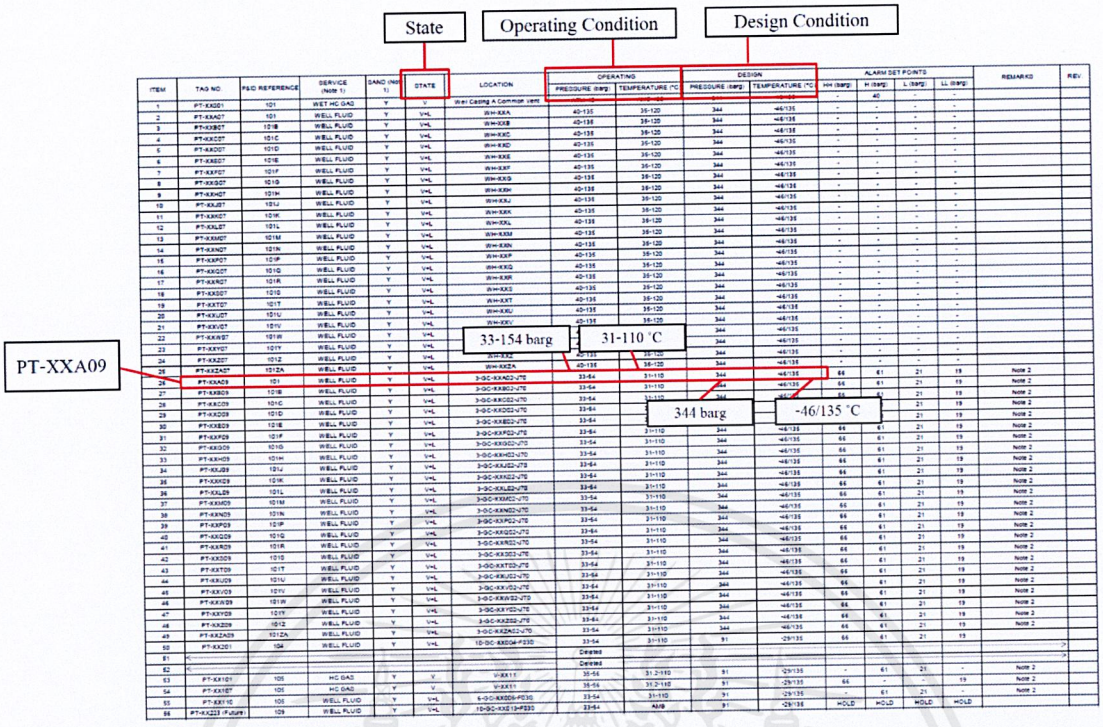
ขั้นตอนที่ 4 แก้ไข Instrument Datasheet ที่หน้าต่างดังแสดงในภาพที่ 3.37 เป็นตัวอย่างของ Pressure Transmitter ที่เป็น Multi Tag (PT-XXA09 ถึง PT-XXZA09) การระบุข้อมูลใน Datasheet เช่น Process Condition ต้องอ้างอิงจากเอกสาร Process Datasheet ที่ทางแผนก Process จัดทำขึ้น เป็นต้น สำหรับข้อมูลอื่นๆของตัว Transmitter ที่ไม่ใช่ทางเคมีของกระบวนการนั้น ได้รับการอ้างอิงมาจากเอกสาร Instrument General Specification ที่ทางบริษัทเจ้าของโครงการแนบมา ซึ่งในบางส่วนจะเว้นไว้เป็น VTA (Vendor To Advice) สำหรับให้บริษัท Vendor และ TBA สำหรับปรึกษากับบริษัทผู้รับออกแบบทางวิศวกรรมอีกที

Page 1 | Notes | Multi-Tag List

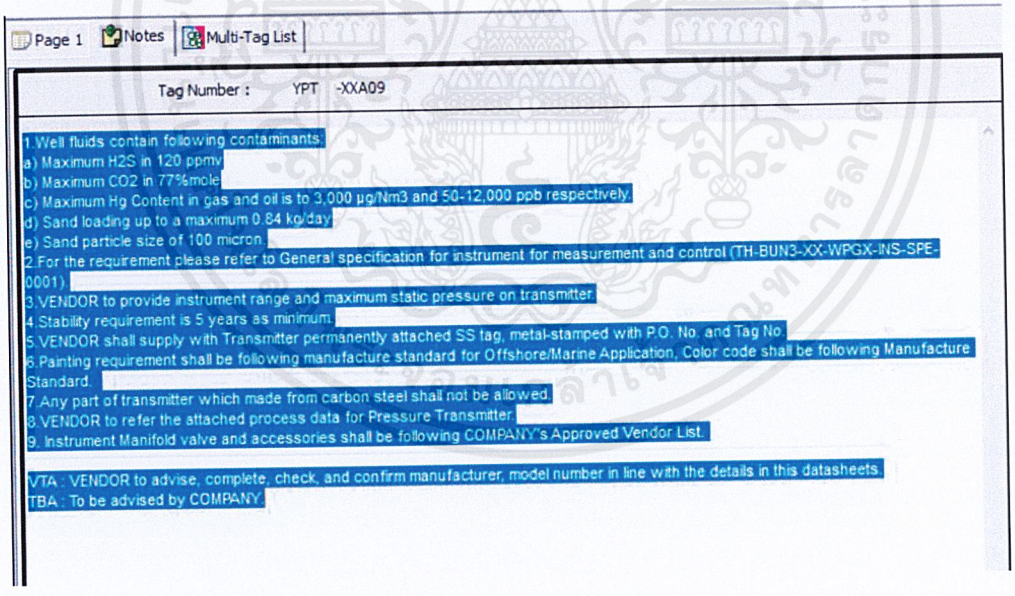
GENERAL	1	Tag Number					SEE LIST			
	2	Service					SEE LIST			
	3	Line Number	P&ID Number				SEE LIST	SEE LIST		
	4	Equipment Number					-			
	5	Location					FIELD			
	6	Function					Process Monitor/Control			
	7	Area Classification					Zone 1, Group IIA, T3			
	8	Mounting					Direct mounted			
	9	Certification	Enclosure				Ex "d" (ATEX)	IP 65 (Min)		
	10	Design Press Min/Max	Design Temp Min/Max				344 / bar-g	-46 / 135 °C		
PROCESS CONDITIONS	11	Fluid					HC Gas / HC Liquid /Water			
	12	Oper. Pressure	Min	Nor.	Max.		33	54	bar-g	
	13	Temperature Max.	Min.	Nor.	Max.		31	110	°C	
	14	Oper. Spec. Gravity	Oper. Viscosity						cP	
	15									
TRANSMITTER	16	Instrument Range Min.	Max.				VTA bar-g	VTA bar-g		
	17	Calibration Range Min.	Max.				0 bar-g	100 bar-g		
	18	DCS Range Min.	Max.				0 bar-g	100 bar-g		
	19	Elevation	Suppression							
	20	Element Type					Diaphragm			
	21	Body Material	Body Rating				316L SS	To suit the design pressure		
	22	Element Material	Wetted O-Ring Mat.				316L SS	Glass-filled PTFE		
	23	Fill Fluid	Paint				Silicone Oil	(Note 6 and Note 7)		
	24	Bolts	Housing				316 SS	316 SS (Note 6 and Note 7)		
	25	Process Connection	Electrical Connection				1/2" NPT(M)	1/2" NPT with Blind Plug		
	26	Accuracy	Cripple Mode Detection				+/- 0.1% of Span	Burn Upscale as per NAMUR 43		
	27	Power Supply	Output				24 VDC Loop Powered	4-20 mA, HART Protocol		
	28	Other					Hysteresis and deadband : +/-0.1% of Calibration or better			
DIAPHRAGM SEAL	29	Process Connection & Rating					-			
	30	Diaphragm Material	Housing Material				-	-		
	31	Fill Fluid					-			
	32	Capillary Material					-			
	33	Capillary Type	Capillary Length				-	-		
	34	Flushing Connection					-			
	35									
COMMUNICATION	36	FDM Number					-			
	37	Point Number					-			
	38									
MANIFOLD	39	Manifold Type	Rating				2 Valve Manifold	6500 psig		
	40	Process Conn.	Instrument Conn.				1/2" NPT(F)	1/2" NPT		
	41	Material					316 SS			
	42	Pressure Rating @ Max Temp.					To suit Design Pressure			
	43	Vent and Drain					1/4" NPT(F) c/w plug, 316SS			
	44	Manufacturer					VTA			
	45	Model					VTA			
OPTIONS	46	Integral Meter	Scale				Required	bar-g		
	47	Hydrostatic Testing	SIL				Yes	-		
	48	Cleaning					No			
	49	Mounting Brackets					316 SS			
	50	NACE MR-0175/ISO15156					Yes			
	51	Vendor	Price				VTA	VTA		
	52	Manufacturer					TBA			
	53	Model					VTA			

ภาพที่ 3.37 เอกสาร Instrument Datasheet - Page 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.38 เอกสาร Pressure Instrument Process Datasheet



ภาพที่ 3.39 เอกสาร Instrument Datasheet – Note

จากภาพที่ 3.39 เป็นหน้า Note หรือหน้าที่บ่งบอกหมายเหตุอื่นๆนอกเหนือจากแบบฟอร์มที่ Page 1 ของเอกสารชุดนั้นๆ และในกรณีที่เอกสารของเครื่องมือวัดเป็น Multi Tag จะมีหน้า Multi Tag List ระบุ Tag Number ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันเพิ่มขึ้นมาด้วยดังแสดงในรูปภาพที่ 3.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Page 1 | Notes | Multi-Tag List

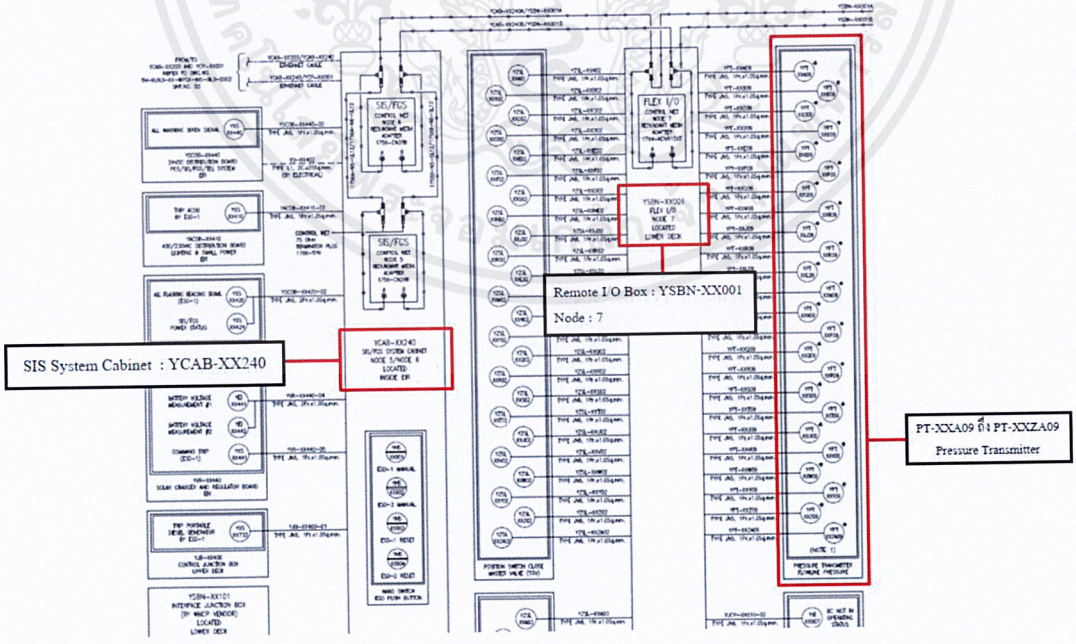
Tag Number	Service	Line Number	PID Number
YPT -XXA09	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXA02-J70	
YPT -XXB09	WH-XXB FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXB02-J70	
YPT -XXC09	WH-XXC FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXC02-J70	
YPT -XXD09	WH-XXD FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXD02-J70	
YPT -XXE09	WH-XXE FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXE02-J70	
YPT -XXF09	WH-XXF FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXF02-J70	
YPT -XXG09	WH-XXG FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXG02-J70	
YPT -XXH09	WH-XXH FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXH02-J70	
YPT -XXJ09	WH-XXJ FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXJ02-J70	
YPT -XXK09	WH-XXK FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXK02-J70	
YPT -XXL09	WH-XXL FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXL02-J70	
YPT -XXM09	WH-XXM FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXM02-J70	
YPT -XXN09	WH-XXN FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXN02-J70	
YPT -XXP09	WH-XXP FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXP02-J70	
YPT -XXQ09	WH-XXQ FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXQ02-J70	
YPT -XXR09	WH-XXR FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXR02-J70	
YPT -XXS09	WH-XXS FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXS02-J70	
YPT -XXT09	WH-XXT FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXT02-J70	
YPT -XXU09	WH-XXU FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXU02-J70	
YPT -XXV09	WH-XXV FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXV02-J70	
YPT -XXW09	WH-XXW FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXW02-J70	
YPT -XXY09	WH-XXY FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXY02-J70	
YPT -XXZ09	WH-XXZ FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXZ02-J70	
YPT -XXZA09	WH-XXZA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	3"-GC-XXZA02-J70	

ภาพที่ 3.40 เอกสาร Instrument Datasheet – Multi Tag List

3.6 การศึกษา Instrument Cable Block Diagram ของโครงการ

ศึกษาเพื่อนำรายละเอียดไปจัดทำเอกสาร Instrument I/O List และเขียนแบบของแผนภาพ Typical Instrument Loop Diagram

ขั้นตอนที่ 1 อ่านรายละเอียด System Cabinet Tag, Remote I/O Box (Junction Box) ของ Filed Instrument แต่ละตัว



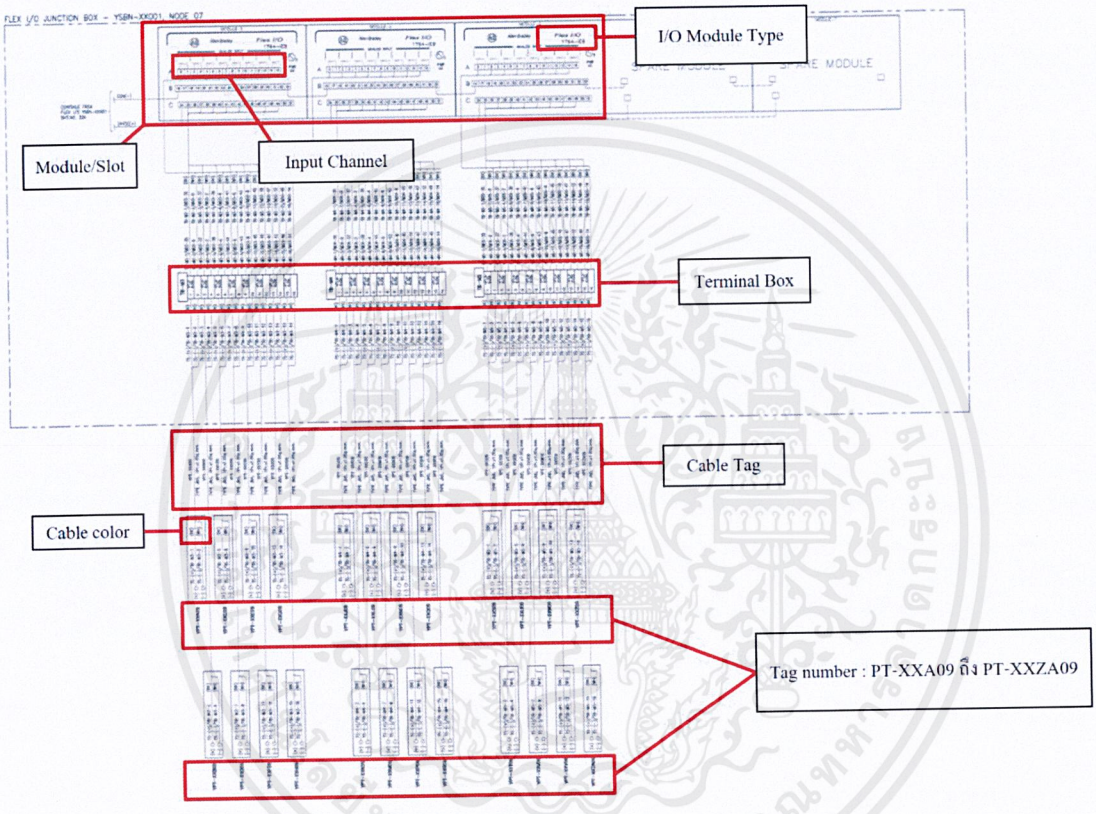
ภาพที่ 3.41 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง Field Instrument, Junction Box และ System Cabinet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การศึกษา Instrument Wiring Diagram ของโครงการ

ศึกษาเพื่อนำรายละเอียดไปจัดทำเอกสาร Instrument I/O List และเขียนแบบของแผนภาพ Typical Loop Diagram

ขั้นตอนที่ 1 อ่านรายละเอียด Junction Box, Node, I/O Module Type, Module/Slot, Input Channel, Terminal Box, Cable Tag และ Cable Color ของ Field Instrument แต่ละตัว



ภาพที่ 3.42 ตัวอย่าง Instrument Wiring Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 จัดทำเอกสาร Instrument I/O List โดยโปรแกรม Microsoft Excel

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำตารางใน Microsoft Excel เช่นเดียวกับเอกสาร Instrument Index

- ใส่ข้อมูล Instrument Type Description, Service, P&ID Number ของแต่ละเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์อ้างอิงจาก P&ID เช่นเดียวกับการระบุข้อมูลบน Instrument Index

LOOP NAME	TAG NUMBER	INSTRUMENT TYPE DESC.	SERVICE	PID / SLD
P -XXA09	YPT -XXA09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXA FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	
P -XXB09	YPT -XXB09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXB FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	
P -XXC09	YPT -XXC09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXC FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	
P -XXD09	YPT -XXD09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXD FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	
P -XXE09	YPT -XXE09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXE FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	
P -XXF09	YPT -XXF09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXF FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	
P -XXG09	YPT -XXG09	PRESSURE TRANSMITTER	WH-XXG FLOWLINE TO P/T MANIFOLDS	

ภาพที่ 3.43 การระบุข้อมูล Instrument I/O List ของ PT-XXA09 ถึง PT-XXZA09 (1)

- ใส่ข้อมูล System ของเครื่องมือการวัดหรืออุปกรณ์ว่าเป็นระบบ PCS หรือ SIS ซึ่งสามารถอ้างอิงได้จาก Cable Block Diagram หรืออ้างอิงสัญลักษณ์บน P&ID

- ใส่ข้อมูล PLC IO Type โดยพิจารณาจากประเภทของ System, IO Type และHazardous Area เช่น เครื่องมือวัดชนิด Transmitter ที่ถูกควบคุมด้วยระบบ SIS ติดตั้งในบริเวณที่ Non-Hazardous Area จะมี PLC IO Type เป็น SIS AI-NIS

- ใส่ข้อมูล Signal Type อ้างอิงได้จากประเภทของ I/O Type เช่น Analog Input ประเภทของสัญญาณ คือ สัญญาณ 4-20 mA

LOOP NAME	TAG NUMBER	SYSTEM	PLC IO TYPE	SIGNAL TYPE	CALIBRATED RANGE	Unit
P -XXA09	YPT -XXA09	SIS	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg
P -XXB09	YPT -XXB09	SIS	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg
P -XXC09	YPT -XXC09	SIS	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg
P -XXD09	YPT -XXD09	SIS	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg
P -XXE09	YPT -XXE09	SIS	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg
P -XXF09	YPT -XXF09	SIS	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg
P -XXG09	YPT -XXG09	SIS	SIS AI-NIS	4-20 mA	0-100	barg

ภาพที่ 3.44 การระบุข้อมูล Instrument I/O List ของ PT-XXA09 ถึง PT-XXZA09 (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใส่ข้อมูล Junction Box Number อ้างอิงได้จาก Remot I/O จาก Instrument Cable Block Diagram หรือ Instrument Wiring Diagram

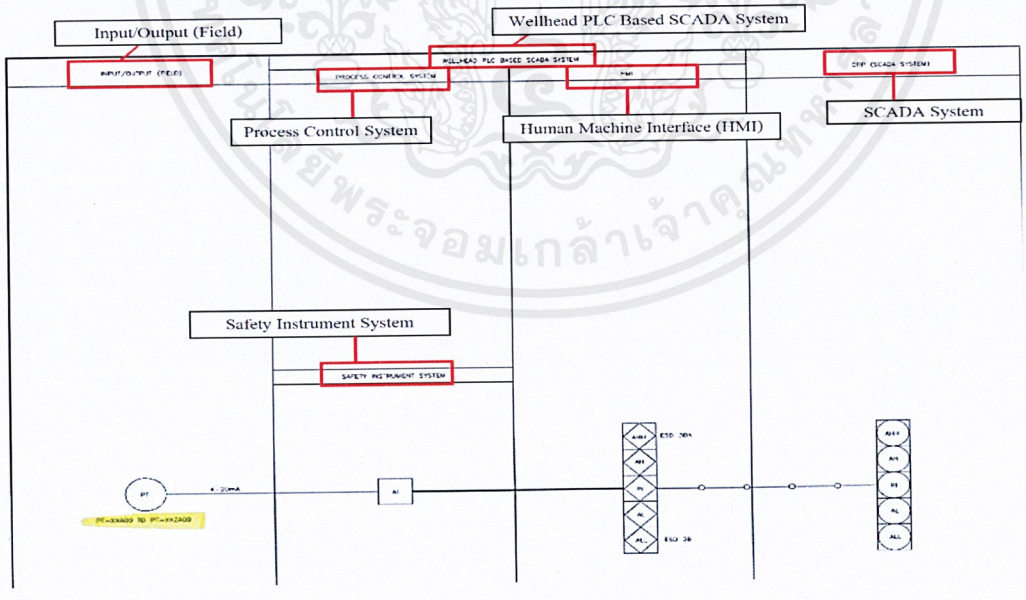
- ใส่ข้อมูล NODE, SLOT และ Channel ที่ต่อกับ Junction Box โดยอ้างอิงข้อมูลได้จาก Instrument Wiring Diagram

LOOP NAME	TAG NUMBER	JB NO. / INTERFACE JB NO.	NODE (Note 10)	SLOT (Note 10)	CHANNEL (Note 10)
P -XXA09	YPT -XXA09	YSBN - XX001	7	3	0
P -XXB09	YPT -XXB09	YSBN - XX001	7	3	1
P -XXC09	YPT -XXC09	YSBN - XX001	7	3	2
P -XXD09	YPT -XXD09	YSBN - XX001	7	3	3
P -XXE09	YPT -XXE09	YSBN - XX001	7	3	4
P -XXF09	YPT -XXF09	YSBN - XX001	7	3	5
P -XXG09	YPT -XXG09	YSBN - XX001	7	3	6

ภาพที่ 3.45 การระบุข้อมูล Instrument I/O List ของ PT-XXA09 ถึง PT-XXZA09 (3)

3.9 การศึกษา Instrument Functional Diagram ของโครงการ

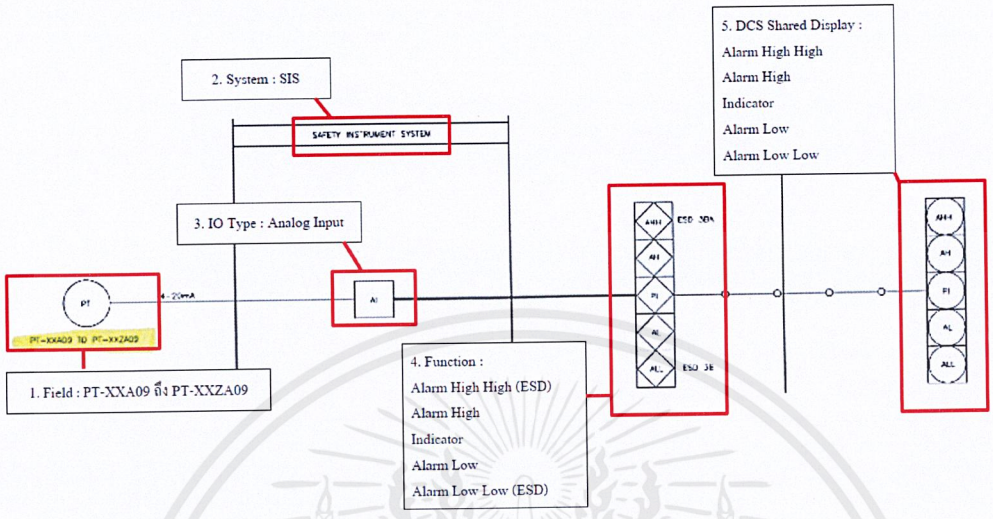
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบของ Instrument Functional Diagram



ภาพที่ 3.46 องค์ประกอบของ Instrument Functional Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

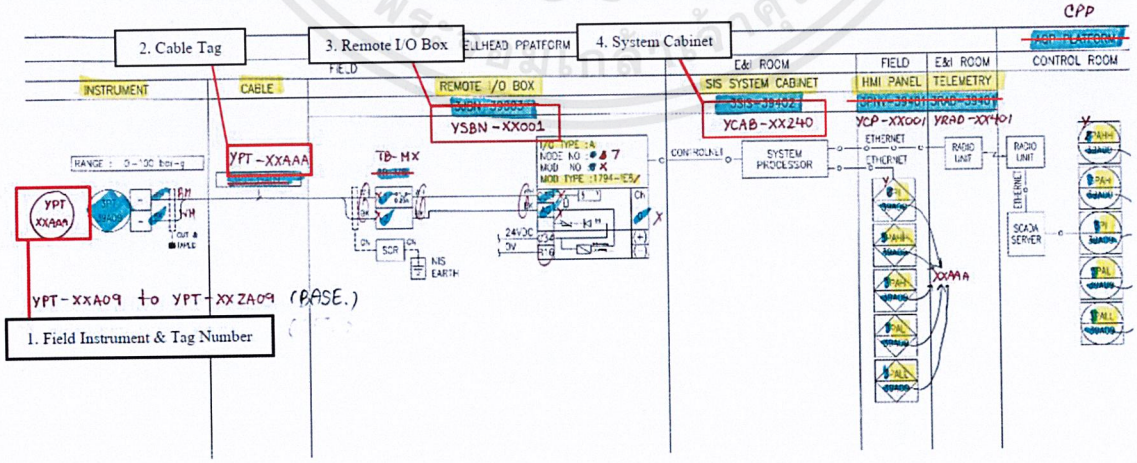
ขั้นตอนที่ 2 อ่านรายละเอียดว่า Field Instrument แต่ละตัวว่าอยู่ในระบบแบบใดระหว่าง PCS หรือ SIS, เป็น I/O Type ประเภทใด, มี Function Display ที่ HMI ณ Wellhead และแสดงผลที่ระบบ SCADA ณ CPP อะไรบ้างดังแสดงในภาพที่ 3.47



ภาพที่ 3.47 ตัวอย่างการอ่านรายละเอียด Instrument Functional Diagram

3.10 จัดทำและเขียนแผนภาพ Typical Instrument Loop Diagram

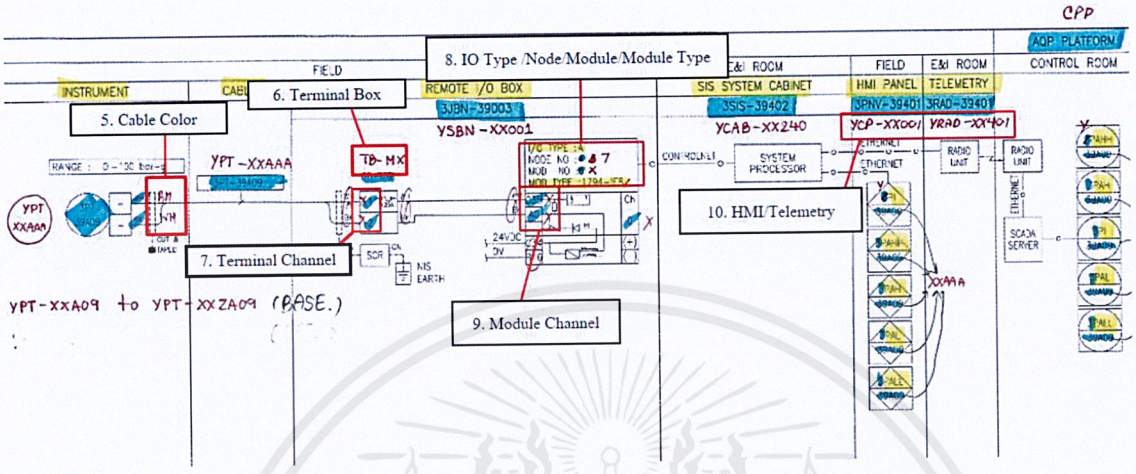
ขั้นตอนที่ 1 จาก Cable Block Diagram นำข้อมูลส่วนของ Field Instrument, Cable Tag, Remote I/O Box, System Cabinet ระบุลงไปในแผนภาพร่างซึ่งในสังเกตว่าการทำ Loop Diagram ที่เป็น Typical จะไม่ระบุ Tag Number และ Cable Tag ของเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ครบทุกตัวในกรณีที่บล็อคนั้นๆมีเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์มากกว่าหนึ่งตัวแต่จะแสดงเป็น -XXAAA ดังภาพที่ 3.48 แทนการระบุ Tag Number ตั้งแต่ -XXA09 ถึง -XXZA09 ทีละตัว



ภาพที่ 3.48 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (1)

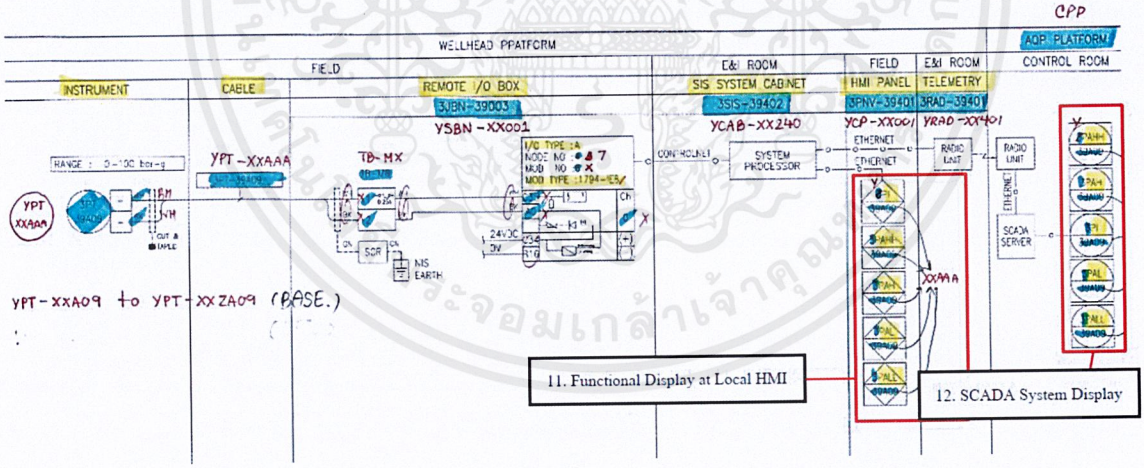
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 จาก Wiring Diagram นำข้อมูลส่วนของ Cable Color, Terminal Box, Terminal Channel, IO Type/Node No./Module No./Module Type, Module Channel, HMI/Telemetry ระบุลงไปในแผนภาพร่างดังแสดงในภาพที่ 3.49



ภาพที่ 3.49 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (2)

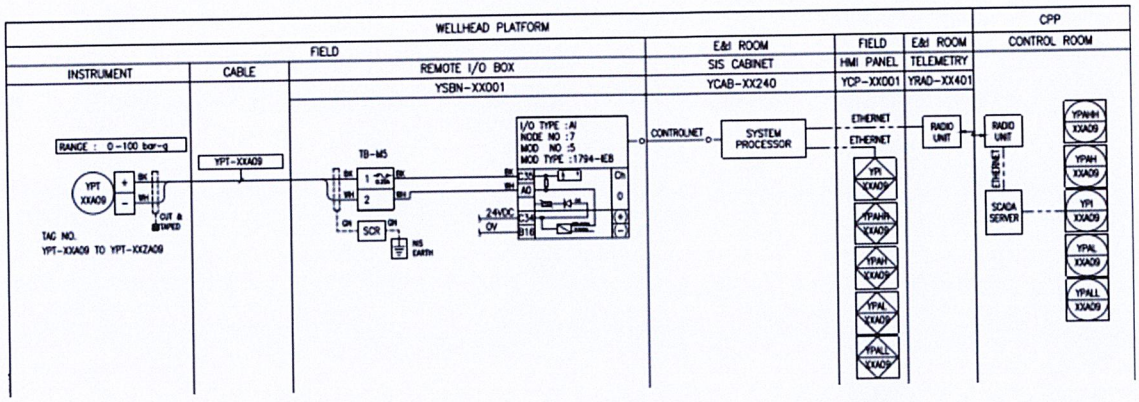
ขั้นตอนที่ 3 จาก Functional Diagram จะสามารถรู้ว่า Field Instrument นั้นๆมี Function Display ใดบ้างที่ HMI Panel ณ Wellhead และมี SCADA Display ใดบ้างที่ CPP



ภาพที่ 3.50 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (3)

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อเขียนแบบร่างด้วยมือเรียบร้อยแล้วจะส่งแบบร่างไปที่ส่วน Designer ของแผนกเพื่อนำแบบร่างไปร่างในโปรแกรม AutoCAD ได้เป็น Typical Instrument Loop Diagram ที่สมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



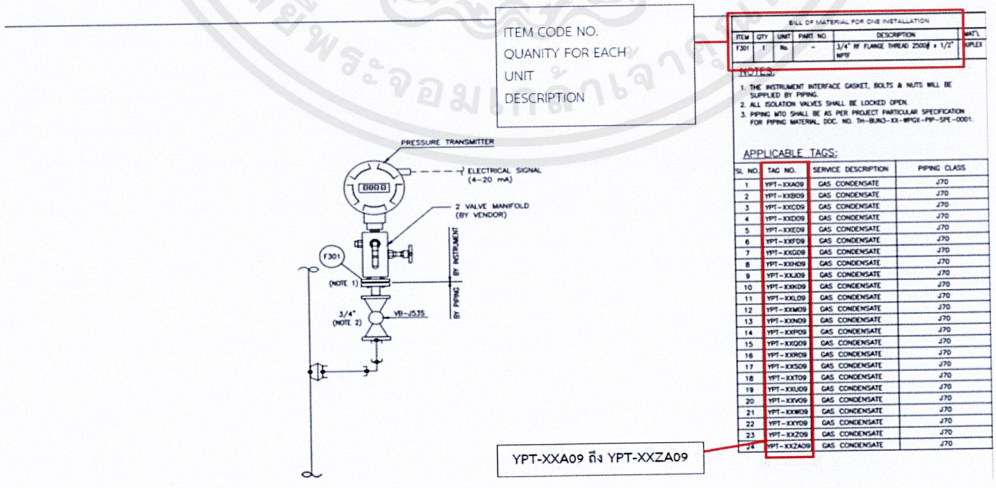
ภาพที่ 3.51 การเขียนแบบ Typical Instrument Loop Diagram (4)

3.11 การศึกษา Instrument Hook-up Diagram ของโครงการ

ศึกษาเพื่อใช้ในการจัดทำเอกสาร MTO โดยที่ Instrument Hook-up Diagram เป็นแผนภาพแสดงการติดตั้ง Field Instrument โดยมีรายละเอียดของ Instrument Bulk Material อันได้แก่ Item code, จำนวนของ Bulk Material ที่ต้องใช้ต่อการติดตั้งเครื่องมือวัดหนึ่งตัว และรายละเอียด Bulk Material ของเครื่องมือวัดนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 1 อ้างอิงจากภาพที่ 3.52 การติดตั้ง Pressure Transmitter for gas condensate เพื่อวัด Flowline Pressure

- Item Code Number คือ F301
- Quanity คือ 1 ชิ้นต่อเครื่องมือวัด
- Description คือ ¾” RF Flange Thread 2500M x ½” NPTF



ภาพที่ 3.52 ตัวอย่าง Hook-up Diagram ของ YPT-XXA09 ถึง YPT-XXZA09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 จัดทำ Instrument Material Take Off (MTO) – Tubing and Fitting

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำตารางโดยมีหัวข้อคือ Revision Number of Instrument Hook-up Diagram, Item Number, Item Code Number, Description of Instrument Bulk Number, Manufacturer, Model Number, Counting Unit, Quanity, Construction Spare และ Total counting โดยข้อมูลส่วนของ Manufacturer และ Model Number จะสามารถระบุได้เมื่อโครงการดำเนินถึง Detailed Design

ขั้นตอนที่ 2 ระบุ Item code, Description, Unit และ Quantity โดยอ้างอิงจาก Hook-up Diagram ในหัวข้อที่ 3.11

REV. No.	ITEM No.	ITEM CODE No.	DESCRIPTION	MANUFACTURER	MODEL NO.	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL
C1	B/1	422	NEOPRENE RUBER 1/8" THK	TBC	VTA	EA	2	0	2
C1	B/2	525S	TWO VALVE MANIFOLD, 1/2" NPTF x 1/2" NPTF C/W VENT PLUG	TBC	VTA	EA	1	0	1
C1	B/3	526S	TWO VALVE MANIFOLD, 1/2" NPTM x 1/2" NPTF C/W VENT PLUG	TBC	VTA	EA	8	2	10
C1	B/4	F301	3/4" RF FLANGE THREAD 2500# x 1/2" NPTF	TBC	VTA	EA	24	5	29
C1	B/5	455S1	BALL VALVE, 3/8" OD, 172 barg	TBC	VTA	EA	14	3	17
C1	B/5	455S1	BALL VALVE, 3/8" OD, 172 barg	TBC	VTA	EA	14	3	17

ITEM CODE NO. / DESCRIPTION

UNIT

QUANITY

ภาพที่ 3.53 ตัวอย่าง Instrument Material Take Off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการดำเนินงานการออกแบบทางวิศวกรรมของแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ

4.1.1 เอกสาร Instrument Index

Instrument Index ถูกจัดทำ 2 ชุดได้แก่ Instrument Index for Gas Wellhead Platform และ Instrument Index for Oil Wellhead Platform เพื่อแสดงรายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ทั้งหมดของโครงการเป็นฐานข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการตรวจเช็ค โดยในส่วนของ Instrument Index for Gas Wellhead Platform พบว่ามีจำนวนเครื่องมือวัดและอุปกรณ์สำหรับโครงการนี้ 1,861 ชิ้น และInstrument Index for Oil Wellhead Platform พบว่ามีจำนวนเครื่องมือวัดและอุปกรณ์สำหรับโครงการนี้ 2,386 ชิ้น

4.1.2 เอกสาร Instrument Datasheet

สำหรับโครงการนี้ Instrument Datasheet ของ Field Instrument ที่จัดทำได้แก่ Control Valve, Pressure Regulator, Choke Valve, Actuated Valve, Pressure Relief Valve, Restriction Orifice, Actuated Compact Ball Valve, Coriolis Flow Meter, Vortex Flow Meter, Magnetic Flow Meter, Pressure Gauge, Pressure Transmitter, Temperature Gauge and Thermowell, Temperature Transmitter, Level Switch, Magnetic Level Gauge and Transmitter, DP Level Transmitter และ Fire and Gas Detector โดย Field Instrument ที่มากับ Vendor Package ไม่ต้องทำเอกสาร Instrument Datasheet

4.1.3 เอกสาร Instrument I/O List

Instrument I/O List ถูกจัดทำ 2 ชุดสำหรับ Gas Wellhead Platform และ Oil Wellhead Platform แสดงรายการของ Field Instrument แต่ละตัวว่าเชื่อมต่อกับระบบ PCS หรือ SIS เพื่อจัดเตรียมการเชื่อมต่อกับ Cabinet และ Remote I/O สามารถสรุปจำนวนของ Field Instrument ที่เชื่อมต่อกับ Cabinet และ Remote I/O Box ได้ตามตารางที่ 4.1 และ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 จำนวนของ Field Instrument ที่เชื่อมต่อกับ Cabinet และ Remote I/O Box สำหรับ Gas Wellhead Platform

I/O SUMMARY (INCLUDED OPTION CASE)							
SYSTEM	I/O TYPE		ACTUAL	SYSTEM	I/O TYPE		ACTUAL
PCS CABINET	AI	NIS	17	SIS/FGS CABINET	AI	NIS	8
	AO	NIS	0		DI	DI-VFC	18
	DI	DI-VFC	12		DO	DO-P	111
	DO	DO-P	0		DO	DO-VFC	0
PCS FLEX I/O	AI	NIS	34	SIS FLEX I/O	AI	NIS	34
	AO	NIS	4		DI	DI-VFC	207
	DI	DI-VFC	33		DO	DO-P	36
	DO	DO-P	54		DO	DO-VFC	0

ตารางที่ 4.2 จำนวนของ Field Instrument ที่เชื่อมต่อกับ Cabinet และ Remote I/O Box สำหรับ Oil Wellhead Platform

I/O SUMMARY (INCLUDED OPTION CASE)							
SYSTEM	I/O TYPE		ACTUAL	SYSTEM	I/O TYPE		ACTUAL
PCS CABINET	AI	NIS	9	SIS/FGS CABINET	AI	NIS	9
	AO	NIS	0		DI	DI-VFC	27
	DI	DI-VFC	13		DO	DO-P	119
	DO	DO-P	0		DO	DO-VFC	0
PCS FLEX I/O	AI	NIS	92	SIS FLEX I/O	AI	NIS	43
	AO	NIS	3		DI	DI-VFC	158
	DI	DI-VFC	48		DO	DO-P	11
	DO	DO-P	62		DO	DO-VFC	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 เอกสาร Typical Instrument Loop Diagram

Typical Instrument Loop Diagram ถูกจัดทำขึ้นเป็น 2 ชุดสำหรับ Gas Wellhead Platform และ Oil Wellhead Platform เพื่อแสดงแผนภาพการเชื่อมต่อสัญญาณของ Field Instrument จากบริเวณหน้างานกับส่วนแสดงผลที่บริเวณของ CPP

สำหรับ Typical Instrument Loop Diagram for Gas Wellhead Platform ถูกจัดทำทั้งหมด 38 ประเภทของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่นๆดังแสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 แสดงรายการของ Typical Instrument Loop Diagram – Gas Wellhead Platform (1)

No.	Typical Loop Diagram Content	No.	Typical Loop Diagram Content
1	FLOW SWITCH (PCS)	16	MASTER VALVE
2	FLOW TRANSMITTER (VORTEX)	17	DOWNHOLE SAFETY VALVE
3	FLOW TRANSMITTER (CORIOLIS)	18	XV FOR PRODUCTION/TEST SEPARATOR MANIFOLDS
4	LEVEL SWITCH (PCS)	19	XV FOR BOOSTER COMPRESSOR MANIFOLDS
5	LEVEL TRANSMITTER (PCS-CONTROL)	20	SHUTDOWN VALVE (SOLENOID VALVE)
6	LEVEL TRANSMITTER (PCS-GAP CONTROL)	21	SHUTDOWN VALVE (LIMIT SWITCHES)
7	LEVEL TRANSMITTER (SIS)	22	EMERGENCY SHUTDOWN VALVE
8	PRESSURE TRANSMITTER (PCS-INDICATION)	23	EMERGENCY SHUTDOWN VALVE (SIL1)
9	PRESSURE TRANSMITTER (PCS-CONTROL)	24	EMERGENCY SHUTDOWN VALVE (SIL2)
10	PRESSURE TRANSMITTER (SIS)	25	MANUAL ESD (SIS)
11	PRESSURE TRANSMITTER (SIS-SIL1)	26	MANUAL ESD STATION (SIS)
12	PRESSURE TRANSMITTER (SIS-SIL2)	27	IR POINT GAS DETECTOR
13	TEMPERATURE TRANSMITTER (PCS-INDICATION)	28	ACOUSTIC GAS DETECTOR
14	CHOKE VALVE	29	UNIT COMMUNICATION LINK (PCS)
15	WING VALVE	30	UNIT REMOTE COMMAND (PCS)

ตารางที่ 4.4 แสดงรายการของ Typical Instrument Loop Diagram – Gas Wellhead Platform (2)

No.	Typical Loop Diagram Content	No.	Typical Loop Diagram Content
31	UNIT STATUS (SIS)	35	GENERAL ALARM (PCS)
32	CURRENT READING (PCS)	36	RACON FAULT ALARM (PCS)
33	VOLTAGE READING (PCS)	37	ESD SIGNAL
34	VOLTAGE READING (SIS)	38	SIS/FGS POWER STATUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ Typical Instrument Loop Diagram for Oil Wellhead Platform ถูกจัดทำทั้งหมด 39 ประเภทของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่นๆดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงรายการของ Typical Instrument Loop Diagram – Oil Wellhead Platform

No.	Typical Loop Diagram Content	No.	Typical Loop Diagram Content
1	FLOW SWITCH (PCS)	21	SHUTDOWN VALVE (SOLENOID VALVE)
2	FLOW TRANSMITTER (VORTEX)	22	SHUTDOWN VALVE (LIMIT SWITCHES)
3	FLOW TRANSMITTER (CORIOLIS)	23	EMERGENCY SHUTDOWN VALVE
4	FLOW WATER CUT	24	EMERGENCY SHUTDOWN VALVE (SIL1)
5	FLOW MAGNETIC	25	EMERGENCY SHUTDOWN VALVE (SIL2)
6	LEVEL SWITCH (PCS)	26	MANUAL ESD (SIS)
7	LEVEL TRANSMITTER (PCS-CONTROL)	27	MANUAL ESD STATION (SIS)
8	LEVEL TRANSMITTER (PCS-GAP CONTROL)	28	IR POINT GAS DETECTOR
9	LEVEL TRANSMITTER (SIS)	29	ACOUSTIC GAS DETECTOR
10	PRESSURE TRANSMITTER (PCS-INDICATION)	30	UNIT COMMUNICATION LINK
11	PRESSURE TRANSMITTER (PCS-CONTROL)	31	UNIT ALARM (PCS)
12	PRESSURE TRANSMITTER (SIS)	32	UNIT REMOTE COMMAND (PCS)
13	PRESSURE TRANSMITTER (SIS-SIL2)	33	UNIT STATUS (SIS)
14	TEMPERATURE TRANSMITTER (PCS-INDICATION)	34	CURRENT READING (PCS)
15	CHOKE VALVE	35	VOLTAGE READING (PCS)
16	WING VALVE	36	VOLTAGE READING (SIS)
17	MASTER VALVE	37	GENERAL ALARM (PCS)
18	DOWNHOLE SAFETY VALVE	38	RACON FAULT ALARM (PCS)
19	XV FOR PRODUCTION/TEST SEPARATOR MANIFOLDS	39	ESD SIGNAL
20	XV FOR GAS LIFT MANIFOLDS		

4.1.5 เอกสาร Instrument Material Take Off

จากการได้รับมอบมายให้จัดทำเอกสาร MTO ในส่วนของ Tubing & Fitting ซึ่งได้ถูกจัดทำเป็น 2 ชุด สำหรับ Gas Wellhead Platform และ Oil Wellhead Platform โดยจะระบุถึงจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องจัดซื้อเพิ่มเติมนอกจากเครื่องมือวัดและอุปกรณ์หลัก โดยเอกสาร MTO ทั้ง 2 ชุดนี้จะถูกจัดส่งให้บริษัทเจ้าของโครงการเพื่อนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินต้นทุนของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษาที่บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ทำให้ได้มีประสบการณ์การทำงานด้านการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ในเฟส Basic Engineering ด้านเครื่องมือวัดและระบบควบคุมทั้งในส่วนงานของวิศวกรและดีไซน์เนอร์ ซึ่งได้รับความรู้เกี่ยวเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่างๆรวมทั้งการเลือกใช้เครื่องมืออุปกรณ์สำหรับงาน Offshore นอกจากนี้ยังได้ทักษะการใช้งานโปรแกรม INTOOLS สำหรับการจัดการฐานข้อมูล ช่วยให้วิศวกรเครื่องมือวัดและระบบควบคุมเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้นกรณีที่โครงการมีขนาดใหญ่และมีจำนวนเครื่องมือวัดและอุปกรณ์มาก

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. การใช้โปรแกรม INTOOLS สำหรับจัดทำฐานข้อมูลของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่างๆ จำเป็นต้องใช้ Server ของบริษัทซึ่งมีการควบคุมระบบระยะไกลจากต่างประเทศ ทำให้โปรแกรมมีความล่าช้าสำหรับการประมวลผลและขัดข้องบ้างครั้ง

2. เนื่องจากโปรเจคดังกล่าวระยะเวลาการดำเนินจริง 8-10 เดือนแล้วช่วงเวลาที่ได้รับมอบหมายงานเป็นช่วงท้ายของ 4-5 เดือนหลังของโปรเจ็ค ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานช่วงแรก

3. เนื่องจากลักษณะงานของบริษัทมีบางส่วนที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ของบริษัทลูกค้า ทำให้การมอบมายงานและการเข้าถึงเอกสารข้อมูลบางส่วนได้ค่อนข้างยากและไม่สามารถทำงานทุกส่วนได้

4. ขาดความรู้บางเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น P&ID, การทำงานของวาล์วและเครื่องมือวัด, ประเภทของตัว Connection เป็นต้น

5.3 แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

1. ย้ายข้อมูลบางส่วนออกมาทำแบบฟอร์มใหม่กับโปรแกรม Microsoft Excel แทนชั่วคราว

2. ตั้งใจย้อนศึกษาเนื้องานก่อนหน้าและสอบถามพี่ๆในแผนกโดยตรง

3. การทำงานเอกสารแต่ละชุด ต้องให้พี่ในแผนกตรวจสอบก่อนจะนำออกเสมอ

4. ศึกษาข้อมูลเครื่องมือการวัดและอุปกรณ์จากแคทตาล็อกของบริษัทผู้ขายและสอบถามพี่ๆในแผนกโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

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

[2] ทวิช ชูเมือง. 2549. **Industrial Instrumentation Engineering and Design (Part II: Instrumen Engineering and Selection)**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ; ดวงกมลสมัย

[3] Endress+Hauser. 2547. **Flow Handbook**. พิมพ์ครั้งที่ 2. แคนาดา; Endress+Hauser Inc.

[4] พัฒนา เนตรสุวรรณ. 2533. **การวัดอัตราการไหลในท่อ**. [ออนไลน์] [อ้างอิงเมื่อ 17 ธันวาคม 2562] เข้าถึงได้จาก : http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/29590

[5] Honeywell International Inc. 2552. **Intergrated Fire and Gas Soultion–Improves Plant Safety and Business Performance**. [ออนไลน์] [อ้างอิงเมื่อ 6 มกราคม 2563] เข้าถึงได้จาก: https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/whitepapers/FireGasSystem_White paper_April09.1.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้