รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบวิศวกรรมการจัดหาเครื่องจักรและการก่อสร้างสำหรับโครงการ LC-Fining

Engineering Procurement and Construction For LC-Fining Project

นายคุณาธิป ดิลกวุฒิสิทธิ์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบวิศวกรรมการจัดหาเครื่องจักรและการก่อสร้างสำหรับโครงการ LC-Fining

Engineering Procurement and Construction For LC-Fining Project

นายคุณาธิป ดิลกวุฒิสิทธิ์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบวิศวกรรมการจัดหาเครื่องจักรและการก่อสร้างสำหรับโครงการ LC-Fining

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายคุณาธิป ดิลกวุฒิสิทธิ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.สักรียา ชิตวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายชวลิต ทับทิมทอง

สถานประกอบการ บริษัท ฟอสเตอร์วิลเลอร์ ประเทศไทย จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จะกล่าวถึง Engineering Procurement and Construction ซึ่งเป็นขั้นตอนถัดมาจากขั้นตอน Front End Engineering Design (FEED) ซึ่งเป็นขั้นตอนของการวางแผนและประเมินมูลค่าของโครงการ Engineering Procurement and Construction เป็นการการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นการจัดหาหรือการว่าจ้างบริษัทรับเหมาและเป็นการการก่อสร้าง โดย Instrument แต่ละชนิดจะต้องถูกนำมาจัดทำรายละเอียดที่เรียกว่า Instrument Datasheet เพื่อที่จะนำเอกสารนี้ไปเปิดประมูลเพื่อซื้ออุปกรณ์ที่มีรายละเอียดตรงตาม Project Specification

คำสำคัญ : Instrument Datasheet, Project Specification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Engineering Procurement and Construction For LC-Fining Project

Student Intern Name: Mr. Kunathip Dilokwuttisit

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

Advisor Name: Assoc. Prof. Sakreya Chitwong

Mentor Name: Mr. Chauvalit Tuptimtong

Company: Foster Wheeler (Thailand) Limited

ABSTRACT

This cooperative educational report describes a working procedure of Engineering Procurment of LC-Fining Project will be responsible Basic design, Cost Estimate, Reduce schedule and cost. Assignment Include Instrument Database, Comment and Remark P&ID, Vessel Sketch, Instrument Datasheet that's created by SmartPlant Instrumentation Program.

Keywords: Instrument Datasheet, Project Specification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท ฟอสเตอร์ วีลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าไปฝึกปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา ทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานของวิศวกรเครื่องมือวัดมากยิ่งขึ้น และต้องกราบขอบพระคุณ คุณ ณรงค์ ศีลมงคล ผู้จัดการแผนก Control and instrumentation คุณชวลิต ทับทิมทอง ผู้นิเทศงาน รวมไปถึงพี่ๆ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้ในการทำงาน และสุดท้ายขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้า

คุณาธิป ดิลกวุฒิสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หัวข้อ หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป IX

บทที่1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2

1.3 ขอบเขตการทำโครงการ 2

1.4 วิธีดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 Project Life Cycle 4

2.2 Control Valve 4

2.2.1 ชนิดของวาล์วควบคุม 4

2.2.2 องค์ประกอบของวาล์วควบคุม 7

2.2.3 Valve Trim 9

2.2.4 ขนาดของวาล์ว 9

2.2.5 อัตราการทนความดันหน้าแปลนต่ำสุด 9

2.2.6 คุณลักษณะการไหล 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.7 Cavitation and Flashing 13

2.2.8 แรงขับของ Actuator 16

2.2.9 ประเภทการทำงานของ Actuator 16

2.2.10 Two Phase Flow 17

2.3 Piping and Instrumentation Diagram(P&ID) 18

2.3.1 มาตราฐานที่ใช้ในการเขียน Piping and Instrumentation Diagram 18

2.3.2 สัญลักษณ์บน Piping and Instrumentation Diagram 18

2.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับโครงการ 20

2.4.1 เทอร์โมเวลล์ (thermowell) 20

2.4.2 เทอร์โมคัปเปิล (thermocouple) 21

2.5 เครื่องมือวัดระดับที่เกี่ยวข้องกับโครงการ 26

2.5.1 อุปกรณ์วัดระดับชนิดกระจกแก้ว 26

2.5.2 อุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็ก 26

2.5.3 อุปกรณ์วัดระดับแบบดิสเพลสเซอร์ (Displacer) 27

2.5.4 อุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) 28

2.5.5 อุปกรณ์วัดระดับแบบ Nuclear 29

2.6 เครื่องมือวัดการไหลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ 29

2.6.1 แผ่นออริฟิส (Orifice Plate) 30

2.6.2 มิเตอร์วัดการไหลอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic Flowmeters) 31

2.6.3 ท่อเวนทูรี่ (Venturi Tube) 32

2.7 เครื่องมือวัดความดันที่เกี่ยวข้องกับโครงการ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.1 เกจวัดความดันชนิดบูร์ดอง (Bourdon Gauge) 34

2.7.2 แผ่นไดอะแฟรม (diaphragm plate) 37

บทที่3 วิธีการดำเนินงาน 39

3.1 ทำ P&IDs Review และ Comment P&IDs 39

3.2 จัดทำ Instrument Database 41

3.3 จัดทำ Instrument Datasheet 43

3.4 นับจำนวนของ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ในโครงการ (Instrument Quantity) 47

3.5.1 จุดประสงค์ในการทำ Vessel Sketch 48

3.5.2 ขั้นตอนในการทำ Vessel Sketch 49

บทที่4 ผลการดำเนินงาน 52

4.1 จัดทำ Instrument Datasheet 52

4.1.1 อุปกรณ์การวัดความดัน (Pressure) 52

4.1.2 อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ (Temperature) 56

4.1.3 อุปกรณ์การวัดของไหล (Flow) 57

4.1.4 อุปกรณ์การวัดระดับ (Level) 60

4.2 นับจำนวนของ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ในโครงการ 62

4.3 Vessel Sketch 65

4.3.1 แนวคิดในการออกแบบ 65

4.3.2 ตัวอย่างการออกแบบ Vessel Sketch 67

บทที่ 5 วิเคราะห์ผลและสรุปผล 72

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 72

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 73

บรรณานุกรม.....74

ประวัติผู้เขียน.....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแบบต่างๆ 24

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างย่านการใช้งาน และคุณลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐาน 24

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดง Field Instrument Quantity ทั้งหมดที่อยู่ในโครงการ 64

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่า Maximum C-C (Center to Center) 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 รูปแสดงการดำเนินการของโครงการในช่วงต้นจนถึงช่วง EPC 4

รูปที่ 2.2 ลักษณะของ Butterfly Valve 5

รูปที่ 2.3 ลักษณะของ Ball Valve แบบ Full Ball 6

รูปที่ 2.4 Segmental Ball Valve 6

รูปที่ 2.5 Valve Actuator 7

รูปที่ 2.6 Valve Body 7

รูปที่ 2.7 Valve Positioner 8

รูปที่ 2.8 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Equal Percentage 10

รูปที่ 2.9 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Linear 11

รูปที่ 2.10 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Quick Opening 12

รูปที่ 2.11 การเกิด Cavitation 13

รูปที่ 2.12 การเกิด Flashing 15

รูปที่ 2.13 Seat loading versus leakage class 16

รูปที่ 2.14 Air-to-Open และ Air-to-Close 17

รูปที่ 2.15 General Instrument หรือ สัญญาณฟังก์ชั่น 19

รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของสัญญาณ 19

รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์วาล์ว 20

รูปที่ 2.18 ระยะการติดตั้งของเทอร์โมเวลล์ 21

รูปที่ 2.19 ลักษณะวงจรของเทอรีโมคัปเปิล 22

รูปที่ 2.20 แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแบบต่างๆ 23

รูปที่ 2.21 การติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับชนิดกระจกแก้ว 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.22 อุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็ก 27

รูปที่ 2.23 อุปกรณ์วัดระดับแบบดิสเพลสเซอร์ (Displacer) 28

รูปที่ 2.24 อุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) 28

รูปที่ 2.25 แผ่นออริฟิสตามมาตราฐาน ISO 5167 30

รูปที่ 2.26 โครงสร้างของท่อเวนทูรี่ 33

รูปที่ 2.27 ลักษณะการติดตั้งท่อเวนทูรี่ภายในท่อ 33

รูปที่ 2.28 บูร์ดองรูปตัว c (c-type bourdon) 35

รูปที่ 2.29 บูร์ดองแบบก้นหอย (spiral bourdon) 36

รูปที่ 2.30 บูร์ดองแบบขดซ้อน (helix bourdon) 37

รูปที่ 2.31 ไดอะแฟรม (ก) แบบแผ่นเรียบและ (ข) แบบลอน 38

รูปที่ 3.1 Commented P&ID 40

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลใน P&ID Legend Sheet หัวข้อ Function Symbols 40

รูปที่ 3.3 การบันทึกข้อมูลลงไปใน EDE Modules 41

รูปที่ 3.4 ตัวอย่าง P&ID สำหรับการบันทึกข้อมูลลง Database 43

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของ Instrument Process Data Sheet 44

รูปที่ 3.6 การบันทึกข้อมูลลงไปใน Process Data Modules 45

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการทำ Instrument Quantity บน Microsoft Excel 48

รูปที่ 3.8 ตัวอย่าง Vessel บน P&ID 49

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างของ GA Drawingออกแบบ Vessel Sketch 50

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างของ Vessel Sketch ใน Microsoft Visio 51

รูปที่4.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์การวัดความดัน (Pressure) 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่4.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ(Temperature) 56

รูปที่4.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์การวัดของไหล (Flow) 58

รูปที่4.4 ตัวอย่าง Specification Modules.....61

รูปที่4.5 ตัวอย่าง Level Transmitter ที่ต่อโดยตรงกับ Vessel 65

รูปที่4.6 ตัวอย่าง Level Transmitter บน Stand-Pipe 66

รูปที่4.7 ตัวอย่าง P&ID.....68

รูปที่4.8 ตัวอย่างการออกแบบภาพรวมของ Vessel 68

รูปที่4.9 ตัวอย่างการออกแบบ Displacer บน Stand pipe 69

รูปที่4.10 ตัวอย่างการออกแบบอุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็กบน Stand Pipe.....70

รูปที่4.12 ตัวอย่างการออกแบบเกจวัดความดันและอุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่าง 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัทฟอสเตอร์วีลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ให้บริการทางด้านงานวิศวกรรมต่างๆ อาทิเช่น Basic Engineering Design(BED), Front End Engineering Design (FEED), Engineering Procurement and Construction management (EPCm) และ Project Management Consultant โดยโครงการส่วนใหญ่ที่บริษัทฟอสเตอร์วีลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้รับผิดชอบจะเป็นอุตสาหกรรม จำพวก โรงกลั่นน้ำมัน และโรงงานปิโตรเคมีเป็นต้น

สำหรับโครงการที่ได้รับมอบหมายคือ Engineering Procurement and Construction ภายใต้ LC-FINING โปรเจคมีจุดประสงค์เพื่อการออกแบบจัดซื้อและก่อสร้างโรงกลั่นน้ำมัน โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเสนอเรื่องราวเกี่ยวกับการทำงานต่างๆ ในส่วนของวิศวกรรมเครื่องมือวัดในบริษัทฟอสเตอร์วีล-เลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตลอดช่วงของการดำเนินการทำ Engineering Procurement and Construction ให้กับโครงการนี้

โครงการที่ได้รับมอบหมายอยู่ในขั้นตอนของ Engineering Procurement and Construction ซึ่งเป็นขั้นตอนถัดมาจากขั้นตอน Front End Engineering Design (FEED) ซึ่งเป็นขั้นตอนของการวางแผนและประเมินมูลค่าของโครงการ Engineering Procurement and Construction เป็นการการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นการจัดหาหรือการว่าจ้างบริษัทรับเหมาและเป็นการการก่อสร้าง โดยเครื่องมือวัดแต่ละชนิดจะต้องถูกนำมาจัดทำรายละเอียดที่เรียกว่า Instrument Datasheet เพื่อที่จะนำเอกสารนี้ไปเปิดประมูลเพื่อซื้ออุปกรณ์ที่มีรายละเอียดตรงตาม Project Specification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อจัดทำ Instrument Database ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการทำงานต่างๆ
2. เพื่อจัดทำ Instrument Datasheet ที่ใช้ในการระบุรายละเอียดและการจัดซื้ออุปกรณ์ Instrument
3. เพื่อสรุปรายการ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขตของโครงการเพื่อนำไปใช้ในการประเมินราคา
4. เพื่อจัดทำการออกแบบ Vessel Sketch ที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ Instrument บน Vessel

1.3 ขอบเขตการทำโครงการ

ทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกี่ยวข้องกับ Field Instrument เพื่อทำการ Comment บนP&ID และจัดทำ Instrument Data base และ Instrument Data Sheet ลงในซอฟต์แวร์ SPI (Smart Plant Instrumentation) จัดทำ Instrument Quantity ซึ่งเป็นการเช็คจำนวนของ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ภายใต้โครงการ และ จัดทำ Vessel Sketch โดยใช้ Microsoft Visio

1.4 วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษา P&ID Legend และ Symbol Sheet
2. ทำ P&ID Review เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกี่ยวข้องกับ Instrument และ Comment บน P&ID เพื่อส่งกลับไปให้ Process Engineer ทำการแก้ไข และในขณะที่ทำ P&ID Review วิศวกรเครื่องมือวัดจะจัดทำ Instrument Database ของ Instrument ที่อยู่ในขอบเขตของโครงการเพื่อเป็นฐานข้อมูลที่จะใช้ในการดำเนินงาน
3. จัดทำ Instrument Datasheet ของ Field Instrument เพื่อกำหนด Specification และ Requirementในการซื้ออุปกรณ์ Instrument
4. จัดทำ Vessel Sketch เพื่อศึกษารายละเอียดของ Vessel เพื่อระบุตำแหน่งของ Instrument แต่ละตัวบน Vessel ให้ง่ายต่อความเข้าใจและนำไปใช้ในการกำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์ Level Transmitter แต่ละตัวที่อยู่บน Vessel
5. จัดทำ Instrument Quantity เพื่อใช้เพื่อดูภาพรวมของจำนวนอุปกรณ์ Field Instrument ในโครงการรวมถึงการนำไปตรวจสอบและต่อรองราคากับทาง Vender อย่างคร่าวๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้และได้รับประสบการณ์การทำงานทางด้าน Engineering Procurement and Construction
2. ได้เรียนรู้การทำ Instrument Data base และ Instrument Data Sheet
3. สามารถอ่านและเข้าใจ P&ID
4. สามารถจัดการกับข้อมูลที่มีปริมาณมากโดยใช้ซอฟต์แวร์ Smart Plant Instrument ได้
5. ได้ทักษะและทดลองใช้โปรแกรม Microsoft Visio ในการออกแบบ Vessel Sketch มีความเข้าใจในอุปกรณ์การวัดและควบคุมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 Project Life Cycle

โครงการต่างๆในอุตสาหกรรมมักจะเริ่มจากความคิดที่อยากจะเพิ่มสิ่งต่างๆ ซึ่งก็คือในช่วงของ Concept เช่น การที่จะสร้าง Plant จะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเบื้องต้นก่อน เมื่อคิดว่าโครงการสามารถดำเนินการได้ก็จะต้องมีการวางแผนการดำเนินการต่างๆซึ่งจะดำเนินการในช่วง Front End Engineering Design และจะรวมไปถึงการประมาณการต่างๆเช่น งบประมาณที่จะต้องใช้ในการดำเนินโครงการและระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ ซึ่งจะใช้ในการตัดสินใจว่าจะดำเนินการทำโครงการต่อหรือไม่ และหากตัดสินใจที่จะดำเนินการทำโครงการต่อโครงการก็จะเข้าสู่ช่วง Engineering Procurement and Construction (EPC) หรือช่วงปฏิบัติงานจริงที่จะออกแบบการก่อสร้าง จัดซื้อของและลงมือก่อสร้างจริง ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้จะเป็นไปดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 รูปแสดงการดำเนินการของโครงการในช่วงต้นจนถึงช่วง EPC

2.2 Control Valve

อุปกรณ์ที่เรียกว่า Final Element ของระบบควบคุม มีหน้าที่คือปิดกั้นการไหลของของไหลภายในท่อ ซึ่งอาจจะปิดกั้นเป็นบางส่วนหรือไม่ให้ของไหลสามารถผ่านได้เลย

2.2.1. ชนิดของวาล์วควบคุม

2.2.1.1 Globe Valve

Globe Valve เป็นวาล์วที่ควบคุมการไหลของของไหลในท่อโดยการเปิด-ปิดลิ้นของวาล์ว ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของก้านวาล์ว ที่สั่งการโดย Actuator ของ Control Valve

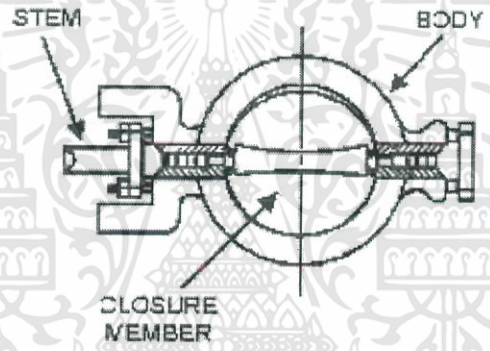
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 Rotary Valve

วาล์วลักษณะนี้จะเปิด-ปิดลิ้นวาล์วด้วยการหมุนก้านวาล์วแทนการเคลื่อนที่ขึ้นลงเหมือนกับ Globe Valve รวมไปถึงวาล์วที่มีการหมุนของก้านวาล์วเพียง ¼ รอบ (Quarter Trim) วาล์วแบบนี้จะมีลักษณะเฉพาะดังนี้คือ น้ำหนักเบา, ความจุสูง, แรงเสียดทานที่ก้านวาล์วต่ำ วาล์วประเภทนี้ อาจแบ่งเป็นชนิดย่อยๆได้อีกเช่น

1. Butterfly Valve

Butterfly Valve เป็นวาล์วที่มีลิ้นวาล์วถูกออกแบบให้ใช้แรงขับต่ำ จะมีการควบคุมการเปิดของลิ้นวาล์วระหว่าง 10 ถึง 60 องศา แต่ถ้าตัวที่มีสมรรถนะสูงจะสามารถเปิดได้ถึง 90 องศา วาล์วแบบนี้จะมีการชดเชยที่ก้านวาล์วถึง 2 ครั้ง ตัวอย่างลักษณะของ Butterfly Valve ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะของ Butterfly Valve

การนำ Butterfly Valve ไปใช้ในอุณหภูมิที่สูงถึง 400 F สามารถออกแบบให้เป็น Tight Shutoff ได้โดยการใช้บ่าวาล์วเป็น วัสดุที่ยืดหยุ่นได้ สำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 400 F จะออกแบบให้บ่าวาล์วเป็นโลหะ และสามารถนำไปใช้งานในแบบ Fire-safe ได้

ความสามารถในเรื่องย่านการควบคุมของ Butterfly Valve จะอยู่ที่ประมาณ 33:1 สำหรับแบบทั่วไป แต่สำหรับวาล์วที่สมรรถนะสูงสามารถทำได้ถึง 100:1

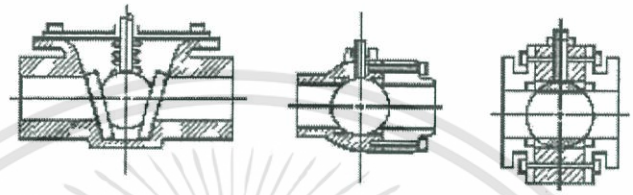
2. Ball Valve

Ball Valve จะทำการเปิด-ปิดลิ้นวาล์วที่เป็นบอลรูปทรงกลม สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ Full Ball และ Segmental Ball

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Full Ball

วาล์วลักษณะนี้จะมีช่องผ่านของไหล (Port) ทะลุบอลรูปทรงกลม โดยขนาดช่องผ่านของไหลบนลิ้นของวาล์วจะมีขนาดเท่ากับเส้รผ่านศูนย์กลางภายในท่อ หรือถ้าหากต้องการลดค่า Cv ของวาล์วอาจทำให้ขนาดของรูเล็กลงกว่าเส้รผ่าศูนย์กลางภายในท่อได้ โดยวาล์วแบบนี้จะนิยมใช้กับงานที่เป็น Block Valve ตัวอย่างลักษณะของ Ball Valve แบบ Full Ball ดังรูปที่ 2.3

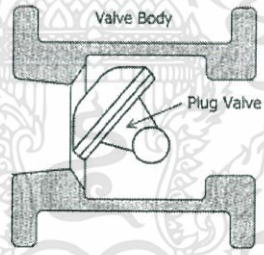


(a) One Piece (b) Two Piece (c) Three Piece

รูปที่ 2.3 ลักษณะของ Ball Valve แบบ Full Ball

Segmental Ball

ลิ้นของวาล์วชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นชีกของลูกบอล คุณลักษณะการไหลของการไหลที่ผ่านวาล์วจะเป็นไปตามการหมุนของลูกบอล ตัวอย่าง Segmental Ball Valve ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 Segmental Ball Valve

ทั้ง Butterfly Valve และ Ball Valve ไม่มีข้อจำกัดใดๆในการนำไปใช้งานที่ตัววาล์วมีขนาดเล็กกว่าท่อ ขนาดท่อที่เล็กลงจะมีผลกระทบต่อการหาขนาดวาล์ว วาล์วทั้งสองนี้จะมีโอกาสเกิด Flashing และ Cavitation มากกว่าเมื่อเทียบกับ Globe Valve ที่ขนาดเท่าๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

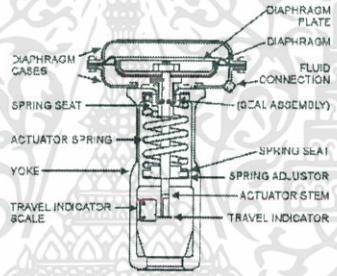
2.2.2 องค์ประกอบของวาล์วควบคุม

วาล์วควบคุมมีส่วนประกอบหลายส่วนและมีชื่อเรียกเฉพาะส่วน ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของวาล์วควบคุมจะประกอบด้วยส่วนหลักๆดังนี้

1. Valve Actuator
2. Valve Body
3. Valve Positioner

2.2.2.1 Valve Actuator

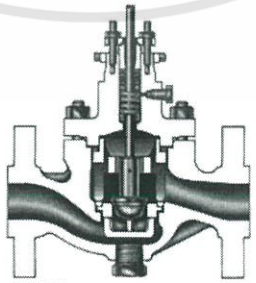
ส่วนที่ใช้ในการขับเคลื่อนก้านวาล์ว ให้เคลื่อนที่ไปตามระดับสัญญาณการควบคุมเพื่อไปใช้ในการเปิด-ปิดลิ้นวาล์วการเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นจากแรงกดของสัญญาณลมที่แผ่นไดอะแฟรม ในตัว Actuator ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 Valve Actuator

2.2.2.2 Valve Body

จะเป็นส่วนที่ยึดจับลิ้นวาล์วและบ่าวาล์วและยังเป็นทางผ่านของของไหลที่ต้องการควบคุม ซึ่งมีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.6

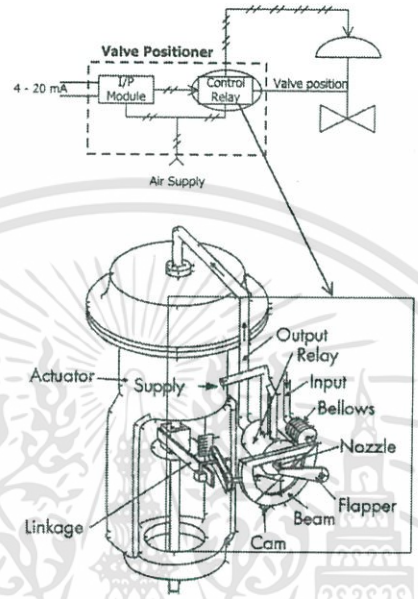


รูปที่ 2.6 Valve Body

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 Valve Positioner

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดความดันของสัญญาณลมที่ต่อไปยังวาล์ว Actuator เพื่อทำการขับก้านวาล์วตามสัญญาณการควบคุม ซึ่งส่วนประกอบของ Valve Positioner จะเป็นไปดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Valve Positioner

2.2.2.4 ส่วนประกอบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกวาล์วควบคุม

1. Bonnet	ฝาครอบตัววาล์วเป็นส่วนที่ใช้ประคองก้านวาล์ว
2. Diaphragm	เป็นส่วนที่ใช้รับแรงจากความดันอากาศ (Instrument Air) เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนก้านวาล์ว (Stem)
3. Packing	เป็นซีลรอบๆก้านวาล์วเพื่อป้องกันการรั่วไหล
4. Plug	ลิ้นวาล์วจะเป็นส่วนเปิด-ปิดเพื่อควบคุมการไหลผ่านตัววาล์ว
5. Seat Ring	บ่าวาล์วจะเป็นส่วนที่เปิด-ปิดร่วมกับลิ้นวาล์วเพื่อใช้ในการควบคุมการไหล
6. Spring	เป็นส่วนที่ใช้ดัน Diaphragm ให้อยู่ในตำแหน่งเดิม เมื่อไม่มีแรงกดจากความดันอากาศ
7. Stem	ก้านวาล์วที่เชื่อมต่อระหว่าง Diaphragm กับลิ้นวาล์ว
8. Travel Indicator	สเกลแสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของก้านวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Valve Body	ตัววาล์วจะเป็นส่วนหลักของวาล์วควบคุมที่ต่ออยู่กับท่อ
10. Yoke	เป็นส่วนโครงสร้างที่ใช้ยึดส่วนประกอบของ Diaphragm และอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ

2.2.3 Valve Trim

Trim ของวาล์วจะหมายถึงส่วนประกอบที่อยู่ภายในตัววาล์ว ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆดังนี้คือ ลิ้นวาล์ว, บ่าวาล์ว, ก้านวาล์ว และส่วนประคองลิ้นวาล์ว ซึ่งจะเป็นส่วนที่ต้องมีการสัมผัสอยู่กับของไหลตลอดเวลา จึงทำให้มีผลกระทบโดยตรงที่ทำให้เกิดการสึกหรอ, การครูด, การกัดเซาะ, หรือการกัดกร่อนได้มากกว่าบริเวณภายนอกตัววาล์ว การทำให้ผลกระทบเหล่านี้น้อยที่สุดควรจะใช้วัสดุที่เป็น Trim ของวาล์วแตกต่างจากวัสดุที่ใช้ทำวาล์ว มาตรฐานของวัสดุที่ใช้ทำ Trim ของวาล์วจะเป็น Stainless 316 เป็นวัสดุชนิดแรกที่ต้องพิจารณาในการเลือกใช้ ส่วนโลหะผสม (Alloy) เกรดที่สูงกว่านี้จะเป็น 416-SS ซึ่งสามารถใช้งานกับกรณีที่มีความเสียหายรุนแรงได้อย่างดี

2.2.4 ขนาดของวาล์ว

ขนาดของวาล์วควรจะมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดของท่อลงมา 2 ขนาด ถ้าขนาดของวาล์วเล็กกว่าท่อลงมามากกว่า 2 ขนาดจะทำให้มีแรงกลมาจากระบบท่อ ซึ่งเกินกว่าที่ตัววาล์วจะทนได้ ต้องมีการตรวจสอบและทำการลดขนาด Trim หรืออาจเลือกใช้วาล์วที่มีขนาดเท่ากับท่อได้

การเลือกขนาดวาล์วที่เล็กกว่าขนาดท่อมากกว่า 2 ขนาด อาจเป็นตัวแปรที่ใช้แสดงว่า มีการออกแบบขนาดท่อที่ใหญ่เกินไป

2.2.5 อัตราการทนความดันหน้าแปลนต่ำสุด

สำหรับการเลือกใช้วัสดุที่ตัววาล์วเป็น Carbon Steel หรือ Stainless มาตรฐานต่ำสุดของหน้าแปลนที่เลือกใช้ควรจะเป็น ANSI Class 300 เพื่อลดจำนวนตัววาล์วที่จะเป็นชิ้นส่วนสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 คุณลักษณะการไหล

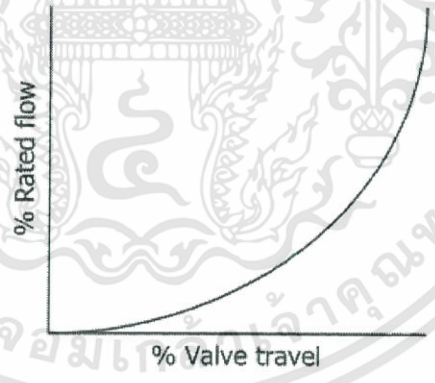
คุณลักษณะการไหลของวาล์วเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและการเคลื่อนที่ของวาล์วจากตำแหน่งปิดไปยังตำแหน่งที่กำหนดตามความดันที่ตกคร่อมวาล์วโดยมีอิทธิพลมาจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต

สำหรับผู้ผลิตวาล์วจะกำหนดคุณลักษณะการไหลของวาล์วโดยวัดอัตราการไหลที่ผ่านวาล์วโดยมีการปรับเปลี่ยนการเปิดวาล์ว ในขณะที่ควบคุมความดันตกคร่อมวาล์วให้คงที่

คุณลักษณะการไหลของวาล์วจะมีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ๆดังนี้คือ Equal Percentage, Linear และ Quick Opening

1. Equal Percentage

ถ้าสันนิษฐานว่าความดันที่ตกคร่อมวาล์วมีค่าคงที่ วาล์วที่มีลักษณะแบบนี้ เมื่อวาล์วเปิดจะทำให้อัตราไหลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้น เปอร์เซนต์เพิ่มขึ้นจากการเปิดวาล์วเป็นสาเหตุให้อัตราการไหลเดิมที่ผ่านวาล์วเพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซนต์เท่ากับการเปิดวาล์ว ดังแสดงอัตราการไหลเทียบกับเปอร์เซนต์การเปิดในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Equal Percentage

วาล์วแบบ Equal Percentage เป็นวาล์วที่มีอัตราการขยายตามการเปิดและจะถูกแนะนำให้ใช้สำหรับกระบวนการที่มีอัตราการขยายลดลง เมื่อการไหลของวาล์วเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

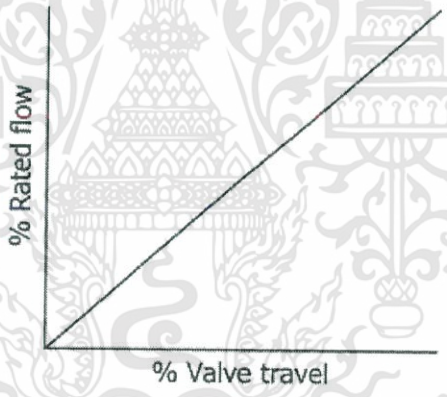
ถ้าความดันที่ตกคร่อมระหว่างวาล์วมีค่าลดลง วาล์วแบบ Equal Percentage จะแสดงคุณลักษณะการเพิ่มเป็นแบบเชิงเส้น ด้วยเหตุนี้วาล์วแบบ Equal Percentage จึงเป็นวาล์วที่ถูกแนะนำให้ใช้สำหรับกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงความดันตกคร่อมตัววาล์ว

หลักการทั่วไปสำหรับการเลือกใช้วาล์วควบคุมแบบ Equal Percentage เป็นดังนี้

1. กระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีการเปลี่ยนแปลงมาก
2. กระบวนการที่กำหนดให้มีค่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วน้อย
3. ใช้ในฟังก์ชันควบคุมความดันและอุณหภูมิ

2. Linear

มีอัตราการไหลผ่านวาล์วเป็นเชิงเส้นกับการเปิดของวาล์ว ดังแสดงอัตราการไหลเทียบกับเปอร์เซนต์การเปิดดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Linear

วาล์วที่มีคุณลักษณะเป็นแบบเชิงเส้นจะถูกใช้งานกับกระบวนการที่มีความดันตกคร่อมวาล์วคงที่ตลอดการเปิดของวาล์ว ตัวอย่างการใช้งานเช่น การควบคุมระดับ, การควบคุมการไหลที่เป็นเชิงเส้น และการป้องกันการไหลต่ำสุดของปั๊ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

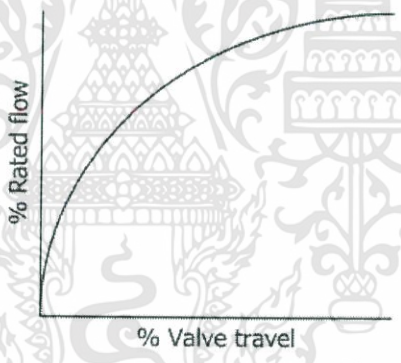
หลักการทั่วไปสำหรับการเลือกใช้วาล์วควบคุมแบบ Linear เป็นดังนี้

1. ใช้ในฟังก์ชันการควบคุมระดับของเหลวหรืออัตราการไหล

2. กระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีค่าคงที่

3. Quick Opening

วาล์วคุณลักษณะแบบนี้จะมีการเพิ่มอัตราการไหลอย่างรวดเร็วเมื่อวาล์วเปิดอัตราการไหลเริ่มต้นจะเป็นเชิงเส้น เมื่อวาล์วเริ่มเปิดจนถึงประมาณ 50 – 70 เปอร์เซนต์ อัตราการไหลจะคงที่เมื่อพื้นที่ของลิ้นวาล์วเท่ากับช่องทางออก วาล์วแบบนี้จะถูกใช้งานกับการเปิด-ปิดที่เกี่ยวข้องกับความดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Quick Opening

หลักการทั่วไปสำหรับการเลือกใช้วาล์วควบคุมแบบ Quick Opening เป็นดังนี้

1.ใช้ในฟังก์ชันการควบคุมที่เปิด-ปิดบ่อย

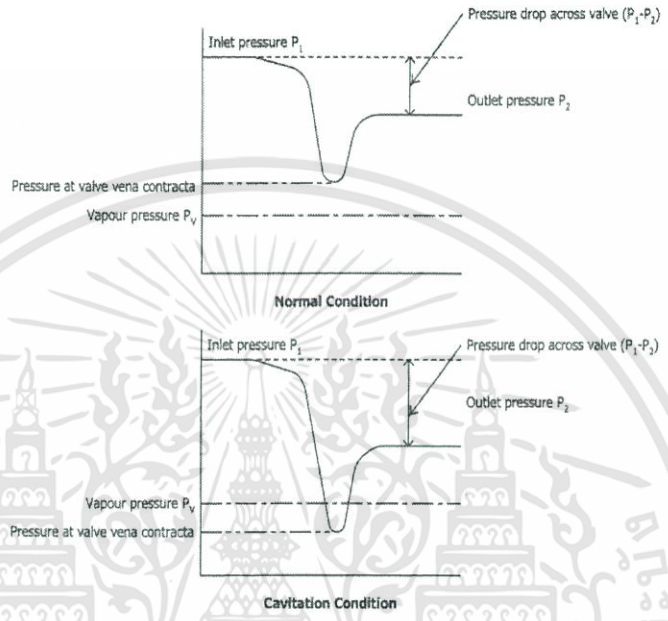
2.กระบวนการที่ต้องการอัตราการไหลสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 Cavitation and Flashing

2.2.7.1 Cavitation

Cavitation ในตัววาล์วสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อความดันของของไหลที่ผ่านตัววาล์วมีค่าลดลงต่ำกว่าค่าความดันไอ (Vapor Pressure) และความดันจะกลับคืนมาสูงกว่าความดันไอ



รูปที่ 2.11 การเกิด Cavitation

Cavitation จะส่งผลต่อขนาดของวาล์วและสามารถทำให้ชิ้นส่วนภายในวาล์วและท่อด้านนอกมีความเสียหายเกิดขึ้น โดยจะขึ้นอยู่กับการออกแบบภายในของวาล์ว, ความดันตกคร่อม, อัตราการไหล, อุณหภูมิและชนิดของไหล

การเลือกลิ้นวาล์วที่ป้องกันการ Cavitation จะต้องระวังการอุดตันที่ตัวลิ้นวาล์ว เนื่องจากลิ้นวาล์วแบบนี้จะมีลักษณะเป็นรูเล็กเพื่อใช้ลดความดันลงมาหลายๆขั้นซึ่งถ้าคาดการณ์ว่าจะเกิด Cavitation จะต้องมีการพิจารณาดังนี้

1. ตรวจสอบความดันต้นทางของวาล์วที่ต้องการ
2. ย้ายตำแหน่งวาล์วไปยังตำแหน่งที่ต้องการความดันด้านออกมีค่าสูงๆ
3. ย้ายตำแหน่งวาล์วไปยังตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำๆ
4. ติดตั้งแผ่นออริฟิสที่ด้านขาออกของวาล์ว ถ้าอัตราการไหลมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย
5. ติดตั้งวาล์วเพิ่ม
6. ติดตั้งวาล์วสำรองขนานกับวาล์วหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7.2 วิธียับยั้ง Cavitation

วิธีที่ดีสำหรับการลด Cavitation คือ การหาฟังก์ชันการทำงานของวาล์วที่เหมาะสมหรือปรึกษากับผู้ผลิตโดยตรง สำหรับการ cavitation ที่รุนแรง เมื่อนำไปใช้กับของไหลที่เป็นน้ำ แนะนำให้ใช้วาล์วที่เป็นแบบ Anticavitation Trim ซึ่งจะมีรูเล็กๆสำหรับลดความดันลงมาหลายๆขั้น และในการใช้งานจะต้องมีการติดตั้ง Strainer ที่ด้านหน้าทางเข้าของวาล์วเพื่อป้องกันการอุดตันของรูเล็กๆ เหล่านี้ สำหรับ Anticavitation Trim จะถูกออกแบบให้มีลักษณะดังนี้คือ แยกอัตราการไหลเป็นสายเล็กๆหลายๆสาย, ลดความดันลงเป็นแบบหลายๆขั้น, บังคับให้อัตราการไหลคดเคี้ยวไปมา และบังคับให้กระแสการไหลพุ่งตรงไปยังโครงวาล์ว

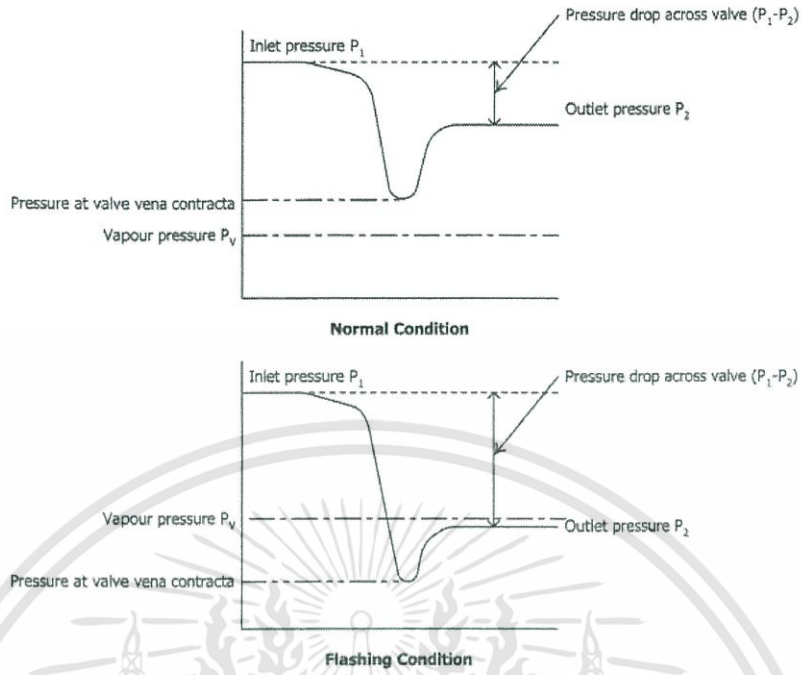
วาล์วแบบ Rotary ไม่ควรนำไปใช้ในกรณีที่เกิด Cavitation หรือการกัดเซาะ เนื่องจากวาล์วแบบนี้จะมีอัตราการคืนกลับค่าความดันสูง ทำให้เกิดการ Cavitation อย่างรุนแรงและจะทำให้พลังงานจากการไหลพุ่งไปยังผนังท่อ ทำให้เกิดการสึกหรอได้

2.2.7.3 Flashing

ถ้าค่าความดันของไหลที่อุณหภูมิการไหลมีค่าลดลงต่ำกว่าค่าความดันไอ ฟองอากาศจะค่อยๆเกิดขึ้นในของเหลว ถ้าความดันด้านทางออกวาล์วไม่สามารถคืนกลับมามากกว่าความดันไอ จะเกิดการผสมกันระหว่างของเหลวและไอ ออกไปจากตัววาล์ว

เมื่อปริมาณของไอเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่อัตราการไหลถูกจำกัดหรือ Choked นานไปจะทำให้ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การเกิด Flashing

2.2.7.4 Erosion

การกัดเซาะเกิดจากหลายสาเหตุเช่น ความเร็วของการไหลที่สูง เพราะว่าความเร็วของการไหลมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิด Cavitation และ Flashing บ่อยครั้งจะเป็นต้นเปตุของการกัดเซาะ

Flashing จะทำให้เกิดการสึกหรอราบเรียบบนลิ้นวาล์วและบ่าวาล์ว ทำให้เกิดการรั่วไหลและคุณลักษณะการไหลเปลี่ยนไป

อนุภาคโดยเฉพาะของแข็งที่เคลื่อนที่ในของไหล สามารถทำให้เกิดการกัดเซาะเหมือนกับกรณี Flashing โดยบ่าของวาล์วจะเกิดการสึกหรอจนสามารถหลุดออกจากตัววาล์ว ซึ่งจะส่งผลให้วาล์วสูญเสียการควบคุมอัตราการไหล

การกัดเซาะอีกชนิดหนึ่งเกิดจากการกัดกร่อนของของไหล ถ้าวัสดุที่ใช้ไม่มีการป้องกันโดยการเคลือบผิวหน้าด้วยวัสดุที่ทนการกัดกร่อนได้ แต่เมื่อใช้งานไปเป็นระยะเวลาหนึ่งวัสดุที่ใช้ในการเคลือบผิวอาจจะถูกกัดกร่อนทำให้วัสดุภายในสัมผัสกับของไหลได้

ในการป้องกันการกัดกร่อน ควรเลือก Trim ของวาล์วแบบ Hardened และออกแบบเป็นรูปเพรียวลม เพื่อป้องกันของไหลปะทะกับ Trim โดยตรง หรือเลือกวาล์วแบบ Angle หรือลดขนาด Trim เพื่อให้ความเร็วของการไหลอยู่ที่ค่ายอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหา Flashing สามารถทำได้โดยใช้วัสดุที่เป็น Hardened alloys ลดความดันแบบหลายขั้น, ออกแบบ Trim ของวาล์วเป็นแบบพิเศษ

2.2.8 แรงขับของ Actuator

แรงที่เกิดจากการไหลที่ผ่านวาล์วจะมีผลกระทบต่อการทำงานของ Actuator แรงสปริงจากใน Actuator จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ลิ้นวาล์วมีการทำงานอย่างเสถียรภาพ นอกจากนั้นแรงสปริงจะเป็นแรงที่กดไปยังบ่าวาล์วเมื่อวาล์วปิดสนิท และจะต้องชนะแรงเสียดทานของก้านวาล์วกับ Packing การออกแบบ Actuator จึงต้องออกแบบให้มีความสมดุลย์ของแรงเหล่านี้คือ

แรงขับที่จำเป็นในการทำให้วาล์วปิดสนิทจะขึ้นอยู่กับขนาดของบ่าวาล์วและเป็นไปตามการแบ่งหมวดหมู่ของการปิดสนิท ภาระที่บ่าวาล์วจะอยู่บนพื้นฐานของ ANSI FCI Leakage Criteria

Leakage Class	Nominal Port Size < 5 inches	Nominal Port Size > 5 inches
Class I	10 lb/linear inch	10 lb/linear inch
Class II	20 lb/linear inch	20 lb/linear inch
Class III	30 lb/linear inch	40 lb/linear inch
Class IV metal seats	50 lb/linear inch	80 lb/linear inch
Class IV soft seats	50 lb/linear inch	50 lb/linear inch
Class V metal seats	250 lb/linear inch	400 lb/linear inch
Class V soft seats	50 lb/linear inch	50 lb/linear inch
Class VI soft seats	50 lb/linear inch	100 lb/linear inch
Note: Seat load = seating force/port circumference.		

รูปที่ 2.13 Seat loading versus leakage class

2.2.9 ประเภทการทำงานของ Actuator

การทำงานของ Actuator จะถูกแยกเป็น

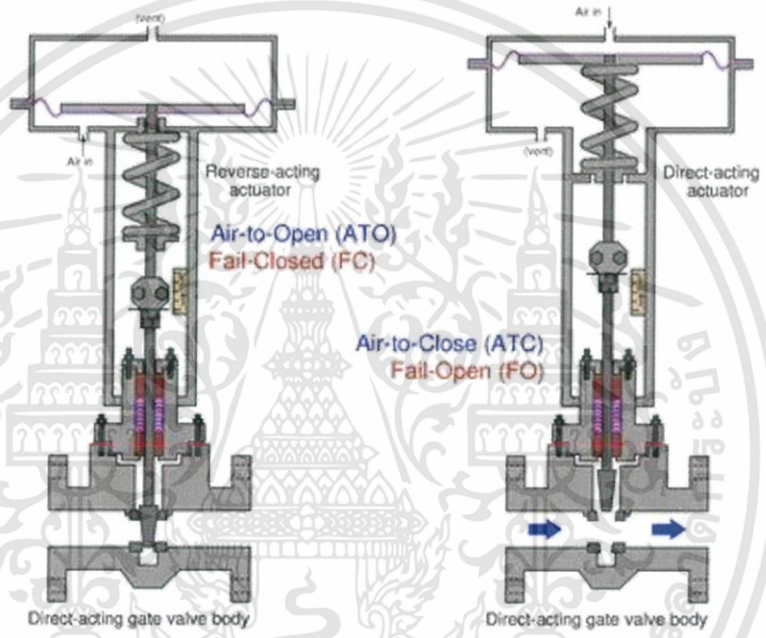
1. Air-to-Open

Instrument Air จะถูกใช้สำหรับดันต้านแรงสปริงใน Actuator เพื่อยกแผ่นไดอะแฟรมขึ้น ส่งผลให้ก้านวาล์วเคลื่อนที่ขึ้น และวาล์วเปิดให้ของไหลผ่านได้ ถ้าหากความดันอากาศที่ Actuator ไม่เพียงพอที่จะทำให้ วาล์วเปิดได้วาล์วจะปิดตัวลงเรียกว่า (Fail Open)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Air-to-Close

Instrument Air จะถูกใช้สำหรับดันต้านแรงสปริงใน Actuator เพื่อกดแผ่นไดอะแฟรมลง ส่งผลให้ก้านวาล์วเคลื่อนที่ลง และวาล์วเปิดให้ของไหลผ่านได้ ถ้าหากความดันอากาศที่ Actuator ไม่เพียงพอที่จะทำให้ วาล์วเปิดได้วาล์วจะปิดตัวลงเรียกว่า (Fail Close)



รูปที่ 2.14 Air-to-Open และ Air-to-Close

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.10 Two Phase Flow

การไหลแบบนี้จะเป็นการไหลที่มีของไหล 2 สถานะคือ ของเหลวและก๊าซไหลปนกัน ซึ่งจะมีการ Flashing ด้านทางออกจากวาล์วและตัววาล์วจะต้องไม่เล็กกว่าขนาดท่อด้านทางออก 1 ขนาด ควรจะต้องมีการจัดเตรียมส่วนขยายให้กับท่อที่ด้านขาออกของวาล์ว และต้องมีท่อทางตรงอย่างน้อย 10 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ เพื่อทำให้ท่อด้านขาออกมีการสั่นสะเทือนเนื่องจากความเร็วของไหลที่ออกจากตัววาล์วน้อยที่สุด

2.3Piping and Instrumentation Diagram(P&ID)

P&ID คือแบบโรงงานหรือแผนผังที่แสดงรายละเอียดของท่อ (Piping) อุปกรณ์ (Equipment) และอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ (Instrument) ของกระบวนการผลิต

2.3.1 มาตราฐานที่ใช้ในการเขียน Piping and Instrumentation Diagram

มาตรฐานการเขียน P&ID จะมีอยู่หลายมาตรฐานอยู่เหมือนกัน แต่ที่เขานิยมใช้กันจะมี 4 แบบ ดังต่อไปนี้

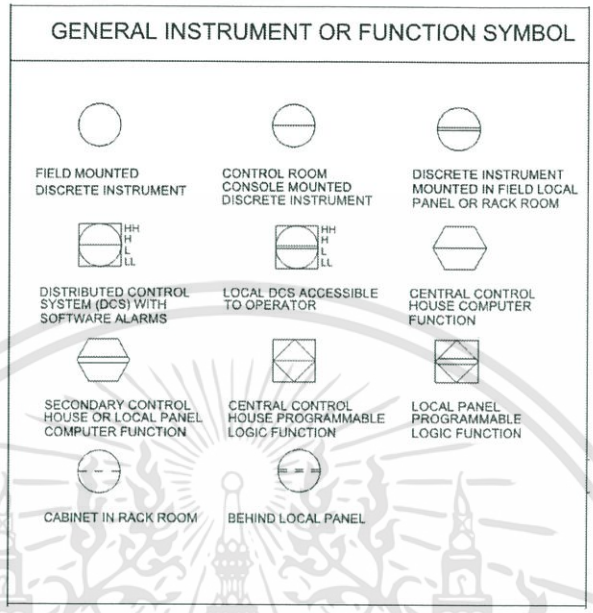
1. DIN (German Industrial Standard)
2. JIS (Japanese Industrial Standards)
3. ISA (Instrument symbols and identification)
4. PIP (Process Industry Practices)

ในโครงการนี้เราจะใช้มาตราฐาน ISA (Instrument symbols and identification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

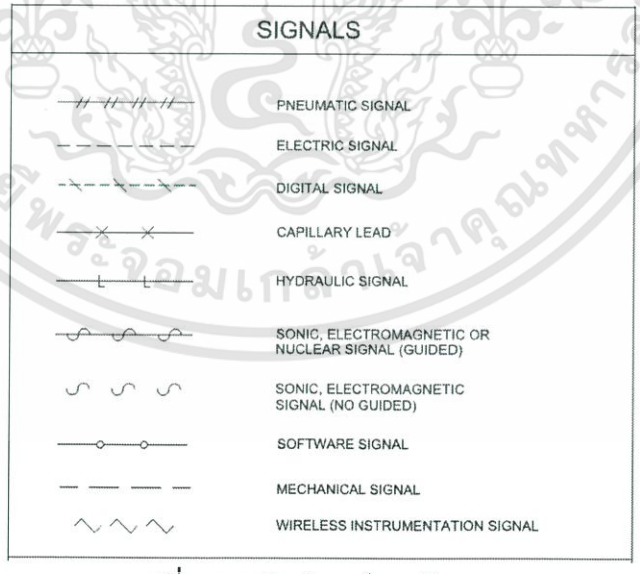
2.3.2 สัญลักษณ์บน Piping and Instrumentation Diagram

2.3.2.1 สัญลักษณ์ตำแหน่งและฟังก์ชั่น



รูปที่ 2.15 General Instrument หรือสัญญาณฟังก์ชั่น

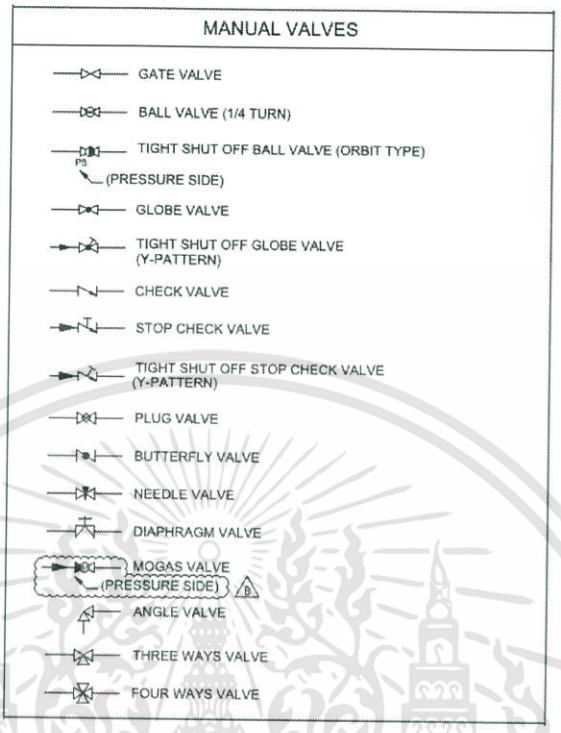
2.3.2.2สัญลักษณ์ของสัญญาณ(Signal)



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3สัญลักษณ์ของวาล์ว



รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์วาล์ว

2.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิมีหลายชนิดโดยเครื่องมือแต่ละชนิดอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเฉพาะของสารคือจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่วัดได้เมื่ออุณหภูมิที่วัดเปลี่ยนไปโดยในหัวข้อนี่เราจะกล่าวถึงเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ส่วนมากพบเจออยู่ในโครงการนี้

2.4.1 เทอร์โมเวลล์ (thermowell)

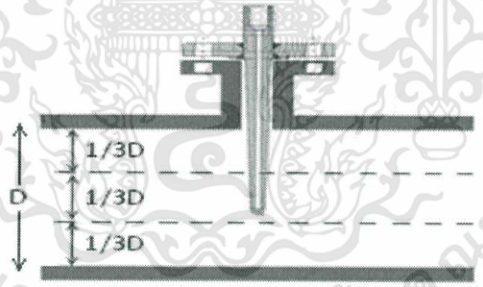
เทอร์โมเวลล์ (thermowell) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้สิ่งที่ต้องการวัดสัมผัส เครื่องมือวัด (instrument) โดยตรง โดยมีหน้าที่หลัก 2 ประการ คือ เพิ่มความแข็งแรงทนทานให้ตัวเทอร์โมคัปเปิล (thermocouple) หรืออาร์ทีดี (RTD) และป้องกันการเสียหายของตัวเครื่องมือวัดจากสภาวะการใช้งาน เช่น การกัดกร่อนจากสารเคมี หรือการแผ่รังสีจากแหล่งกำเนิดความร้อนของระบบ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สารประกอบในตัวเครื่องมือวัดเกิดการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเลือกใช้เทอร์โมเวลส์จะมีหลายตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณา เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยมีตัวแปรพื้นฐานเช่น ชนิดของเทอร์โมเวลส์,อัตราการทนความดัน (Pressure Rating) วัสดุที่ใช้ในการทำเทอร์โมเวลส์ เป็นต้น ในการใช้งานเทอร์โมเวลส์กับกระบวนการผลิตโดยปกติเทอร์โมเวลส์จะถูกติดตั้งอยู่บนท่อ, ถังหรืออุปกรณ์ต่างๆในกระบวนการผลิต ซึ่งบริเวณต่างๆที่ต้องการวัดอุณหภูมินั้นจะมีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันไปดังนั้นการใช้งานควรจะมีการกำหนดขนาดและความยาวมาตราฐานเพื่อสะดวกในการเก็บชิ้นส่วนสำรองหรือการใช้งานทดแทนกันได้เมื่อเกิดความเสียหาย

วัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมเวลล์มีหลายชนิดได้แก่ เซรามิกเหมาะสำหรับการใช้งานในสภาวะอุณหภูมิสูงและในงานที่มีสภาพการกัดกร่อน ส่วนสแตนเลสเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากมีข้อดีหลายประการได้แก่ ใช้ในสภาวะแวดล้อมที่กัดกร่อนได้ ใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูงและเย็นจัดได้ มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับมวล และเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความสะอาดสูง เช่น ในกระบวนการฆ่าเชื้อ เนื่องจากไม่ปนเปื้อนและไม่ทำปฏิกิริยา

การติดตั้งเทอร์โมเวลล์ (thermowell) โดยระยะความลึกของเทอร์โมเวลล์ที่เข้าไปภายในท่อหรือถังต้องอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของระยะ 1 ใน 3 ส่วนของตรงกลาง



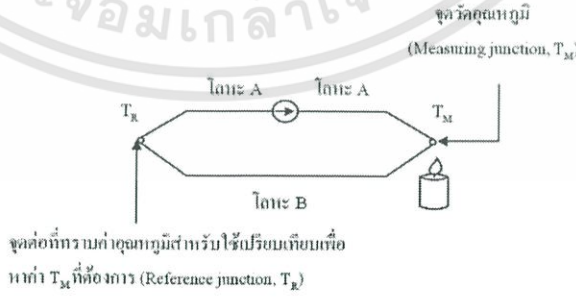
รูปที่ 2.18 ระยะการติดตั้งของเทอร์โมเวลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 เทอร์โมคัปเปิล (thermocouple)

หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล คือ อาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิในการสร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้น การที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าหนึ่งจะอ้างอิงเป็นอุณหภูมิค่าหนึ่งได้ แสดงว่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องอ้างอิงกับอุณหภูมิค่าคงที่ค่าหนึ่งเสมอ โดยเรียกอุณหภูมิคงที่ที่ใช้อ้างอิงนี้ว่า Reference Junction และได้มีการกำหนด Reference Junction ให้เป็น 0 °C เพื่อให้การวัดอุณหภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และกำหนดเป็นตารางมาตรฐานแสดงค่าอุณหภูมิเทียบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ แต่โดยทั่วไป เทอร์โมคัปเปิลจะทำการวัดที่อุณหภูมิห้อง (เช่น 25 °C) นั่นคือไม่ได้เทียบกับ 0 °C แสดงว่าค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ยังไม่ถูกต้อง หากนำไปอ่านค่าอุณหภูมิจากตารางมาตรฐานจะผิดพลาด จึงจำเป็นต้องมีการรักษา Reference Junction เพื่อให้การวัดอุณหภูมิเทียบกับ 0 °C ตลอดเวลา

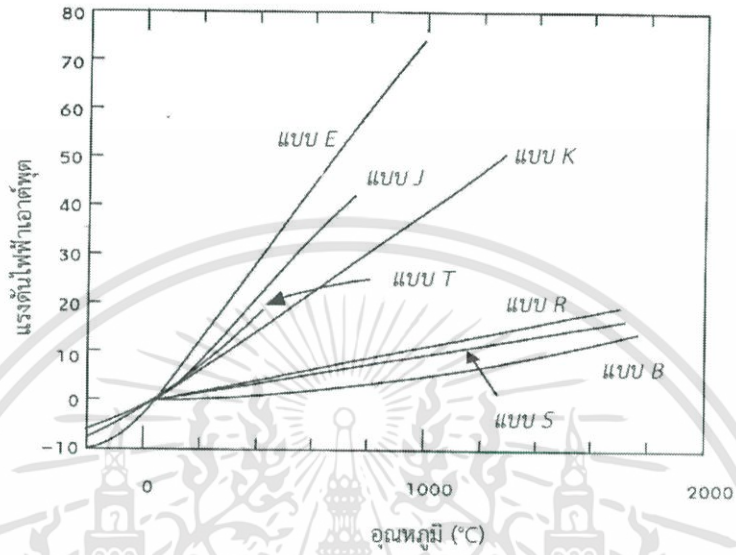
เทอร์โมคัปเปิลประกอบด้วยเส้นลวดโลหะตัวนำต่างชนิดสองเส้นต่อเข้าด้วยกัน การเชื่อมต่อจุดวัดนี้จะส่งผลต่อช่วงเวลาการตอบสนอง (response time) ของการอ่านค่า ปลายข้างหนึ่งใช้เป็นจุดวัดอุณหภูมิหรือรอยต่อร้อน (measuring junction หรือ hot junction) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งนำไปต่อกับมิเตอร์หรือวงจรอื่นๆ เพื่อแสดงผล เรียก รอยต่อเย็น (cold junction) ใช้สำหรับเป็นจุดอ้างอิง (reference junction) ที่จุดนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ โดยเมื่อบริเวณจุดวัดอุณหภูมิได้รับความร้อนในขณะที่รอยต่อเย็นมีอุณหภูมิคงที่ ความต่างศักย์ระหว่างรอยต่อร้อนและรอยต่อเย็นที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถวัดค่าและปรับให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิได้ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะตัวน ของเทอร์โมคัปเปิลและอุณหภูมิที่จุดวัด



รูปที่ 2.19 ลักษณะวงจรของเทอร์โมคัปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐานมี 7 แบบได้แก่ เทอร์โมคัปเปิลแบบ S, R, B, J, K, T, และ E สามารถพิจารณาชนิดของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐานจากชนิดของโลหะตัวนำที่ทำเป็นเทอร์โมคัปเปิล แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานทั้ง 7 แบบ ที่อุณหภูมิ ต่างๆ แสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแบบต่างๆ

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแต่ละแบบแสดงในตารางที่ 1 โดยชื่อแรกของโลหะตัวนำ หมายถึง ขั้วไฟฟ้าที่มีศักย์เป็นบวก (+) และชื่อหลังมีศักย์เป็นลบ (-) และตารางที่ 2 ย่านการใช้งาน และคุณลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน	ชนิดของวัสดุตัวนำ
Type K	Nickel Chromium/Nickel Aluminium
Type J	Iron/Constantan
Type T	Copper/Constantan
Type E	Nickel Chromium/Constantan
Type N	Nicrosil/Nisil
Type R	Platinium 13%/Rhodium
Type S	Platinium 10%/Rhodium
Type B	Platinium 30%/Rhodium
	*** Constantan: copper 60% + Nickel 40%

ตารางที่ 2.1 ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแบบต่าง ๆ

ชนิดเทอร์โมคัปเปิล	ย่านอุณหภูมิใช้งาน (°C)	ย่านอุณหภูมิ (°C)	ค่าความผิดพลาด (°C)	ค่าความไวสูงสุด (โดยประมาณ) (µV/°C)
R	-50 ถึง1768.1	-50.0 ถึง 250.0	-0.02 ถึง 0.02	6
		250.0 ถึง 1200.0	-0.005 ถึง 0.005	
		1064.0 ถึง 1664.5	-0.0005ถึง0.001	
		1664.5 ถึง 1768.1	-0.001 ถึง 0.002	
J	-210 ถึง 1200	-210.0 ถึง 0.0	-0.05 ถึง 0.03	50
		0.0 ถึง 760.0	-0.04 ถึง 0.04	
		760.0 ถึง 1200.0	-0.04 ถึง 0.03	
K	-270 ถึง 1372	-270.0 ถึง 0.0	-0.02 ถึง 0.04	50
		0.0 ถึง 500.0	-0.05 ถึง 0.04	
		500.0 ถึง 1372.0	-0.05 ถึง 0.06	
T	-270 ถึง 400	-200.0 ถึง 0.0	-0.02 ถึง 0.04	60
		0.0 ถึง 400.0	-0.03 ถึง 0.03	
ที่มา: NIST-ITS 90 (www.srdata.nist.gov/its90/main/)				

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างย่านการใช้งาน และคุณลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์โมคัปเปิลแบบ S และ R มีคุณสมบัติที่คล้ายกัน แต่แบบ R ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่สูงกว่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เช่น เตาหลอมเหล็ก อุตสาหกรรมแก้ว โดยสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1400°C ใช้งานได้ดีในสภาวะที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ไม่เหมาะกับงานที่มีสภาวะแบบกัดกร่อน ไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศ และไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะและอโลหะ

เทอร์โมคัปเปิลแบบ B ให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแบบ S และ R แต่มีความแข็งแรงทนทานกว่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงเช่นเดียวกับแบบ S และ R ไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศ และไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะ และอโลหะ

เทอร์โมคัปเปิลแบบ J ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดี นิยมใช้กับงานทั่วไป ราคาไม่แพง เหมาะสำหรับใช้งานที่อุณหภูมิไม่เกิน 760°C ไม่เหมาะกับงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C นิยมใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก

เทอร์โมคัปเปิลแบบ K เป็นเทอร์โมคัปเปิลชนิดที่นิยมใช้แพร่หลายมากที่สุด สามารถวัดอุณหภูมิได้สูงกว่าแบบ J และมีราคาถูกกว่า ทนอุณหภูมิได้ถึง 1300°C และที่อุณหภูมิต่ำถึง -250°C มีค่าความเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเทอร์โมคัปเปิลชนิดอื่น ให้แรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตสูง (ให้อัตราการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดีกว่าแบบอื่นหรือมีค่าความชันใกล้ 1) สามารถใช้กับงานที่มีการแผ่รังสีความร้อน (thermal radiation) ได้ ไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศ (ยกเว้นการใช้งานในช่วงเวลาสั้น)

เทอร์โมคัปเปิลแบบ T เหมาะสำหรับการวัดอุณหภูมิในย่านต่ำ เช่น การวัดอุณหภูมิในห้องเย็น (cold storage) และตู้แช่แข็ง (freezer) มีสเถียรภาพในการวัดที่ดี สามารถทนต่อบรรยากาศที่มีการกัดกร่อนและมีความชื้นได้ดี ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับการแผ่รังสีความร้อนโดยตรง

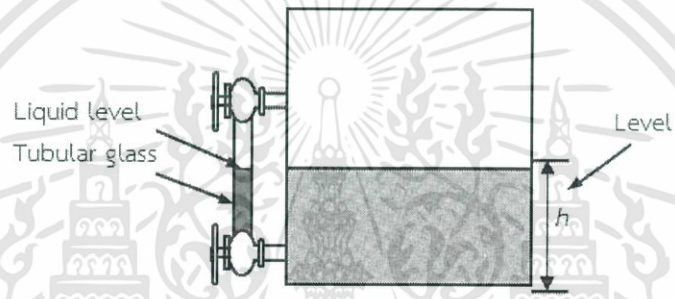
เทอร์โมคัปเปิลแบบ E มีคุณสมบัติคล้ายเทอร์โมคัปเปิลแบบ K แต่ให้แรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตสูงกว่า มีย่านอุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง -250°C ถึง 870°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เครื่องมือวัดระดับที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

2.5.1 อุปกรณ์วัดระดับชนิดกระจกแก้ว

เป็นอุปกรณ์วัดระดับอย่างง่ายที่นิยมใช้งานในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม โดยผู้ใช้งานสามารถอ่านค่าระดับได้โดยตรงจากอุปกรณ์วัด ไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในการใช้งานมากนัก มีโครงสร้างเป็นหลอดแก้วใสที่สามารถมองเห็นของเหลวในหลอดได้ โดยหลอดแก้วต่ออยู่ที่ด้านนอกของภาชนะบรรจุของเหลวที่ต้องการวัดระดับ มีวาล์วควบคุมการปิดเปิดทั้งด้านบน และด้านล่างเพื่อสะดวกต่อการบำรุงรักษา เมื่อระดับของเหลวในภาชนะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ระดับของของเหลวในหลอดแก้วจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และมีระดับเท่ากับระดับของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในภาชนะ



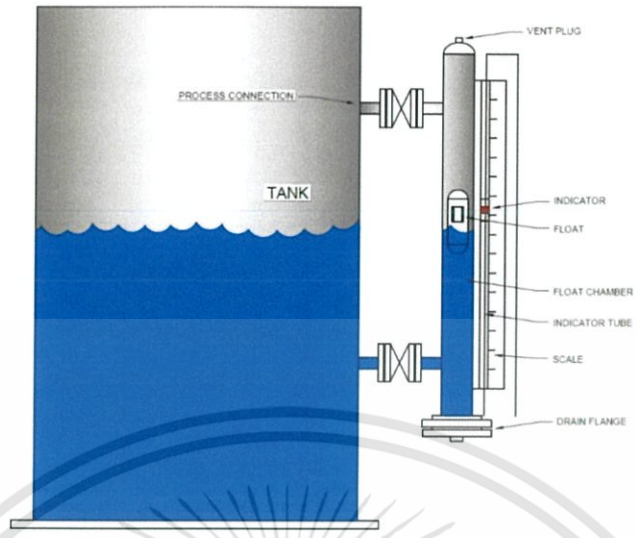
รูปที่ 2.21 การติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับชนิดกระจกแก้ว

2.5.2 อุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็ก

เกจวัดระดับแบบแม่เหล็กจะมีลักษณะเป็นท่อโลหะที่มีลูกลอยแม่เหล็กเคลื่อที่อยู่ภายในโดยจะมีการเชื่อมโยงทางแม่เหล็กกับสเกลแสดงผลด้านนอกท่อ เกจวัดระดับแบบนี้ควรจะมีการพิจารณาเลือกใช้ในการวัดระดับของเหลวที่ติดไฟได้, มีการกัดกร่อน, เป็นพิษ, ความดันสูง, อุณหภูมิสูงและต้องการระยะการมองเห็นที่ยาว แต่ไม่ควรนำไปใช้งานกับของเหลวที่สกปรกหรือมีสิ่งเจือปน เนื่องจากสิ่งเจือปนเหล่านี้สามารถทำให้ลูกลอยแม่เหล็กมีโอกาสติดขัด ซึ่งจะเป็นผลทำให้ค่าระดับที่อ่านได้มีค่าไม่ถูกต้อง

ลูกลอยแม่เหล็กจะถูกออกแบบให้สามารถนำไปใช้งานกับของเหลวที่มีช่วงความหน่าแน่นที่แน่นอน ถ้าค่าความหนาแน่นของเหลวที่นำไปใช้งานมีการเปลี่ยนแปลง นอกเหนือจากย่านที่ออกแบบไว้การแสดงผลจะไม่สามารถทำได้ ลูกลอยอาจจะจมลงซึ่งจะเป็นจุดวิกฤตในการนำไปใช้งานกับของไหลที่เชื่อมต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 อุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็ก

2.5.3 อุปกรณ์วัดระดับแบบดิสเพลสเซอร์ (Displacer)

เครื่องมือวัดระดับแบบ Displacer เป็นเครื่องมือวัดที่ต้องมีการสัมผัสอยู่กับของเหลวที่ต้องการวัดอยู่ตลอดเวลาและถูกสร้างมาให้มีน้ำหนักมาก ดังนั้น Displacer จะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกที่ถูกแขวนอยู่ในของเหลว น้ำหนักของแท่งรูปทรงนี้จะเปลี่ยนไปตามส่วนที่จมในของเหลว นั่นคือถ้าระดับของเหลวต่ำกว่าแท่งรูปทรงกระบอกนี้จะทำให้มีน้ำหนักสูงสุดเนื่องจากไม่มีแรงพยุงตัวของ Displacer จากของเหลวที่ทำการวัด ซึ่งลักาณะการทำงานจะไม่เหมือนกับการลอยตัว displacer จะมีการเคลื่อนที่ทางกลที่สามรถนำไปเปลี่ยนเป็นระดับของเหลวได้

ข้อดี : มีย่านการใช้งานของอุณหภูมิและความดันที่กว้าง เหมาะสำหรับไปการนำไปวัดระดับที่เชื่อมต่อกันระหว่างของเหลวสองชนิด (Interface level) ถ้ามีค่าความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างกันเพียงพอ

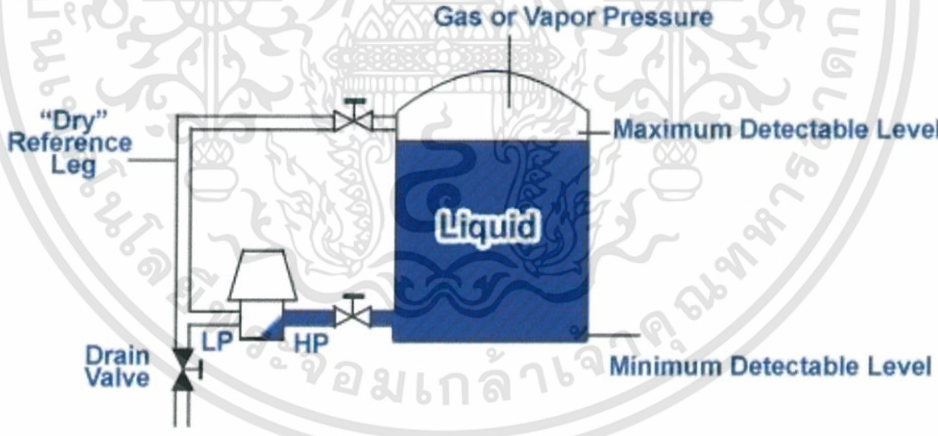
ข้อเสีย : ค่าระดับที่อ่านได้จะไม่ถูกต้องถ้ามีค่าอุณหภูมิหรือค่าความหนาแน่นของเหลวในถังกับค่าที่ตัว Displacer มีค่าแตกต่างกัน ต้องมีการจัดเตรียมอุปกรร์สำหรับลดการกระเพื่อมของระดับในถัง, มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง, ทีการปรับเทียบที่ค่อนข้างยุ่งยาก โดยเฉพาะการวัดระดับแบบเชื่อมกัน, ต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือในการติดตั้งและการถอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 อุปกรณ์วัดระดับแบบดิสเพลสเซอร์ (Displacer)

2.5.4 อุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter)

เครื่องมือวัดความดันแตกต่างมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในการวัดระดับของเหลวในถัง โดยจะอ่านค่าได้จากความสูงของเหลวที่ทำการวัด โดยทั่วไปด้าน



รูปที่ 2.24 อุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 อุปกรณ์วัดระดับแบบ Nuclear

เครื่อมือการวัดระดับแบบนี้จะมีแหล่งกำเนิดรังสีและตัวรับ (Radiation Source and Detector) โดยหลักการทำงานจะให้แหล่งกำเนิดรังสีแพร่รังสีผ่านถังและของเหลวที่ต้องการวัดระดับไปยังตัวรับที่อยู่อีกด้านหนึ่งของถัง ปริมาณของเหลวในถังจะเป็นตัวดูดซับรังสีหรือป้องกันปริมาณรังสีที่จะผ่านไปยังตัวรับ

การออกแบบเครื่องมือวัดระดับแบบนี้ต้องมีการจัดเตรียมส่วนป้องกันแหล่งกำเนิดรังสีที่สามารถป้องกันรังสีให้อยู่ภายในส่วนที่ห่อหุ้มและต้องสามารถส่งสัญญาณเตือนระบบการป้องกันเมื่ออยู่ในสภาวะต่างๆ

การใช้งานจะเหมาะสมกับบริเวณที่ยากต่อการวัดระดับด้วยเครื่องมือวัดแบบอื่นๆดังนี้ มีความหนืดและสกปรกจนไม่สามารถวัดด้วยวิธีอื่นได้, ของเหลวที่มีโอกาสเกิดโพลีเมอร์, ของเหลวที่เย็นจัด, ของเหลวที่มีฟองอากาศปะปน, ของเหลวที่เป็นพิษ, ของเหลวผสมของแข็ง เป็นต้น

ข้อดี : สามารถวัดระดับโดยไม่ต้องสัมผัสกับของเหลวที่ต้องการวัด, ใช้งานกับการวัดระดับที่ยากในการเลือกใช้เครื่องมือวัดระดับอื่นๆ,มีความแม่นยำสูง, ไม่ต้องเจาะถัง

ข้อเสีย : มีราคาแพง, มีโอกาสเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติ ดังนั้นต้องมีการจัดเตรียมเอกสารขั้นตอนการใช้งาน การตรวจสอบ การติดตั้ง เพื่อเป็นข้อปฏิบัติกับผู้ใช้งาน, อุปกรณ์และขั้นตอนในการป้องกันแหล่งกำเนิดรังสีต้องมีการจัดเตรียมเพื่อความปลอดภัยในการซ่อมบำรุง ต้องมีการฝึกอบรมให้กับผู้ใช้งานและผู้ซ่อมบำรุง

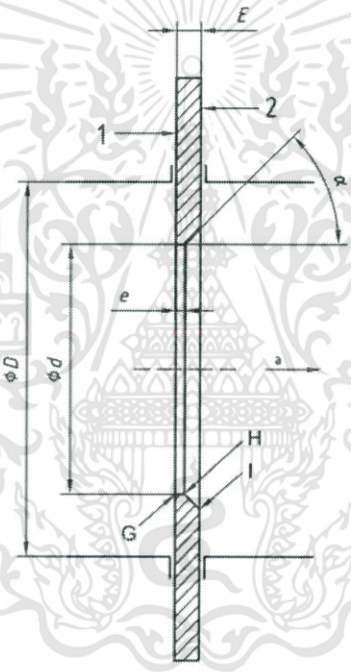
2.6 เครื่องมือวัดการไหลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

วิธีการวัดอัตราการไหลของเหลว มีหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีหลักการที่แตกต่างกันออกไปส่วนใหญ่มิใช่หาค่า flow โดยตรง แต่จะหาความเร็ว (Velocity) ของการไหลและคำนวณเป็นอัตราการไหล เช่น วิธีการหาค่าความดันแตกต่างโดยใช้ออริฟิส แบบใช้หลักการแม่เหล็ก แบบอุลตร้าโซนิค เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดี ข้อเสีย แตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของเครื่องมือวัด และสิ่งที่ต้องการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 แผ่นออริฟิส (Orifice Plate)

แผ่นออริฟิสมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะที่มีรูไว้สำหรับให้ของไหลผ่าน ในการติดตั้งจะถูกติดตั้งอยู่ระหว่างหน้าแปลน (Orifice Flange) ของท่อในลักษณะตั้งฉากกับกระแสการไหล เนื่องจากมีการจัดทำได้ง่ายและมีราคาถูกจึงทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย นอกจากนั้นแล้วยังมีความน่าเชื่อถือในการวัดอัตราการไหลเป็นอย่างดี แผ่นออริฟิสสามารถทำขึ้นจากวัสดุได้หลายชนิด รวมทั้งวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนจากของไหลที่นำไปใช้งาน เช่น 316 Stainless steel เป็นต้น ลักษณะพื้นฐานของแผ่นออริฟิสตามมาตราฐาน ISO 5167 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 แผ่นออริฟิสตามมาตราฐาน ISO 5167

เมื่อ D คือเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ

D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่แผ่นออริฟิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามมาตราฐาน ISO 5167 ค่าความหนา e ของแผ่นออริฟิสจะอยู่ระหว่าง 0.005D ถึง 0.02D และค่าความหนา E จะอยู่ระหว่าง e ถึง 0.05D โดยทั่วไปแล้ว ขนาดรูที่แผ่นออริฟิสจะแสดงในรูปอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางรูกับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อหรือค่า $\beta = d/D$ ซึ่งในโครงการนี้จะใช้ค่า β มากกว่า 0.25 และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.7

ข้อดี : สะดวกในการติดตั้ง,ราคาถูก,มีแบบและวัสดุหลายชนิดให้เลือกใช้

ข้อเสีย : แผ่นออริฟิสจะมีความไวต่อความเสียหายเมื่อเลือกใช้วัสดุไม่เหมาสมเนื่องจากแผ่นออริฟิสเป็นแผ่นโลหะที่ต้องสัมผัสกระแสการไหลอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้โค้งงอและสึกหรอได้ง่าย และต้องการระยะท่อที่เป็นทางตรงมากกว่าแบบอื่น

2.6.2 มิเตอร์วัดการไหลอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic Flowmeters)

หลักการทำงานของอุลตร้าโซนิคโฟลว์มิเตอร์ คืออาศัยคลื่นความถี่เหนือเสียงซึ่งมีความถี่สูงเกินที่มนุษย์จะได้ยิน ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีอยู่ 2 ประเภท คือ Doppler และ Transit Time

1. Doppler Ultrasonic Flowmeter

หลักการวัด flow แบบ Doppler Ultrasonic นั้นอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นความถี่ของเสียง เมื่อส่งไปกระทบอนุภาคของสารที่ปะปนอยู่ในของเหลว เนื่องจากอนุภาคของสารมีความเร็วเท่ากับ fluid ดังนั้นความถี่ที่สะท้อนกลับจะต่างไปจากค่าที่ส่งออกไป ค่าความถี่ที่เปลี่ยนไปนี้จะแปรผันตรงกับความเร็วในของไหลของ fluid นั้น ๆ เราจึงสามารถทราบค่าอัตราไหลในรูปปริมาตรได้ ทรานดิวเซอร์ที่ใช้อาจเป็นตัวเดียวที่ทำหน้าที่ทั้งส่งและรับในตัวเดียวกัน หรือแยกเป็นสองตัวก็ได้

2. Transit Time Ultrasonic Flowmeter

Transit Time Ultrasonic Flow Meter อาศัยหลักการของเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านของไหล โดยจะพิจารณาค่าความแตกต่างของเวลา ระหว่าง ทิศทางที่คลื่นเสียงเดินทางสวนกระแส flow และทิศทางตามกระแส flow ซึ่ง Transit Time Ultrasonic Flow Meter นี่สามารถเรียกอีกชื่อว่า Time of flight หรือ Time of Travel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและข้อเสียของมิเตอร์วัดการไหลอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic Flowmeters)

ข้อดี : มีความแม่นยำสูง, มีเสถียรภาพตลอดย่านการวัด,ส่งข้อมูลการวัดไปยังสถานีควบคุมระยะไกลได้,ไม่มีอุปกรณ์ใดขวางกระแสการไหล จึงไม่มีค่าความดันสูญเสียจากเครื่องมือวัดเกิดขึ้น, สามารถใช้ได้หลายย่านการวัดและใช้ได้กับช่วงอุณหภูมิที่กว้าง

ข้อเสีย : ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีการสั่นสะเทือน, เกิดค่าความคาดเคลื่อนได้ เนื่องจากการกระแทกหรือขยับจากตำแหน่งติดตั้ง, ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นสูง

2.6.3 ท่อเวนทูรี่(Venturi Tube)

ท่อเวนทูรี (venturi tube) เป็นอุปกรณ์ใช้วัดการไหล (flow measurement) ที่วัดได้ทั้งของเหลวและก๊าซ ทำงานโดยอาศัยทฤษฎีของเบอร์นูรี่ (Bernoulli's theorem) หรือหลักการวัดความดันแตกต่าง (differential pressure) เช่นเดียวกับแผ่นออริฟิส (orifice plate) โดยออกแบบท่อเวนทูรีให้มีค่าความดันสูญเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุด มีลักษณะรูปร่างเหมือนกรวย (รูปที่ 2.26) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ทางด้านขาเข้ามีลักษณะเป็นกรวยแบบลู่เข้า (converging conical) ส่วนที่ 2 บริเวณช่วงกลางที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดคงที่ (cylindrical throat) และส่วนที่ 3 บริเวณทางด้านขาออก ท่อมีลักษณะเป็นกรวยที่ขยายออก (diverging conical) ลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพื้นที่หน้าตัดของท่อเวนทูรีเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป การเปลี่ยนแปลงความเร็วของของไหลจึงเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ส่งผลให้ค่าความดันสูญเสียมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแบบแผ่นออริฟิสหรือนอสเซิล (nozzle)

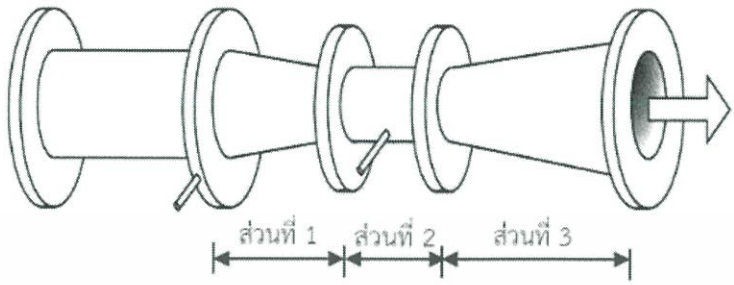
การวัดอัตราการไหลด้วยท่อเวนทูรีอาศัยหลักการวัดความดันแตกต่าง (ΔP) ระหว่างจุด 2 จุดที่ของไหลไหลผ่าน และคำนวณหาค่าอัตราการไหลโดยใช้ทฤษฎีของเบอร์นูลี่ เช่นเดียวกับการวัดการไหลด้วยแผ่นออริฟิส (ดังสมการ) โดยตำแหน่งในการติดตั้งจุดวัดความดันพิจารณาจุด 2 จุดที่มีค่าความดันแตกต่างกันมากที่สุด นั่นคือ จุดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเวนทูรีใหญ่ที่สุด (D) และจุดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเวนทูรีเล็กที่สุด (d) ดังรูปที่ 2.27

$$Q = K\sqrt{\Delta P}$$

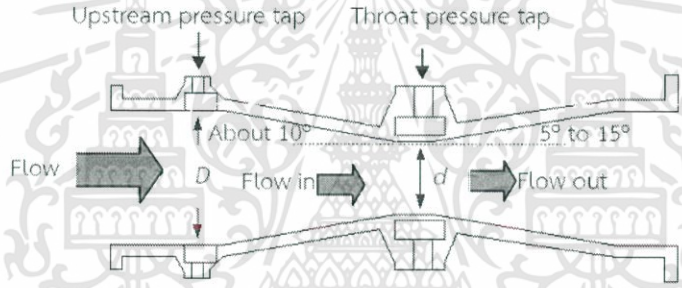
โดย K คือ ค่าคงที่ของท่อและชนิดของของไหล ($m^3/s/\ psi$)

ΔP คือ ค่าความดันแตกต่างระหว่างจุดสองจุดที่ของไหลไหลผ่าน (psi)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 โครงสร้างของท่อเวนทูรี่



รูปที่ 2.27 ลักษณะการติดตั้งท่อเวนทูรี่ภายในท่อ

การวัดการไหลด้วยท่อเวนทูรีให้ค่าความเป็นเชิงเส้น (linearity) ค่าความเที่ยงตรง (precision) และความแม่นยำ (accuracy) สูงกว่าการวัดการไหลด้วยแผ่นออริฟิส โดยท่อเวนทูรีสามารถใช้วัดการไหลของของไหลได้ในทุกกรณีที่แผ่นออริฟิสวัดได้ รวมถึงสามารถใช้งานกับของไหลที่มีสารแขวนลอยปะปนได้โดยไม่เกิดการอุดตัน นอกจากนี้ยังใช้วัดการไหลที่มีค่าอัตราการไหลสูงได้ อย่างไรก็ตาม ท่อเวนทูรีมีราคาค่อนข้างแพง การติดตั้งและการซ่อมบำรุงทำได้ยากเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นออริฟิส โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดตั้งภายในท่อที่มีขนาดเล็ก ดังนั้น โดยทั่วไปจึงนิยมใช้ท่อเวนทูรีสำหรับการวัดอัตราการไหลในท่อที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เครื่องมือวัดความดันที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

2.7.1 เกจวัดความดันชนิดบูร์ดอง (Bourdon Gauge)

เกจวัดความดันชนิดบูร์ดองเป็นเกจวัดความดันชนิดอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางกลด้วยหลักการยืดตัว,โก่งตัวของวัสดุที่มีสมบัติยืดหยุ่นหรือเรียกว่า “เครื่องมือวัดความดันแบบอิลาสติก” ทำงานโดยอาศัยการแปลงความดัน (pressure) ที่อุปกรณ์ได้รับให้อยู่ในรูปของการเคลื่อนที่

หลอดบูร์ดองเป็นหลอดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรีและงอเป็นส่วนโค้งของวงกลม โดยปลายด้านหนึ่งของหลอดเป็นปลายปิดต่อเข้ากับเข็มตรวจวัดตำแหน่งและระยะการเคลื่อนที่ ปลายอีกด้านหนึ่งเป็นปลายเปิดต่อเข้ากับสิ่งที่ต้องการวัดความดัน เมื่อหลอดได้รับความดันหรือความดันภายในหลอดมากกว่าความดันภายนอก หลอดจะเกิดความเครียด (strain) ขึ้นและพยายามยืดตัวออกให้ตรงทำให้ปลายข้างที่ปิดเคลื่อนที่ โดยการเคลื่อนที่นี้เปลี่ยนแปลงตามความดันที่ได้รับ และเมื่อความดันลดลงหลอดจะเคลื่อนที่กลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิม ลักษณะการทำงานของบูร์ดองมีหลักการเดียวกับของเด็กเล่นที่มีลักษณะเป็นขดกระดาษม้วน โดยเมื่อเป่าลมเข้า ขดกระดาษม้วนจะคลายตัวออก และเมื่อปล่อยลมออกขดกระดาษจะม้วนตัวกลับเข้าสู่สภาพเดิม

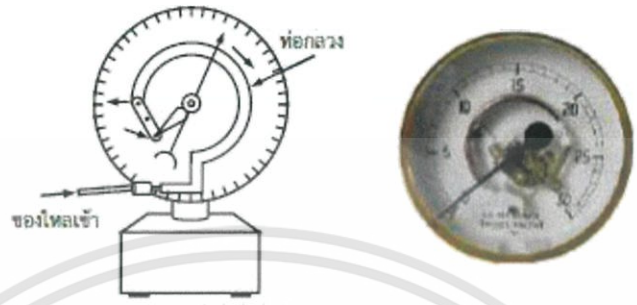
บูร์ดองเป็นอุปกรณ์วัดความดันที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีย่านการวัด (range) ที่กว้าง ตั้งแต่ 1 บาร์ ถึง 6800 บาร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของบูร์ดอง แบ่งประเภทของบูร์ดองตามลักษณะโครงสร้างได้ ดังนี้

2.7.1.1. บูร์ดองรูปตัว c (c-type bourdon)

เป็นเกจวัดความดันชนิดบูร์ดอง (bourdon gauge) ประเภทหนึ่ง มีโครงสร้างเป็นหลอดแบนที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรีและโค้งเป็นรูปตัว C ปลายหลอดด้านปิดต่ออยู่กับเข็มชี้วัดตำแหน่งการเคลื่อนที่ เพื่อแสดงค่าของความดัน (pressure) ที่ได้จากการวัด ปลายหลอดด้านที่เปิดเป็นช่องทางเข้าของความดัน เมื่อมีความดันมากระทำที่บูร์ดอง หลอดที่แบนจะพยายามเปลี่ยนรูปร่างให้เป็นวงกลมและพยายามยืดตรงออก ระยะการเปลี่ยนตำแหน่งที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับค่าความดันที่กระทำกับเกจวัด โดยปกติแล้วบูร์ดองรูปตัว C มีระยะการเหยียดตัวออกไม่มาก ทำให้การวัดค่าความดันที่ได้ไม่ละเอียดค่าความแม่นยำ (accuracy) ค่อนข้างต่ำ จึงจำเป็นต้องขยายระยะทางการเคลื่อนที่ให้กับเข็มชี้วัด โดยการติดตั้งชุดเฟืองขยายซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางตัวเกจวัดความดัน เพื่อให้ระยะการชี้ค่าความดันที่หน้าปัดมีมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้างขึ้น ซึ่งเข็มชี้ค่าที่ต่ออยู่กับชุดเฟืองนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียงานบางส่วนให้กับเฟือง ส่งผลให้การวัดเกิดความคลาดเคลื่อน (error) ได้



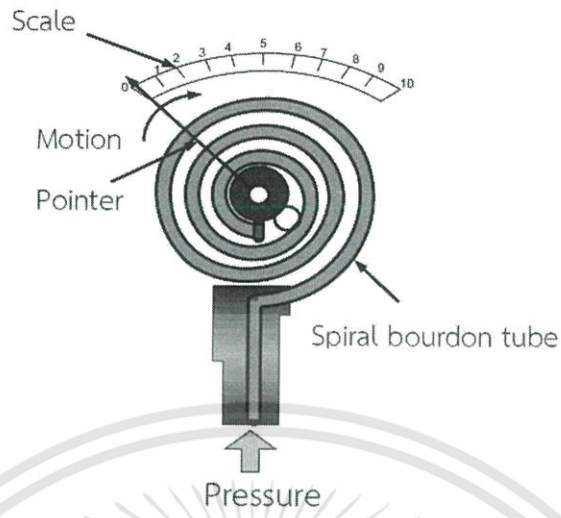
รูปที่ 2.28 บูร์ดองรูปตัว c (c-type bourdon)

2.7.1.2 บูร์ดองแบบก้นหอย (spiral bourdon)

เป็นเกจวัดความดันชนิดบูร์ดอง (bourdon gauge) ประเภทหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างเป็นหลอดแบนที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรีและขดเป็นวงคล้ายก้นหอย ปลายหลอดด้านปิดต่อโดยตรงกับเข็มชี้วัดตำแหน่งการเคลื่อนที่ เพื่อแสดงค่าของความดันที่วัดได้ ปลายหลอดด้านที่เปิดเป็นช่องทางเข้าของความดัน มีหลักการทำงานเหมือนบูร์ดองรูปตัว c (c-type bourdon) โดยเมื่อมีความดัน (pressure) มากระทำ ก้นหอยจะพยายามคลายตัวออกทำให้ปลายด้านที่ปิดเคลื่อนที่ โดยระยะการเปลี่ยนตำแหน่งของเข็มชี้ค่าจะสัมพันธ์กับค่าความดันที่กระทำกับเกจวัด

บูร์ดองแบบก้นหอยมีย่านการวัด (range) ความดันอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 บาร์ จนถึง 270 บาร์ ซึ่งค่าความดันสูงสุดที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าความดันสูงสุดที่บูร์ดองรูปตัว c สามารถวัดได้ อย่างไรก็ตาม ค่าความดันที่วัดได้จากบูร์ดองแบบก้นหอยมีความแม่นยำ (accuracy) และเที่ยงตรง (precision) มากกว่าการวัดด้วยบูร์ดองรูปตัว c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

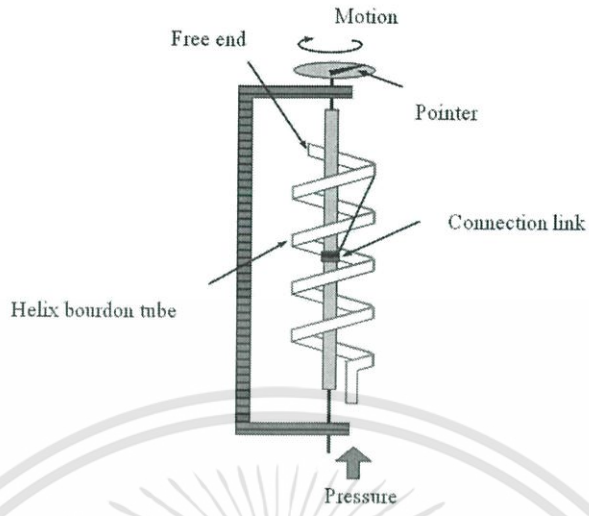


รูปที่ 2.29 บูร์ดองแบบก้นหอย (spiral bourdon)

2.7.1.3 บูร์ดองแบบขดซ้อน (helix bourdon)

เป็นเกจวัดความดันชนิดบูร์ดอง (bourdon gauge) ประเภทหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างเป็นหลอดขดเป็นวงหลายๆ วงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เท่ากันทุกวงซ้อนกันคล้ายสปริง ปลายหลอดด้านปิดต่อโดยตรงกับเข็มชี้วัดตำแหน่งการเคลื่อนที่ เพื่อแสดงค่าของความดัน (pressure) ที่ได้จากการวัดเช่นเดียวกับ บูร์ดองแบบก้นหอย (spiral bourdon) ปลายหลอดด้านที่เปิดเป็นช่องทางเข้าของความดัน หลักการทำงานของบูร์ดองชนิดนี้เหมือนกับบูร์ดองรูปตัว c (c-type bourdon) และบูร์ดองแบบก้นหอย (spiral bourdon)โดยคุณสมบัติเด่นของบูร์ดองชนิดนี้ คือ มีความไวตอบสนองต่อการวัด (sensitivity) ที่ดีมาก มีย่านการวัด (range) ความดันกว้าง โดยค่าความดันสูงสุดที่วัดได้ขึ้นอยู่กับจำนวนขดของหลอดบูร์ดอง มีเสถียรภาพการใช้งานดี มีความแม่นยำ (accuracy) และเที่ยงตรง (precision) มาก นอกจากนี้ยังมีความสามารถทนต่อค่าความดันเกินพิกัดและความดันที่เปลี่ยนค่าอย่างรวดเร็วได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบูร์ดองชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 บูร์ดองแบบขดซ้อน (helix bourdon)

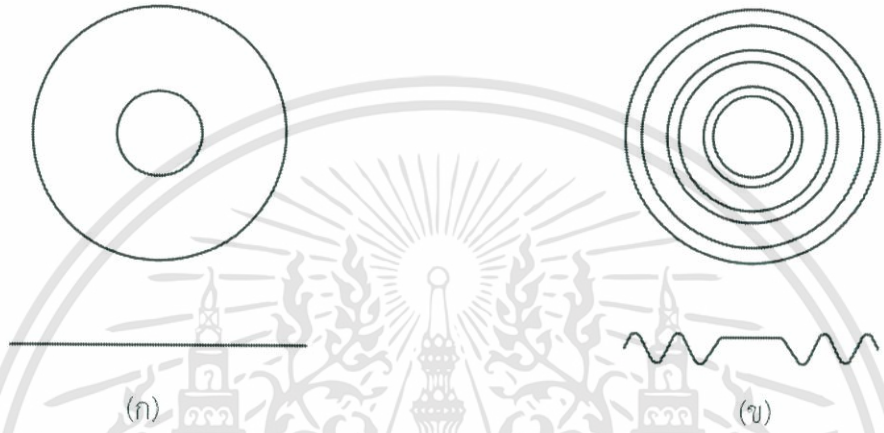
2.7.2 แผ่นไดอะแฟรม

แผ่นไดอะแฟรม (diaphragm plate) เป็นอุปกรณ์วัดความดันชนิดอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางกลด้วยหลักการยืดตัว/โก่งตัวของวัสดุที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นหรือเรียกว่า “อุปกรณ์วัดความดันแบบอิลาสติก” เช่นเดียวกับบูร์ดอง (bourdon gauge) นิยมใช้เป็นส่วนประกอบโครงสร้างในเครื่องวัดความดันชนิดอื่น มีลักษณะกลมบางและเรียบแบน (flat type) หรือมีลักษณะเป็นลอน (corrugated type) บริเวณกึ่งกลางของไดอะแฟรมมีแผ่นโลหะหรือแผ่นวัสดุแข็ง ที่มีลักษณะกลมบางติดอยู่ โดยรูปร่างของแผ่นไดอะแฟรมไม่จำเป็นต้องเป็นรูปวงกลมเสมอไป อาจมีรูปร่างยาวหรือมีรูปร่างตามเครื่องมือวัดที่ใช้ร่วมกัน สามารถออกแบบให้วัดความดันเกจ (gauge pressure) ความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure) หรือความดันแตกต่าง (differential pressure) ได้ แผ่นไดอะแฟรมเหมาะสำหรับนำไปใช้วัดความดันในย่านต่ำ เมื่อมีความดัน (pressure) มากระทำบนแผ่นไดอะแฟรมจะเกิดการโก่งตัวไปตามทิศทางและขนาดของความดัน

อุปกรณ์วัดความดันแบบไดอะแฟรมมีขนาดเล็ก ราคาปานกลาง มีความเที่ยงตรง (precision) และความเป็นเชิงเส้น (linearity) ที่ดี สามารถทนต่อการทำงานภายใต้ความดันเกินพิกัด ความดันเปลี่ยนค่าเป็นห้วง ๆ หรือความสั่นสะเทือนได้ดี แต่มีความไว (sensitivity) ในการวัดน้อยกว่าบูร์ดอง วัสดุที่ใช้ทำไดอะแฟรมมีหลายชนิด การเลือกใช้วัสดุควรพิจารณาถึงคุณสมบัติของของไหล ย่านการวัด (range) และสภาวะการใช้งานโดยมีวิธีพิจารณาเช่นเดียวกับบูร์ดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นไดอะแฟรมเหมาะสำหรับการวัดความดันของของไหลประเภทสารกัดกร่อน มีความหนืดสูงหรือมีแนวโน้มที่จะเกิดการแข็งตัวทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย เนื่องจากไดอะแฟรมสามารถทำหน้าที่เป็นเคมีคอลซีลได้ (เคมีคอลซีล หมายถึง การใช้สารเคมีเป็นตัวกลางหรือการใช้สารเคมีที่ไม่ทำปฏิกิริยากับของไหลในระบบฉาบลงบนหน้าไดอะแฟรม เพื่อป้องกันไม่ให้ของไหลในระบบสัมผัสกับเครื่องมือวัดความดันโดยตรง)



รูปที่ 2.31 ไดอะแฟรม (ก) แบบแผ่นเรียบและ (ข) แบบลอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

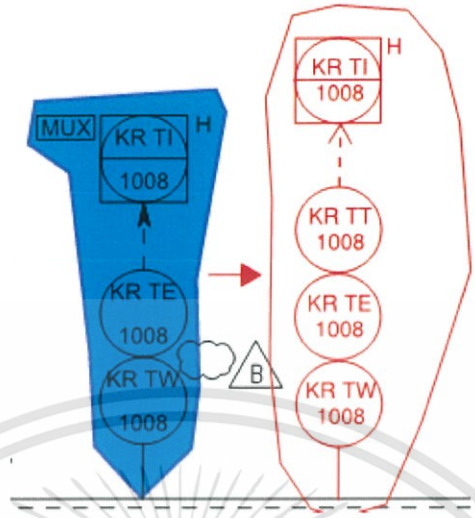
บริษัท ฟอสเตอร์วีลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัททางวิศวกรรมซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่จะอยู่ในทางด้านอุตสาหกรรมน้ำมัน,ก๊าซธรรมชาติและปิโตรเคมีคอล โดยในโครงการได้ว่าจ้างให้บริษัท ฟอสเตอร์-วีลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้ดำเนินการ Engineering Procurement and Construction ให้กับโครงการ และในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินงานในส่วนที่ได้รับมอบหมายว่าเราต้องทำอย่างไรบ้าง อะไรบ้างที่เราต้องศึกษาก่อนที่จะลงมือทำ และเอกสารอะไรบ้างที่จะต้องส่งให้กับลูกค้า โดยงานที่ได้รับมอบหมายในโครงการนี้ได้แก่

1. จัดทำ P&IDs Review และ Comment P&IDs
2. จัดทำ Instrument Database
3. จัดทำ Instrument Datasheet
4. เช็คจำนวนของ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ในโครงการ
5. Vessel Sketch

3.1 ทำ P&IDs Review และ Comment P&IDs

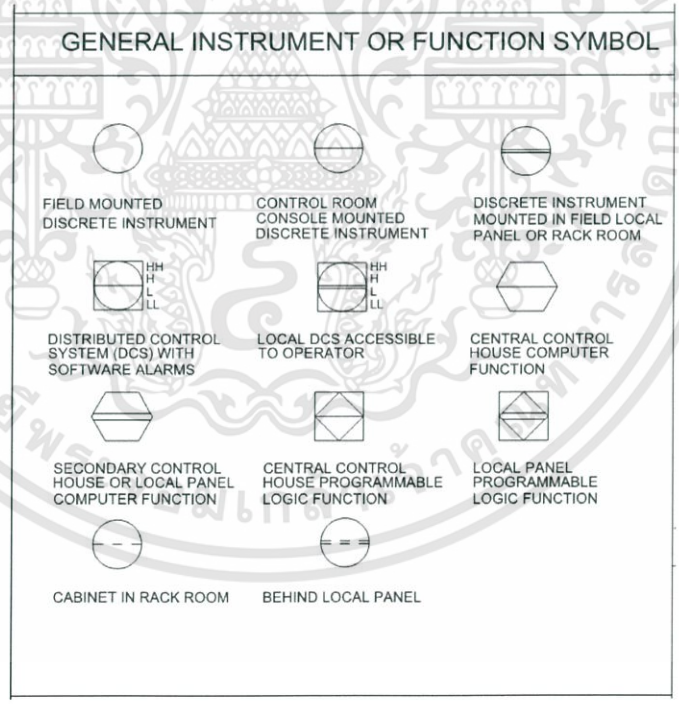
ในโครงการนี้จะมี P&ID ที่ฟอสเตอร์วีลเลอร์ต้องตรวจสอบความถูกต้อง และ Comment ให้แก้ไขจุดผิดหรือจุดที่ต้องการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า ในรูปที่3.1 บ่งบอกถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิซึ่งมีการวัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณมิลลิโวลต์ (mV) ไปยัง Multiplexer Modules (MUX) และทำการส่งต่อไปที่ระบบควบคุม แต่ในโครงการนี้ลูกค้ามีความต้องการที่จะใช้ทรานสมิตเตอร์ในการรับและแปลงค่าสัญญาณอนาล็อก 4-20 mA และส่งสัญญาณไปที่ระบบควบคุม ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 Commented P&ID

ซึ่งการที่จะรู้ว่าตรงไหนที่ไม่ถูกต้องใน P&IDs เราจะต้องมีสิ่งที่เป็นมาตรฐานบอกว่าสิ่งใดที่เรียกว่าถูกต้องซึ่งมาตรฐานที่เราจะใช้นั้นคือ P&ID Legend Sheet ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลใน P&ID Legend Sheet หัวข้อ Function Symbols

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 จัดทำ Instrument Database

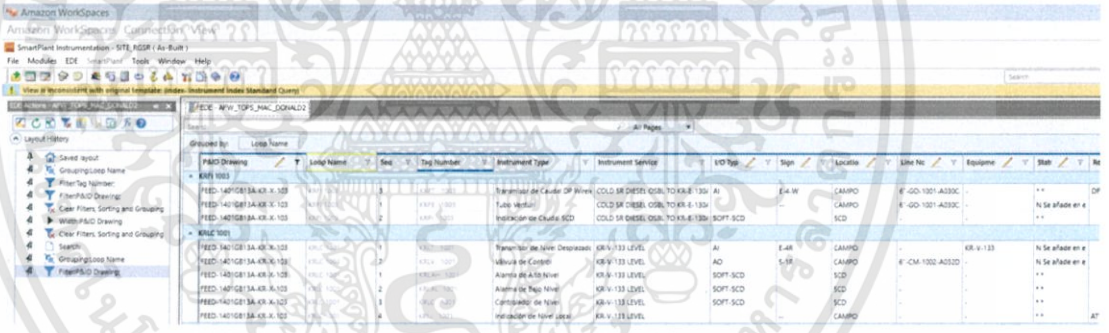
ในระหว่างที่เราทำการ Review P&IDs เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดเราจะจัดทำ Instrument Database สำหรับ Instrument ทุกตัวที่อยู่ในขอบเขตของโครงการ เพื่อใช้ในการจัดทำเอกสารต่างๆ โดยใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation ในการจัดทำฐานข้อมูลหรือ Database ซึ่งมีวิธีการดังนี้

3.2.1 Review P&ID & Mark Up

หากพบข้อมูลบน P&ID ที่ไม่ตรงกับ Standard หรือไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้าดังหัวข้อ 3.1 ที่ได้กล่าวไปข้างต้น หลังจากนั้นเราก็จะทำ Mark up ลงบน P&ID เพื่อใช้ในการแก้ไขในลำดับต่อไป

3.2.2 บันทึกข้อมูลลงไปใน EDE Modules

การบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลโดยผ่านซอฟท์แวร์ SmartPlant Instrumentation(EDE Modules) โดยอ้างอิงจาก P&ID ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การบันทึกข้อมูลลงไปใน EDE Modules

สำหรับข้อมูลที่เราจะใส่เข้าไปใน Database จะมาจาก P&IDs เป็นหลัก สำหรับข้อมูลที่จะถูกบันทึกลงไปใน Database หลักๆจะมีดังนี้

1. P&ID No.

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument ถูกแสดงไว้บน P&ID หน้าใดและของ Unit ใด

2. Loop Name

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument เป็นส่วนหนึ่งของ Loop ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Sequence

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument เป็นลำดับที่เท่าไรใน Loop

4. Tag Name

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument ถูกกำหนดด้วยหมายเลขใดบน P&ID

5. Instrument Type

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument เป็น Instrument ประเภทใด

6. Service

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument รับรองกระบวนการใด

7. Line Number

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument ถูกติดตั้งอยู่บนท่อหมายเลขใดและมีรายละเอียดของท่อเป็นแบบไหนซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ Instrument นั้นๆ

8. Equipment Number

   ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument ถูกติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ตัวใด

9. I/O Signal

   ใช้สำหรับระบุว่ามีสัญญานจาก Instrument เข้าไปยังระบบควบคุม หรือมีสัญญาณจากระบบควบคุมส่งมายัง Instrument

10. Instrument Location

    ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument ถูกติดตั้งไว้ที่ใด เช่น Field/DCS/ESD

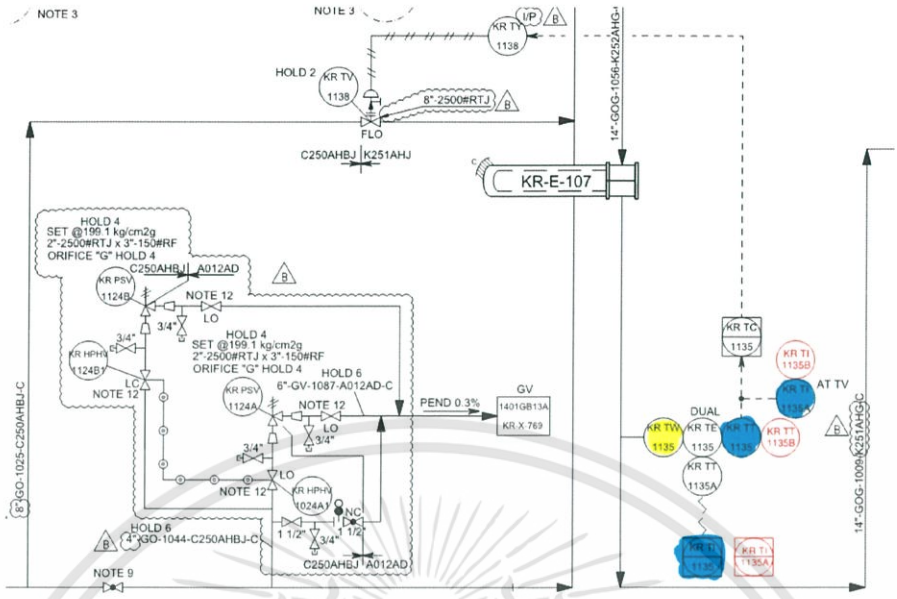
11. Status

    ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument มีสถานะใด โดยในโครงการนี้จะใช้สถานะเป็น NEW ทั้งหมดเนื่องจากโครงการนี้เป็นการสร้างPlantsใหม่ทั้งหมด

12. Alarm

    ใช้สำหรับแสดงว่าจะมีสัญญาณเตือนเมื่อค่าที่วัดได้จากกระบวนการมีค่าถึงระดับใด H/HH/LL/L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ตัวอย่าง P&ID สำหรับการบันทึกข้อมูลลง Database

3.3 จัดทำ Instrument Datasheet

Instrument Datasheet คือเอกสารที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับ Field Instrument เอกสารจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆที่ช่วยในการตัดสินใจในการซื้ออุปกรณ์ โดยในการทำ Instrument Datasheet จะใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation ในการทำ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

3.3.1 ศึกษา Instrument Process Data Sheet

ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องใน Instrument Process Data Sheet เช่น Fluid State, Fluid Description, Specific Gravity, Viscosity, Compressibility, Ratio, Operating Temperature & Pressure and Design Temperature & Pressure. เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW INSTRUMENT PROCESS SPECIFICATION

PROJECT No.	1401GB13A0 / 1DD5560A
UNIT No. :	LC-FINING
DOCUMENT No. :	1401GB13A0-HD-KR-INS-007
PID No. :	FEED-1401GB13A0-KR-X-109 Sht.2

REVISION	A	0		
DATE	24-Aug-17	19-Oct-18		
ORIG. BY	AGV	AAM		
CHKD. BY	RRG	RRG		
APP. BY	RLL	RLL		

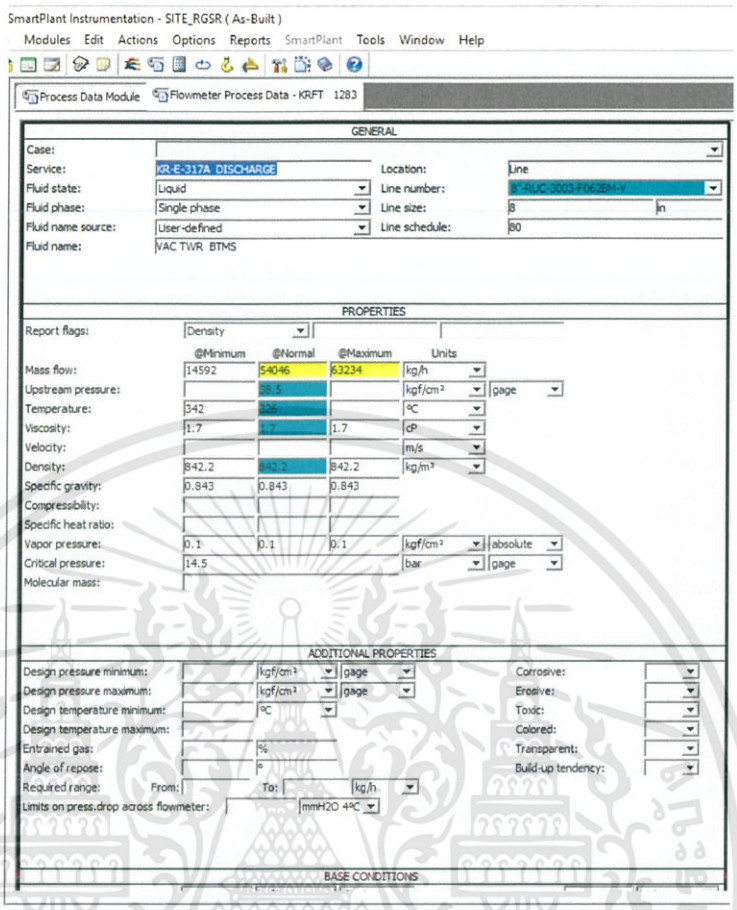
1	General	Item No.		KR-FT-1014										
		Service		KR-P-103A/B DISCHARGE										
2	Preliminary Line Size (In/Out)		[inch]	3	3									
3	Fluid Properties	State (In/Out)		LIQ	LIQ									
		Type	(Note A)	4	4									
		Description		SLURRY OIL										
		Corrosion/Erosion Due To												
4	PED Fluid Type/State			Group 1	LIQ									
5	Normal Flow (In/Out)	Vapour	[kg/h]	-	-									
		Liquid	[kg/h]	14,707	14,707									
6	Maximum Flow		[%]	102										
7	Minimum Flow		[%]	40										
	LIQUID PROPERTIES													
8	Specific Gravity @ 15°C (In/Out)			-	-									
9	Specific Gravity @ P & T (In/Out)			1.020	1.020									
10	Viscosity @ P & T (In/Out)		[cP]	10.4	10.4									
11	Vapour Pressure		[kg/cm² a]	< 0.1										
12	Critical Pressure		[kg/cm² a]	22.2										
13	Electric Conductivity		[uS/m]	-										
	VAPOUR PROPERTIES													
14	Molecular Weight (In/Out)		[kg/kmol]	-	-									
15	Viscosity @ P & T (In/Out)		[cP]	-	-									
16	Cp/Cv @ P & T (In/Out)			-	-									
17	Compressibility (In/Out)			-	-									
18	Density @ P & T (In/Out)		[kg/m³]	-	-									
	OTHER INFORMATION													
19	Operating Temperature	@ Normal flow	[°C]	153										
		@ Maximum flow	[°C]	-										
		@ Minimum flow	[°C]	-										
20	Pressures (Upstream/ Downstream) (Notes B, C)	@ Normal flow	[kg/cm²g]	186.5	179.1									
		@ Maximum flow	[kg/cm²g]	191.9	185.6									
		@ Minimum flow	[kg/cm²g]	192.2	181.9									
21	High Alarm (FAH/FAHH)		[kg/h]	-	-									
22	Low Alarm (FAL/FALL)		[kg/h]	HOLD	HOLD									
23	Remarks			Design Temp /Press : 204°C/ 220.0 kg/cm²g ANSI Class. 2500#										
24	Revision			0										
	NOTES:													

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของ Instrument Process Data Sheet

3.3.2 บันทึกข้อมูล Process Data ลงไปใน Process Data Modules

การบันทึกข้อมูลโดยผ่านซอฟท์แวร์ SmartPlant Instrumentation (Process Data Modules) โดยอ้างอิงจาก Instrument Process Data Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การบันทึกข้อมูลลงไปใน Process Data Modules

สำหรับข้อมูลที่เราจะใส่เข้าไปใน Process Data Modules จะอ้างอิงมาจาก Instrument Process Data Sheet สำหรับข้อมูลที่จะถูกบันทึกลงไปใน Datasheet หลักๆ ที่เกี่ยวข้องกับของไหลจะมีดังนี้

1. Fluid State

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีสถานะเป็นอะไร เช่น แก๊ส ของเหลว เป็นต้น

2. Fluid Description

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร เช่น steam, Natural gas, Sour gas, Nitrogen เป็นต้น

3. Mass Flow

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีอัตรการไหลเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Upstream Pressure

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้ความดันขณะทำงานเท่าใด

5. Viscosity

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความหนืดเท่าใด

6. Density

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความหนาแน่นเท่าใด

7. Specific Gravity

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่าใด

8. Compressibility

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวของแก๊สเท่าใด

9. Specific Heat Ratio

   ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้อัตราส่วนของความร้อรจำเพาะที่ความดันคงที่ต่อด้วยที่ปริมาตรคงที่เท่าใด

10. Vapor Pressure

    ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความดันไอเท่าใด

11. Critical Pressure

    ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความดันวิกฤตเท่าใด

12. Molecular mass

    ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีมวลโมเลกุลเท่าใด

13. Design Temperature and Pressure

    ใช้สำหรับการออกแบบท่อว่าท่อนั้นสามารถทนต่อความดันและอุณหภูมิได้สูงสุดเท่าใดซึ่งจะมีผลโดยตรงกับการออกแบบอุปกรณ์ Instrument เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 นับจำนวนของ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ในโครงการ (Instrument Quantity)

จัดทำ Instrument Quantity เพื่อใช้เพื่อดูภาพรวมของจำนวนอุปกรณ์ Field Instrument ในโครงการรวมถึงการนำไปตรวจสอบและต่อรองราคากับทาง Vender อย่างคร่าวๆ โดยซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานคือ Microsoft Excel

Preliminary Instrument Quantity

Instrument Type Desc	Total
LOCAL INDICATOR	452
D/P LEVEL TRANSMITTER	65
D/P LEVEL TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	85
D/P LEVEL TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	6
DISPLACER LEVEL TRANSMITTER	39
GUIDED WAVE RADAR LEVEL TRANSMITTER	6
LEVEL GAUGE Glass	33
LEVEL GAUGE Magnetic	73
LEVEL SWITCH	6
NUCLEAR LEVEL DENSITY TRANSMITTER	41
FLOW D/P TRANSMITTER	215
FLOW D/P TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	52
FLOW D/P TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	2
SEGMENT WEDGE	8
VENTURI	2
ULTRASONIC	8
ROTAMETER	202
RESTRICTION ORIFICE	452
ORIFICE PLATE	232
ORIFICE PLATE (Grayloc)	2
PRESSURE DIFFERENTIAL TRANSMITTER	23
DIFF PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	29
DIFF PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	8
PRESSURE GAUGE	209
PRESSURE GAUGE with Dia. Seal & Cap. Tube	88
PRESSURE TRANSMITTER	150
PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	56
PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	12
TEMPERATURE GAUGE with TW	246
TEMPERATURE GAUGE with TW (Grayloc)	2
TEMPERATURE TRANSMITTER	412
THERMOCOUPLE TYPE K with TW	331
THERMOCOUPLE TYPE K with TW (Grayloc)	11
THERMOCOUPLE TYPE K DUAL with TW	90
THERMOCOUPLE TYPE K DUAL with TW (Grayloc)	7
Multipoint Skin Type T/C (Grayloc)	4
Multipoint skin T/C	15
SKIN TEMPERATURE - TC	35
SKIN TEMP. Element (Grayloc)	4
Reactor Bed mutipoint T/C (9 Duplex)	6
Reactor skin T/C (4 Duplex)	20
Reactor skin T/C (15 Duplex)	8
Reactor Botlom head skin T/C (4 Duplex)	2
Reactor Bed Botlom T/C (1 Duplex)	2
WIRELESS FLOW D/P TRANSMITTER	39
WIRELESS PRESSURE DIFFERENTIAL TRANSMITTER	0
WIRELESS PRESSURE TRANSMITTER	23
WIRELESS TEMPERATURE TRANSMITTER	265
WIRELESS FLOW D/P TRANS with Dia. Seal & Cap. Tube	2
WIRELESS LEVEL TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	2
WIRELESS PRESSURE TRANSMITTER with Dia.Seal & Cap. Tube	9
	4102

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการทำ Instrument Quantity บน Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Vessel Sketch

เป็นการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบน Vessel หรือ column เป็นต้น ไม่ว่าอุปกรณ์ Instrument จะติดตั้งโดยตรงกับ Vessel หรือติดตั้งบน Stand-pipe รวมถึงการกำหนดตำแหน่งความสูงของ Nozzle บน Vessel ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการกำหนดระยะจุดกึ่งกลางถึงจุดกึ่งกลางของ Instrumentation (Center to Center)

3.5.1 จุดประสงค์ในการทำ Vessel Sketch

1. เป็นการออกแบบระบุตำแหน่งของ Instrument แต่ละตัวบน Vessel เพื่อใช้ในการกำหนด Spec and Requirement ของ Instrument ในการจัดซื้อ

2. ทำให้เห็นถึงปัญหาของข้อมูลต่างๆ เช่น Process Drawing, Vessel General Arrangement

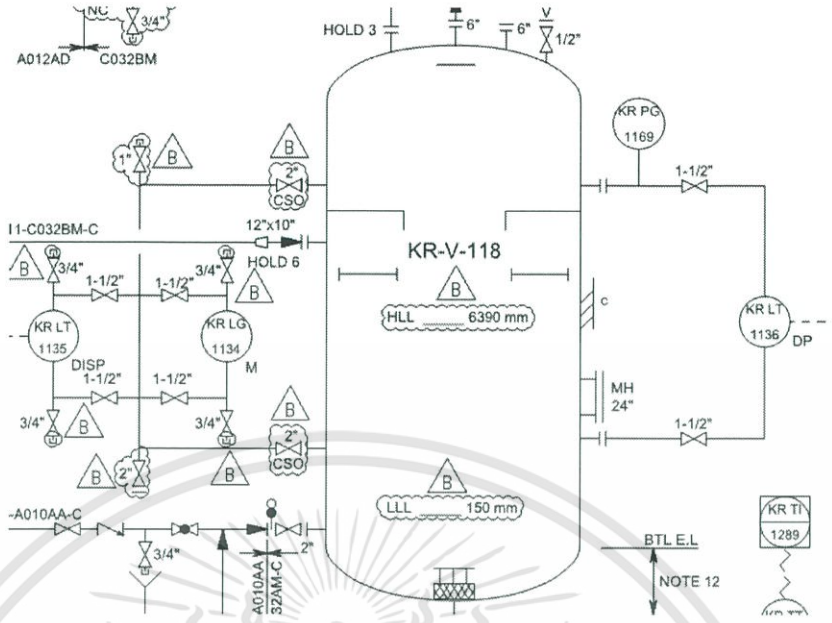
3. ใช้อ้างอิงสำหรับการทำงานของแผนกอื่นๆ เช่น แผนก Piping เพื่อใช้ในการทำ 3D Modelling และ Isometric Drawing

3.5.2 ขั้นตอนในการทำ Vessel Sketch

3.5.2.1. เช็คจำนวน Instrument ที่ถูกกำหนดไว้บน P&ID

P&ID จะกำหนดจำนวนอุปกรณ์ Instrument ที่ติดตั้งอยู่บน Vessel รวมถึงการแสดงการติดตั้งของอุปกรณ์ Instrument นั้นอย่างคร่าวๆ ไม่ว่าอุปกรณ์ Instrument นั้นจะติดตั้งโดยตรงกับ vessel หรืออยู่บน Stand-Pipe รวมถึงการแสดงวัตถุประสงค์ของอุปกรณ์ Instrument นั้นๆ ว่าใช้ทำฟังก์ชั่นอะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



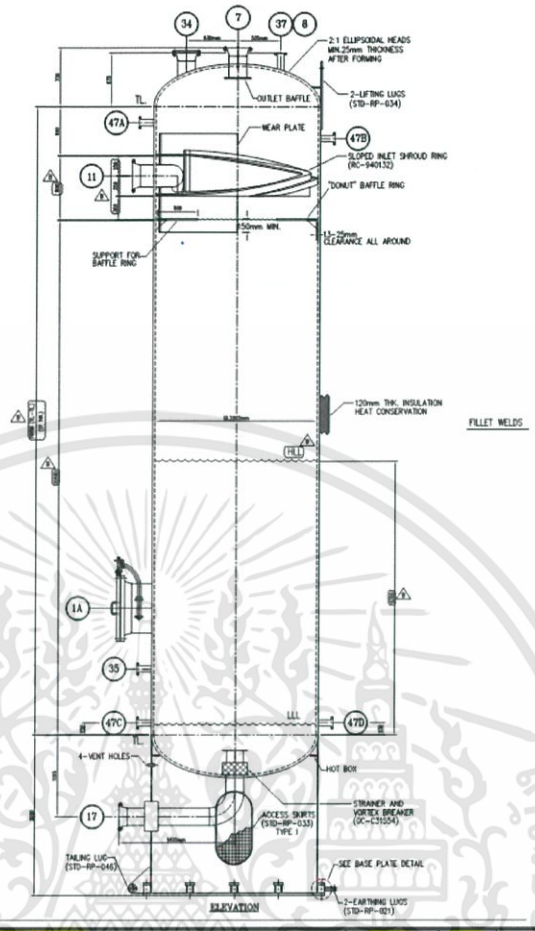
รูปที่ 3.8 ตัวอย่าง Vessel บน P&ID

3.5.2.2. General arrangement Drawing (GA Drawing)

GA Drawing คือ แบบแสดงภาพรวมทั้งหมดที่ใช้สำหรับติดตั้งหน้างาน (Construction) ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของตำแหน่ง Instrument ที่อยู่บน Vessel ในรูปแบบของภาพสองมิติ

ในการทำ Vessel Sketch นั้นเราจะใช้ GA Drawing ในการอ้างอิงตำแหน่งระดับความสูงของ Nozzle ที่จะใช้ในการติดตั้ง Instrument แทนการอ้างอิงตำแหน่ง Instrument ต่างๆ บน P&ID ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

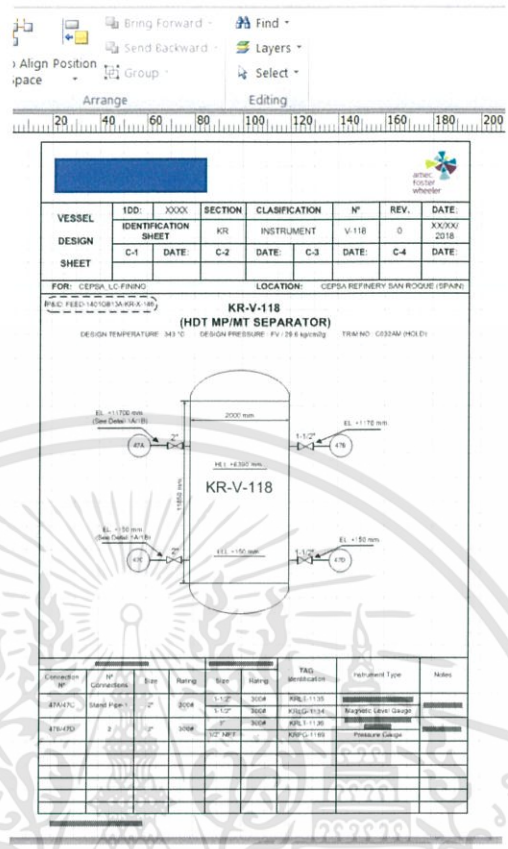


47A-D	LEVEL TAPS	TBC	4	LWNRF	300#
8	VENT	1-1/2"	1	LWNRF	300#
34	VENTILATION	6"	1	WNRF	300#
35	STEAM OUT	2"	1	LWNRF	300#
37	PRESSURE RELIEF	10"(HOLD)	1	WNRF	300#
17	LIQUID OUTLET	8"	1	WNRF	300#
7	VAPOR OUTLET	6"	1	WNRF	300#
11	FEED INLET	10"(NOTE 5)	1	WNRF	300#
1A	MANWAY	24"	1	WNRF	300#
MARK	DESCRIPTION	SIZE	Q'TY	TYPE FLANGE	RATING

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างของ GA Drawingออกแบบ Vessel Sketch

Microsoft Visio คือ โปรแกรมสำหรับการออกแบบ วางแผน วาดภาพ แผนภาพของงานต่างๆ เช่น flow chart, ผังองค์กร หรือ ผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในโครงการนี้เราจะโช้ใช้โปรแกรม Microsoft Visio ในการออกแบบ Vessel Sketch ตัวอย่าง Vessel Sketch ใน Microsoft Visio ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างของ Vessel Sketch ใน Microsoft Visio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการตลอดระยะเวลาที่ได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงผลการดำเนินงาน รวมไปถึงข้อสังเกตต่างๆที่พบในการดำเนินการ และวิธีการในการดำเนินการเมื่อพบกับข้อสังเกตดังกล่าวขณะดำเนินการโดยหัวข้อที่จะนำเสนอในบทนี้ได้แก่

1. จัดทำ Instrument Datasheet
2. เช็คจำนวนของ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ในโครงการ
3. Vessel Sketch

4.1 จัดทำ Instrument Datasheet

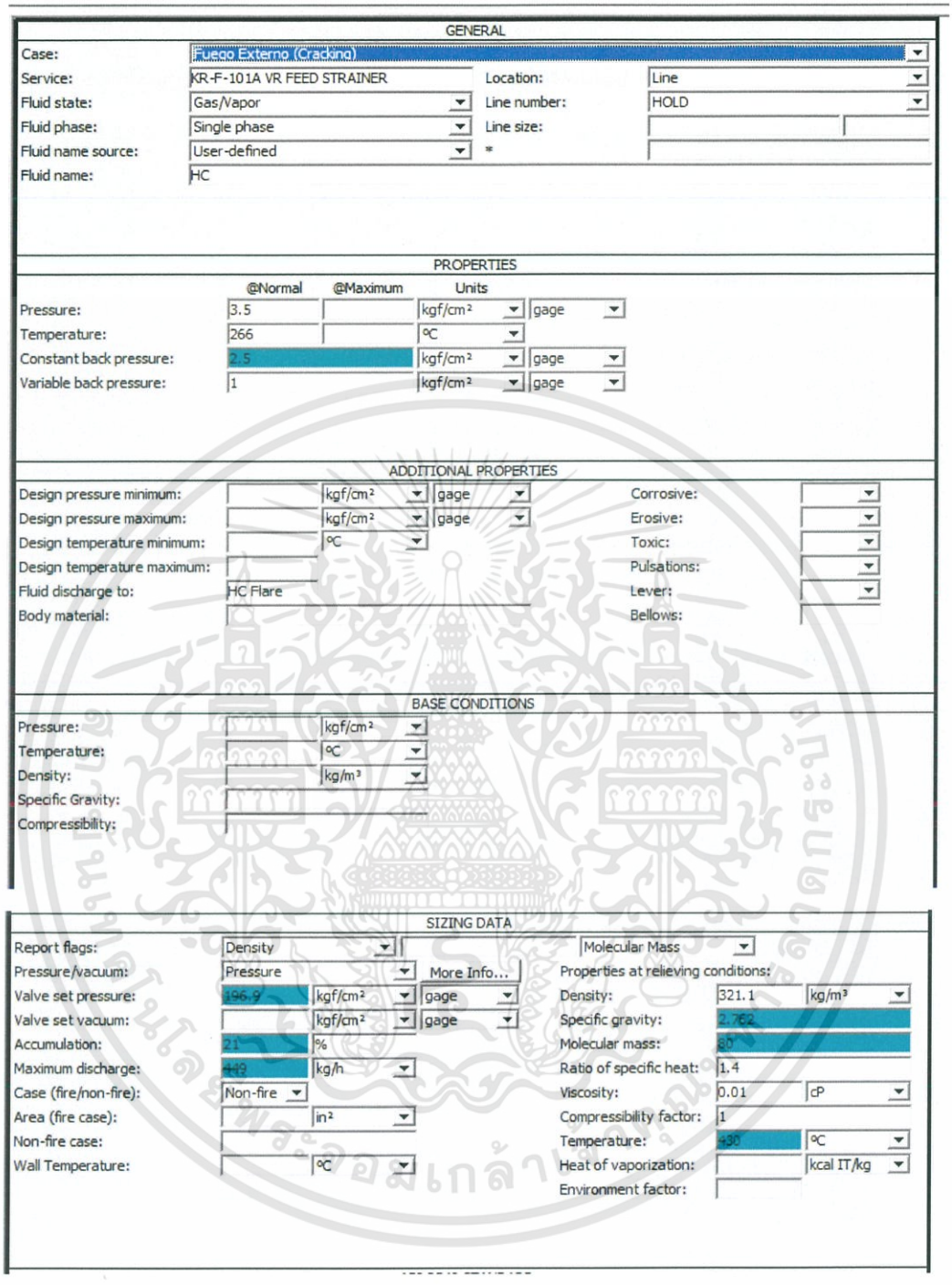
Instrument Datasheet คือเอกสารที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับ Field Instrument เอกสารจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ที่ช่วยในการตัดสินใจในการซื้ออุปกรณ์โดยในการทำ Instrument Datasheet จะใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation ในการทำ

ประเภทของ Instrument Datasheet แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อหลักคือ อุปกรณ์การวัดความดัน, อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ, อุปกรณ์การวัดระดับและอุปกรณ์การวัดของไหล โดย Instrument Datasheet ของแต่ละประเภทจะมีข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

4.1.1 อุปกรณ์การวัดความดัน (Pressure)

การบันทึกข้อมูลใน Instrument Datasheet ของอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับความดัน ในส่วนนี้จะใช้ซอฟแวร์ SmartPlant Instrumentation (Process Data Modules) ในการบันทึกข้อมูล ซึ่งจะมีข้อมูลที่ใช้ในการทำDatasheetดังต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GENERAL

Case:	Fuego Externo (Cracking)		
Service:	KR-F-101A VR FEED STRAINER	Location:	Line
Fluid state:	Gas/Vapor	Line number:	HOLD
Fluid phase:	Single phase	Line size:	
Fluid name source:	User-defined	*	
Fluid name:	HC		

PROPERTIES

	@Normal	@Maximum	Units	
Pressure:	3.5		kgf/cm²	gage
Temperature:	266		°C	
Constant back pressure:	2.5		kgf/cm²	gage
Variable back pressure:	1		kgf/cm²	gage

ADDITIONAL PROPERTIES

Design pressure minimum:		kgf/cm²	gage	Corrosive:
Design pressure maximum:		kgf/cm²	gage	Erosive:
Design temperature minimum:		°C		Toxic:
Design temperature maximum:				Pulsations:
Fluid discharge to:	HC Flare			Lever:
Body material:				Bellows:

BASE CONDITIONS

Pressure:		kgf/cm²
Temperature:		°C
Density:		kg/m³
Specific Gravity:		
Compressibility:		

SIZING DATA

Report flags:	Density			Molecular Mass		
Pressure/vacuum:	Pressure	More Info...		Properties at relieving conditions:		
Valve set pressure:	196.9	kgf/cm²	gage	Density:	321.1	kg/m³
Valve set vacuum:		kgf/cm²	gage	Specific gravity:	2.762	
Accumulation:	21	%		Molecular mass:	80	
Maximum discharge:	449	kg/h		Ratio of specific heat:	1.4	
Case (fire/non-fire):	Non-fire			Viscosity:	0.01	cP
Area (fire case):		in²		Compressibility factor:	1	
Non-fire case:				Temperature:	430	°C
Wall Temperature:		°C		Heat of vaporization:		kcal IT/kg
				Environment factor:		

รูปที่4.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์การวัดความดัน (Pressure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Fluid name และ Fluid State

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีคืออะไร ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Fluid name คือ HC

2. Normal Pressure

ใช้สำหรับแสดงค่าของความดันที่ระดับความดันปานกลาง ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Normal Pressure คือ 3.5 Kg/cm^2

3. Normal Temperature

ใช้สำหรับแสดงค่าของอุณหภูมิที่ระดับอุณหภูมิปานกลาง ในตัวอย่าจากรูปที่ 4.1 Normal Temperature คือ 266 ℃

4. Constant Back Pressure และ Variable Back Pressure

ใช้สำหรับแสดงค่าของความดันต้านกลับ ในตัวอย่าจากรูปที่ 4.1 Constant Back Pressure และ Variable Back Pressureนี้คือ 2.5 Kg/cm^2 และ 1 Kg/cm^2 ตามลำดับ

5. Fluid Discharge

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลที่ขาออกจะไปที่ไหนต่อ ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 จะไปที่ HC Flare

6. Valve Set Pressure

ใช้สำหรับแสดงค่าของความดันที่จุดเริ่มต้นของวาล์ว ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 คือ 196.9 Kg/cm^2

7. Accumulation

ใช้สำหรับแสดงค่าของแรงดันสะสม ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Accumulation คือ 21% หมายความว่าระบบท่อจะยอมให้มีแรงดันสะสมได้ไม่เกิน 21%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Maximum Discharge

ใช้สำหรับแสดงค่าของแรงดันขาออกสูงสุด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Maximum Dischargeคือ 449 Kg/h

9.Density

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความหนาแน่นเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Density คือ 321.1 Kg/m^3

10. Specific Gravity

ใช้สำหรับแสดงค่าของไหลชนิดนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Specific Gravity คือ 2.76

11. Molecular Mass

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีมวลโมเลกุลเท่าใดในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Molecular Mass คือ 80

12. Ratio of Specific Heat

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้อัตราส่วนของความร้อรจำเพาะที่ความดันคงที่ต่อด้วยที่ ปริมาตรคงที่เท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่

4.1 Ratio of Specific Heat คือ 1.4

13. Viscosity

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความหนืดเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Viscosity คือ 0.01 cP

14. Compressibility

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวของแก๊สเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่4.1 Compressibility คือ 1

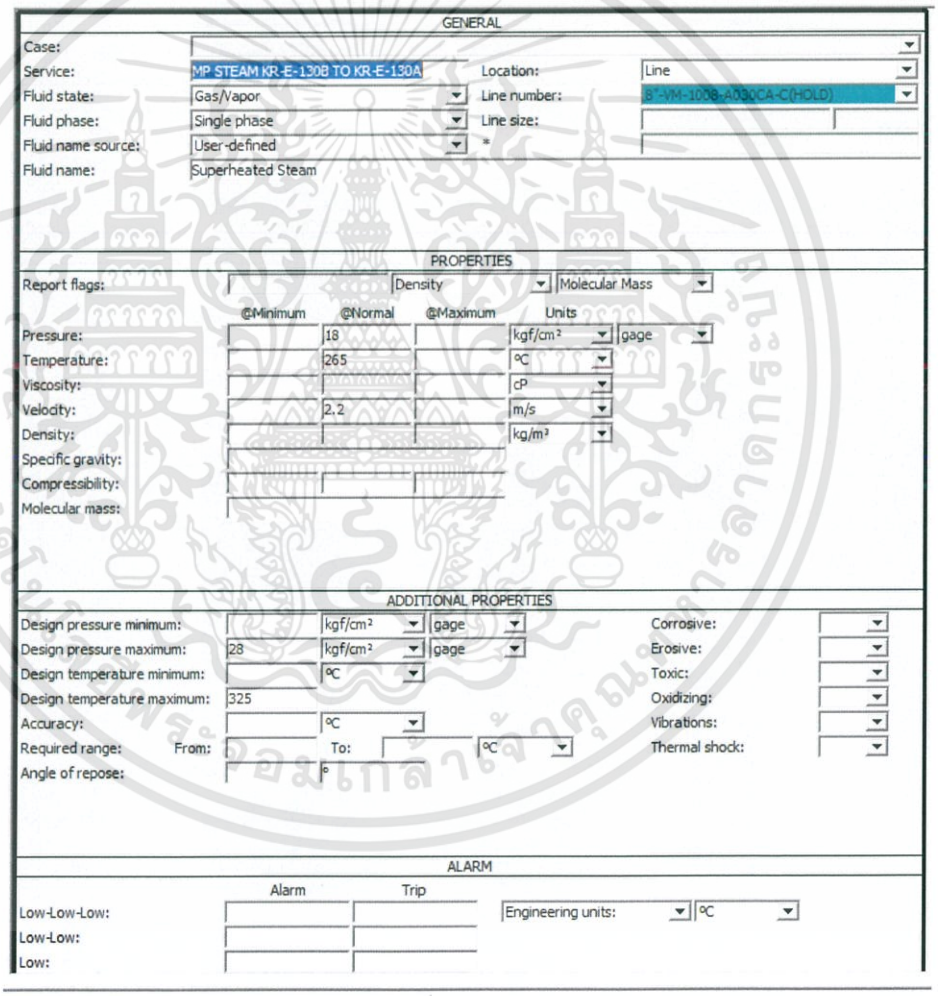
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. Maximum Temperature

ใช้สำหรับการออกแบบท่อว่าท่อนั้นสามารถทนต่ออุณหภูมิได้สูงสุดเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.1 Maximum Temperature คือ 430 °C

4.1.2 อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ (Temperature)

การบันทึกข้อมูลลงใน Instrument Datasheet ของอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิในส่วนนี้จะใช้ซอฟแวร์ SmartPlant Instrumentation (Calculation Modules) ในการบันทึกข้อมูลซึ่งจะมีข้อมูลที่ใช้ในการทำDatasheetดังต่อไป



รูปที่4.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ(Temperature)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Fluid name และ Fluid State

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีคืออะไร ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.2 Fluid name คือ Superheat Steam

2. Operting Pressure

ใช้สำหรับแสดงค่าของความดันที่ระดับความดันปานกลาง ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.2 Normal Pressure คือ 3.5 Kg/cm²

3. Operting Temperature

ใช้สำหรับแสดงค่าของอุณหภูมิที่ระดับอุณหภูมิปานกลาง ในตัวอย่างจากรูปที่4.2 Normal Temperature คือ 266 °C

4. Design Pressure Maximum

ใช้สำหรับการออกแบบท่อว่าท่อนั้นสามารถทนต่ออุณหภูมิได้สูงสุดเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่4.2 Design Pressure Maximumคือ 430 Kg/cm²

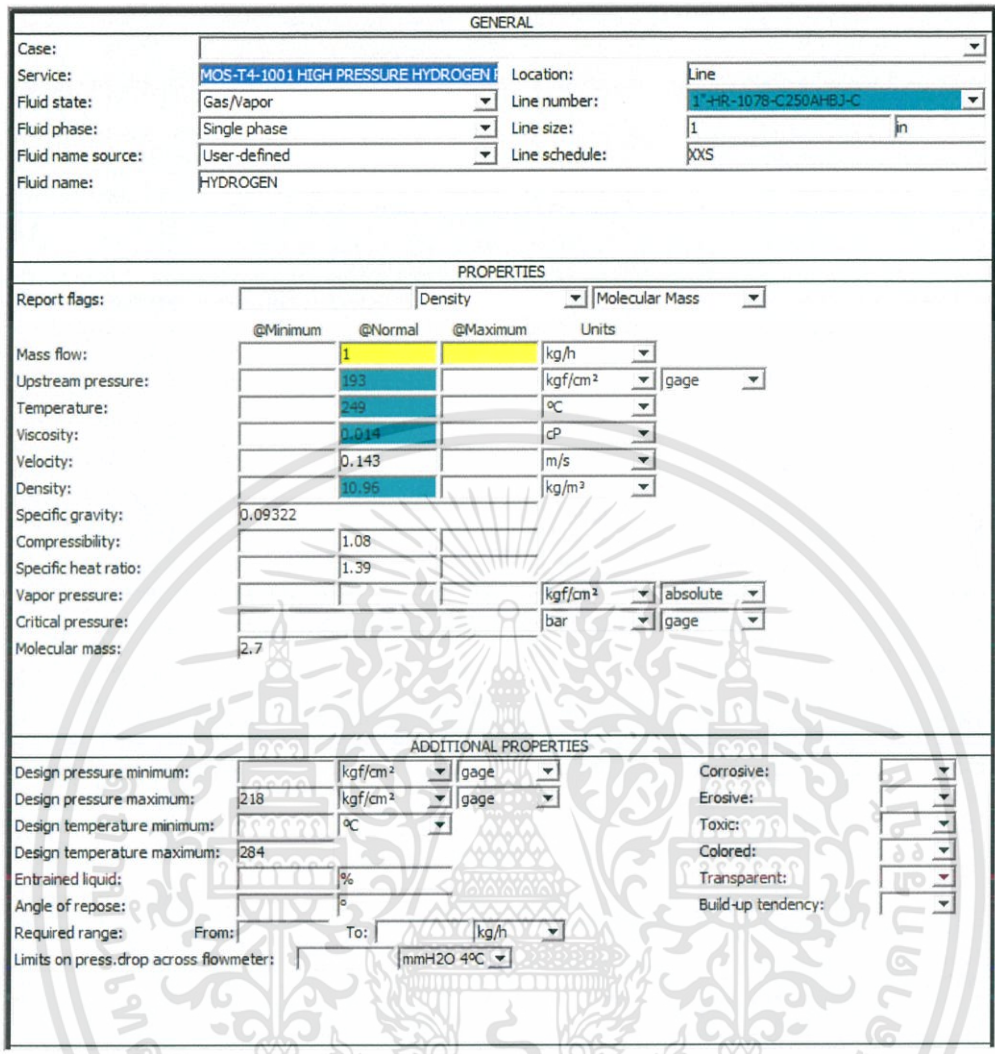
5. Design Pressure Maximum

ใช้สำหรับการออกแบบท่อว่าท่อนั้นสามารถทนต่อความดันได้สูงสุดเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่4.2 Design Pressure Maximum คือ 325 °C

4.1.3 อุปกรณ์การวัดของไหล (Flow)

การบันทึกข้อมูลลงใน Instrument Datasheet ของอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับของไหลในส่วนนี้จะใช้ซอฟแวร์ SmartPlant Instrumentation (Calculation Modules) ในการบันทึกข้อมูลซึ่งจะมีข้อมูลที่ใช้ในการทำDatasheetดังต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GENERAL

Case:			
Service:	MOS-T4-1001 HIGH PRESSURE HYDROGEN F	Location:	Line
Fluid state:	Gas/Vapor	Line number:	1"-HR-1078-C250AHBJ-C
Fluid phase:	Single phase	Line size:	1 in
Fluid name source:	User-defined	Line schedule:	XXS
Fluid name:	HYDROGEN		

PROPERTIES

Report flags: Density, Molecular Mass

	@Minimum	@Normal	@Maximum	Units	
Mass flow:		1		kg/h	
Upstream pressure:		193		kgf/cm²	gage
Temperature:		249		°C	
Viscosity:		0.014		cP	
Velocity:		0.143		m/s	
Density:		10.96		kg/m³	
Specific gravity:	0.09322				
Compressibility:		1.08			
Specific heat ratio:		1.39			
Vapor pressure:				kgf/cm²	absolute
Critical pressure:				bar	gage
Molecular mass:	2.7				

ADDITIONAL PROPERTIES

Design pressure minimum:		kgf/cm²	gage	Corrosive:	
Design pressure maximum:	218	kgf/cm²	gage	Erosive:	
Design temperature minimum:		°C		Toxic:	
Design temperature maximum:	284			Colored:	
Entrained liquid:		%		Transparent:	
Angle of repose:		°		Build-up tendency:	
Required range:	From:	To:	kg/h		
Limits on press.drop across flowmeter:		mmH2O 4°C			

รูปที่4.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์การวัดของไหล (Flow)

1.Fluid State

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีคืออะไร ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Fluid name คือ Hydrogen

2.Fluid Description

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร ในตัวอย่างจากรูปที่4.3 Fluid Description คือ Hydrogen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.Mass Flow

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีอัตรการไหลเท่าใร ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Mass Flow คือ1 Kg/h

4.Upstream Pressure

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้ความดันขณะทำงานเท่าใดในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Upstream Pressure คือ 193 Kg/cm^2

5.Viscosity

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความหนืดเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Viscosity คือ 0.014 cP

6.Density

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความหนาแน่นเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Density คือ 10.96 Kg/m^3

7.Specific Gravity

ใช้สำหรับแสดงค่าของไหลชนิดนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Specific Gravity คือ 0.093

8.Compressibility

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวของแก๊สเท่าใด ในตัวอย่างจากรูป ที่ 4.3 Compressibility คือ 1.08

9.Specific Heat Ratio

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้อัตราส่วนของความร้อรจำเพาะที่ความดันคงที่ต่อด้วยที่ ปริมาตรคงที่เท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Specific Heat Ratio คือ 1.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.Vapor Pressure

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความดันไอเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Vapor Pressure จะไม่มีค่าของความดันไอเนื่องจาก Fluid State คือ Hydrogen มีสถานะเป็นก๊าซ

11.Critical Pressure

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความดันวิกฤตเท่าใดในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Critical Pressure จะไม่มีค่าของความดันวิกฤตเนื่องจาก Fluid State คือ Hydrogen มีสถานะเป็นก๊าซ

12.Molecular mass

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีมวลโมเลกุลเท่าใด ในตัวอย่างจากรูปที่ 4.3 Molecular mass คือ 2.7

13.Design Temperature and Pressure

ใช้การออกแบบท่อว่าท่อนั้นสามารถทนต่อความดันและอุณหภูมิได้สูงสุดเท่าไร ในตัวอย่างจากรูปที่4.3 Design Temperature and Pressure คือ 218 Kg/cm^2 และ 284 °C ตามลำดับ

4.1.4 อุปกรณ์การวัดระดับ(Level)

การบันทึกข้อมูลลงใน Instrument Datasheet ของอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิในส่วนนี้จะใช้ซอฟแวร์ SmartPlant Instrumentation (Specification Modules) ในการบันทึกข้อมูลซึ่งจะมีข้อมูลที่ใช้ในการทำDatasheetดังต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL	1	Tag		KRLT 7091	
	2	Servicio		KR-E-314 LEVLE	
	3	P&ID		FEED-1401GB13A-KR-X-318	
	4	N° línea		-	
	5	Equipo		KR-E-314	
	6				
CONDICIONES PROCESO	7	Fluido	Estado		
	8	Sólidos en suspensión	Comp. Corrosivos		
	9	Presión	Máxima		
	10		Normal		
	11	Temperatura Máxima			
	12	Densidad Operación	Viscosidad Operación	kg/m³	cP
	13	Presión de Diseño	Temperatura de Diseño		
	14	RANGO DE CALIBRACION SCD : MIN / MAX			
	15	ALARMAS SCD : H / HH			
	16	ALARMAS SCD : L / LL			
TRANSMISOR	17	Tipo de medida			
	18	Señal de salida	Protocolo de comunicación		
	19	Material Cuerpo			
	20	Material del diafragma			
	21	Conexión Proceso	Alta presión		
	22		Baja presión		
	23	Fluido Relleno			
	24	Conexión Eléctrica			
	25	Certificación eléctrica			
	26	Protección mecánica			
	27	Rango de medida: Desde (LLL) hasta (HLL)		Desde:	Hasta: mm
	28	Rango Instrumento			
	29	Rango calibración transmisor: cero / span			
	30	Elevación	Supresión		
	31	Precisión Sobrepresión			
	32	Línea de Referencia			
	33	Material de la Caja			
SELLO DIAFRAGMA	34	Conexiones & Rating			
	35	Material Diafragma			
	36	Material Brida			
	37	Fluido relleno sello			
	38	Material Capilar			
	39	Longitud Capilar			
	40	Conexión Flushing			
OPCIONES	41	Indicador			
	42	Escala indicador			
	43	Indicador remoto	Tag / Modelo		
	44		Certificación eléctrica		
	45		Protección mecánica		
	46	Orificio Integral	Material orificio	Tag:	
	47		Conexiones a proceso		
	48	Manifold	Material		

รูปที่4.4 ตัวอย่าง Specification Modules

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Fluid State

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีคืออะไร

2. Fluid Description

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร

3. Specific Gravity

ใช้สำหรับแสดงค่าของไหลชนิดนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่าใด

4. Design Pressure Maximum

ใช้การออกแบบท่อว่าท่อนั้นสามารถทนต่อความดันได้สูงสุดเท่าไร

5. Design Temperature Maximum

ใช้การออกแบบท่อว่าท่อนั้นสามารถทนต่ออุณหภูมิได้สูงสุดเท่าไร

6. Density

ใช้สำหรับแสดงว่าของไหลชนิดนี้มีความหนาแน่นเท่าใด

4.2 นับจำนวนของ Field Instrument ทั้งหมดที่อยู่ในโครงการ

จัดทำ Vessel Sketch เพื่อศึกษารายละเอียดของ Vessel เพื่อระบุตำแหน่งของ Instrument แต่ละตัวบน Vessel ให้ง่ายต่อความเข้าใจและนำไปใช้ในการกำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์ Level Transmitter แต่ละตัวที่อยู่บน Vesselโดยโปรแกรมที่ใช้ในการทำงานคือ Microsoft Excel โดยอุปกรณ์การวัดที่นับมีจำนวนทั้งหมด 4,102 อุปกรณ์ ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instrument Type Description	Total
LOCAL INDICATOR	452
D/P LEVEL TRANSMITTER	65
D/P LEVEL TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	85
D/P LEVEL TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	6
DISPLACER LEVEL TRANSMITTER	39
GUIDED WAVE RADAR LEVEL TRANSMITTER	6
LEVEL GAUGE Glass	33
LEVEL GAUGE Magnetic	73
LEVEL SWITCH	6
NUCLEAR LEVEL DENSITY TRANSMITTER	41
FLOW D/P TRANSMITTER	215
FLOW D/P TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	52
FLOW D/P TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	2
SEGMENT WEDGE	8
VENTURI	2
ULTRASONIC	8
ROTAMETER	202
RESTRICTION ORIFICE	452
ORIFICE PLATE	232
ORIFICE PLATE (Grayloc)	2
PRESSURE DIFFERENTIAL TRANSMITTER	23
DIFF PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	29
DIFF PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	8
PRESSURE GAUGE	209
PRESSURE GAUGE with Dia. Seal & Cap. Tube	88
PRESSURE GAUGE with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	11
PRESSURE TRANSMITTER	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instrument Type Description	Total
PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	56
PRESSURE TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube (Grayloc)	12
TEMPERATURE GAUGE with TW	246
TEMPERATURE GAUGE with TW (Grayloc)	2
TEMPERATURE TRANSMITTER	412
THERMOCOUPLE TYPE K with TW	331
THERMOCOUPLE TYPE K with TW (Grayloc)	11
THERMOCOUPLE TYPE K DUAL with TW	90
THERMOCOUPLE TYPE K DUAL with TW (Grayloc)	7
Multipoint Skin Type T/C (Grayloc)	4
Multipoint skin T/C	15
SKIN TEMPERATURE - TC	35
SKIN TEMP. Element (Grayloc)	4
Reactor Bed multipoint T/C (9 Duplex)	6
Reactor skin T/C (4 Duplex)	20
Reactor skin T/C (15 Duplex)	8
Reactor Bottom head skin T/C (4 Duplex)	2
Reactor Bed Bottom T/C (1 Duplex)	2
WIRELESS FLOW D/P TRANSMITTER	39
WIRELESS PRESSURE DIFFERENTIAL TRANSMITTER	0
WIRELESS PRESSURE TRANSMITTER	23
WIRELESS TEMPERATURE TRANSMITTER	265
WIRELESS FLOW D/P TRANS with Dia. Seal & Cap. Tube	2
WIRELESS LEVEL TRANSMITTER with Dia. Seal & Cap. Tube	2
WIRELESS PRESSURE TRANSMITTER with Dia.Seal & Cap. Tube	9
TOTAL	4102

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดง Field Instrument Quantity

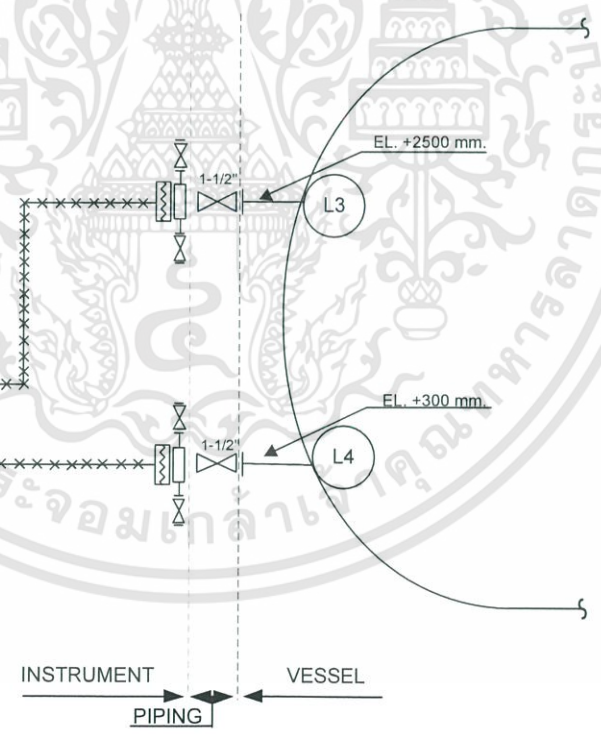
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 Vessel Sketch

เป็นการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบน Vessel หรือ column เป็นต้น ไม่ว่าอุปกรณ์ Instrument จะติดตั้งโดยตรงกับ Vessel หรือติดตั้งบน Stand-pipe รวมถึงการกำหนดตำแหน่งความสูงของ Nozzle บน Vessel ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการกำหนดระยะจุดกึ่งกลางถึงจุดกึ่งกลางของ Instrumentation (Center to Center)

4.3.1 แนวคิดในการออกแบบ

4.3.1.1 ในการต่อ Level Gauge และ Level Transmitter โดยตรงกับ Vessel จะพิจารณาจากความสูงของ Nozzle โดยอ้างอิงจากความสูงของ Nozzle จาก GA Drawing แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่า Alarm Setpoint ที่ถูกกำหนดไว้ใน Process Data Sheet เพื่อให้แน่ใจว่าความสูงของ Nozzle นั้นครอบคลุม Alarm Setpoint นั้นๆ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อระยะในการวัด (Measurement Range) ของอุปกรณ์ Level Instrument นั้นๆ



รูปที่4.5 ตัวอย่าง Level Transmitter ที่ต่อโดยตรงกับ Vessel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 ในการติดตั้ง Level Transmitter บน Stand-Pipe จะพิจารณาจาก Low Liquid Level(LLL) -10% และ high Liquid Level (HLL) +10%

ตัวอย่าง LLL = 500mm และ HLL = 1200mm

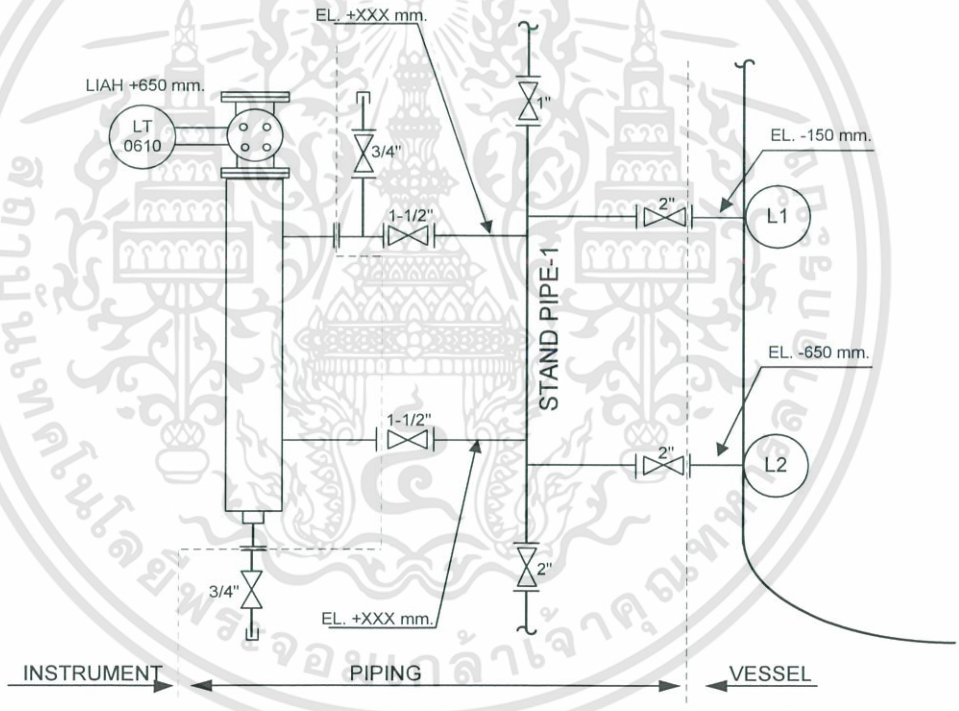
ระยะในการวัดที่ 0% : 500-10% = 450mm

ระยะในการวัดที่ 100% : 1200+10% = 1320 mm

C-C (Center to Center) : 1320-150 = 870 mm

Nozzle ด้าน High Pressure จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สูงไปกว่า 450 mm.

ตัวอย่าง Level Transmitter บน Stand-Pipe ดังรูปที่ 4.6



รูปที่4.6 ตัวอย่าง Level Transmitter บน Stand-Pipe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.3 ระยะความสูงที่สูงที่สุดของ C-C (Center to Center) ของ Level Gauge

Type	Maximum C-C
Glass Level Gauge	1 meter
Magnetic Level Gauge	3 meter

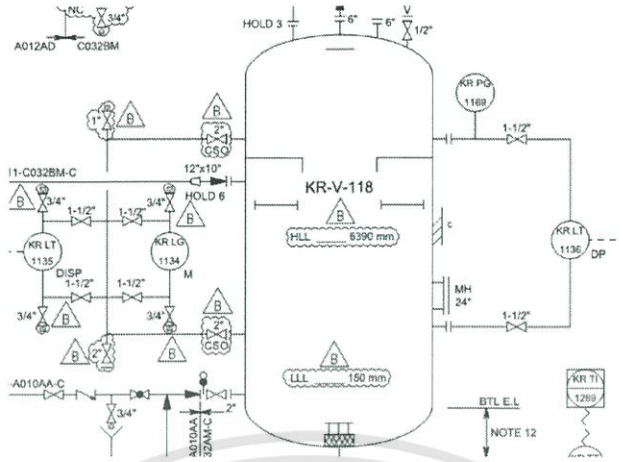
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่า Maximum C-C

ถ้า HLL และ LLL ที่มีระยะห่างกันมากๆ แต่ Magnetic Level Gauge มีระยะจุดกึ่งกลางถึงจุดกึ่งกลางที่ใช้ได้แค่ 3 เมตร เราจะต้องติดตั้ง Magnetic Level Gauge เพิ่มให้เท่ากับระยะห่างของ HLL และ LLL เช่น HLL และ LLL ที่มีระยะห่างกัน 12000 mm เราจะต้องติด Magnetic Level Gauge จำนวน 4 ตัว โดยการติดตั้งนั้นเราจะติดตั้ง Magnetic Level Gaugeตัวที่ 1 ให้ห่างกับ Magnetic Level Gauge ตัวที่2 อยู่ 250 mm ,Magnetic Level Gaugeตัวที่ 2 ให้ห่างกับ Magnetic Level Gauge ตัวที่3 อยู่ 250mm, Magnetic Level Gaugeตัวที่ 3 ให้ห่างกับ Magnetic Level Gauge ตัวที่4 อยู่ 250 mm เพื่อให้มีสเกลที่ต่อเนื่องหรือครอบคลุมระยะในการอ่านค่า

4.3.2 ตัวอย่างการออกแบบ Vessel Sketch

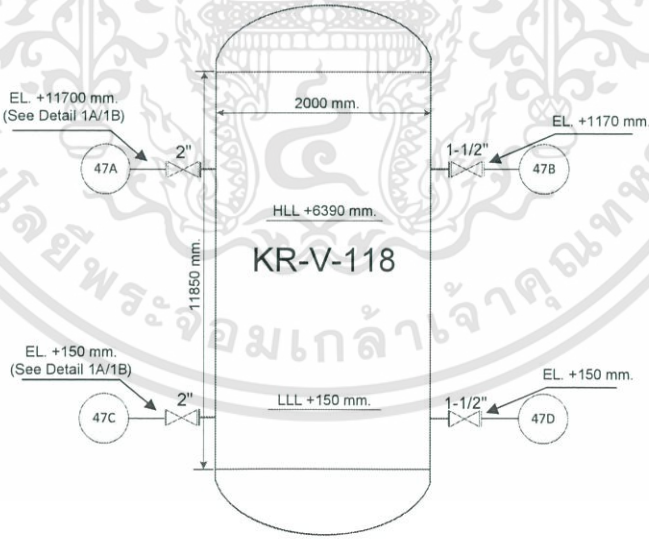
อันดับแรกในการออกแบบ Vessel Sketch นั้นเราต้องเช็คจำนวน Instrument ที่ถูกกำหนดไว้บน P&ID หลังจากนั้นเราจะใช้ GA Drawing ในการอ้างอิงตำแหน่งระดับความสูงของ Nozzle ที่จะใช้ในการติดตั้ง Instrument แทนการอ้างอิงตำแหน่ง Instrument ต่างๆบน P&ID เมื่อเราทราบขนาดของถังและตำแหน่งของ Nozzle แล้วเราก็จะทำการออกแบบ Vessel Sketch ใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft Visio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.7 ตัวอย่างP&ID

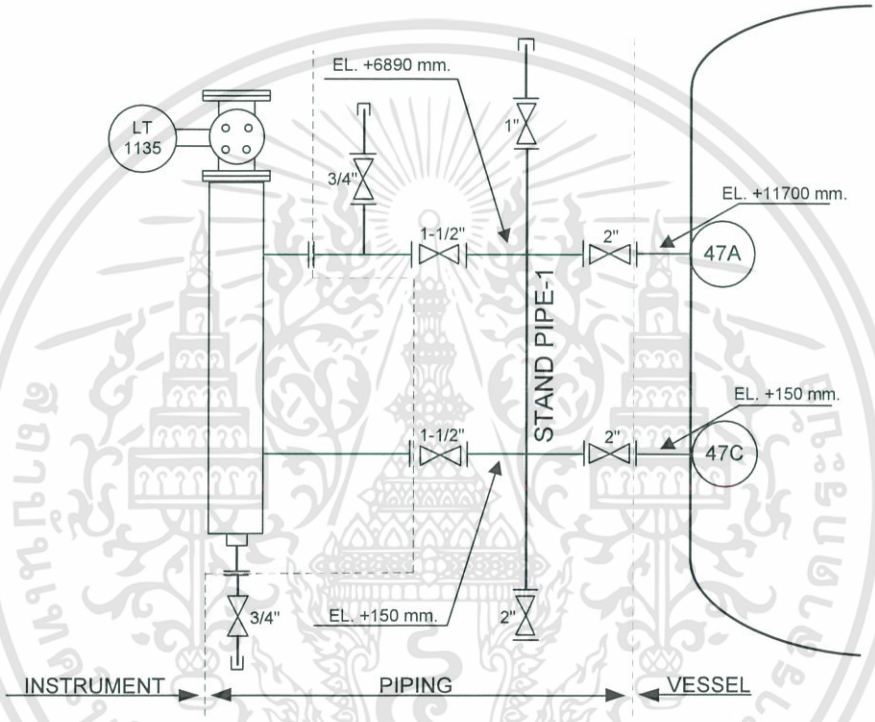
จากรูปที่ 4.7 บ่งบอกว่าบน Vessel ประกอบไปด้วยเกจวัดความดัน, ทรานส์มิตเตอร์ ชนิดวัดความดันแตกต่าง, อุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็กบน Stand-Pipe, อุปกรณ์วัดระดับแบบดิสเพลสเซอร์บน Stand-Pipe เมื่อเรามีข้อมูล Vessel ใน P&ID แล้วเราจะนำข้องมูลเหล่านี้มาเปรียบเทียบกับ GA-Drawing เพื่อหาตำแหน่งความสูง Nozzle ของอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆที่อยู่บน Vessel



รูปที่4.8 ตัวอย่างการออกแบบภาพรวมของ Vessel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

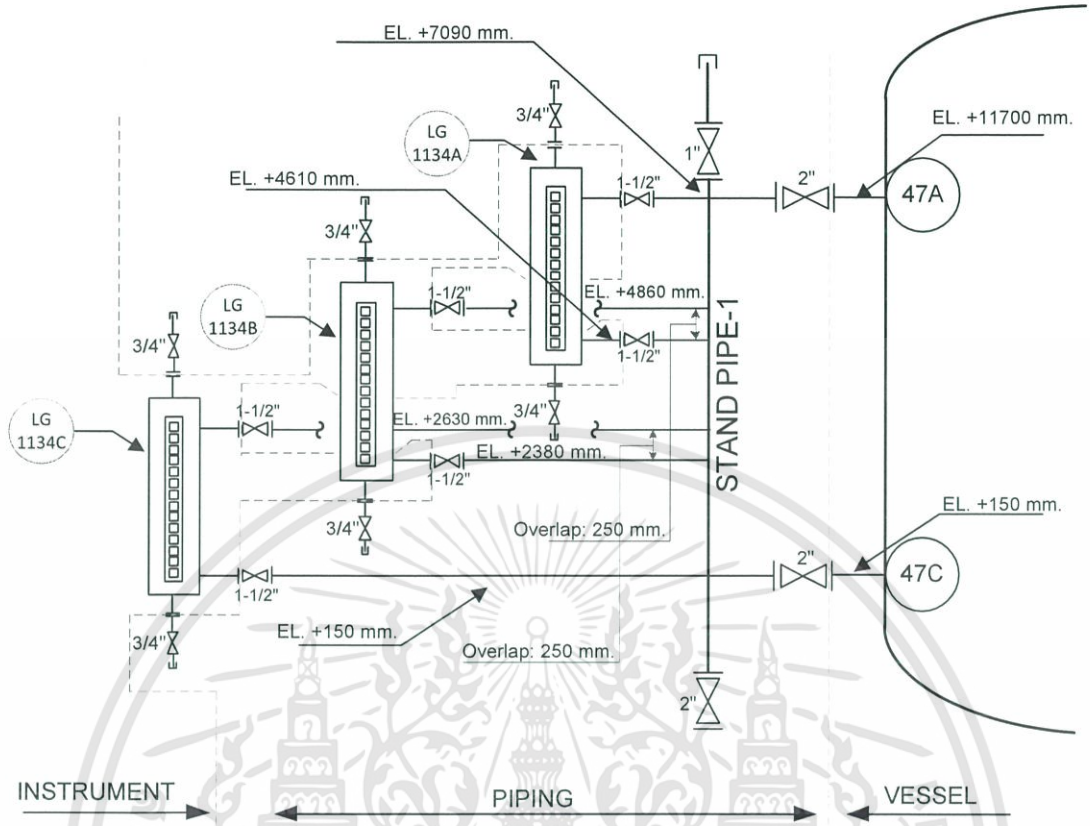
จากรูปที่ 4.8 เป็นการนำข้อมูลจาก P&ID และ GA Drawing มาทำการออกแบบ Vessel เพื่อกำหนดตำแหน่งความสูง Nozzle ของอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆที่อยู่บน Vessel และขนาดของ Nozzle แต่ละตัว อุปกรณ์การวัดที่ต่อโดยตรงกับ Vessel จะมีขนาดของ Nozzle เท่ากับ 1-1/2 นิ้ว อุปกรณ์การวัดที่อยู่บน Stand-Pipe จะมีขนาดของ Nozzle เท่ากับ 2 นิ้ว มี HLL เท่ากับ 6390 มิลลิเมตร และ LLL เท่ากับ 150 มิลลิเมตร



รูปที่4.9 ตัวอย่างการออกแบบ Displacer บน Stand pipe

จากรูปที่ 4.9 เป็นการออกแบบอุปกรณ์วัดระดับชนิด Displacer ที่อยู่บน Stand-Pipe ขนาด 2 นิ้ว และมีการกำหนดความสูงของ Nozzle ไว้อย่างชัดเจน

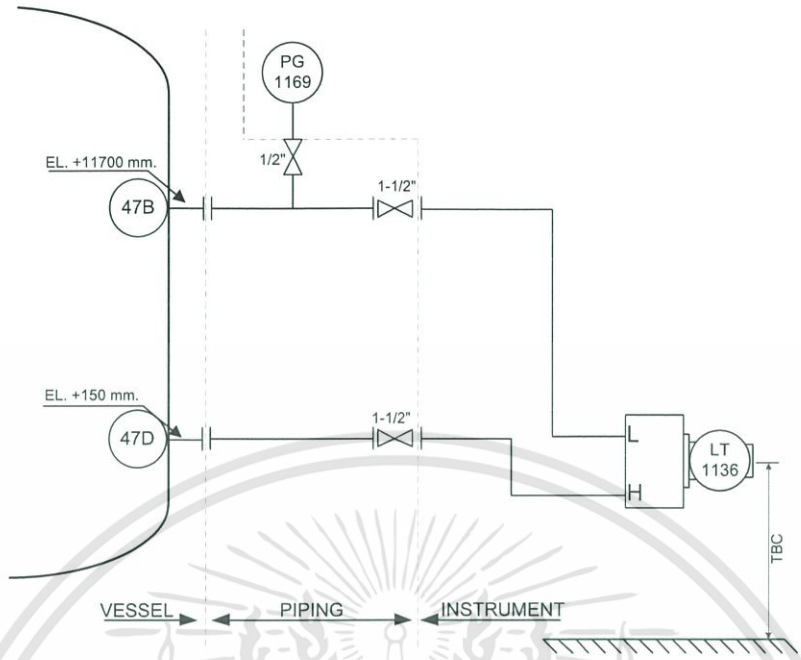
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.10 ตัวอย่างการออกแบบอุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็กบน Stand Pipe

จากรูปที่ 4.10 เป็นการออกแบบอุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็กบน Stand-Pipe ในรูปมีการใช้อุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็กจำนวน 3 ตัว เนื่องจาก Vessel มีความสูงถึง 11,850 มิลลิเมตร และมีระยะห่างของ HLL และ LLL เท่ากับ 6240 โดยหลักในการออกแบบอุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็กมีความสูงจำกัดอยู่ที่ 3 เมตร ดังนั้นต้องใช้ อุปกรณ์วัดระดับชนิดแม่เหล็กจำนวน 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.11 ตัวอย่างการออกแบบเกจวัดความดันและอุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่าง

จากรูปที่ 4.11 เป็นการออกแบบเกจวัดความดันและอุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่างที่ต่อโดยตรงกับ Vessel ซึ่งจะมีขนาดของ Nozzle 1-1/2 นิ้ว และมีการกำหนดความสูงของ Nozzle ไว้อย่างชัดเจน อุปกรณ์วัดระดับความดันแตกต่างขา HP (High Pressure) จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านต่ำสุดของถัง (Lower Nozzle) และด้าน LP (low Pressure) หรือด้านที่มีความดันคงที่ จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านสูงสุดของถัง (Upper Nozzle)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิเคราะห์ผลและสรุปผล

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานทั้งหมดในการปฏิบัติการสหกิจศึกษาทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆในการทำงานทางด้าน Engineering Procurement and Construction ได้เข้าใจหลักการทำงานและวิธีการเลือกใช้งานอุปกรณ์การวัดและควบคุมต่างๆมากขึ้น

จากการดำเนินการในโครงการพบว่าการใช้โปรแกรม Smartplant Instrumentation ในการจัดทำ Instrument Database เพื่อจัดเก็บข้อมูลของ Instruments จำนวนมากจากหลายๆแหล่งข้อมูลมาไว้เป็นแหล่งข้อมูลเดียวอย่างเป็นระบบทำให้สะดวกต่อการอัพเดทข้อมูลในฐานข้อมูล

การทำ Instrument Datasheet จะทำให้ทราบถึงข้อมูลรายละเอียดการจัดซัดซื้ออุปกรณ์เครื่องมือวัด เครื่องมือวัดชนิดนี้ควรมีลักษณะเป็นอย่างไรเมื่อผลิตภัณฑ์เป็นแบบนี้ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เราจะไม่เลือกใช้วัสดุที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบเพราะว่าถ้าไฮโดรเจนไปทำปฏิกริยาซัลเฟอร์จะทำให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนอาจทำให้อุปกรณ์เกิดการเสียหายได้

จัดทำ Vessel Sketch เพื่อศึกษารายละเอียดของ Vessel เพื่อระบุตำแหน่งของ Instrument แต่ละตัวบน Vessel ให้ง่ายต่อความเข้าใจและนำไปใช้ในการกำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์ Level Transmitter แต่ละตัวที่อยู่บน Vessel

จัดทำ Instrument Quantity เพื่อใช้เพื่อดูภาพรวมของจำนวนอุปกรณ์ Field Instrument ในโครงการรวมถึงการนำไปตรวจสอบและต่อรองราคากับทาง Vender อย่างคร่าวๆ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. โครงงานที่ได้ตรงกับสาขาวิชาที่เรียน แต่บางสิ่งที่ได้มาเจอในระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษานั้นไม่เคยได้เรียนรู้มาก่อน
2. Smartplant Instrumentation งานมีความล่าช้าเนื่องจากเซิฟเวอร์อยู่ต่างประเทศ
3. งานที่ได้รับมอบหมายมีจำนวนมาก และไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำงานด้านเอกสาร ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน และทำให้เกิดความผิดพลาดเล็กน้อยในช่วงแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ตั้งใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมาย โดยศึกษาจากอินเทอร์เน็ต จากตำราต่างๆ หรือถามจากพี่ๆในแผนก
2. ตั้งใจทำงาน ศึกษาวิธีการทำงานให้เข้าใจ อะไรที่ไม่แน่ใจควรที่จะถามจากพี่ในแผนกก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Control Valve Handbook Emerson. (1965). “Valve and Actuator Types” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา:

https://www.emerson.com/documents/automation/manuals-guides-control-valve-handbook-fisher-en-3661206.pdf

(วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤศจิกายน 2561).

[2] Food Network Solution (2555). “แผ่นออริฟิส”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7248/orifice-plate

(วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤศจิกายน 2561).

[3] Food Network Solution (2555). “แผ่นไดอะแฟรม”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7321/diaphragm-plate

(วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤศจิกายน 2561).

[4] ศูนย์ฝึกอบรม และควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร “เทอร์โมคัปเปิล คืออะไร”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.xn--https://www.aballtechno.com/article/11

(วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤศจิกายน 2561).

[5] Food Network Solution (2555). “thermowell”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4303/thermowell

(วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤศจิกายน 2561).

[6] Food Network Solution (2555). “อุปกรณ์วัดระดับชนิดกระจกแก้ว”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7346/glass-gauge

(วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤศจิกายน 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายคุณาธิป ดิลกวุฒิสิทธิ์

วัน เดือน ปีเกิด : 28 กุมภาพันธ์ 2540

ที่อยู่ : 87/1 หมู่1 ตำบลโคกขี้หนอน อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี 20160

Email : Kunathip2802@gmail.com

โทรศัพท์ : 095-19626333

ประวัติการศึกษา : พ.ศ. 2556 - 2558 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา

: พ.ศ. 2558 - ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน : มิถุนายน - ธันวาคม พ.ศ. 2561

นักศึกษาฝึกงาน แผนก Control and Instrumentation

เกี่ยวกับ Engineering Procurement and Construction

บริษัท ฟอสเตอร์วีลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้