รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาและออกแบบการติดตั้งบูสเตอร์คอมเพรสเซอร์

BOOSTER COMPRESSOR DEVELOPMENT PROJECT

นางสาวอรอนงค์ ศรีภัทราพันธุ์

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การศึกษาและออกแบบการติดตั้งบูสเตอร์คอมเพรสเซอร์
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นางสาวอรอนงค์ ศรีภัทราพันธุ์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	รศ.ดร.ทัตยา ปุคคละนันทน์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายชีวธันย์ รชตจิรพันธุ์
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จะกล่าวถึงการทำ FEED (Front End Engineering Design) ในส่วนของแผนกเครื่องมือวัดให้กับโครงการเพิ่มแรงดันการส่งแก๊สจาก Wellpad ไป GPP (Gas Processing Plant) โดยจุดประสงค์ของการดำเนินการ FEED จะมีการจัดทำฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุมไว้อย่างเป็นระบบ โดยภายในโครงงานจะมีการระบุขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่การศึกษาการทำงานของกระบวนการจากแผนภาพ P&ID (Piping and Instrument Diagram) จัดทำ Instrument Index, Instrument I/O Schedule, Datasheet, Block Diagram, Cable Block Diagram, Cable Schedule ไปจนถึงการทำ MTO (Material Take-Off) ซึ่งข้อมูลจากการดำเนินงานจะถูกส่งให้กับ Wellpad เป็นเอกสารสรุปรายการวัสดุที่จะต้องจัดซื้อเพิ่มในการขยายโครงการนี้ โดยเอกสารจะถูกใช้ประเมินมูลค่าของโครงการ เพื่อประกอบการตัดสินใจต่อไป

คำสำคัญ : FEED, P&ID, Instrument Index, Instrument I/O Schedule, Datasheet, Block Diagram, Cable Block Diagram, Cable Schedule, MTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title:	BOOSTER COMPRESSOR DEVELOPMENT PROJECT
Student intern name:	Ms. On-anong Sriphattraphan
Department:	Instrumentation and Control Engineering
Faculty:	Engineering
Advisor name:	Assoc.Prof. Dr. Tattaya Pukkalanun
Mentor name:	Mr. Cheewathan Ratchatajiraphun
Company:	Technip Engineering (Thailand) Co, Ltd.

ABSTRACT

This cooperative education project will focus on the FEED (Front End Engineering Design) for the instrument department for the gas pressure boosting project from Wellpad to GPP (Gas Processing Plant). FEED will create a systematic database for data storage of measurement and control equipment. Within the project, operational procedures will be specified, starting from the study of the operation of the process from the P&ID (Piping and Instrument Diagram), creating Instrument Index, Instrument I/O Schedule, Datasheet, Block Diagram, Cable Block Diagram, Cable. Schedule to MTO (Material Take-Off), which data from operations will be sent to Wellpad as a summary of materials that need to be purchased for the expansion of this project. Which documents will be used to evaluate the value of the project for further decision making.

Keywords : FEED, P&ID, Instrument Index, Instrument I/O Schedule, Datasheet, Block Diagram, Cable Block Diagram, Cable Schedule, MTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ก่อนอื่นต้องขอขอบพระคุณบิดา-มารดาและทุกคนในครอบครัวข้าพเจ้า ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่องตลอดเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณ บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าไปฝึกปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานของวิศวกรรมการวัดและควบคุมในด้านการออกแบบทางวิศวกรรมมากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ คุณชีวธันย์ รชตจิรพันธุ์ ซึ่งเป็นผู้นิเทศงานที่คอยให้ความรู้และการดูแลตลอดระยะเวลาหกเดือนที่ผ่านมา ขอขอบคุณพี่ๆในแผนก Instrument ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ประสบการณ์ และคำแนะนำในการทำงาน เป็นผลให้โครงงานเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ทัตยา ปุลคละนันทน์ ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแก่ผู้จัดทำตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิศวกรรมระบบควบคุมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้

ผู้จัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ขอขอบพระคุณทุกท่านอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนเอื้อเฟื้อให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ และประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ

นางสาวอรอนงค์ ศรีภัทราพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	**5**
2.1 แผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram: P&ID)	5
2.2 สัญลักษณ์ระบบเครื่องมือวัดและควบคุม	5
2.2.1 ตัวอักษร หน้าที่การทำงาน (Identification Letters)	6
2.2.2 สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด (Location/Accessibility)	8
2.2.3 สัญลักษณ์เส้น (Line Symbol)	9
2.2.4 สัญลักษณ์ Primary Element (Primary Element Symbol)	10
2.2.5 หมายเลขประจำท่อ (Pipe Line Number)	10
2.2.6 สัญลักษณ์วาล์วควบคุม (Control Valve Symbol)	12
2.2.7 ฟังก์ชันควบคุม (Control Function)	13
2.2.8 อุปกรณ์อื่นๆ (Other Equipment)	14
2.3 หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม	16
2.3.1 อุณหภูมิและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	16
2.3.1.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)	17
2.3.1.2 อาร์ทีดี (RTD)	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1.3 เทอร์มิสเตอร์ (Thermisters)	21
2.3.1.4 ไพโรมิเตอร์ (Pyrometer)	21
2.3.1.5 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบ Filled System	22
2.3.1.6 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบ Bimetal	22
2.3.2 ความดันและเครื่องมือวัดความดัน	22
2.3.2.1 มาโนมิเตอร์ (Manometer)	23
2.3.2.2 บูร์ดอง (Bourdon)	24
2.3.2.3 เบลโลว์ (Bellow)	25
2.3.2.4 ไดอะแฟรม (Diaphragm)	26
2.3.2.5 เครื่องมือวัดความดันค่าต่ำๆ และ Vacuum	27
2.3.2.6 อินเวิร์ตเบลล์ (Inverted Bell)	27
2.3.2.7 ทรานสมิตเตอร์สำหรับวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลและทรานสดิวเซอร์	27
2.3.3 ระดับและเครื่องมือวัดระดับ	29
2.3.4 Flow และเครื่องมือวัด Flow	30
2.3.4.1 แผ่นออริฟิส (Orifice Plate)	30
2.3.4.2 เวนจูรี (Venturi Tube)	31
2.3.4.3 นอซเซิล (Nozzle)	31
2.3.5 วาล์วควบคุม (Control Valve)	31
2.4 การแบ่งเขตพื้นที่อันตราย (Hazardous Area Classification)	36
2.4.1 พื้นฐานการระเบิด	36
2.4.2 การแบ่งแยกบรรยากาศที่ระเบิดได้	39
2.4.3 องค์ประกอบของระบบที่เป็น Instrinsically Safe	41
2.5 ระบบควบคุม (Control System)	42
2.6 ระบบควบคุมกระบวนการผลิตขั้นพื้นฐาน (Basic Process Control System)	44
2.7 ระบบรักษาความปลอดภัย	47
2.8 สายคอนโทรลและสายสัญญาณ (Control and Instrument Cable)	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8.1 การแบ่งประเภทของสาย	49
2.9 ชนิดของสัญญาณ (Signal Type)	53
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	**55**
3.1 แนวคิด	55
3.2 ศึกษาภาพรวมของโครงการจากแผนภาพ PFD	55
3.3 ศึกษา P&ID เพื่อดูรายละเอียดของเครื่องมือวัดและควบคุม	56
3.4 จัดทำ Instrument Index ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel	58
3.4.1 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของเครื่องมือวัด	58
3.4.2 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของวาล์ว	60
3.5 จัดทำ Instrument I/O Schedule ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel	62
3.5.1 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของเครื่องมือวัด	62
3.5.2 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของวาล์ว	64
3.6 จัดทำ Datasheet โดยโปรแกรม Microsoft Excel	65
3.7 จัดทำ Block Diagram	66
3.8 จัดทำ Cable Block Diagram	67
3.9 จัดทำ Cable Schedule โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel	69
3.10 จัดทำ Material Take-Off (MTO)	73
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	**76**
4.1 ผลของการศึกษา P&ID (Piping & Instrument Diagram)	76
4.2 ผลของการดำเนินงานการออกแบบทางวิศวกรรม	76
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	**80**
5.1 สรุปผล	80
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	80
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ	81
เอกสารอ้างอิง	**82**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของ Engineering Design	1
2.1 ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการผลิต	5
2.2 หมายเลขประจำเครื่องมือวัดบน P&ID	7
2.3 สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัด	9
2.4 สัญลักษณ์เส้น	9
2.5 สัญลักษณ์เครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่กับท่อ	10
2.6 รายละเอียดส่วนต่างๆของหมายเลขประจำท่อแบบที่ 1	11
2.7 รายละเอียดส่วนต่างๆของหมายเลขประจำท่อแบบที่ 2	11
2.8 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมและ Actuator	13
2.9 ฟังก์ชันควบคุมพื้นฐาน	14
2.10 สัญลักษณ์อุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการ	15
2.11 แสดงวงจรการเชื่อมต่อโลหะต่างชนิดกัน	18
2.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของวัสดุต่างชนิด	18
2.13 แสดง RTD แบบ 2 สาย	19
2.14 แสดง RTD แบบ 3 สาย	19
2.15 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเกลียว	20
2.16 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม	20
2.17 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน	20
2.18 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองชนิด C	24
2.19 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองแบบก้นหอย	25
2.20 แสดงภาพของบูร์ดองแบบขดซ้อน	25
2.21 เกจวัดความดันแบบเบลโลว์	26
2.22 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม	26
2.23 แสดง Displacer แบบ Direct	29
2.24 แสดงตัวอย่างของแผ่นออริฟิสแบบต่างๆ	31
2.25 แสดงรูป Valve Actuator	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.26 แสดงรูป Valve Body	33
2.27 แสดงรูป Valve Positioner	33
2.28 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของของเหลว	35
2.29 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของแก๊ส	35
2.30 แสดงคุณลักษณะการไหล	36
2.31 สามเหลี่ยมการลุกไหม้	37
2.32 แผนภาพการควบคุม	45
2.33 โครงสร้างระบบควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน	46
2.34 แบบกราฟความเสี่ยง Risk Graph	48
2.35 แบบวิเคราะห์ชั้นความปลอดภัย LOPA	48
2.36 แสดงสาย Control Cable	50
2.37 แสดงสายตีเกลียวคู่ 2 เส้น Instrument Cable	51
2.38 แสดงสาย pair P-OS (Multiple Non-Shielded Pairs/Triads-Overall Shield)	52
2.39 แสดงสาย pair SP-OS (Multiple Shielded Pairs/Triads-Overall Shield)	53
3.1 ภาพรวมของระบบ	55
3.2 แผนภาพ Process Flow Diagram (PFD)	55
3.3 สัญลักษณ์เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ	57
3.4 สัญลักษณ์เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ (2)	57
3.5 องค์ประกอบของเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง	58
3.6 Loop การทำงานของเครื่องมือวัด 11PT103 บน P&ID	58
3.7 แสดงรายละเอียดของ Instrument Index	59
3.8 การระบุข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือวัดลง Instrument Index	59
3.9 การระบุข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือวัดลง Instrument Index (2)	60
3.10 Loop การทำงานของวาล์ว 11SDV101 บน P&ID	60
3.11 การระบุข้อมูลของวาล์วลง Instrument Index	61
3.12 การระบุข้อมูลของวาล์วลง Instrument Index (2)	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.13 แสดงรายละเอียดของ Instrument I/O Schedule	62
3.14 Loop การทำงานของเครื่องมือวัด 11PT109 บน P&ID	63
3.15 การระบุข้อมูลลง Instrument I/O Schedule	63
3.16 การระบุข้อมูลลง Instrument I/O Schedule (2)	64
3.17 Loop การทำงานของวาล์ว 11SDV102 บน P&ID	64
3.18 การระบุข้อมูลของปั๊มลง Instrument I/O Schedule	65
3.19 รายละเอียดของ Shutdown Valve ที่แสดงใน Datasheet	66
3.20 แสดงภาพรวมการเชื่อมต่อของระบบโดยรวม	67
3.21 แสดงการจัดกลุ่มอุปกรณ์การวัดและควบคุมลงบน Overall Site Plan	67
3.22 แสดงตัวอย่าง Cable Block Diagram บางส่วน	68
3.23 แสดง Cable Block Diagram	69
3.24 แสดงภาพรวมของ Cable Schedule	69
3.25 แสดง Cable Specification	70
3.26 แสดงหน้าแรกเมื่อเข้าโปรแกรม	71
3.27 แสดงแถบเครื่องมือการวัดต่างๆ	72
3.28 แสดงแถบเครื่องมือการเปลี่ยนมุมมอง	72
3.29 ตัวอย่างการวัดแบบ Point to Point	73
3.30 ตัวอย่าง Hook-Up Diagram ของ Pressure Transmitter	74
3.31 MTO ในส่วนของ Valve, Tubing & Fitting for Instrument	75
4.1 เอกสาร Instrument Index บางส่วน	76
4.2 เอกสาร Instrument I/O Schedule บางส่วน	77
4.3 เอกสาร Instrument Datasheet บางส่วน	77
4.4 เอกสาร Block Diagram	78
4.5 เอกสาร Cable Block Diagram บางส่วน	78
4.6 เอกสาร Cable Schedule บางส่วน	79
4.7 เอกสาร Material Take-Off บางส่วน	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

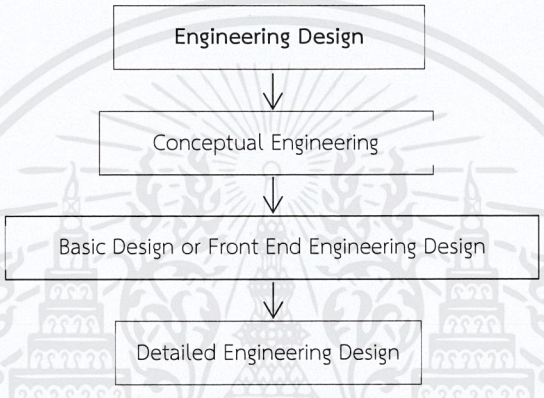
ตารางที่	หน้า
1.1 ระยะเวลาการทำงาน	4
2.1 ตัวอักษรหน้าที่การทำงานตามมาตรฐาน ISA5.1	6
2.2 ชนิดของไหล	11
2.3 อักษรในการกำหนดชื่ออุปกรณ์อื่น ๆ	15
2.4 แสดงวัสดุที่ใช้ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ	34
2.5 Classification of zones for explosive environments	40
2.6 ความหมายของการจัดแบ่งพื้นที่อันตราย	40
2.7 การป้องกันการระเบิด	40
2.8 ข้อกำหนดของ ATEX ที่นำไปใช้ในพื้นที่อันตราย	42
2.9 การเลือกใช้งานชนิดของสาย Control Cable	51
2.10 การเลือกใช้งานชนิดของสาย Instrument Cable	52
3.1 แสดงรายละเอียด Cable Type	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน

บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ให้บริการทางด้านวิศวกรรมอย่าง การสำรวจสภาพหน้างาน(Site Survey), Conceptual Design, Front End Engineering Design (FEED) จนถึงการลงรายละเอียด Detailed Design โดยทั่วไปแล้วในโครงการออกแบบทางวิศวกรรมจะถูกแบ่งเป็นทั้งหมด 3 เฟส ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของ Engineering Design

- Conceptual Engineering Design

ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนในโปรเจคนั้น ๆ เช่น การวิเคราะห์ด้านการตลาดเพื่อประเมินราคาการลงทุนของโครงการ ส่วนใหญ่จะประมาณ ±30% ถึง ±50% เอกสารที่จัดทำในเฟสนี้ จะเป็น concept ของโครงการ เช่น PFD, Overall block diagram

- Basic Design or Front End Engineering Design (FEED)

ออกแบบ Basic Design โดยยังไม่ลงรายละเอียดที่แน่นอนเพื่อทำการประเมินต้นทุน ±20% เช่น P&ID, project specification, datasheet, cable block diagram นอกจากนี้ยังอาจเป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้หรือการวางแผนโครงการล่วงหน้า

- Detailed Engineering Design

ลงรายละเอียดที่แน่นอนและอาจจะมีการแก้ไขการออกแบบบางส่วนจาก Basic Engineering Phase เมื่อโปรเจคได้ผ่าน Detailed Engineering แล้วจะเข้าสู่ขั้นตอน Procurement and Construction หรือจัดซื้อและก่อสร้างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยโครงการส่วนใหญ่ที่บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้รับผิดชอบ จะเป็นอุตสาหกรรมจำพวกโรงกลั่นน้ำมัน โรงงานปิโตรเคมี และแท่นขุดเจาะกลางทะเลเป็นต้น สำหรับโครงการวางแผนออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อเพิ่มแรงดันการส่งแก๊สจาก Wellpad ไป Gas Processing Plant (GPP) เพื่อประเมินมูลค่าของโครงการ ว่าต้องการจำนวนเงินในการลงทุนและต้องใช้ระยะเวลาเท่าใดในการดำเนินการก่อสร้าง เพื่อนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจที่จะลงทุนในโครงการนี้หรือไม่ โดยในรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้จะเสนอรายละเอียดการทำงานต่างๆ ในส่วนของวิศวกรเครื่องมือวัดที่ได้รับมอบหมายตลอดช่วงของการดำเนินการวางแผนและออกแบบทางวิศวกรรมให้กับโครงการเพิ่มแรงดันการส่งแก๊สจาก Wellpad ไป Gas Processing Plant (GPP) แห่งนี้

โครงการนี้เป็นโครงการที่อยู่ในขั้นตอนของการทำ Front End Engineering Design ซึ่งเป็นขั้นตอนของการวางแผนและประเมินมูลค่าของโครงการก่อนที่จะลงทุนออกแบบ จัดซื้อ และดำเนินการก่อสร้างจริง เหตุที่ต้องมีการดำเนินการนี้เนื่องจากต้องใช้เวลาและเงินทุนมหาศาลในการลงทุน และโครงการนี้ล้มเหลวได้ถ้าหากดำเนินการก่อสร้างโดยไม่วางแผนและไม่ทราบจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการลงทุนล่วงหน้า หากเงินที่ต้องใช้ในการลงทุนของโครงการไม่เพียงพออาจเป็นผลให้ต้องหยุดโครงการ หรือหากว่าโครงการใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนานเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้อาจจะทำให้โครงการไม่สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษางานเกี่ยวกับการออกแบบทางวิศวกรรมของหลุมขุดเจาะน้ำมันในส่วนของแผนกวิศวกรรมการวัดและควบคุม
2. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบทางวิศวกรรมมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. จัดทำเอกสาร Instrument Index และ Instrument I/O Schedule เพื่อรวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดโดยใช้ Microsoft Excel
2. จัดทำเอกสาร Instrument Datasheet และคำนวณหาค่า CV ของ Control Valve เพื่อใช้เป็นแบบในการเลือกใช้อุปกรณ์จากผู้ขาย
3. จัดทำ Block Diagram, Cable Block Diagram และ Cable Schedule เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จัดทำเอกสาร MTO (Material Take Off) เพื่อประเมินมูลค่าของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่จะใช้ในโครงการ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ได้รับมอบหมายหัวข้อโครงงานสหกิจศึกษา
2. ศึกษาเอกสารเครื่องมือวัดและเอกสารที่อธิบายรายละเอียดต่างๆของ PFD และ P&ID ไปจนถึงการทำงานของตัวอุปกรณ์เครื่องมือวัด
3. ตรวจสอบ P&ID เพื่อจัดทำฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Instrument Index) ที่อยู่ในขอบเขตของโครงการ
4. จัดทำ Instrument I/O Schedule เพื่อบอกการทำงานของอุปกรณ์การวัดและควบคุม เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต สัญญาณเป็นดิจิตอลหรืออนาล็อก
5. จัดทำ Datasheet ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม เพื่อใช้เลือกอุปกรณ์จากผู้ขาย
6. จัดทำ Block Diagram เพื่อแสดงภาพรวมของระบบควบคุม
7. จัดทำ Cable Block Diagram เพื่อแสดงรายละเอียดการเดินสายไฟระหว่างตัวอุปกรณ์การวัดและควบคุม
8. จัดทำ Cable Schedule เพื่อบอกรายละเอียดของสายไฟ ความยาว ขนาด สี
9. จัดทำ MTO (Material Take Off) เพื่อประเมินราคาของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้และได้รับประสบการณ์การทำงานทางด้าน Front End Engineering Design
2. สามารถอ่านและเข้าใจ P&ID (Piping & Instrument Diagram)
3. มีความรู้ความเข้าใจอุปกรณ์วัดและควบคุมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการทำงาน

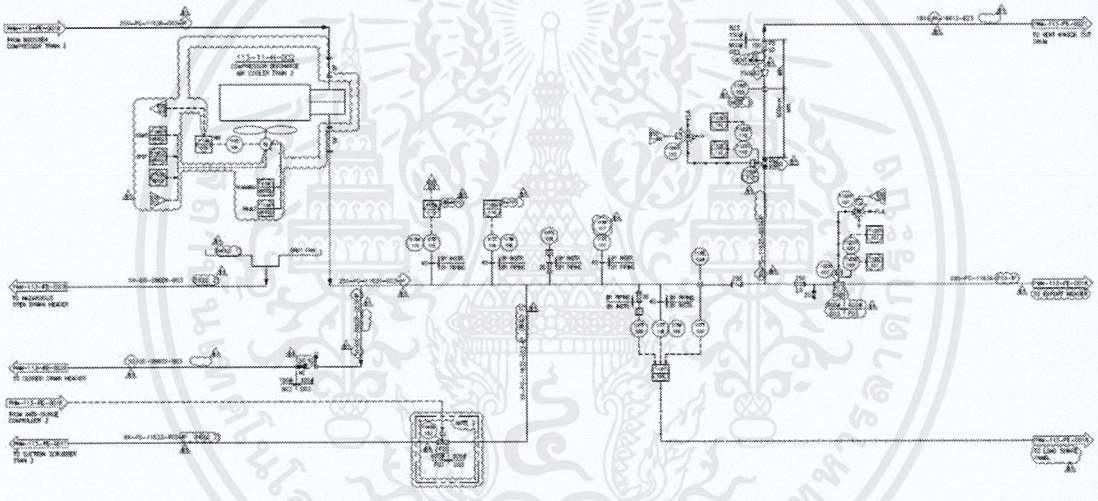
เดือน-สัปดาห์ / หัวข้อ	มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ได้รับมอบหมายหัวข้อสหกิจศึกษา																								
2.ศึกษาเอกสารเครื่องมือวัดและควบคุม																								
3.ตรวจสอบ P&ID และจัดทำ Instrument Index																								
4.จัดทำ Instrument I/O Schedule																								
5.จัดทำ Datasheet																								
6.จัดทำ Block Diagram																								
7.จัดทำ Cable Block Diagram																								
8.จัดทำ Cable Schedule																								
9.จัดทำ MTO																								
10.จัดทำรูปเล่มรายงาน																								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

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

แผนภาพกระบวนการผลิต คือ แผนภาพที่แสดงรายละเอียดของระบบ piping และอุปกรณ์วัดคุมต่างๆ รายละเอียดของระบบ piping มีทั้งขนาดท่อ, ชนิดของท่อ, วาล์วต่างๆที่ติดตั้งอยู่ในระบบท่อ (ทั้งชนิด ขนาด และลำดับการติดตั้ง) การหุ้มฉนวนของท่อ ข้อต่อลด ความลาดเอียงของท่อ ฯลฯ ในส่วนของอุปกรณ์วัดคุมนั้นก็จะมีการระบุชนิด (อุณหภูมิ, ความดัน, อัตราการไหล ฯลฯ) รูปแบบการวัด (แสดงที่ตัวอุปกรณ์วัด ส่งสัญญาณไปแสดงผลยังห้องควบคุม ทั้งแสดงผลที่ตัวอุปกรณ์และส่งสัญญาณไปควบคุมวาล์วปรับอัตราการไหล ฯลฯ) ตำแหน่งการติดตั้ง ฯลฯ



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการผลิต

ลำดับการเรียงอุปกรณ์ตามแนวเส้นท่อใน P&ID นั้นมีความสำคัญ ถ้าลำดับการต่ออุปกรณ์ใน P&ID ไม่ตรงกับลำดับการต่อจริง จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องว่า P&ID กับการต่อจริงตรงกันไหม และต้องปรับให้ตรงกัน

2.2 สัญลักษณ์ระบบเครื่องมือวัดและควบคุม

สัญลักษณ์ที่ใช้ใน P&ID ของแต่ละโรงงานไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน แต่มักจะคล้ายๆกัน ดังนั้นก่อนอ่าน P&ID ของโรงงานไหนก็ควรจะหาข้อตกลงเรื่องการกำหนดสัญลักษณ์มาดูก่อนว่าสัญลักษณ์ไหนใช้แทนอะไร ตามมาตรฐานสากล ISA-S5.1 ได้แบ่งแยกสัญลักษณ์ออกเป็นส่วนๆเพื่อให้สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปใช้แสดงบนแผนภาพได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมได้ โดยสัญลักษณ์ต่าง ๆ บนแผนภาพประกอบด้วย สัญลักษณ์เส้น (Line Symbol) ตัวอักษรหน้าที่การทำงาน (Identification Letters) สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด (Location/Accessibility) สัญลักษณ์หน้าที่การทำงาน (Instrument Function) สัญลักษณ์เครื่องมือวัด (Instrument Symbol) หมายเลขท่อ (Pipe Line Number) และ คำจำกัดความต่าง ๆ ที่ปรากฏบน P&ID

2.2.1 ตัวอักษร หน้าที่การทำงาน (Identification Letters)

เครื่องมือวัดทุกตัวที่แสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิตจะมีหน้าที่การทำงานที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบเมื่อต้องการข้อมูลจากแผนภาพมาตรฐานสากล ISA-S5.1 ได้จัดเตรียมตารางอักษรสำหรับใช้แสดงหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดทุกชนิดๆ ดังนั้นบนแผนภาพกระบวนการผลิตโดยทั่วไปจึงมีการแสดงหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดด้วยตัวอักษรดังกล่าวไปบนหมายเลขประจำอุปกรณ์ (Tag Number) ซึ่งตัวอักษรเหล่านี้จะใช้บ่งบอกหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดสามารถแสดงรายละเอียด ตัวอักษรต่างๆที่ใช้ แสดงหน้าที่การทำงานได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอักษรหน้าที่การทำงานตามมาตรฐาน ISAS5.1

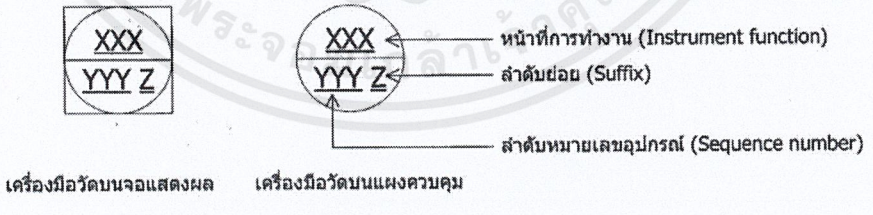
	FIRST-LETTER		SUCCEEDING-LETTER		
	MEASURED	MODIFIER	PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A	Analysis			Alarm	
B	Burner, combustion		User's Choice	User's Choice	User's Choice
C	User's Choice			Control	
D	User's Choice	Differential			
E	Voltage		Sensor (Primary Element)	Emergency Actuating	
F	Flow Rate	Ratio			
G	Gauging		Glass viewing Device		
H	Hand				High
I	Current		Indicate		
J	Power	Scan			
K	Time	Time Rate of Change		Control Station	
L	Level		Light		Low

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอักษรหน้าที่การทำงานตามมาตรฐาน ISAS5.1 (ต่อ)

	FIRST-LETTER		SUCCEEDING-LETTER		
	MEASURED	MODIFIER	PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
M	Moisture or Humidity	Momentary			Middle, Intermediate
N	User's Choice		User's Choice	User's Choice	User's Choice
O	User's Choice		Orifice (Restriction)		
P	Pressure		Point		
Q	Quality	Integrate, Totalize			
R	Radiation		Record or Print		
S	Speed	Safety		Switch	
T	Temperature			Transmitter	
U	Multivariable		Multifunction	Multifunction	Multifunction
V	Vibration			Valve, Damper	
W	Weight		Well		
X	Unclassified		Unclassified	Unclassified	Unclassified
Y	User's Choice			Relay, Compute	
Z	Position			Driver, Actuator	

ในการแสดงรายละเอียดหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดจะถูกกำหนดไปบนหมายเลขประจำเครื่องมือ ซึ่งจะมีรูปแบบแสดงตัวอย่างบางส่วนในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 หมายเลขประจำเครื่องมือวัดบน P&ID

<u>ส่วนแรก (XXX)</u> จะใช้แสดงหน้าที่การทำงานและใช้เป็นตัวกำหนดหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัด ซึ่งจำนวนหลักที่ใช้จะขึ้นอยู่กับรายละเอียดข้อกำหนดในการกำหนดหน้าที่การทำงานของผู้นำไปใช้งาน ซึ่งแสดงหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดในฐานข้อมูล (Instrument Database) เนื่องจากอาจจะมีปัญหาในภายหลังถ้ามีการเปลี่ยนแปลง ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 5-6 หลัก อาทิเช่น เครื่องมือวัดที่อยู่บนระบบควบคุม FIC (Flow Indicator Controller), PDAHH (Pressure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential Alarm High High), TAH (Temperature Alarm High) ส่วนใหญ่เครื่องมือวัดที่อยู่ในบริเวณใช้งาน (Local Instrument) จะเป็น FT (Flow Transmitter), LT (Level Transmitter)

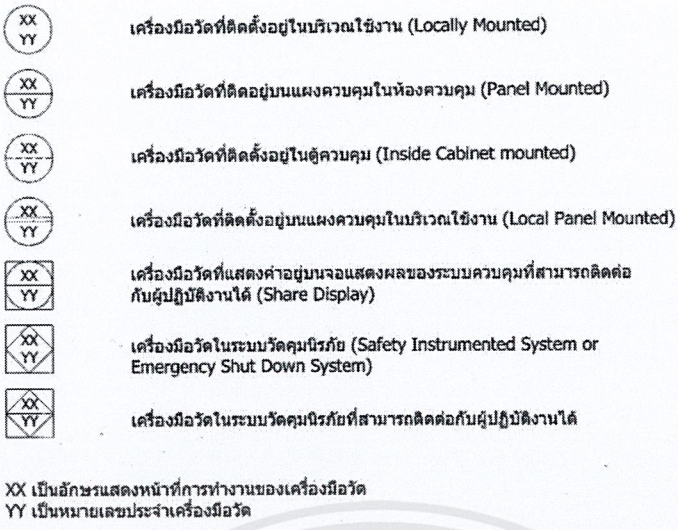
ส่วนที่สอง (YYY) จะเป็นลำดับหมายเลขและจะใช้เป็นหมายเลขประจำเครื่องมือวัด (Instrument Tag Number) ส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้งานจะใส่หน่วยการผลิตหรือชื่อของอุปกรณ์หลัก (Main Equipment) ในกระบวนการลงไปในสามหลักแรกเพื่อไม่ให้หมายเลขประจำเครื่องมือวัดเกิดความซ้ำซ้อนกัน ในบางครั้งผู้ใช้งานหรือผู้ออกแบบโรงงานอาจจะกำหนดลำดับหมายเลขประจำเครื่องมือวัดตามกลุ่มระบบควบคุม เช่น เครื่องมือวัดสำหรับระบบควบคุมพื้นฐาน (Distributed Control System : DCS) อาจเริ่มจาก1001 ถึง 2999, สำหรับระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrumented System : SIS) อาจเริ่ม จาก 3001 ถึง 4999, สำหรับระบบตรวจจับก๊าซรั่วและเพลิงไหม้ (Fire & Gas System : FGS) อาจเริ่มจาก 5001 ถึง 6999 และลำดับที่เหลืออาจสำรองไว้ใช้กับอุปกรณ์อื่นๆหรือสำรองไว้เพื่อการขยายระบบในอนาคต เป็นต้น การแบ่งลำดับเลขหมายเป็นหมวดหมู่ที่แน่นอนจะทำให้สะดวกและรวดเร็วในการค้นหาเครื่องมือวัดว่าอยู่ในระบบควบคุมใดหรืออยู่บริเวณใดในกระบวนการผลิต

ส่วนสุดท้าย (Z) จะเป็นลำดับย่อยที่ใช้แยกหมายเลขลำดับที่ซ้ำกัน ใช้ในกรณีที่นำไปใช้กับเครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์เตรียมพร้อมทำงาน (Stand by) ในกระบวนการ เช่น ปั๊มหรือถัง เป็นต้น โดยทั่วไปจะใช้เป็นอักษร 1-2 หลัก เช่น A, B, AA, AB เป็นต้น ตัวอย่างเช่น ถ้ามีปั๊ม 2 ตัวคือ P-101A และ P-101B มีการติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure Gauge) ที่ด้านขาออกของปั๊มทั้งสอง หมายเลขประจำเกจวัดความดันจะเป็น PG-101A และ PG-101B

2.2.2 สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด (Location/Accessibility)

เครื่องมือวัดบนแผนภาพกระบวนการผลิตจะต้องแสดงรายละเอียดความต้องการและตำแหน่งของเครื่องมือวัดอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบได้ว่าเครื่องมือวัดตัวนั้นติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งใดสำหรับใช้ในการควบคุมกระบวนการและสามารถเข้าถึงเครื่องมือวัดนั้นได้อย่างไรในการควบคุมการทำงานของกระบวนการ นอกจากนั้นแล้วสัญลักษณ์ตำแหน่งยังเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับผู้ออกแบบในการนำไปใช้จัดเตรียมระบบเครื่องมือวัดและควบคุมได้อย่างถูกต้องและตรงกับความต้องการในการใช้งาน ดังนั้นจึงต้องมีสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับแสดงการเข้าถึงและตำแหน่งของเครื่องมือวัดที่ต้องการในกระบวนการผลิต สัญลักษณ์จะเป็นรูปแบบที่แตกต่างกันไปที่แสดงอยู่บนภาพขึ้นอยู่กับตำแหน่งและการเข้าถึง สามารถแสดงตัวอย่างสัญลักษณ์หลักได้ดังภาพที่ 2.3

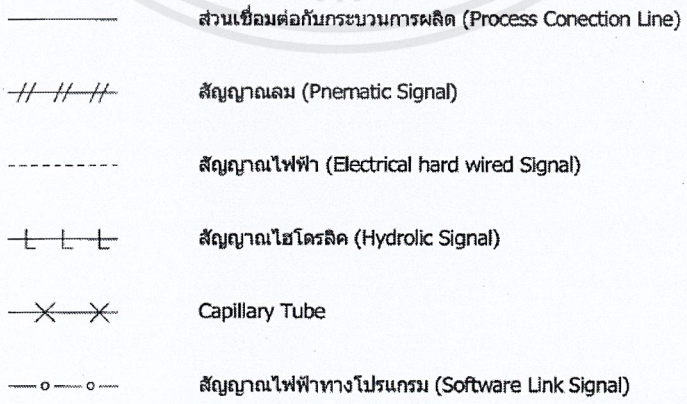
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัด

2.2.3 สัญลักษณ์เส้น (Line Symbol)

การทำงานของกระบวนการผลิตจะมีเครื่องมือวัดประเภทต่างๆที่เกี่ยวข้องกันอยู่หลายชนิด และเครื่องมือวัดต่างๆ เหล่านี้ต้องมีการทำงานร่วมกันหรือเชื่อมต่อกันในลักษณะต่างๆ อาทิเช่น ฟังก์ชันควบคุม จะต้องมีการแสดงเครื่องมือวัดที่ต่อไปยังส่วนอินพุตของระบบควบคุมและแสดงส่วนเอาต์พุตต่อออกไปยังอุปกรณ์ควบคุมประเภทต่างๆ การเชื่อมต่อกันนี้จะถูกแสดงบนแผนภาพได้โดยใช้สัญลักษณ์เส้น ตัวอย่างรายละเอียดของสัญลักษณ์เส้นที่สำคัญๆจะแสดงได้ดังภาพที่ 2.4 เป็นสัญลักษณ์เส้นสำหรับระบบเครื่องมือวัดและควบคุมที่จะนำไปแสดงบนแผนภาพกระบวนการ เพื่อใช้แสดงการเชื่อมต่อเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ เข้าด้วยกันและใช้แสดงว่าเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆมีการเชื่อมต่อหรือส่งผ่านข้อมูลกันแบบใด

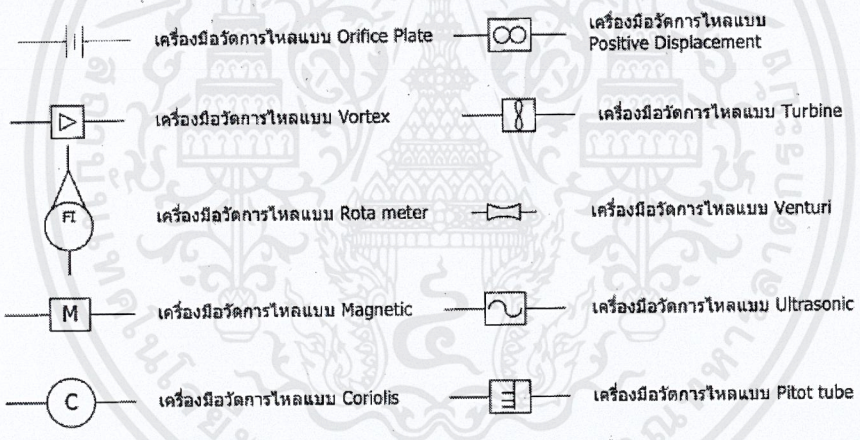


ภาพที่ 2.4 สัญลักษณ์เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 สัญลักษณ์ Primary Element (Primary Element Symbol)

Primary Element หรือเครื่องมือวัดส่วนแรกเป็นเครื่องมือวัดที่จะถูกติดตั้งอยู่กับท่อกระบวนการผลิต เครื่องมือวัดส่วนแรกที่มีใช้งานในระบบเครื่องมือวัดและควบคุมจะมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับตัวแปรที่ต้องการวัดและความเหมาะสมในการใช้งาน นอกจากนั้นแล้วยังมีเครื่องมือวัดบางชนิดที่ต้องติดตั้งร่วมไปกับเครื่องมือวัดภายนอกที่ไม่ถูกติดตั้งบนท่อ เช่น เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบออริฟิส (Orifice Flow Meter) จะต้องมีการติดตั้งแผ่นออริฟิสไปในท่อของกระบวนการหรือจะถูกเรียกว่า In-line Instrument และจะต้องมีการติดตั้งเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) เพื่อทำการวัดค่าความดันแตกต่างระหว่างแผ่นออริฟิสที่เกิดขึ้นจากอัตราการไหลหรือถูกเรียกว่า Off-line Instrument เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการแสดงบนแผนภาพกระบวนการผลิตให้ชัดเจนว่าเป็นเครื่องมือวัดชนิดใด สัญลักษณ์นี้จะใช้แสดงว่าเครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่กับท่อในกระบวนการผลิตเป็นแบบหรือชนิดใด แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ ดังภาพที่ 2.5

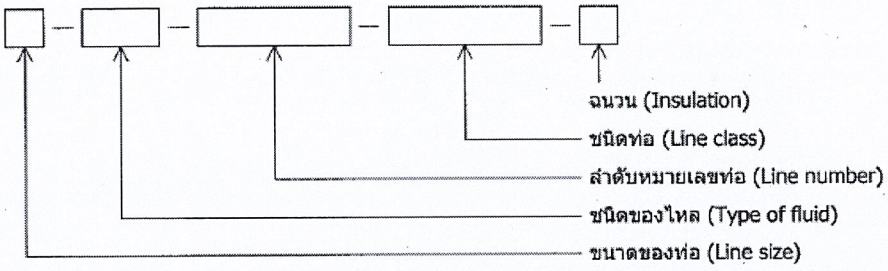


ภาพที่ 2.5 สัญลักษณ์เครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่กับท่อ

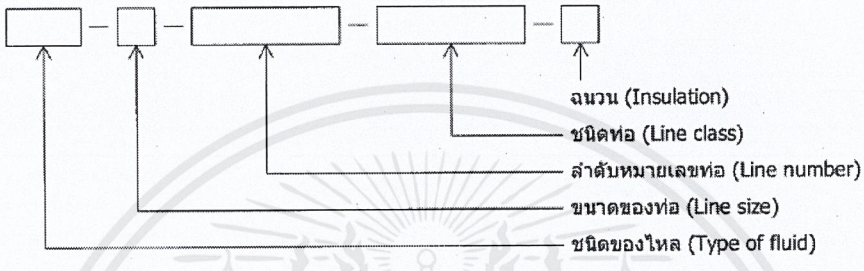
2.2.5 หมายเลขประจำท่อ (Pipe line number)

นอกจากสัญลักษณ์ต่างๆที่ได้แสดงรายละเอียดไปแล้วข้างต้น หมายเลขประจำท่อเป็นสัญลักษณ์ อีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับแผนภาพกระบวนการผลิต ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกับหมายเลขอุปกรณ์ หมายเลขประจำท่อจะไม่มีรูปแบบมาตรฐานกำหนดที่แน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้งานหรือผู้ออกแบบกระบวนการผลิต แต่ข้อมูลต่างๆ ที่แสดงบนหมายเลขประจำท่อจะเหมือนกัน ความแตกต่างอาจจะเป็นที่ลำดับและจำนวนหลักของข้อมูลที่ใช้ โดยจะแสดงตัวอย่างการจัดรูปแบบหมายเลขประจำท่อทั้ง 2 แบบได้ ดังภาพที่ 2.6 และภาพที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 รายละเอียดส่วนต่างๆของหมายเลขประจำท่อแบบที่ 1



ภาพที่ 2.7 รายละเอียดส่วนต่างๆของหมายเลขประจำท่อแบบที่ 2

- ขนาดของท่อจะใช้แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ จะเป็นตัวเลขที่ใช้แสดงขนาดของท่อในกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่แล้วตัวเลขเหล่านี้จะมีหน่วยเป็นนิ้ว 2”,3”,4” เป็นต้น
- ชนิดของไหลจะเป็นตัวอักษรย่อเพื่อใช้สำหรับแสดงชนิดของไหล (Fluid Type) ที่ไหลอยู่ในท่อ สามารถแสดงอักษรที่ใช้งานทั่ว ๆ ไปดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ชนิดของไหล

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

- ลำดับหมายเลข (Sequence Number) จะใช้เป็นหมายเลขประจำท่อ ส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้งานจะใส่หน่วยการผลิตลงไปในสามหลักแรก จะมีลักษณะคล้ายกับหมายเลขประจำเครื่องมือวัด อาทิเช่น หน่วยการผลิตที่ 100 ก็จะใช้สามหลักแรกเป็น 100 และหลักต่อไปจะเป็นลำดับหมายเลขอาจจะใช้สามหลักหรือสี่หลัก จาก 0000– 9999 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

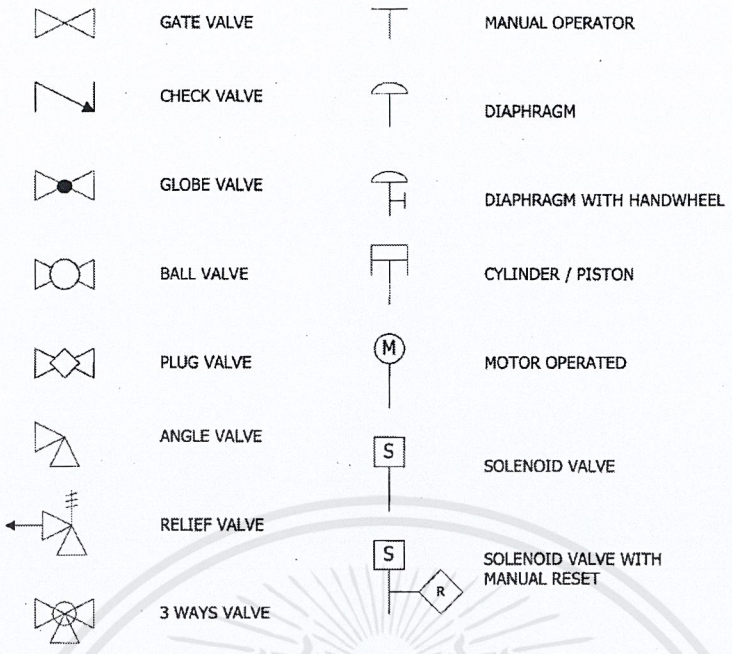
- ชนิดของท่อจะเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรที่ใช้แสดงรายละเอียดท่อ ซึ่งจะรวมไปถึงวัสดุที่ใช้ทำ (Material), ขนาดความหนา (Thickness or Pipe Schedule), อัตราการทนต่อความดัน (Pressure rating) และอัตราการทนต่ออุณหภูมิ (Temperature rating) และจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับแสดงอัตราการทนต่อความดันและอุณหภูมิของจุดต่อแบบต่างๆ เช่น หน้าแปลน (Flange Connection) ตามมาตรฐาน ANSI B16.5 จะใช้แสดงเป็น Class 150, Class 300, แบบเกลียว (Screw) และแบบเชื่อม (Welded) เป็นต้น
- ฉนวนจะเป็นตัวอักษรบอกว่าต้องการหุ้มฉนวนแบบใด เช่น เพื่อป้องกันอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน หรือ ป้องกันอุณหภูมิจากภายในท่อ เป็นต้น

หมายเลขประจำท่อจะมีความสำคัญสำหรับนำไปใช้ในการกำหนดรายละเอียดของเครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่กับท่อ (In-line Instrument) เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อสำหรับนำไปใช้ในการคำนวณแผ่นออริฟิส (Orifice plate), อัตราทนต่อความดันและอุณหภูมิจะใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัด (Process connection), วัสดุของท่อจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับกำหนดรายละเอียดวัสดุเครื่องมือวัดที่ต่ออยู่กับท่อและกำหนดชนิดของวาล์วควบคุม เป็นต้น

2.2.6 สัญลักษณ์วาล์วควบคุม (Control Valve Symbol)

วาล์วควบคุมจะมีสัญลักษณ์สำหรับใช้แสดงบนแผนภาพตามชนิดของวาล์วควบคุมและ Actuator ซึ่งมีหลายชนิดจะต้องมีการเลือกแสดงให้ถูกต้องกับชนิดที่ต้องการ และต้องแสดงตำแหน่งของวาล์วเมื่อเกิดความผิดพลาด ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะมีอยู่ 3 แบบคือ FO (Failure Open), FC (Failure Close) และ FL (Failure Lock) วาล์วควบคุมจะมีความผิดพลาดที่แตกต่างกัน เช่น Instrument Air failure และ Signal failure ดังนั้นต้องมีการกำหนดชัดเจนบนแผนภาพ รายละเอียดความต้องการเพิ่มเติมบนตัววาล์วควบคุมต้องแสดงอย่างชัดเจน รวมไปถึงขนาดของวาล์วควบคุม แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์วาล์วควบคุมและ Actuator ได้ ดังภาพที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



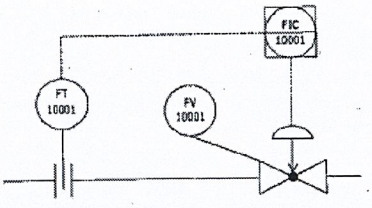
ภาพที่ 2.8 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมและ Actuator

สำหรับในโครงการก่อสร้างใหม่ๆ ในช่วงการพัฒนาแผนภาพกระบวนการผลิต ชนิดและขนาดของวาล์วควบคุมอาจจะยังไม่มีข้อมูลชัดเจน เนื่องจากยังไม่ได้มีการจัดซื้อวาล์วควบคุม แต่หลังจัดซื้อและมีข้อมูลที่ชัดเจนแล้ว จะต้องนำข้อมูลชนิดและขนาดของวาล์วควบคุมไปแก้ไขสัญลักษณ์ที่แสดงอยู่บนแผนภาพให้ถูกต้องก่อนที่จะนำแผนภาพกระบวนการผลิตไปใช้งาน

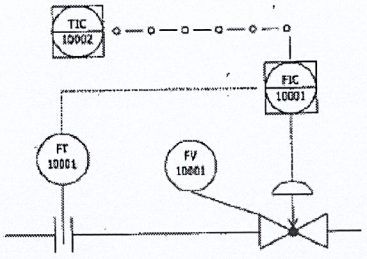
2.2.7 ฟังก์ชันควบคุม (Control Function)

แผนภาพกระบวนการผลิตจะต้องมีการแสดงฟังก์ชันควบคุมของเครื่องมือวัดแต่ละชนิดที่แสดงอยู่บนแผนภาพ ฟังก์ชันควบคุมจะเป็นส่วนที่แสดงการทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่างระบบเครื่องมือวัดและควบคุม ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำโปรแกรมการทำงาน (Software configuration) ของระบบควบคุม แสดงดังตัวอย่างฟังก์ชันควบคุมพื้นฐานได้ ดังภาพที่ 2.9

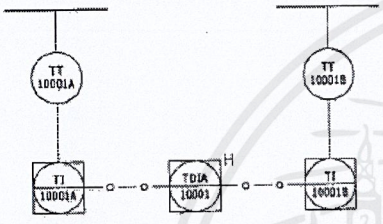
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



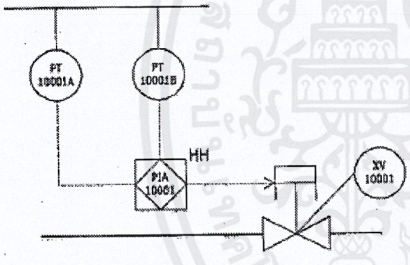
เป็นการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้ตัวควบคุมในระบบการควบคุมพื้นฐาน โดยอินพุตเป็นเครื่องมือวัดการไหลแบบ Orifice Plate ต่อร่วมกับเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง Diff. Pressure และเอาต์พุตเป็นวาล์วควบคุมแบบ GLOBE



เป็นการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบ Casecade กับการวัดอุณหภูมิ



เป็นการแสดงค่าความแตกต่างของอุณหภูมิจากเครื่องมือวัดอุณหภูมิจากจุดการวัดที่แคบ และมีสัญญาณเตือน เมื่อมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนด



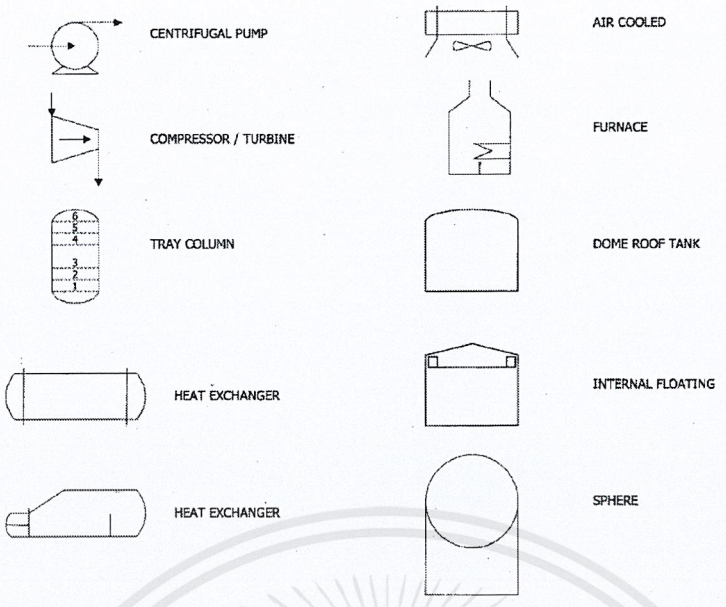
เป็นการแสดงฟังก์ชันนิรภัยสำหรับป้องกันความดันเมื่อมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดด้วยการลงมติแบบ 1oo1 (One out of One voting) จากนั้นส่วนประมวลผลจะส่งสัญญาณไปปิดวาล์วนิรภัย

ภาพที่ 2.9 ฟังก์ชันควบคุมพื้นฐาน

2.2.8 อุปกรณ์อื่นๆ (Other Equipment)

นอกจากสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงระบบเครื่องมือวัดและควบคุมแล้ว ในกระบวนการผลิตยังมีอุปกรณ์หลักๆที่สำคัญอีกหลายชนิด โดยสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ต่างๆสามารถแสดงตัวอย่างได้ ดังภาพที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 สัญลักษณ์อุปกรณ์อื่นๆ ในกระบวนการ

สำหรับอุปกรณ์หลักอื่นๆ ในกระบวนการผลิตได้มีการแบ่งแยกหมวดหมู่อักษร ในการกำหนดชื่อให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 อักษรในการกำหนดชื่ออุปกรณ์อื่นๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 อักษรในการกำหนดชื่ออุปกรณ์อื่นๆ (ต่อ)

CLASS	SUBJECT	DESCRIPTION
TK	Tanks	API atmospheric and low pressure
U	Miscellaneous Equipment	Filters, Bins, Silos
V	Drums	Separators, Driers, Accumulators

นอกจากชื่ออุปกรณ์ (Equipment Tag number) ที่ต้องแสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิตแล้ว ยังต้องมีข้อมูลอุปกรณ์อื่นๆที่สำคัญของแต่ละชนิดของอุปกรณ์ ซึ่งตัวอย่างข้อมูลทั่วไปที่ถูกแสดงอยู่บนแผนภาพ จะเป็นดังนี้ หน้าที่การทำงาน (Title/Service), พลังงานที่ต้องการ (Power requirement), วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์ (Materials of Construction), ความสามารถ (Capacity), พื้นที่ผิว (Surface Area), อุณหภูมิและความดันออกแบบ (Design Temperature and Pressure), ฉนวน (Insulation) รายละเอียดของสัญลักษณ์ต่างๆที่แสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิตที่ได้แสดงมาทั้งหมดเป็นเพียงตัวอย่างบางส่วนเท่านั้น สำหรับในการใช้งานจริงแล้วรายละเอียดเหล่านี้จะถูกแสดงรายละเอียดต่างๆ ทั้งหมดที่มีใช้งานไว้ในส่วนแรกของแผนภาพกระบวนการผลิต

จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่อยู่บนแผนภาพกระบวนการจะเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับใช้ในการนำไปกำหนดรายละเอียดของระบบเครื่องมือวัดและควบคุม นอกจากนั้นแล้วแผนภาพกระบวนการผลิตหรือ P&ID จะเป็นเอกสารที่ต้องถูกจัดทำเป็นลำดับแรก สำหรับการออกแบบกระบวนการผลิตและยังใช้เอกสารที่ใช้อ้างอิงสำหรับหลายส่วนที่เกี่ยวข้อง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมส่วนต่างๆ กระบวนการจึงต้องมีการแก้ไขแผนภาพกระบวนการผลิตให้ถูกต้องด้วยเสมอ ดังนั้นก่อนจะทำการกำหนดรายละเอียดให้กับระบบเครื่องมือวัดและควบคุมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตแล้ว จึงต้องมีการทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์ต่างๆและการทำงานของกระบวนการผลิตจากแผนภาพก่อน เพื่อความถูกต้องในการออกแบบรายละเอียดและการจัดหาเครื่องมือวัดเหล่านั้น

2.3 หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม

2.3.1 อุณหภูมิและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นหน่วยมูลฐานที่สำคัญและใช้มากที่สุดค่าหนึ่งในอุตสาหกรรม หน่วยของอุณหภูมิที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายหน่วยด้วยกัน ที่สำคัญคือ เซลเซียส (Celcius) เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิที่ตั้งชื่อตามนักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน Anders Celsius (ค.ศ. 1701-1744) โดยเซลเซียสพบว่า ณ ความดันบรรยากาศ น้ำบริสุทธิ์จะมีจุดคงที่ทางอุณหภูมิอยู่ 2 จุด คือจุดเยือกแข็งของน้ำและจุดที่น้ำเดือด,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลวิน (Kelvin), ฟาเรนไฮต์ (Fahrenheit) เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิที่ตั้งชื่อตามนักวิทยาศาสตร์ชาวดัตช์ Daniel Gabriel Fahrenheit (ค.ศ. 1686-1736)

ทั้งหน่วยเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ก็เป็นมาตราวัดอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองหาสภาวะคงที่ทางอุณหภูมิของสาร ณ จุดต่างๆที่อยู่ภายในย่านบรรยากาศของพื้นโลกและแบ่งสเกลให้เป็นไปตามความสะดวกเหมาะสม ต่อมานักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ลอร์ดเคลวิน เป็นผู้คิดค้นหน่วยของอุณหภูมิทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในปี ค.ศ.1851 เรียกว่ามาตราเคลวิน โดยกำหนดจุดอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ (Zero Absolute Temperature) ขึ้น ณ จุดที่เป็นอุดมคติ (Ideal) ระบบหน่วยสากล ซึ่งเรียกว่า SI ได้กำหนดหน่วยสากลของอุณหภูมิของเทอโมไดนามิกเป็นมาตราเคลวิน และหน่วยของอุณหภูมิทั่วไปเป็นเซลเซียส

อุณหภูมิเป็นตัวแปรพื้นฐานทางกระบวนการการผลิตอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องมีการควบคุมและแสดงค่าบนหน่วยแสดงของระบบควบคุมเพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ดังนั้นในการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามความประสงค์จึงต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) ร่วมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Element) ตามจุดต่างๆในกระบวนการผลิต เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าของอุณหภูมิในกระบวนการผลิตให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบควบคุม ในการจัดเตรียมเครื่องมือวัดอุณหภูมิเหล่านั้นจะต้องมีการเลือกใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและตรงกับความต้องการ

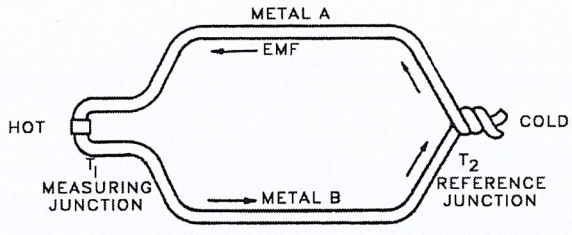
ซึ่งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมีหลากหลายชนิดให้เลือกใช้ดังเช่น Thermocouple, RTD, Filled system, Bimetallic thermometer และ Pyrometer เป็นต้น การนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิบางชนิดไปใช้งานจะถูกติดตั้งอยู่ในเทอร์โมเวลส์ (Thermowell) สำหรับป้องกันความเสียหายจากของไหลในกระบวนการการผลิตและสามารถทำการถอดเปลี่ยนเซนเซอร์วัดอุณหภูมิได้โดยไม่ต้องมีการหยุดผลิต เพื่อให้การวัดอุณหภูมิมีความแม่นยำ ต้องทำการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิให้เหมาะสม เครื่องมือวัดอุณหภูมิทั่วไปมีดังนี้

2.3.1.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เป็นเซนเซอร์พื้นฐานสำหรับใช้วัดอุณหภูมิในอุตสาหกรรมการผลิตประเภทต่างๆและเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เทอร์โมคัปเปิลเป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนและมีราคาไม่สูงมากนัก เหมาะสำหรับการนำไปใช้งานกับอุณหภูมิที่สูงๆ หลักการทำงานพื้นฐานเกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อกันที่ปลายทั้งสองข้าง และเมื่อให้ความร้อนที่ปลายด้านใดด้านหนึ่งจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลอย่างต่อเนื่อง

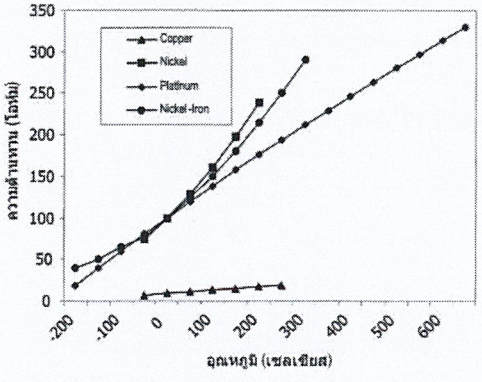


ภาพที่ 2.11 แสดงวงจรการเชื่อมต่อโลหะต่างชนิดกัน

องค์ประกอบของเทอร์โมคัปเปิลหลักๆจะประกอบไปด้วย ตัวเทอร์โมคัปเปิล, ครอบโลหะป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล (Metal Sheath), ฉนวนของเทอร์โมคัปเปิล, เทอร์โมเวลล์ (Thermowell) และ Extension Wire โดยฉนวนของเทอร์โมคัปเปิลสำหรับกั้นตัวเทอร์โมคัปเปิลกับ Meal Sheath ส่วนใหญ่จะเป็นสารประเภทแมกนีเซียมออกไซด์, อะลูมิเนียมออกไซด์ หรือเบอรีลเลียมออกไซด์ ส่วนเทอร์โมเวลล์จะทำหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการคือ เสริมความแข็งแรงทนทานให้ตัวเทอร์โมคัปเปิลและป้องกันการเสียหายของตัวเทอร์โมคัปเปิลจากสภาวะของการใช้งาน เช่น สารเคมีหรือการแผ่รังสีของแหล่งกำเนิดความร้อนของระบบ

2.3.1.2 อาร์ทีดี (RTD)

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

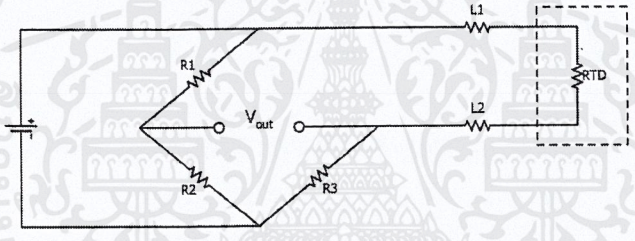


ภาพที่ 2.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของวัสดุต่างชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

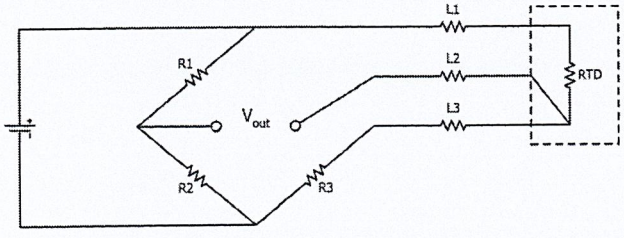
จากภาพที่ 2.12 ที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทางต่ออุณหภูมิมีแบบ Positive Temperature Coefficient หรือ PTC พบว่า Platinum RTD ให้ผลเป็นเชิงเส้นและเสถียรที่สุด ดังนั้นอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงนิยมใช้ RTD ชนิด Platinum เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เช่น Pt-100 หมายถึง ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ค่าความต้านทานเท่ากับ 100 โอห์ม

สำหรับรูปแบบการต่อสายไฟไปยังภายนอกของเส้นวัสดุ RTD ที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมมีทั้งหมด 3 แบบได้แก่ RTD แบบ 2 สาย, RTD แบบ 3 สาย และ RTD แบบ 4 สาย การเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการวัดที่ต้องการ ซึ่ง RTD แบบ 2 สายดังภาพที่ 2.13 จะมีความแม่นยำต่ำที่สุดในการนำไปวัดอุณหภูมิ เพราะสายไฟที่นำมาต่ออนุกรมกับ RTD จะมีคุณลักษณะระหว่างอุณหภูมิและความต้านทานที่แตกต่างกัน ในการใช้งานสายไฟจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างจากเส้นวัสดุของ RTD และหากสายไฟมีความยาวมากก็จะส่งผลให้เกิดความต้านทานในสายเพิ่มขึ้นกระทบต่อการวัดค่าตามไปด้วย



ภาพที่ 2.13 แสดง RTD แบบ 2 สาย

ในขณะที่ RTD แบบ 4 สายจะเป็นแบบที่มีความแม่นยำสูงที่สุดนิยมใช้สำหรับการทดลองโดยเฉพาะ แต่ไม่ค่อยนิยมใช้ในอุตสาหกรรม RTD แบบ 3 สายจะเป็นแบบที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิสูง ด้วยการชดเชยค่าความต้านทานของสายไฟที่ต่ออนุกรมอยู่กับเส้นวัสดุ RTD ด้วยการต่อสายไฟ 2 เส้นที่ปลายด้านหนึ่ง (L2 กับ L3) และ ต่อสายไฟเพียง 1 เส้นกับปลายอีกด้านหนึ่ง (L1) ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 แสดง RTD แบบ 3 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเทอร์โมเวลส์ (Thermowell) เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันตัวเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไม่ให้ได้รับความเสียหายเมื่อนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไปใช้ในกรณีที่ต้องวัดค่าอุณหภูมิจากกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น บริเวณที่มีการกัดกร่อน กระบวนการที่ของไหลมีความเร็วการไหลสูง หรือกรณีที่มีการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไว้กับกระบวนการแล้วไม่ต้องการ Shut Down กระบวนการผลิตดังกล่าว การติดตั้งเทอร์โมเวลเวลส์ก็จะช่วยให้สามารถนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิออกมาได้โดยไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต ซึ่งประเภทของเทอร์โมเวลส์แบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้ 3 ประเภทดังนี้

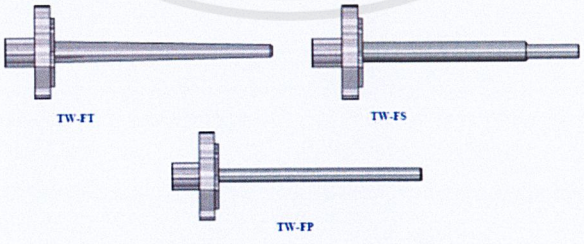
- เทอร์โมเวลส์แบบเกลียว (Threaded Connection) เป็นประเภทที่นิยมใช้มากที่สุด ติดตั้งและถอนการติดตั้งได้ง่าย

ภาพที่ 2.15 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเกลียว

- เทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม (Weld Connection) เป็นประเภทที่ใช้ในกระบวนการที่ของไหลมีความเร็วการไหล อุณหภูมิ และ ความดันสูงสำหรับงานที่ไม่ต้องการให้เกิดการรั่วไหล

ภาพที่ 2.16 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม

- เทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน (Flange Connection) เป็นประเภทที่ใช่ในกระบวนการที่มีการกัดกร่อน ของไหลมีความเร็วการไหลและอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 2.17 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน

ในการเลือกใช้เทอร์โมเวลส์จะมีตัวแปรพื้นฐานที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น วัสดุที่ใช้ทำ ความยาว และอัตราการทนความดัน เป็นต้น โดยปกติการใช้งานเทอร์โมเวลส์กับกระบวนการผลิตเทอร์โมเวลส์จะถูกติดตั้งอยู่บนท่อ ถัง หรือ บนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิต ซึ่งบริเวณต่าง ๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมินั้นจะมีลักษณะรูปร่างต่างกันไป ดังนั้นในการใช้งานจะมีการกำหนดคุณลักษณะมาตราฐานของเทอร์โมเวลส์เพื่อความสะดวกในการเก็บชิ้นส่วนสำรอง (Spare part) เพื่อใช้งานทดแทนกันได้เมื่อเทอร์โมเวลส์เกิดความเสียหาย

2.3.1.3 เทอร์มิสเตอร์ (Thermisters)

เทอร์มิสเตอร์เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเหมือนอาร์ทีดี แต่เทอร์มิสเตอร์ใช้คาร์บอน และสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) โดยปกติทำจากออกไซด์ของแมงกานีสกับทองแดง และออกไซด์ของนิกเกิลกับทองแดง ที่ให้สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสูงทำให้ช่วงการวัดอุณหภูมิแคบ นอกจากเทอร์มิสเตอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิโดยตรงแล้วยังสามารถใช้เป็นตัวชดเชยการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆให้ทำงานได้ถูกต้องตลอด แม้ว่าอุณหภูมิบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในวงจร Reference สำหรับเทอร์โมคัปเปิลแบบอิเล็กทรอนิกส์ก็ใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นตัวชดเชยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบรรยากาศ

2.3.1.4 ไพโรมิเตอร์ (Pyrometer)

ไพโรมิเตอร์มีวิธีการวัดแบบไม่ต้องสัมผัสโดยตรงกับวัตถุที่ต้องการทราบค่าอุณหภูมิ แต่อาศัยวัดการแผ่รังสีของวัตถุบอกอุณหภูมิของวัตถุแทน คุณสมบัติโดยทั่วไปของการแผ่รังสีในช่วงอุณหภูมิ 1000 °F ถึง 2800 °F พลังงานที่แผ่รังสีออกมาจะอยู่ในรูปของการแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation) ซึ่ง ณ จุดที่อุณหภูมิแตกต่างกันไป ความยาวคลื่นหรือความถี่ของพลังงานจะแตกต่างกันไปด้วย ไพโรมิเตอร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือแบบวัดคลื่นรังสีที่ตามนุษย์มองเห็น (Optical Pyrometer) และแบบวัดคลื่นรังสีอินฟราเรด (Infared Pyrometer)

Optical Pyrometer เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิของวัตถุที่ร้อนจนเปล่งแสงออกมาในช่วงความยาวคลื่น 0.75μ ถึง 0.4μ โดยใช้ดวงตามองเปรียบเทียบระหว่างไส้หลอดกับวัตถุร้อนที่ต้องการทราบอุณหภูมิ แล้วคำนวณเทียบหาอุณหภูมิตามกฎของ Wien Planck ส่วน Infared Pyrometer จะให้ผลการวัดอุณหภูมิในย่านกว้างจากระดับอุณหภูมิห้องจนถึง 3500 °F ตัวตรวจวัดอุณหภูมิเป็นสารประเภทเซมิคอนดักเตอร์ที่เรียกว่าโฟตอน เมื่อโฟตอนได้รับพลังงานความร้อนที่อยู่ในรูปของอินฟราเรด จะเกิดเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้น จึงสามารถวัดอุณหภูมิของวัตถุต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.5 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบ Filled System

เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้เป็นที่แพร่หลายกันมานาน โดยเฉพาะกับระบบนิวเมติกโดยใช้เป็นตัวบอกค่าอุณหภูมิตามจุด Local Indicator เครื่องบันทึกค่าและระบบควบคุมอุณหภูมิ ในปัจจุบันนิยมใช้เป็นตัวส่งสัญญาณอุณหภูมิ Temperature Transmitter ให้ระบบควบคุมแบบนิวเมติก หลักการทำงานคือ Fulid ทุกชนิดไม่ว่าจะอยู่ในรูปของของเหลว ก๊าซหรือไอ เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวและจะหดตัวเมื่อเย็นลง ด้วยหลักการนี้เมื่อ Fulid อยู่ในปริมาตรที่จำกัด ความเปลี่ยนแปลงจะออกมาในรูปของความดัน จึงต้องมีตัวรับรู้การเปลี่ยนแปลงคาวมดัน (Pressure Element)

2.3.1.6 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบ Bimetal

หลักการของเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบแถบโลหะคู่คือ เมื่อแถบโลหะสองชนิดที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากความร้อนไม่เท่ากันถูกทาบติดกันสนิท เมื่อได้รับความร้อนโลหะทั้งสองจะขยายตัวไม่เท่ากันทำให้แถบโลหะโก่งไป ดังนั้นถ้ายึดปลายด้านหนึ่งไว้กับปลายอีกด้านจะเบี่ยงเบนไปตามค่าอุณหภูมิ แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงการเบี่ยงเบนจะมีทิศทางกลับกันกับครั้งแรก

2.3.2 ความดันและเครื่องมือวัดความดัน

ความดันเป็นค่าตัวแปรที่สำคัญมากตัวหนึ่ง ค่าของตัวแปรอื่นๆในระบบสามารถวัดได้ในรูปของความดันทั้งสิ้น เช่น การวัดค่า Flow แบบใช้ตัววัดลักษณะออริฟิสทำให้เกิดค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียล, การวัดระดับของของเหลวในภาชนะโดยใช้หลักการวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล ที่เกิดจากสแตติกเฮด (Static Head), การวัดอุณหภูมิแบบเติมของเหลวในกระเปาะ (Filled Thermal) เปลี่ยนค่าอุณหภูมิเป็นความดันก่อนแล้วอ่านอุณหภูมิในรูปของความดัน

ความดันหมายถึงแรงที่กระทำลงอย่างสม่ำเสมอในแนวตั้งฉากบนพื้นที่ที่กำหนด รูปแบบของความดันแตกต่างกันไปตามจุดอ้างอิง (Reference) ที่มีค่าเป็นศูนย์ ในทางปฏิบัติจะมี 4 รูปแบบคือ ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) มีจุดศูนย์อยู่ที่จุดสูญญากาศ, ความดันเกจ (Gauge Pressure) จะอ้างอิงค่าศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ โดยค่าที่บอกจะเป็นค่าที่สูงกว่าความดันบรรยากาศขึ้นไป ซึ่งค่าความดันบรรยากาศนี้จะถือที่ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย, ความดันดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Pressure) เป็นการบอกค่าความแตกต่างของความดันจุด 2 จุด ความดันดิฟเฟอเรนเชียลจะมีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันทั้งสองจุดที่วัดมีค่าเท่ากัน, ความดันในช่วงต่ำกว่าบรรยากาศ (Vacuum) จะอ้างอิงจุดศูนย์ที่ความดันบรรยากาศและค่าจะมากขึ้นเมื่อความดันลดลง ค่าจะได้สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จุดศูนย์ของความดันสัมบูรณ์ (Zero Absolute) Vacuumนี้บางทีจะเรียกว่าความดันลบ (Negative Pressure) Vacuumแบ่งเป็น4ระดับคือระดับกลาง, ระดับค่อนข้างสูง, ระดับสูง, ระดับสูงสุด

ส่วนประกอบในการติดตั้งเครื่องมือวัดความดันมีหลายอย่าง แต่ละอย่างได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ส่วนประกอบโดยทั่วๆไป ได้แก่ วาล์วสำหรับเครื่องมือวัด (Instrument Valve) เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่ระหว่างตัววัดความดันและระบบเพื่อสะดวกต่อการบำรุงรักษา , ไซฟอน (Syphon) อุปกรณ์พิเศษที่ต่ออยู่ระหว่างตัววัดความดันและระบบเพื่อลดอุณหภูมิก่อนเข้าถึงตัววัด , แดมเพนเนอร์ (Dampener) ใช้งานเพื่อลดการแกว่งของความดัน เป็นการลดอัตราการไหลเข้าตัววัดเมื่อความดันเพิ่ม ทำให้ความดันในตัววัดเปลี่ยนแปลงช้าลง, เคมีคอลซีล (Chemical Seal) ของเหลวที่เป็นตัวกลางเพื่อไม่ให้ Fluid ในระบบสัมผัสกับตัววัดได้โดยตรง ความดันในระบบจะถูกส่งผ่านของเหลวตัวกลางก่อนจึงจะส่งผ่านพลังงานไปถึงตัววัดได้

2.3.2.1 มาโนมิเตอร์ (Manometer)

เป็นการวัดความดันโดยตรง อาศัยหลักการความสมดุลของแรงโน้มถ่วง (Gravity Balance) โดยให้ความดันแตกต่างมีค่าเท่ากับความสูงแตกต่างของของเหลวในท่อแก้ว แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

- มาโนมิเตอร์รูปตัว U (U-tube Manometer) เมื่อมีความแตกต่าง ความดันด้านสูงจะดันให้ของเหลวจากด้านขวาของหลอดแก้วไหลไปยังอีกข้างหนึ่ง ของเหลวจะหยุดเมื่อแรงที่เกิดจากความดันแตกต่างสมดุลกับแรงที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลวในหลอดแก้วด้านซ้าย
- มาโนมิเตอร์แบบใช้ของเหลว 2 ชนิด (2 Liquids Type Manometer) จะให้ความไวในการวัดมากกว่าแบบใช้ของเหลวชนิดเดียว 8-12 เท่า ค่าความไวในการวัดจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความหนาแน่นของของเหลวทั้งสองชนิด ถ้ามีความแตกต่างน้อยค่าความไวในการวัดจะสูงขึ้น และความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดของกระเปาะด้านบนทั้งสองของมาโนมิเตอร์กับพื้นที่หน้าตัดของมาโนมิเตอร์รูปตัว U
- มาโนมิเตอร์แบบท่อเดี่ยว (Single Tube Manometer) ดัดแปลงจากมาโนมิเตอร์รูปตัว U เพื่อให้สะดวกในการอ่านค่าโดยให้พื้นที่หน้าตัดด้านบนของหลอดแก้วข้างหนึ่งใหญ่กว่าอีกด้านมากๆ ส่วนมาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง (Inclined Manometer) ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้วัดความดันค่าต่ำๆจนถึง 10 mbar
- มาโนมิเตอร์แบบแรงสมดุลบนวงแหวน (Ring Balanced) ใช้หลักการของแรงสมดุลบนวงแหวน ลักษณะเป็นท่อกลมใสขดเป็นวงกลม ณ จุดที่วงบรรจบกันจะถูกปิดกั้นและมีท่อต่อความดันที่จะวัด

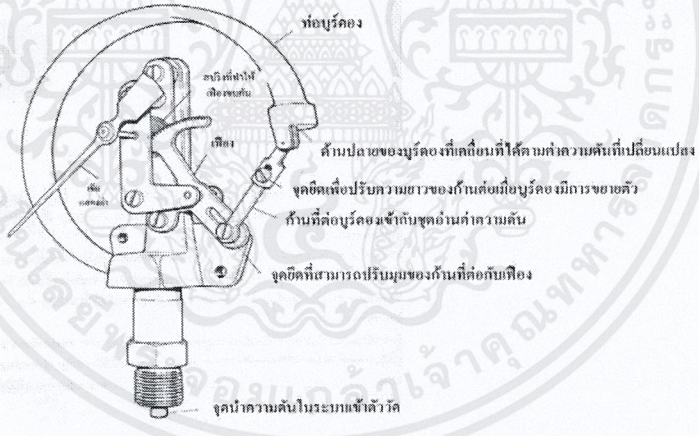
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าด้านข้างของจุดปิดกั้นทั้งสอง ซึ่งเมื่อเติมของเหลว ความดันทั้งสองจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ห้อง วงแหวนจะถูกตั้งอยู่บนลิ่มลักษณะคมมีด ณ จุดศูนย์กลางของมันอย่างอิสระ (Fulcrum) ด้านล่างจะมีน้ำหนัก G ถ่วงอยู่

2.3.2.2 บูร์ดอง (Bourdon)

บูร์ดองเป็นท่อโลหะที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี (Oval) และงอขึ้นเป็นส่วนโค้งของวงกลมหรือเป็นขด ปลายข้างหนึ่งปิด เมื่อมีความดันต่อเข้าปลายอีกข้างหนึ่งที่เปิดและถูกตรึงอยู่กับที่ ความดันที่ต่อเข้าบูร์ดองจะทำให้เกิดความเครียด (Stress) บูร์ดองจะพยายามเหยียดตัวออกให้ตรง ทำให้ปลายข้างที่ปิดเคลื่อนที่ไป การเคลื่อนที่ของปลายท่อด้านนี้จะเปลี่ยนไปเป็นอัตราส่วนกับความดันที่อยู่ภายในท่อ เราจึงสามารถทราบค่าของความดันจากระยะการเคลื่อนที่ไปนี้ บูร์ดองมี 3 แบบ

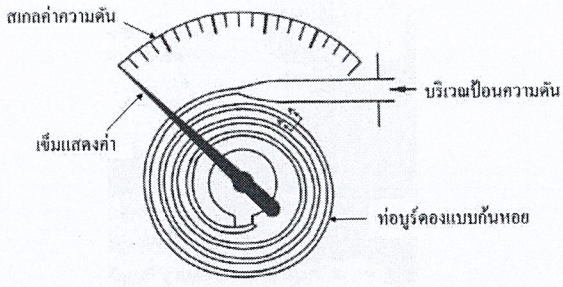
- บูร์ดองรูปตัว C ถูกสร้างขึ้นเป็นส่วนโค้งของวงกลมประมาณ 270° จึงเรียกว่าแบบตัว C โดยปกติแล้วจะเหยียดตัวออก 2-7 mm เท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการขยาย Movement (ระยะการเคลื่อนที่) เพื่อไปชี้บอกที่หน้าปัดให้มีระยะหรือมุมกว้างกว่านี้ โดยใช้เฟืองชุดขยายซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางตัวเกจวัดความดัน



ภาพที่ 2.18 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองชนิด C

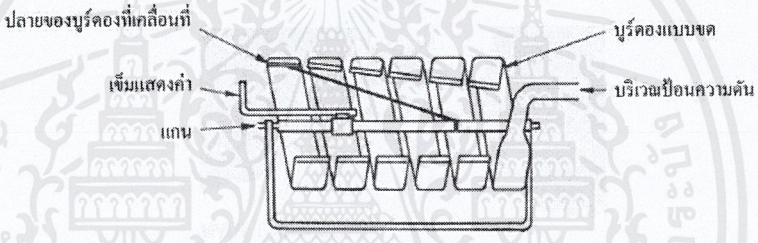
- บูร์ดองแบบก้นหอย (Spiral) ลักษณะหน้าตัดของบูร์ดองแบบก้นหอยเหมือนตัว C แต่ถูกขดขึ้นเป็นรูปก้นหอย เมื่อมีความดันกระทำอยู่ภายใน ก้นหอยจะพยายามคลายตัวออก ทำให้ปลายด้านที่ปิดเคลื่อนที่ไป เข็มหรือปากกา (Pen) ของเครื่องบันทึก (Recorder) จะต่ออยู่กับปลายด้านนี้ แบบก้อนหอยให้ค่าระยะทางการเคลื่อนที่มากกว่าแบบตัว C จึงไม่จำเป็นต้องมีเฟืองชุดขยาย ความเที่ยงตรงของแบบก้นหอยดีกว่าแบบตัว C มีค่าผิดพลาด ±0.5% ของค่าเต็มสเกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองแบบก้นหอย

- บูร์ดองแบบขดซ้อน (Helix) ลักษณะคล้ายแบบก้นหอย แต่การขดที่มีรัศมีเท่ากันและขดเป็นวงซ้อนขึ้นไปหลายๆวงแบบขดซ้อน เป็นแบบที่ให้ระยะทางการเคลื่อนที่ของบูร์ดองมากที่สุด เข็มหรือปากกาจะติดอยู่กับปลายด้านที่ปิดโดยตรง ซึ่งเคลื่อนที่ไปตามความเครียด (Stress) อันเกิดจากความดันที่กระทำอยู่ภายใน

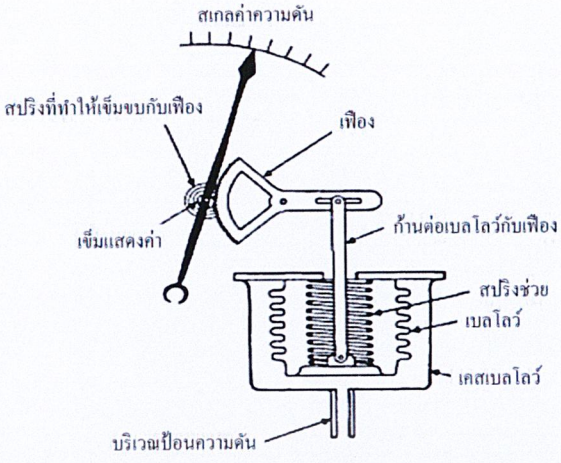


ภาพที่ 2.20 แสดงภาพของบูร์ดองแบบขดซ้อน

2.3.2.3 เบลโลว์ (Bellow)

เป็นตัววัดประเภท Resilient หรือยืดหยุ่นเช่นเดียวกับแบบบูร์ดอง คือ เปลี่ยนความดันมาเป็น Movement มีโครงสร้างของตัววัดเป็นรูปทรงกระบอกบางกลวง ปลายข้างหนึ่งปิด ผนังมีลักษณะเป็นลูกฟูกเพื่อให้ยืดหยุ่นได้ เมื่อต่อความดันเข้าด้านบน ความดันจะทำให้เบลโลว์ยืดออกทางด้านล่าง ผนังดันให้เข็มเคลื่อนที่ไปชี้บอกค่าที่สเกลตามความแรงของความดัน เบลโลว์เป็นตัววัดที่ดีมากสำหรับความดันค่าต่ำๆ หรือ Vacuum โดยปกติย่านการใช้งานจะอยู่ที่ประมาณ 0-1.5 bar (0-45 Psig)

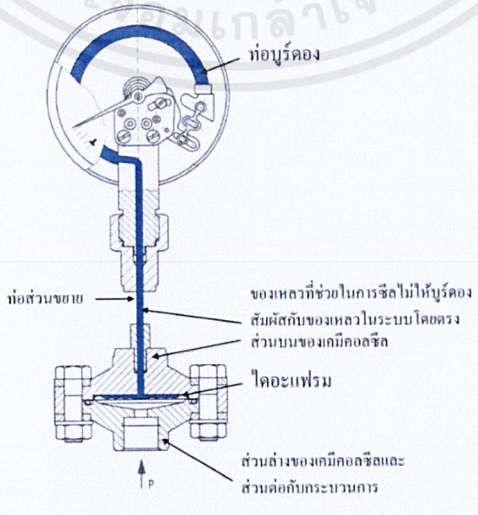
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 เกจวัดความดันแบบเบลโลว์

2.3.2.4 ไดอะแฟรม (Diaphragm)

ไดอะแฟรมเป็นแผ่นโลหะหรือสารสังเคราะห์ลักษณะกลม บาง อาจเรียบ (Flat Type) หรือเป็นลอน (Corrugate Type) เมื่อมีความดันมากระทำบนแผ่นไดอะแฟรมจะทำให้แผ่นไดอะแฟรมเกิด Movement (โก่งตัว) ไปตามทิศทางและขนาดของความดัน ไดอะแฟรมให้ Movement และความไวในการวัดน้อยกว่าแบบบูร์ดอง แต่สามารถทนต่อความดันเกินพิกัด ความดันเปลี่ยนค่าเป็นห้วงๆหรือความสั่นสะเทือนได้ดีกว่า สำหรับการวัดความดันของ Fluid ประเภทสารกัดกร่อน มีความหนืดสูงหรือมีแนวโน้มที่จะเกิดการแข็งตัว ทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ตัววัดแบบไดอะแฟรมมีความเหมาะสมกว่าตัววัดแบบอื่นๆเพราะไดอะแฟรมสามารถทำเคมีคอนซีลได้ง่าย สามารถแบ่งไดอะแฟรมออกได้ 3 รูปแบบคือ ไดอะแฟรมแบบแผ่น, ไดอะแฟรมแบบลอน, ไดอะแฟรมแบบแคปซูล



ภาพที่ 2.22 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.5 เครื่องมือวัดความดันค่าต่ำๆ และ Vacuum

- เกจแบบ Mc Leod ใช้วัดความดันต่ำกว่าบรรยากาศใน Vacuum ย่านกลาง จาก 10-5 $\mathbf{mmHg_{abs}}$ ถึง 20 $\mathbf{mmHg_{abs}}$ Mc Leod มีหลายแบบแต่อาศัยหลักการวัดอันเดียวกันคือกฎของบอยล์
- Vacuum Gauge สำหรับ Vacuum สูงๆ เครื่องมือที่ใช้วัดจะต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ เช่น ใช้เทอร์โมคัปเปิล, ใช้ความต้านทาน และใช้ ionization gauge

2.3.2.6 อินเวิร์ตเบลล์ (Inverted Bell)

เครื่องมือวัดความดันแบบอินเวิร์ตเบลล์ เป็นแบบที่มีความไวในการวัดสูง เหมาะสำหรับความดันในย่านต่ำ ๆ จนถึงย่าน Vacuum มีทั้งแบบอินเวิร์ตเบลล์เดี่ยวและคู่สำหรับความดันแบบสแตติกและแบบดิฟเฟอเรนเชียล แบบอินเวิร์ตเบลล์เดี่ยว ประกอบด้วยท่อรูปทรงกระบอกมีก้านต่อตรงกลางด้านที่ปิด จุ่มคว่ำลงในน้ำมันที่มีท่อนำความดันในระบบที่ต้องการวัดผ่านน้ำมันเข้าสู่อินเวิร์ตเบลล์ ก้านต่อตรงกลางของเบลล์จะมี Linkage ต่อไปวัดการเคลื่อนที่ของเบลล์ ซึ่งเป็นไปตามความดันที่ต่อเข้าเบลล์ และกำหนดไปเป็นค่าความดันหรือ Vacuum อ่านค่าได้บนสเกล ส่วนแบบอินเวิร์ตคู่ สำหรับวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล โดยป้อนความดันเข้าสู่เบลล์ทั้งสองด้วยท่อนำเข้าทางด้านล่าง ถ้าท่อนำเข้าด้านหนึ่งเปิดออกสู่บรรยากาศ ค่าที่วัดได้จะเป็นค่าความดันเกจ เช่น ต้องการวัดความดันในเตาเผา อินเวิร์ตเบลล์ให้ความไวในกรวัดสูงถึง ± 0.005 $\mathbf{inH_2O}$ ย่านการวัดของอินเวิร์ตเบลล์จาก 0-2 $\mathbf{inH_2O_{Vac}}$ ไปจนถึง 2 $\mathbf{inH_2O}$

2.3.2.7 ทรานสมิตเตอร์สำหรับวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลและทรานสดิวเซอร์

- ทรานสมิตเตอร์แบบวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล ได้รับการออกแบบให้อยู่ในแคปซูลเดียวกันที่เรียกว่า ดีพีทรานสมิตเตอร์ (dP Transmitter) อาศัยหลักการหลายอย่าง เช่น Force Balanced, Resonant Wire ใช้ไดอะแฟรมเปลี่ยนค่าอินดักแตนซ์ ฯลฯ
- ทรานสมิตเตอร์แบบ Capacitance จะเปลี่ยนค่า ΔP ไปเป็น ΔC และวัดค่า ΔC ขยายเป็นสัญญาณไฟฟ้า
- ทรานสมิตเตอร์แบบ Resonant Wire คือการเปลี่ยนค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียลไปเป็นการเปลี่ยนค่าความตึงของเส้นลวด ทำให้ความถี่รีโซแนนต์ของเส้นลวดเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทรานสมิตเตอร์แบบ Force Balance เปลี่ยนตำแหน่งของคานที่เกิดจากความดันดิฟเฟอเรนเชียลจะมี LVDT (Linear Variable Differential Transformer) เป็นตัวรับรู้และเปลี่ยนสัญญาณเอาต์พุตตามขนาดของความดันที่เปลี่ยนไป
- ทรานสมิตเตอร์แบบ Strain Gauge ไม่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมเพราะมีค่า Gauge Factor ต่ำ ประมาณ 3-5 เท่านั้น มีค่าผิดพลาดสูง ต่อมากระบวนการผลิต IC เจริญก้าวหน้ามากขึ้นได้มีผู้ประดิษฐ์ Strain Gauge จากสารเซมิคอนดักเตอร์ ทำให้ได้ค่า Gauge Factor สูง 100-150 และประดิษฐ์เป็นทรานสมิตเตอร์ ส่งค่าสัญญาณความดันดิฟเฟอเรนเชียล
- ทรานสดิวเซอร์แบบ Strain Gauge อาศัยหลักการเปลี่ยนค่าความต้านทานของตัวนำ เมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดตัวนำเปลี่ยนไป โดยทั่วไปสเตรนเกจมี 2 แบบคือ แบบบอนด์ ตัวสเตนเกจจะถูกติดตั้งอยู่บนเมมเบอร์ การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของตัวสเตนเกจจะเป็นไปตามเมมเบอร์ ไม่เหมาะสำหรับวัดความดันต่ำๆ หรือ Vacuum ค่าต่ำๆ และแบบอันบอนด์ ด้านหนึ่งของสเตนเกจติดอยู่กับโครงสร้าง ด้านบนเป็นด้านที่รับรู้การเปลี่ยนแปลงของความดัน ซึ่งแบบนี้จะเหมาะกับการวัดค่าความดันต่ำๆ
- ทรานสดิวเซอร์แบบใช้แสง (Optical Pressure Sensor) โฟโตไดโอดเป็นทรานสดิวเซอร์สำหรับวัดความดดันที่ไวมากๆ โดยสามารถรับรู้การเคลื่อนที่ของไดอะแฟรมหรือบูร์ดอง แม้การเปลี่ยนแปลงของความดันนั้นมีค่าเพียง ±0.005% ของ Span ข้อดีของการใช้โฟโตไดโอด คือ ตัวไดอะแฟรมทำงานได้อย่างอิสระ ไม่ต้องไปขับเคลื่อนเข็มหรืออุปกรณ์ชี้ค่าชนิดอื่น โดยทั่วไปจะมีความฟืด (Friction) ที่มีแนวโน้มจะทำให้เกิดความผิดพลาด
- ทรานสดิวเซอร์ LVDT (Linear Variable Differential Transformer) เป็นตัวเปลี่ยนระยะทางการเคลื่อนที่ (Displacement) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณทางไฟฟ้า หลักการทำงานเหมือนกับทรานสฟอร์มเมอร์ที่ปรับตำแหน่งของแกนได้
- ทรานสดิวเซอร์แบบเปลี่ยนค่า Reluctance (Variable Reluctance) หลักการทำงานคือ ไดอะแฟรม เป็นตัวรับรู้การเปลี่ยนค่าของความดันและเปลี่ยนค่าความดันไปเป็นระยะทางเคลื่อนที่ ซึ่งทำให้อาร์เมเจอร์ (Ferrite Armature) ที่ติดอยู่กับตัวไดอะแฟรมเคลื่อนที่ไปด้วย การเคลื่อนที่ของอาร์เมเจอร์ขึ้นลงตามความดันที่เปลี่ยนแปลง จะทำให้รีลักแตนซ์ของคอยล์ทั้งสองขดเปลี่ยนแปลงไปด้วย
- ทรานสดิวเซอร์แบบ Piezoelectric เป็นสารที่มีโครงสร้างเป็นผลึก เช่น Qurtz, Rochelle Salt etc. และมีคุณสมบัติพิเศษคือ เมื่อได้รับแรงกดดันเป็นห้วงๆแล้วจะปล่อยพลังงานไฟฟ้าออกมา จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

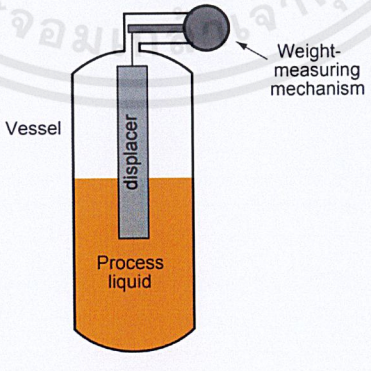
สามารถนำมาประยุกต์วัดความดันที่มีค่าเลี่ยนแปลงตลอดเวลา วัดได้สูงกว่า 100 kHz หรือความดันที่มีค่าเปลี่ยนแปลงมากในช่วงเวลาสั้นๆ

2.3.3 ระดับและเครื่องมือวัดระดับ

ในงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท จะมีงานวัดระดับแทรกอยู่เสมอ อาศัยหลักการวัดโดยวิธีตรงที่ใช้ลูกลอยหรือดิพสติก (Dipsticks) ซึ่งเป็นการวัดแบบง่ายๆ แต่ถ้าเป็นการวัดระดับในภาชนะที่มีความดันสูง อุณหภูมิสูง เป็นสารเคมีที่อันตรายหรือต้องการสัญญาณระดับเพื่อไปใช้ในงานอื่นๆ จะไม่สามารถวัดโดยตรงได้ ต้องประยุกต์หลักการวิทยาศาสตร์เข้าช่วย

วิธีหลักๆในการวัดระดับแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ วัดโดยตรงเป็นวิธีการที่ประหยัด ง่าย และเชื่อถือได้ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ ดิพสติกเป็นการโลหะที่มีขีดบอกระดับเป็นระยะๆสำหรับจุ่มลงไปวัดระดับของของเหลวที่อยู่ในภาชนะตื้นๆ, กระจกแก้วมองระดับ (Glass Gauge) เป็นวิธีที่สามารถดูระดับของเหลวได้โดยตรง ใช้มากกับภาชนะที่ไม่สูงมากนัก ติดตั้งไว้นอกภาชนะมีวาล์วปิดทั้งด้านบนและล่าง, ลูกลอยวัดการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของลูกลอย โครงสร้างง่าย ใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูงภายใต้ความดันสูงๆ อีกวิธีคือการวัดโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น

- หลักการวัดระดับของ Displacer ใช้การแทนที่ของวัตถุด้วยของเหลว อาศัยหลักการของอาร์คิมิดิสโดยวัดการเปลี่ยนแปลงของแรงพยุง (Bougancy) ที่กระทำต่อวัตถุ วัตถุที่ใช้ทำเป็นตัวรับรู้ต่อแรงพยุงจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกจุ่มอยู่ในของเหลวที่ต้องการทราบค่าระดับ Displacer จะถูกบรรจุอยู่ในท่อซึ่งสร้างขึ้นสำหรับใช้วัดระดับโดยเฉพาะ ผลที่ได้จากการที่ระดับเปลี่ยนแปลงจะออกมาในรูปของแรงมากกว่าการเคลื่อนตัวของ Displacer



ภาพที่ 2.23 แสดง Displacer แบบ Direct

- หลักการวัดระดับโดยการวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลเป็นที่แพร่หลายในวงการอุตสาหกรรม ใช้กับของเหลวที่สกปรก มีความดันหรืออุณหภูมิสูงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การวัดระดับโดยหลักการทางไฟฟ้า มี 3 แบบคือ การวัดค่าประจุไฟฟ้า, การวัดค่าความต้านทาน และการวัดค่าความนำไฟฟ้า
- การวัดระดับโดยใช้คลื่นอัตราโซนิก อัตราโซนิกคือคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz เป็นย่านที่หูมนุษย์ไม่ได้ยินและมีระดับพลังงานต่ำมากเพียงไม่กี่มิลลิวัตต์ เมื่อคลื่นเสียงวิ่งผ่านตัวกลางไปกระทบของแข็ง บางส่วนจะแทรกผ่านสารนั้นๆอีกบางส่วนจะสะท้อนกลับ
- การวัดระดับโดยการแผ่รังสีและคลื่นอินฟราเรด วิธีการวัดการแผ่รังสีของสารกัมมันตภาพ จะใช้สารกัมมันตภาพ เช่น เรเดียม ซีเซียม 137 รังสีที่ใช้ในการวัดระดับคือรังสีแกมมาเพราะให้พลังงานในการแผ่รังสีสูง สามารถเจาะผ่านเข้าเนื้อสารได้ดี มีความถี่สูงและความยาวคลื่นสั้นมาก ส่วนการวัดระดับโดยใช้คลื่นอินฟราเรดเป็นการประยุกต์หลักการดูดซึมและหักเหของคลื่นแสงอินฟราเรดในตัวกลางที่เป็นน้ำและอากาศ อีกอย่างคือสวิตช์ระดับถูกออกแบบไว้เฉพาะบอกระดับที่จุดหนึ่งจุดใดของภาชนะ เพื่อใช้ในการควบคุมหรือส่งสัญญาณเตือน ลักษณะเหมือนกับแบบวัดระดับเป็นจุด แต่สวิตช์ระดับจะมีสวิตช์ทางด้านเอาต์พุตพร้อมที่จะต่อใช้งานได้ทันที

2.3.4 Flow และเครื่องมือวัด Flow

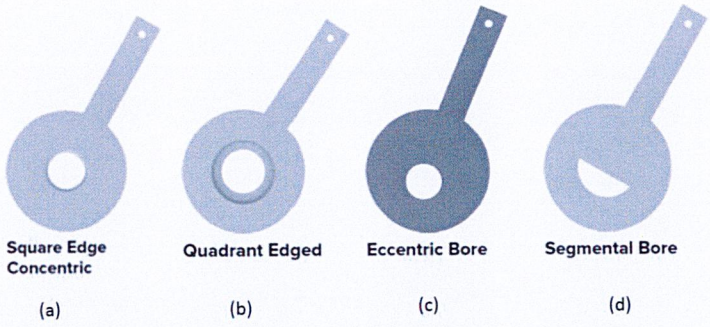
ตัวแปรที่สำคัญในระบบควบคุมอีกตัวหนึ่ง คือ Flow (การไหล) เพราะตัวแปรอื่นๆที่ต้องการควบคุมจะถูกควบคุมโดยปริมาณของ Flow เกือบทั้งสิ้น โดยส่งผลไปที่วาล์วควบคุม (Control Valve) หรือ Damper เมื่อ Fluid ของระบบเป็นของเหลวหรือก๊าซ ส่วนใหญ่ไม่ใช่การหาค่า Flow โดยตรงแต่จะวัดหาความเร็ว (Velocity) ของการไหลแล้วคำนวณออกมาเป็นอัตราการไหล

ตัวแปรพื้นฐานที่มีผลต่อการวัด Flow ที่ควรทราบก็จะมีอุณหภูมิ(Temperature), ความดัน (Pressure), ความหนืด (Viscosity), Reynold Number, ความหนาแน่น (Density) และ Compressibility

2.3.4.1 แผ่นออริฟิส (Orifice Plate)

พบใช้งานอยู่ทั่วไปมีรูปร่างเป็นแผ่นบางขอบคม ช่องออริฟิสทางด้าน Fluid ไหลเข้าจะเป็นมุมฉากคม ทางด้านออกจะผายออกประมาณ 45° เพื่อเป็นการลดความเสียดทานลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นสำหรับการวัด ความหนาของแผ่นออริฟิสจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของท่อหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องออริฟิส ขนาดของช่องออริฟิสจะบอกเป็นอัตราส่วนกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในของท่อ เรียกว่าอัตราส่วนเบตา (β Ratio) ค่าของ β มีขีดจำกัดเพื่อให้ผลของการวัดมีความเที่ยงตรง ขึ้นกับวิธีการต่อ Pressure Taps ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.24 แสดงตัวอย่างของแผ่นออริฟิสแบบต่าง ๆ

2.3.4.2 เวนจูรี (Venturi Tube)

จะใช้ท่อเวนจูรีเมื่อมีค่าความดันสูญเสียไปกับตัววัด ท่อเวนจูรีมีรูปร่างทางด้านเข้าจะคอดเข้าเพื่อให้ Fluid ไหลด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น ทำให้ Velocity Head เพิ่มขึ้นและ Pressure Head ลดลง และเมื่อผ่าน Throat ซึ่งที่พื้นที่หน้าตัดคงที่ ช่วงนี้จะเป็นช่วงที่มี Pressure Head ต่ำที่สุด ในช่วงต่อไปขนาดของท่อจะผายออกจนมีขนาดเท่ากับขนาดท่อปกติ ในช่วงนี้ Velocity Head จะลดลงและ Pressure Head จะค่อยๆเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความดันสูญเสียจะมีค่าน้อยกว่าตัววัดประเภทนี้ทุกแบบ

2.3.4.3 นอซเซิล (Nozzle)

เหมาะสำหรับใช้กับ Fluid ที่มีความเร็วในการไหลสูง ทนต่อการกร่อนอันเกิดจาก Fluid เสียดสีได้ดีกว่าออริฟิส ในขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียลที่เท่ากัน นอซเซิลจะให้ค่า Flow มากกว่าออริฟิสถึง 65% ค่า β ของนอซเซิลอาจสูงกว่าแบบออริฟิสในย่าน Flow สูงๆได้ แต่ไม่เหมาะกับ Fluid ที่มีสารแขวนลอยอยู่เพราะโดยธรรมชาติของเหลวจะไหลแบบหมุนวนหลังช่วงนอซเซิล ซึ่งจะทำให้สารแขวนลอยที่หนักกว่าเข้าไปอุดตันอยู่หลัง Throat นอซเซิลสามารถใช้งานได้ดีทั้งใน Fluid ที่เป็นก๊าซและของเหลว แต่ราคาจะสูงกว่าแบบออริฟิสรวมทั้งการบำรุงรักษา

2.3.5 วาล์วควบคุม (Control Valve)

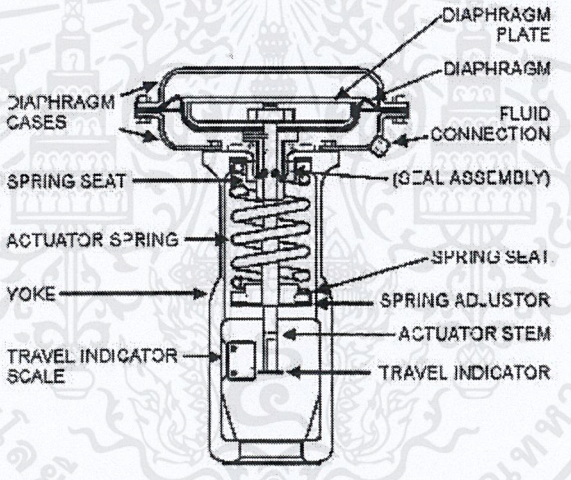
ในกระบวนการผลิตจะต้องมีการเตรียมระบบควบคุมและเครื่องมือวัดเพื่อใช้สำหรับทำหน้าที่แสดงค่าและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทางกระบวนการให้อยู่ในค่าที่ต้องการและเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติตามที่กำหนด ตัวแปรทางกระบวนการเหล่านี้ได้แก่ ความดัน (Pressure) การไหล (Flow) ระดับ (Level) และ อุณหภูมิ (Temperature) โดยระบบควบคุมและเครื่องมือวัดมีหน้าที่ทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การควบคุม การทำงานร่วมกันเรียกว่า ฟังก์ชันควบคุม (Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function) ส่วนพื้นฐานที่สำคัญของฟังก์ชันควบคุม คือ เครื่องมือวัด (Sensing Element) ตัวควบคุม (Controller) และ อุปกรณ์สุดท้าย (Final Element)

โดยเครื่องมือวัดทำหน้าที่เปลี่ยนตัวแปรจากกระบวนการผลิตเป็นสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน เพื่อส่งค่าไปยังอินพุตของตัวควบคุมและไปแสดงค่าตัวแปรที่หน่วยแสดงผลของระบบควบคุมเพื่อให้สามารถสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ได้ จากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไฟฟ้าเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์สุดท้ายที่เป็นวาล์วควบคุมเพื่อทำการปรับตัวแปรในกระบวนการให้อยู่ในค่าที่ต้องการ วาล์วควบคุมประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้ Valve Actuator, Valve Body และ Valve Position

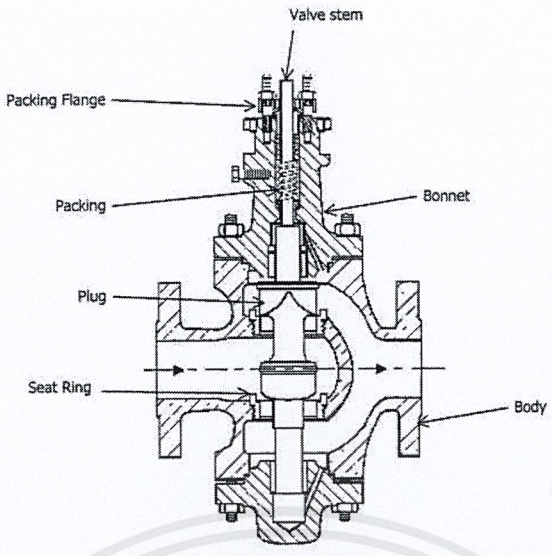
1. Valve Actuator เป็นส่วนที่ใช้ในการขับเคลื่อนก้านวาล์วให้เคลื่อนที่ตามสัญญาณการควบคุมเพื่อใช้ในกาเปิดปิดลิ้นวาล์ว การเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากแรงกดจากความดันของสัญญาณลมที่แผ่น Diaphragm ในตัว Actuator



ภาพที่ 2.25 แสดงรูป Valve Actuator

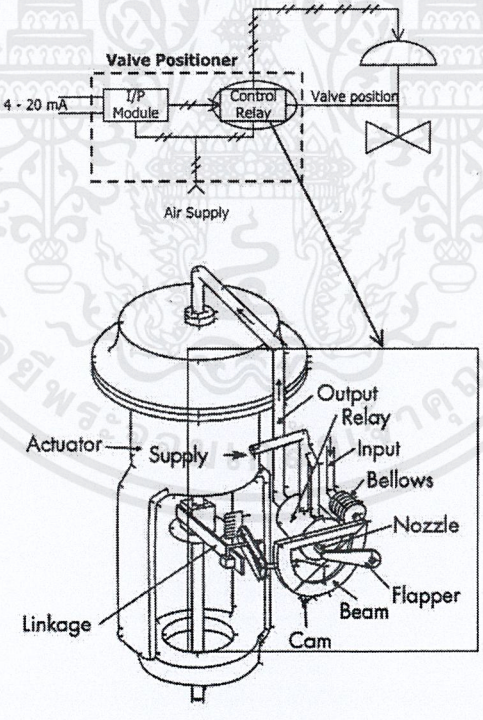
2. Valve Body เป็นส่วนที่ยึดลิ้นวาล์ว (Plug) และ บ่าวาล์ว (Seat) นอกจากนี้ยังเป็นทางผ่านของไหลที่ต้องการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 แสดงรูป Valve Body

3. Valve Positioner เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดความดันของสัญญาณลมที่ต่อไปยังวาล์ว Actuator เพื่อทำการขับก้านวาล์วตามสัญญาณการควบคุม



ภาพที่ 2.27 แสดงรูป Valve Positioner

รายละเอียดส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของวาล์วควบคุมมีดังนี้

- Bonnet คือ ฝาครอบตัววาล์วเป็นส่วนที่ใช้ประคองก้านวาล์ว
- Diaphragm คือ ส่วนที่ใช้รับแรงจากความดันอากาศ เพื่อใช้ในการขับก้านวาล์ว (Stem)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Packing คือ เป็นซีลด์รอบ ๆ ก้านวาล์วเพื่อป้อนกันการรั่วไหล
- Plug คือ ลิ้นวาล์วเป็นส่วนเปิดปิดเพื่อควบคุมการไหลผ่านตัววาล์ว
- Seat Ring คือ บ่าวาล์วเป็นส่วนเปิดปิดร่วมกับลิ้นวาล์วเพื่อใช้ควบคุมการไหล
- Spring คือ ส่วนที่ใช้ดัน Diaphragm ให้อยู่ตำแหน่งเดิมเมื่อไม่มีแรงกดจากึวามดันอากาศ
- Stem คือ ก้านวาล์วที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Diaphragm กับลิ้นวาล์ว (Plug)
- Travel Indicator คือ แสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของก้านวาล์ว
- Valve Body คือ ตัววาล์วเป็นส่วนหลักของวาล์วควบคุมที่ต่ออยู่กับท่อ
- Yoke คือ ส่วนโครงสร้างที่ใช้ยึดส่วนประกอบของ Diaphragm และ อุปกรณ์เพิ่มเติมต่าง ๆ

การเลือกวัสดุในการทำวาล์วควรเป็นไปตามรายละเอียดของท่อที่วาล์วติดตั้งอยู่และสามารถทนต่อสภาวะต่างๆ ของกระบวนการได้ โดยทั่วไปการจะเลือกเป็นเหล็กชนิด WCB WCC หรือ Stainless ASTM type 300 series วัสดุที่เลือกควรถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมกับความดันและอุณหภูมิออกแบบของกระบวนการที่จะนำไปใช้งาน การเลือกวัสดุของวาล์วอาจมีการเลือกที่แตกต่างกับวัสดุที่ใช้ทำท่อเพราะผลกระทบจากตัวแปรต่าง ๆ เช่น การไหลไม่เป็นระเบียบ การกระแทกของไหล การเกิด Flashing การกัดเซาะ ความดัน และ อุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งการกัดกร่อนอาจมีผลกระทบน้อยต่อระบบท่อแต่อาจมีผลรุนแรงกับตัววาล์ว

ตารางที่ 2.4 แสดงวัสดุที่ใช้ ณ อุณหภูมิต่างๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกขนาดวาล์วเป็นการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Flow Coefficient) หรือ Cv ของวาล์วซึ่ง Cv คือ ปริมาณการไหล มีหน่วยเป็น GPM ของน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ ไหลผ่านวาล์วเมื่อวาล์วเปิดเต็มที่โดยมีความดันตกคร่อม 1 psi สำหรับการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การไหลเบื้องต้นแบ่งออกตามสถานะของไหลดังนี้

$Q = CN_1F_P\sqrt{\frac{\Delta p_{sizing}}{\rho_1/\rho_0}}$	$\Delta p_{sizing} = \begin{cases} \Delta p & if\ \Delta p < \Delta p_{choked} \\ \Delta p_{choked} & if \Delta p \geq \Delta p_{choked} \end{cases}$
$\Delta p_{choked} = \left(\frac{F_{LP}}{F_P}\right)^2 (p_1 - F_F p_v)$	$F_F = 0.96 - 0.28\sqrt{\frac{p_v}{p_c}}$

Q	Actual volumetric flow rate
C	Flow coefficient
N	Numerical constants
F_P	Piping geometry factor
Δp_{sizing}	Value of pressure differential used in computing flow or required flow coefficient for incompressible flows
ρ_1/ρ_o	Relative density (ρ_1/ρ_o = 1,0 for water at 15 °C)
F_{LP}	Combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor of a control valve with attached fittings
F_P	Piping geometry factor
p_1	Inlet absolute static pressure measured at point A
F_F	Liquid critical pressure ratio factor
p_v	Absolute vapor pressure of the liquid at inlet temperature
p_C	Absolute thermodynamic critical pressure

ภาพที่ 2.28 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของของเหลว

$W = CN_6F_PY\sqrt{x_{sizing}p_1\rho_1}$ $Q_s = CN_9F_PY\sqrt{\frac{x_{sizing}}{MT_1Z_1}}$	$x_{sizing} = \begin{cases} x & if\ x < x_{choked} \\ x_{choked} & if x \geq x_{choked} \end{cases}$ $; x = \frac{\Delta p}{p_1}$
$x_{choked} = F_\gamma x_{TP}$	$F_\gamma = \frac{\gamma}{1.4}$

C	Flow coefficient
N6, N9	Numerical constants
F_P	Piping geometry factor
Y	Expansion factor
P_1	Inlet absolute static pressure measured at point A
ρ_1	Density of fluid at p_1 and T_1
F_γ	Specific heat ratio factor
x_{TP}	Pressure differential ratio factor of a control valve with attached fittings at choked flow

ภาพที่ 2.29 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของแก๊ส

นอกจากนี้ยังมีวิธีการหาขนาดตามมาตรฐาน IEC-60534-1 ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่า ISA-75.01 แต่ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่าเมื่อนำไปหาขนาดวาล์วสำหรับของไหลที่มีความหนืดและการไหลที่เป็นระเบียบ

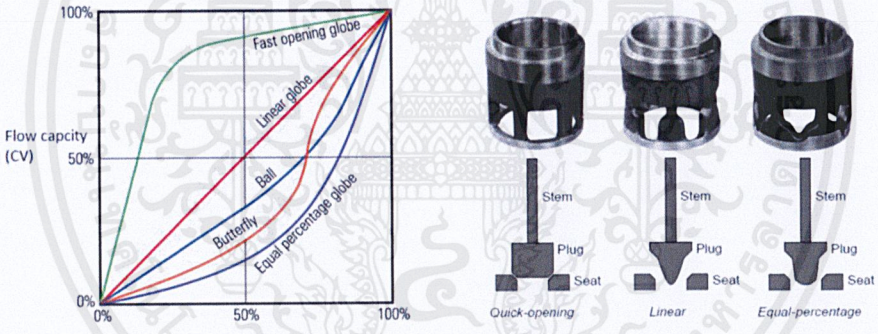
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะการไหล (Flow Characteristic) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและการเคลื่อนที่ของวาล์วจากตำแหน่งปิดไปยังตำแหน่งที่กำหนดตามความดันที่ตกคร่อมวาล์วโดยมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต มีอยู่ 3 ประเภทหลักดังนี้

1. Quick-Opening ใช้งานกับการเปิดปิดที่เกี่ยวข้องกับความดัน หลักการทั่วไปสำหรับเลือกใช้ คือ ฟังก์ชันการควบคุมที่เปิดปิดบ่อย และ กระบวนการที่ต้องการอัตราการไหลสูง

2. Linear ใช้งานกับกระบวนการที่ค่าความดันตกคร่อมวาล์วมีค่าคงที่ตลอดการเปิดวาล์ว หลักการทั่วไป คือ การควบคุมระดับของเหลวหรืออัตราการไหล และกระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีค่าคงที่

3. Equal-Percentage เป็นวาล์วที่มีอัตราการขยายตามการเปิดและใช้กับกระบวนการที่มีอัตราการขยายลดลงเมื่อการไหลของวาล์วเพิ่มขึ้น หลักการทั่วไป คือ กระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีการเปลี่ยนแปลงมาก กระบวนการที่กำหนดให้มีค่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วน้อย และ ใช้ในฟังก์ชันควบคุมความดันและอุณหภูมิ



ภาพที่ 2.30 แสดงคุณลักษณะการไหล

2.4 การแบ่งเขตพื้นที่อันตราย (Hazardous Area Classification)

2.4.1 พื้นฐานการเกิดระเบิด

การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Electrical apparatus) และเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรม (industrial Instrument) เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต ทั้งอุตสาหกรรมปิโตรเคมี, การกลั่นน้ำมันและก๊าซ รวมไปถึงการออกแบบรายละเอียดในการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือวัดไปติดตั้ง จะมีตัวแปรหลายๆตัวที่ต้องพิจารณา ตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ ในการพิจารณาจะเป็น การป้องกันการระเบิด (Explosion protection) เนื่องจากในระหว่างขั้นตอนในการทำงานของกระบวนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมดังกล่าวข้างต้น โดยส่วนมากก๊าซที่สามารถติดไฟได้

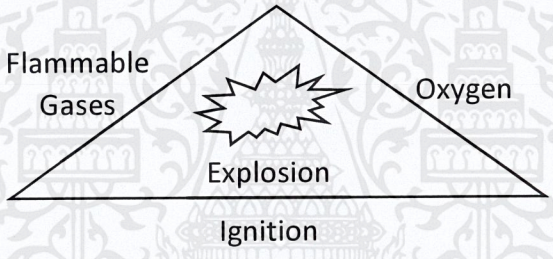
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Flammable Gases) มีโอกาสที่จะเกิดการรั่วไหลหรือแพร่กระจายออกมาจึงทำให้เกิดบรรยากาศที่ทำให้ระเบิดได้ (Explosive atmospheres) ในบริเวณรอบ ๆ กระบวนการผลิตหรือรอบบริเวณถังเก็บ ซึ่งอาจจะมีเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าติดตั้งอยู่ ทำให้การระเบิดหรือการลุกไหม้มีโอกาสขึ้นได้ เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม เช่นมีอัตราส่วนความหนาแน่นของก๊าซติดไฟและออกซิเจนที่เหมาะสมและมีแหล่งกำเนิดพลังงานที่เพียงพอต่อการจุดประกายไฟ (Ignition) ซึ่งพลังงานที่จะจุดประกายเหล่านี้อาจจะมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องมือวัดต่างๆที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณนั้น

องค์ประกอบของไฟ (fire triangle) การที่จะเกิดไฟขึ้นได้นั้น ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

1. เชื้อเพลิง (fuel) ซึ่งจะอยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส
2. ออกซิเจน (oxygen) ซึ่งจะมีอยู่ในอากาศประมาน 21% โดยปริมาณ
3. ประกายไฟ (Ignition) พอเพียงที่จะติดไฟได้

เมื่อมีองค์ประกอบทั้ง 3 ครบแล้วไฟจะเกิดลุกไหม้ขึ้นและเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่



ภาพที่ 2.31 สามเหลี่ยมการลุกไหม้

เพื่อทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือวัดมีความปลอดภัยในการนำไปใช้งานสำหรับบรรยากาศที่ทำให้ระเบิดได้ จึงต้องมีการจัดเตรียมวิธีการป้องกันการระเบิดด้วยวิธีต่างๆ วิธีการป้องกันระเบิดหรือลุกไหม้ หรือก๊าซติดไฟเหล่านี้ สามารถกระทำได้โดยการควบคุมตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเพื่อไม่ให้ครบองค์ประกอบของการลุกไหม้ ดังนั้นองค์ประกอบในการเผาไหม้มีอยู่ 4 องค์ประกอบ คือ

1. เชื้อเพลิง (Fuel)

คือ วัตถุใด ๆ ก็ตามที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วในการเผาไหม้ เช่น ก๊าซ ไม้ กระดาษ น้ำมัน โลหะ พลาสติก เป็นต้น เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะก๊าซจะสามารถลุกไหม้ไฟได้ แต่เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะของแข็งและของเหลวจะไม่สามารถลุกไหม้ไฟได้ ถ้าโมเลกุลที่ผิวของเชื้อเพลิงไม่อยู่ในสภาพที่เป็นก๊าซ การที่โมเลกุลของของแข็งหรือของเหลวนั้นจะสามารถแปรสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลายเป็นก๊าซได้นั้นจะต้องอาศัยความร้อนที่แตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ความแตกต่างของลักษณะการติดไฟของเชื้อเพลิงดังกล่าวขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ 4 ประการ ดังนี้

- ความสามารถในการติดไฟของสาร (Flammability Limits) เป็นปริมาณไอของสารที่เป็นเชื้อเพลิงในอากาศที่มีคุณสมบัติซึ่งพร้อมจะติดไฟได้ในการเผาไหม้นั้นปริมาณไอเชื้อเพลิงที่ผสมกับอากาศนั้นจะต้องมีปริมาณพอเหมาะจึงจะติดไฟได้ โดยปริมาณต่ำสุดของไอเชื้อเพลิงที่เป็น % ในอากาศ ซึ่งสามารถจุดติดไฟได้เรียกว่า " ค่าต่ำสุดของไอเชื้อเพลิง (Lower Flammable Limit) " และปริมาณสูงสุดของไอเชื้อเพลิงที่เป็น % ในอากาศซึ่งสามารถจุดติดไฟได้เรียกว่า " ค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิง (Upper Flammable Limit) " ซึ่งสารเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะมีค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิงแตกต่างกันไป
- จุดวาบไฟ (Flash Point) คืออุณหภูมิที่ต่ำที่สุด ที่สามารถทำให้เชื้อเพลิงคายไอออกมาผสมกับอากาศในอัตราส่วน ที่เหมาะสมถึงจุดที่มีค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิง เมื่อมีประกายไฟก็จะเกิดการติดไฟ เป็นไฟวาบขึ้นและก็ดับ
- จุดติดไฟ (Fire Point) คืออุณหภูมิของสารที่เป็นเชื้อเพลิงได้รับความร้อน จนถึงจุดที่จะติดไฟได้ แต่การติดไฟนั้นจะต้องต่อเนื่องกันไป โดยปกติความร้อนของ Fire Point จะสูงกว่า Flash Point ประมาณ 7 องศาเซลเซียส
- ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) คืออัตราส่วนของน้ำหนักของสารเคมีในสถานะก๊าซต่อน้ำหนักของอากาศเมื่อมีปริมาณเท่ากัน ความหนาแน่นไอ ใช้เป็นสิ่งบ่งบอกให้ทราบว่าก๊าซนั้นจะหนักหรือเบากว่าอากาศซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมอัคคีภัย

2. ออกซิเจน (Oxygen)

อากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา นั้นมีก๊าซออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ประมาณ 21 % แต่การเผาไหม้แต่ละครั้งนั้นจะต้องการออกซิเจนประมาณ 16 % เท่านั้น ดังนั้นจะเห็นว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดที่อยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรานั้นจะถูกล้อมรอบด้วยออกซิเจน ซึ่งมีปริมาณเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ ยิ่งถ้าปริมาณออกซิเจนยิ่งมากเชื้อเพลิงก็ยิ่งติดไฟได้ดีขึ้น และเชื้อเพลิงบางประเภทจะมีออกซิเจนในตัวเองอย่างเพียงพอที่จะทำให้ตัวเองไหม้ได้โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนที่อยู่โดยรอบเลย

3. ความร้อน (Heat)หรือ ประกายไฟ (ignition)

ความร้อน คือ พลังงานที่ทำให้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดเกิดการคายไอออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction)

หรือการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง คือ กระบวนการเผาไหม้ที่เริ่มตั้งแต่เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจนติดไฟเมื่อเกิดไฟขึ้น หมายถึง การเกิดปฏิกิริยา กล่าวคืออะตอมจะถูกเหวี่ยงออกจากโมเลกุลของเชื้อเพลิง กลายเป็นอนุมูลอิสระ และอนุมูลอิสระเหล่านี้จะกลับไปอยู่ที่ฐานของไฟอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดเปลวไฟ

สำหรับการป้องกันการระเบิดลำดับแรก จะเป็นการระมัดระวังยับยั้งหรือจำกัดไม่ให้มีการเกิดบรรยากาศที่ทำให้ระเบิดได้ ต้องมีการเลือกใช้เครื่องมือวัดที่มีการป้องกันการระเบิดที่เหมาะสมเพื่อไปใช้ในบริเวณที่ต้องการ และการป้องกันการระเบิดลำดับที่สอง เมื่อไม่สามารถระมัดระวังยับยั้งหรือจำกัดไม่ให้มีการเกิดบรรยากาศที่ทำให้ระเบิดได้ ต้องมีการเลือกใช้เครื่องมือวัดที่มีการป้องกันการระเบิดที่เหมาะสม เพื่อนำไปติดตั้งในบริเวณที่ต้องการ

2.4.2 การแบ่งแยกบรรยากาศที่ระเบิดได้

การแบ่งแยกบรรยากาศที่ระเบิดได้ เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการรั่วไหลของสารไวไฟต่างๆ ที่มีอยู่ในกระบวนการผลิต โดยเป็นไปตามมาตรฐานสากล อาทิเช่น API RP 500 หรือ NFPA article 500 เมื่อทำการแบ่งแยกบริเวณบรรยากาศที่ระเบิดในกระบวนการการผลิตแล้ว ถ้ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องมือวัดต่างๆเหล่านี้ เป็นแหล่งกำเนิดประกายไฟหรือแหล่งกำเนิดพลังงานพอเพียงต่อการระเบิดหรือการลุกไหม้ ถ้าเกิดบรรยากาศที่ระเบิดได้ขึ้น สำหรับวิธีการป้องกันนั้นสามารถออกแบบระบบเครื่องมือวัดหรือเลือกให้อุปกร์ตามมาตรฐานสากลได้หลายวิธี อาทิเช่นการป้องกันการระเบิด (Explosion proof : Ex d), การจำกัดพลังงาน (Intrinsically Safe: Ex i),การไล่ก๊าซติดไฟออกไปจากแหล่งพลังงาน (Pressurized: Ex p) เป็นต้น การป้องกันในรูปแบบจำกัดพลังงานและการป้องกันการระเบิดจะพบเห็นการใช้งานได้บ่อยครั้งในระบบเครื่องมือวัด

การแบ่งแยกบรรยากาศที่ระเบิดได้ จะแบ่งแยกตามระยะเวลาการรั่วไหลและชนิดของก๊าซติดไฟที่รั่วไหลออกมาในบริเวณที่พิจารณา การแบ่งแยกบรรยากาศจะมีความแตกต่างกันระหว่างมาตรฐานที่ใช้ในยุโรป กับ USA และ Canada การแบ่งแยกบรรยากาศที่ระเบิดได้ สามารถแบ่งแยกตามพื้นที่หรือบริเวณที่พิจารณาได้เป็นกลุ่ม 2 กลุ่มดังนี้

1. พื้นที่ปลอดภัย (Safe Area) เป็นพื้นที่ในอาคารควบคุม (Central Control Room) และเป็นบริเวณที่ก๊าซติดไฟรั่วไหลออกมาไม่สามารถแพร่กระจายเข้าไปถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พื้นที่อันตราย (Hazardous Area) เป็นบริเวณพื้นที่ในกระบวนการผลิตหรือบริเวณที่มีโอกาสเกิดการรั่วไหลของก๊าซติดไฟออกมาได้ตลอดเวลา พื้นที่อันตราย (Hazardous area) จะมีหลักเกณฑ์การแบ่งแยกบรรยากาศเป็นไปตามตารางที่ 2.5 และสามารถอธิบายความหมายของจัดแบ่งพื้นที่อันตรายได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 Classification of zones for explosive environments

	Continual danger (>1000 h/year)	Occasional danger (10-1000 h/year)	Danger only under abnormal operating conditions (<10 h/year)
IEC/ CENELEC/ Europe	Zone 0 Gases Zone 20 Dusts	Zone 1 Gases Zone 21 Dusts	Zone 2 Gases Zone 22 Dusts
North America	Division 1		Division 2
	No separation gas/dust		

ตารางที่ 2.6 ความหมายของการจัดแบ่งพื้นที่อันตราย

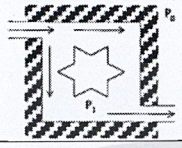
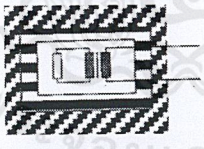
เขตพื้นที่อันตราย	ความเสี่ยง
Zone 0 (gas)	มีความเสี่ยงสูง บรรยากาศที่ทำให้ระเบิดได้ จะเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน
Zone 20 (dust)	
Zone 1 (gas)	มีความเสี่ยงปานกลาง บรรยากาศที่ทำให้ระเบิดได้ จะเกิดขึ้นในช่วงการทำงานปกติ
Zone 21 (dust)	
Zone 2 (gas)	มีความเสี่ยงต่ำ บรรยากาศที่ทำให้ระเบิดได้ จะเกิดขึ้นในช่วงเกิดความผิดปกติ
Zone 22 (dust)	

Division 1 บริเวณที่สารไวไฟสามารถรั่วไหลออกมาได้ตลอดเวลาและเป็นระยะเวลานาน

Division 2 บริเวณที่สารไวไฟสามารถรั่วไหลออกมาในช่วงเวลาสั้นๆ หรือเมื่อเกิดความผิดปกติกับกระบวนการการผลิตหรืออุปกรณ์ต่างๆในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 การป้องกันการระเบิด

Ignition protection method	Hatched symbol Hazardous area	Principle, Application
Oil immersion "o"		แหล่งจุดประกายไฟจะถูกจุ่มในน้ำมัน ใช้งานกับอุปกรณ์ที่เป็นหน้าสัมผัส (Switch devices) และหม้อแปลง (Transformer)
Pressurized enclosure "p"		ทำให้บริเวณที่มีแหล่งจุดประกายไฟมีความดันมากกว่าบรรยากาศภายนอก (P1>P0) ใช้งานกับตู้ควบคุมเครื่องจักร, ห้องควบคุม
Powder filling "q"		บรรจุรอบแหล่งจุดประกายไฟด้วยผงเล็กๆ ทำให้ประกายไฟจากอุปกรณ์ภายในไม่สามารถไปจุดระเบิดบรรยากาศภายนอกได้
Flameproof enclosure "d"		การจุดกประกายไฟที่เกิดขึ้นได้ ภายในเปลือกหุ้มแต่ไม่มีพลังงานออกไปจุดระเบิดบรรยากาศภายนอกได้ ใช้กับอุปกรณ์ที่อาจเกิดประกายไฟได้
Increased safety "e"		เป็นการลดโอกาสที่เกิดจากการจุดประกายไฟหรือมีความร้อนเพิ่มขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน และต้องไม่มีประกายไฟในการทำงานปกติ ใช้กับกล่องต่อสาย
Encapsulation "m"		แหล่งจุดประกายไฟถูกหุ้มอยู่ในสารประกอบ ทำให้ไม่สามารถจุดระเบิดบรรยากาศภายนอกได้ ใช้กับอุปกรณ์กับความเร็วมอเตอร์
Intrinsic safety "i"		จำกัดพลังงานของวงจร ทำให้ไม่มีความร้อนสูงหรือการจุดประกายไฟได้ ใช้งานกับเครื่องมือวัดและระบบควบคุม

2.4.3 องค์ประกอบของระบบที่เป็น Intrinsically Safe

ระบบที่ปลอดจากสาเหตุการระเบิด หรือ intrinsically safe (IS) system จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เป็น intrinsically safe ซึ่งติดตั้งอยู่ในพื้นที่แวดล้อมที่อันตราย มีอุปกรณ์จำกัดกำลังที่ทำหน้าที่เป็น IS barrier หรือ galvanic isolator ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่อันตราย และเชื่อมต่อถึงกันด้วยสายไฟ อุปกรณ์ IS จะทำงานที่แรงดันต่ำและใช้พลังงานน้อยกว่า 1 วัตต์ ซึ่งเมื่อได้รับการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการเชื่อมต่ออย่างถูกต้อง จะไม่สามารถก่อให้เกิดประกายไฟหรือความร้อนที่จะเป็นเหตุให้เกิดการระเบิดในพื้นที่แวดล้อมอันตรายได้

อุปกรณ์ IS มักต่อผ่านอุปกรณ์จำกัดกำลังที่เป็นตัวคั่นระหว่างพื้นที่อันตรายและไม่อันตรายที่เรียกว่า intrinsically safe barriers หรือ galvanic isolators อุปกรณ์ตัวกั้นนี้จะถูกติดตั้งในพื้นที่ที่ไม่ไวต่อการระเบิด โดยถูกวางตำแหน่งระหว่างภาคจ่ายไฟกับอุปกรณ์ IS เพื่อทำหน้าที่จำกัดแรงดันและกระแสที่จ่ายให้กับอุปกร์ที่อยู่ในพื้นที่อันตราย

สายไฟฟ้าที่เชื่อมต่อก็มีผลเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวงจร จึงต้องถูกพิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของระบบโดยรวมด้วย ซึ่งก็ต้องเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง ตามข้อกำหนดของ ATEX ได้กำหนดอุปกรณ์ในประเภทต่าง ๆ ที่จะถูกนำไปใช้พื้นที่อันตราย ดังนี้

ตารางที่ 2.8 ข้อกำหนดของ ATEX ที่นำไปใช้ในพื้นที่อันตราย

ระดับการป้องกัน Level of Protection	ประเภท (category)		ข้อกำหนดของการทำงาน (conditions of operation)
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
สูงสุด (very high)	Category M 1	-	อุปกรณ์ยังคงทำงานหรือมีการจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์ เมื่อมีพื้นที่อันตรายเกิดขึ้น
สูง (high)	Category M 2	-	อุปกรณ์จะถูกหยุดจ่ายพลังงาน เมื่อมีพื้นที่อันตรายเกิดขึ้น
สูงสุด (very high)	-	Category 1	มีการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ และอุปกรณ์ทำงานปกติในพื้นที่อันตราย Zone 0, 1, 2 (gas) Zone 20, 21, 22 (dust)
สูง (high)	-	Category 2	มีการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ และอุปกรณ์ทำงานปกติในพื้นที่อันตราย Zone 1, 2 (gas) Zone 21, 22 (dust)
ปกติ (normal)	-	Category 3	มีการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ และอุปกรณ์ทำงานปกติในพื้นที่อันตราย Zone 2 (gas) Zone 22 (dust)

2.5 ระบบควบคุม (Control System)

1. PLC (Programmable Logic Control) คือระบบประมวลผลของเครื่องจักร หรืออุปกรณ์อื่นโดยใช้อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุตต่างๆมาเป็นส่วนประกอบ รวมทั้งเขียนโปรแกรม Ladder ให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาม Sequence สามารถออกแบบระบบการทำงานโดยการเขียน โปรแกรมสามารถใช้งานร่วมกับ HMI หรือ Human interface ระบบ plc สามารถ แบ่งระดับการใช้งานและการดึงความสามารถของ PLC ออกมาใช้ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ในแต่ละตัว แต่ละยี่ห้อมีความคล้ายคลึงในส่วนของภาษา และชุดคำสั่ง บางยี่ห้อแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง เราสามารถใช้ PLC สื่อสารกับ Robot โดยต่อสายเทอมินอลเข้า input output plc ได้โดยตรง โดยจะรับข้อมูลเป็นบิตหรือ 24vdc

2. ระบบ DCS (Distributed Control System) คือ ระบบควบคุม (Control) และเฝ้าดู (monitor) ที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมด และใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและแก๊ส อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมิคอลทั้งหลาย ระบบDCS มีความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูง เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น ใน DCS จะประกอบไปด้วยหลักๆคร่าวๆ คือ ส่วนควบคุมซึ่งคล้ายกับ PLC แต่ใหญ่กว่าและมีความสามารถสูงกว่า ทำได้ทั้งการควบคุมแบบ Batch, Sequencial, Analog และส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ซึ่งคล้ายกับ SCADA DCSเป็นระบบที่พัฒนามาหลังจากที่มี PLC โดยจะมีภาษาที่ใช้เขียนแตกต่างกัน ขึ้นกับยี่ห้อแต่ก็ยังมีพื้นฐานของ PLC Logic อยู่ การใช้งานจริงในระบบควบคุมใหญ่ๆที่เป็น process ค่อนข้างนิ่ง (oil and gas) จะมีความเสถียรมากกว่า และ DCS จะมีการรวม Graphic, Trend, Historical, Alarm Message รวมอยู่ในตัวแล้ว

3. ระบบ Safety Instrument System เป็นระบบที่รับผิดชอบในความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและทำให้มั่นใจได้ถึงการหยุดฉุกเฉินภายในขอบเขตที่ถือว่าปลอดภัย เมื่อใดก็ตามที่การดำเนินการเกินขีดจำกัด วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุภายในและภายนอกโรงงาน เช่น ไฟไหม้การระเบิดความเสียหายของอุปกรณ์การป้องกันการผลิตและทรัพย์สิน และยิ่งไปกว่านั้นการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อชีวิตหรือความเสียหายต่อสุขภาพส่วนบุคคลและผลกระทบต่อชุมชน การทำงานของ SIS ประกอบด้วยsensor, logic programmer, processor, final element ที่ออกแบบมาโดยมีจุดประสงค์เพื่อหยุดเมื่อใดก็ตามที่เกินขีดจำกัดความปลอดภัย เช่นความดันและอุณหภูมิสูงเกินขีดจำกัด สัญญาณเตือนภัยสูง หรือเหตุการณ์ป้องกันการดำเนินการภายใต้สภาวะที่ไม่เอื้ออำนวยต่อสภาพการทำงานที่ปลอดภัย แบ่ง SIS ได้อีกดังนี้

- Emergency Shutdown System ระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน
- Fire Gas System ระบบความปลอดภัยจากอัคคีภัยและก๊าซ ทำให้มั่นใจในความปลอดภัยของบุคลากรและอุปกรณ์โรงงาน โดยการตรวจสอบสภาพที่ไม่ปลอดภัยก่อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- High-integrity Pressure Protection System (HIPPS) เป็นระบบความปลอดภัยที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อป้องกันแรงดันเกิน ใช้ในโรงงานเคมีหรือโรงกลั่นน้ำมัน

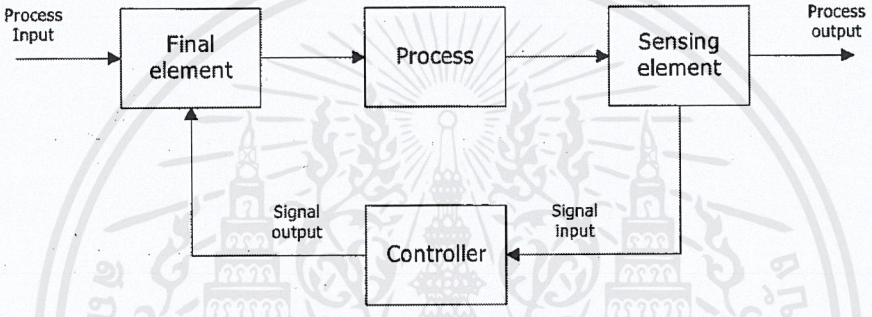
4. ระบบ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ นอกจากนั้น SCADA อาจทำหน้าที่คำนวนและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS, RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว โดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่ออยู่ ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่อง SCADA สามารถลดความขัดข้องในกระบวนการอุตสาหกรรม/วิศวกรรมได้เนื่องจากผู้ใช้รับทราบเหตุการณ์และแก้ไขได้ทันท่วงที ทำให้ช่วยลด Down Time ช่วยให้การทำงานหรือการผลิตมีความต่อเนื่องซึ่งส่งผลต่อศักยภาพการผลิต นอกจากนี้ยังสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมสภาพแวดล้อม/พารามิเตอร์ต่างๆที่สนใจที่ช่วยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ และยังเพิ่มศักยภาพการบริหารธุรกิจและอุตสาหกรรมเนื่องจากผู้บริหารสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลที่แม่นยำและรวดเร็ว โดยข้อมูลมาจากรายงานที่รวบรวมและสรุปผลด้วยฟีเจอร์ของ SCADA ซึ่งมีความเที่ยงตรงและรวดเร็วกว่ามนุษย์ ดังนั้นธุรกิจและอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบ SCADA จึงมีความได้เปรียบทางธุรกิจมากกว่า

2.6 ระบบควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน (Basic Process Control System)

อุตสาหกรรมกระบวนการผลิต (Industrial Process) เป็นกระบวนการหรือขั้นตอนในการเปลี่ยนสภาพของวัตถุดิบชนิดต่างๆให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตแต่ละชนิดจะต้องมีการจัดเตรียมระบบเครื่องมือวัดและควบคุมเพื่อทำการแสดงค่าและควบคุมตัวแปรทางกระบวนการต่างๆให้อยู่ในค่าที่ต้องการ และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติตามที่กำหนด ตัวแปรทางกระบวนการที่เป็นพื้นฐานในการควบคุมจะได้แก่ การไหล (Flow), ระดับ (Level), ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Pressure) และอุณหภูมิ (Temperature) ตัวอย่างการควบคุมตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้ การควบคุมอัตราการไหลของไหลในท่อให้อยู่ในค่าที่ต้องการ, การควบคุมทิศทางการไหลให้ไหลไปในทิศทางที่กำหนด, การควบคุมระดับของไหลตามถังหรือหอแยกต่างๆ, การควบคุมอุณหภูมิของไหลให้อยู่ในค่าที่กำหนด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการควบคุมตัวแปรต่างๆเหล่านี้ จึงต้องมีการจัดเตรียมระบบควบคุม (Control System) ขึ้น โดยระบบควบคุมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันควบคุม (Control Function) หลายฟังก์ชัน อุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญของฟังก์ชันควบคุมจะมีอยู่ 3 ส่วนคือ เครื่องมือวัด (Sensing element or Instrument), ตัวควบคุม (Controller) และอุปกรณ์สุดท้าย (Final element)

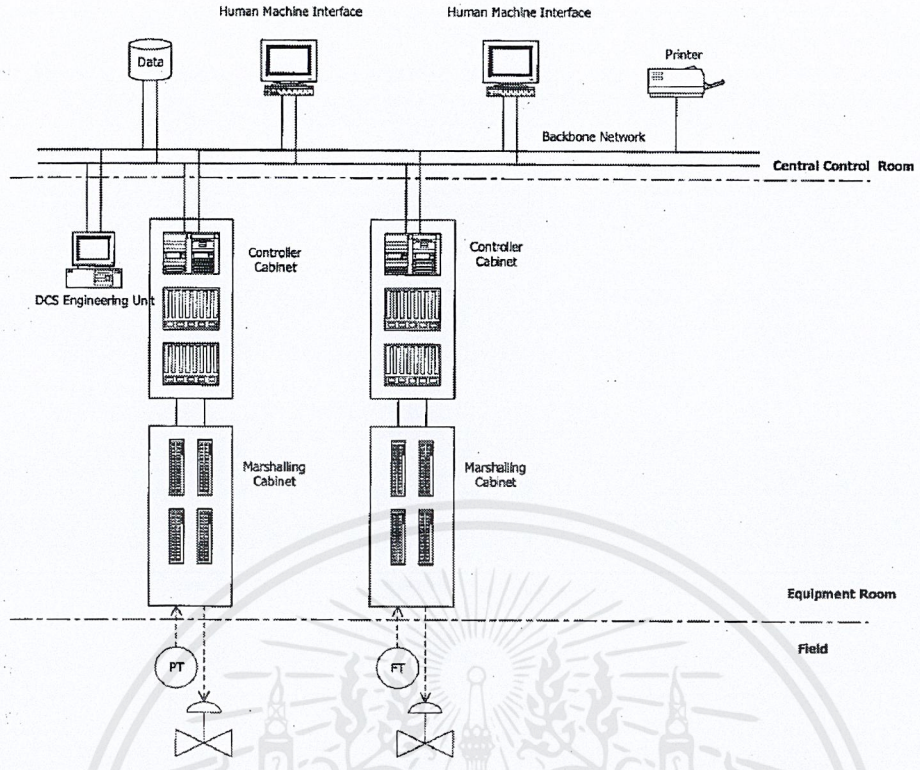


ภาพที่ 2.32 แผนภาพการควบคุม

โดยเครื่องมือวัดจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนตัวแปรจากกระบวนการให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐานเพื่อส่งค่าไปยังอินพุตของตัวควบคุมและไปแสดงค่าตัวแปรที่หน่วยแสดงผลของระบบควบคุม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถสังเกตุการเปลี่ยนแปลงและควบคุมตัวแปรต่างๆเหล่านี้ได้ จากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไฟฟ้าเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์สุดท้ายที่เป็นวาล์วควบคุมเพื่อทำการปรับตัวแปรในกระบวนการให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

ระบบควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน (Basic Process Control System: BPCS) ที่ใช้งานกันอย่างกว้างขวางสำหรับอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตในปัจจุบันคือ ระบบ DCS (Distributed Control System) ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างโครงสร้างพื้นฐานของระบบควบคุม (Control System Architecture) ได้ดังภาพที่ 2.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.33 โครงสร้างระบบควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน

อุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุมกระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานแบ่งส่วนประกอบหลักๆได้ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในอาคารควบคุม

- ตู้ต่อสาย (Marshalling Cabinet) เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างสายไฟจากเครื่องมือวัดในกระบวนการไปยังส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม
- ตู้ควบคุม (Controller) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับประมวลผล ตัวควบคุมจะถูกติดตั้งอยู่ในตู้แยกออกจากตู้ต่อสาย หน้าที่หลักคือควบคุมตัวแปรจากกระบวนการผลิตให้อยู่ในค่าที่ต้องการ
- เครือข่ายสื่อสารหลัก (Backbone Network) เป็นระบบสื่อสารหลักที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆของระบบควบคุม
- ส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติการ (Human Machine Interface) ส่วนมากจะใช้เป็นจอภาพและแป้นพิมพ์ เมาส์เป็นส่วนที่ใช้สำหรับแสดงแผนภาพกระบวนการผลิต และแสดงค่าตัวแปรต่างๆของกระบวนการผลิตสำหรับใช้เป็นส่วนติดต่อหรือรับคำสั่งต่างๆจากผู้ปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิต และใช้เป็นส่วนแสดงสัญญาณเตือนต่างๆที่มาจากหน่วยควบคุมอื่น ๆ
- ส่วนพิมพ์รายงาน (Printer) เป็นเครื่องพิมพ์ส่วนกลางที่ติดตั้งอยู่บนเครือข่ายหลักสำหรับใช้พิมพ์รายงานหรือสัญญาณเตือนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยวิศวกรรม (Engineering Unit) เป็นหน่วยที่ใช้ในการกำหนดคำสั่งการทำงานหรือสร้างภาพแสดงผล หน่วยนี้จะมีความจำเป็นตั้งแต่เริ่มทำการสร้างระบบควบคุมจนถึงการซ่อมบำรุงและการแก้ไขเพิ่มเติมระบบควบคุม

2. อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในกระบวนการ

- เครื่องมือวัด (Sensing Element) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆในกระบวนการผลิต เช่น อัตราการไหลในกระบวนการ, ระดับของไหลในถัง, ความดันที่จุดต่างๆ, อุณหภูมิตามจุดต่างๆและส่วนประกอบของไหล ให้เป็นกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA ที่ 24 VDC หรือสัญญาณมาตรฐานชนิดอื่น ๆ
- อุปกรณ์สุดท้าย (Final Element) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA จากเอาต์พุตของตัวควบคุมไปเป็นการควบคุมตัวแปรกระบวนการผลิต

2.7 ระบบรักษาความปลอดภัย

Safety Integrity Level หรือ SIL เป็นตัวเลขที่บอกถึงระดับความสามารถของระบบรักษาความปลอดภัยนั้น จะใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเครื่องมือวัด Safety Instrumented System หรือ SIS ซึ่งก็เป็นเครื่องมือลดความอันตรายหรือจำกัดความอันตรายประเภทหนึ่งคล้ายๆ กับ ระบบควบคุมทั่วไป Basic Process Control System ระบบป้องกันอันตรายเชิงกล เช่น วาล์วระบายความดัน Pressure Safety Valve หรืออื่น ๆ

ถ้าระบบควบคุมทั่วไป Basic Process Control System นั้นเกิดทำงานผิดปกติหรือไม่สามารถควบคุมระบบได้อีกต่อไป หรือการทำงานที่ผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเครื่องมือวัด Safety Instrumented System หรือ SIS ก็จะเริ่มการทำงานอย่างอัตโนมัติ ที่เป็นเช่นนั้นได้เพราะโดยปกติแล้วระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเครื่องมือวัด Safety Instrumented System หรือ SIS จะเป็นระบบที่ทำงานอย่างอิสระจากกันกับระบบควบคุมทั่วไป Basic Process Control System

ประโยชน์ของ Safety Integrity Level หรือ SIL

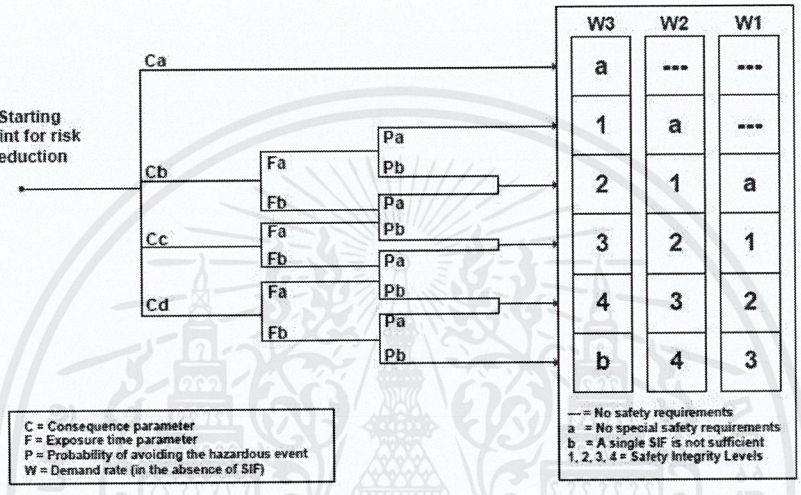
- ช่วยให้ระบบหรือกระบวนการผลิตนั้นสามารถหยุดหรือคงอยู่ในสภาวะที่ปลอดภัยได้
- ช่วยลดความอันตรายหรือผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น

SIL Classification หรือ การหาค่าของระดับความปลอดภัยนั้น เป็นวิธีมาตราฐานสากลที่ถูกระบุไว้ในหลายๆระบบ หนึ่งในระบบมาตราฐานสากลที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ ANSI/ISA S84.00.01 (IEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

61511-mod) ซึ่งเป็นระบบมาตราฐานสากลที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเครื่องมือวัด โดยมาตราฐาน ISA S84.00.01 (IEC 61511-mod) ได้นำเสนอวิธีหาค่าของระดับความปลอดภัย SIL Classification ไว้หลายวิธีมีทั้งแบบเชิงปริมาณและแบบวิธีเชิงคุณภาพ 2 วิธีหลักๆ ที่ใช้กันอย่าแพร่หลายในอุตสาหกรรมน้ำมันกับก๊าซในการหาค่าระดับความปลอดภัย SIL Classification นั้นคือ

1. แบบใช้กราฟความเสี่ยง Risk Graph



ภาพที่ 2.34 แบบกราฟความเสี่ยง Risk Graph

2. แบบวิเคราะห์ชั้นความปลอดภัย Layer of Protection Analysis หรือ LOPA

*	1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11
					Protection layers (PLs)								
	Impact event description F.2	Severity level F.3	Initiating cause F.4	Initiation likelihood F.5	General design F.6.1	Control system F.6.2	Alarms, etc. F.6.3	Additional mitigation, restricted access F.7	Additional mitigation F.8	Intermediate event likelihood F.9	PFD_{avg} required for E/E/PES (and SIL) F.10	Tolerable Mitigated event likelihood F.11	Notes
1	Overspeed of rotor leading to fracture of casing	Loss of life of persons located adjacent to casing, fatalities will not exceed 2	Speed control system fails	0,1	1	1	1	0,1	0,1	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$ (SIL 2 with a minimum PFD_{avg} of $5 \cdot 10^{-3}$)	10^{-5}	
			Loss of load	1	1	0,1	1	0,1	0,1	10^{-3}			
			Clutch failure	0,1	1	0,1	1	0,1	0,1	10^{-4}			
						0,1 credit given to control system		Occupancy limited, persons not present 90 % of the time	Fatality will only occur if fragments contact persons	Total $2,1 \cdot 10^{-3}$		Tolerable frequency if fatalities do not exceed 5	
2	Repeat above case for environmental risk analysis												
3				Continued as required.									
N													

NOTE 1 Severity levels may be classified as C (catastrophic), E (extensive), S (serious) or M (minor). Tolerable mitigated event likelihood will depend on severity level.

NOTE 2 Units in columns 4, 8 and 10 are events per year.

NOTE 3 Units in columns 5 to 7 and 9 are dimensionless. The numbers between 0 and 1 are the factors by which event likelihood may be multiplied to represent the mitigating effect of the associated protection layer. Thus 1 means no mitigating effect and 0,1 means a factor of 10 risk reduction.

* Column and row numbers are given, as further descriptions of these are included in Annex F.

ภาพที่ 2.35 แบบวิเคราะห์ชั้นความปลอดภัย LOPA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สายคอนโทรลและสายสัญญาณ (Control and Instrument Cable)

2.8.1 การแบ่งประเภทของสาย

1. สายคู่บิดเกลียว (Twisted Pairs) ลักษณะของสายคู่บิดเกลี่ยวแต่ละคู่จะทำด้วยสายทองแดง 2 เส้น แต่ละเส้นจะมีฉนวนหุ้มพันกันเป็นเกลียวเพื่อป้องกันการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประเภทของสายคู่บิดเกลียว แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

I.) สายคู่บิดเกลียวชนิดไม่มีฉนวนโลหะหุ้ม (Unshield Twisted Pairs)

- ประกอบด้วยสายคู่บิดเกลียว 4 คู่ (8 เส้น)
- เหมาะสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีระยะห่างไม่เกิน 30 เมตร
- ราคาถูก
- ถูกรบกวนได้ง่าย
- ไม่ค่อยทนทาน

II.) สายคู่บิดเกลียวชนิดมีฉนวนหุ้ม (Shield Twisted Pairs)

- ประกอบด้วยสายคู่บิดเกลียว 4 คู่ (8 เส้น)
- สายแต่ละเส้นมีฉนวนหุ้มโลหะเพื่อป้องการรบกวนจากภายนอก
- คุณภาพการใช้งานสูงกว่าสาย UTP
- ราคาแพงกว่าสาย UTP
- ถูกรบกวนทางไฟฟ้าต่ำ

2. สายโคแอกเชียล (Coaxial) เป็นตัวกลางเชื่อมโยงที่มีลักษณะเช่นเดียวกับสายที่ต่อจากเสาอากาศ สายโคแอกเชียลที่ใช้ทั่วไปมี 2 ชนิด คือ 50 โอห์มซึ่งใช้ส่งข้อมูลแบบดิจิทัล และชนิด 75 โอห์มซึ่งใช้ส่งข้อมูลสัญญาณอนาล็อก สายประกอบด้วยลวดทองแดงที่เป็นแกนหลักหนึ่งเส้นที่หุ้มด้วยฉนวนชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันกระแสไฟรั่ว จากนั้นจะหุ้มด้วยตัวนำซึ่งทำจากลวดทองแดงถักเป็นเปีย เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสัญญาณรบกวนอื่นๆ ก่อนจะหุ้มชั้นนอกสุดด้วยฉนวนพลาสติก ลวดทองแดงที่ถักเป็นเปียนี้เองเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้สายแบบนี้มีช่วงความถี่สัญญาณไฟฟ้าสามารถผ่านได้สูงมาก และนิยมใช้เป็นช่องสื่อสารสัญญาณอนาล็อกเชื่องโยงผ่านใต้ทะเลและใต้ดิน ข้อแตกต่างจาก สายคู่บิดเกลียวและ Coaxial คือ อัตราความเร็วในการส่งที่เร็วกว่า, ส่งได้ไกลกว่า ราคาสูงกว่า, ไม่มีการแทรกของความถี่แม่เหล็กไฟฟ้า หรือความถี่คลื่นวิทยุรบกวน และ มีความน่าเชื่อถือได้วางใจสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สายแบบเส้นใยนำแสง (Fiber-Optic Cable) เส้นใยนำแสง ประกอบด้วย แกน แล้วล้อมรอบด้วยใยแก้ว อีกชนิดหนึ่ง ทำเป็นเปลือกหุ้มใยแก้วทั้ง 2 ชนิด มีดัชนีหักเหของแสงต่างกัน ทำให้แสงเดินทางไปตามสายนอกสุดจะมีฉนวนหุ้มเพื่อป้องกันการเสียหายระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสง จะใช้ไดโอดเปล่งแสงหรือ laser diode เป็นตัวส่งสัญญาณเข้าไปในแกนในช่วงกลางของสายสัญญาณจะมีตัวทานสัญญาณ (optical repeaters) เพื่อขยายต่อให้ปลายทางรับข้อมูลไม่ผิดพลาดที่ปลายทางข้อมูลที่ถูกส่งจะถูกแปลงกลับเป็น digital หรือ Analog โดยตัวรับเส้นใยนำแสง ซึ่งมีหลายแบบ คือ แบบเส้นใยแบบเดี่ยว (Monomode), แบบเส้นใยหลายแบบ (Multimode) และ แบบมัลติโหมดหลายชนิด (Graded Index)

4. ระบบเครือข่ายแบบไร้สาย (WIRELESS NETWORK) ใช้หลักติดตั้งแผงวงจรส่งสัญญาณไมโครเวฟในเครื่อง Computer แต่ละเครื่องเหมาะกับสำนักงานที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ย้ายตำแหน่งบ่อยๆ ไม่ต้องเดินสายแต่เมื่อแทบกับแบบต่อสายสัญญาณ แบบนี้จะราคาสูงกว่ามาก

5. สาย Control Cable จะเป็นสายที่ใช้กับระดับแรงดัน 600 V หรือ 0.6/1 kV สาย Control หรือสาย Signal ส่วนมากจะใช้ในวงจรควบคุมเพื่อการป้องกันทางกล ใช้ในอุปกรณ์ที่มีระบบตัดวงจรทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในการเหนี่ยวนำสูง ใช้ในวงจรแสดงข้อมูล เช่น สาย pilot หรือ ใช้ในการควบคุมที่ติดตั้งขนานกับระบบร่วมกับสายไฟฟ้าแรงดันสูง ที่อาจจะเกิด Fault ได้ ได้แก่ สาย core

ภาพที่ 2.36 แสดงสาย control cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการใช้งานสำหรับโครงการนี้แบ่งเป็น 2 พื้นที่อันตราย (Hazardous Area) Class I, Division I และ พื้นที่ปลอดภัย (Non-Hazardous Area) Class I, Division II โดยสามารถเลือกใช้งานชนิดของสายตามตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การเลือกใช้งานชนิดของสาย Control Cable

	Class I, Division I	Class I, Division II
core	MC-HL	MC

6. สาย Instrument Cable จะเป็นสายที่ใช้กับระดับแรงดัน 300V, 300/500 V หรือ 500 V สาย instrument ส่วนมากจะใช้ในวงจรสำหรับการแสดงข้อมูล (Monitoring) การบันทึกข้อมูล (data recording) การรับส่งข่าวสาร (conveyance of information) เช่น การสื่อสาร การส่งข้อมูล และการส่งสัญญาณระยะไกล (telemetering) การวัดอุณหภูมิ (temperature) ความดัน (pressure) การไหล (flow) โดยสามารถแบ่งประเภทจากการนำจำนวนสายมาเพื่อตีเกลียว

- สายตีเกลียวคู่ 2 เส้น (multi pair) ส่งสัญญาณในปัจจุบันส่วนมากจะมีลักษณะเป็นสายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนหนึ่งชั้นแล้วนำมาเกลียวเข้าด้วยกันเป็นคู่ 2 เส้น (Pair)
- สายตีเกลียวคู่ 3 เส้น (multi triad) ส่งสัญญาณในปัจจุบันส่วนมากจะมีลักษณะเป็นสายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนหนึ่งชั้นแล้วนำมาเกลียวเข้าด้วยกันเป็นคู่ 3 เส้น (Triad)

ภาพที่ 2.37 แสดงสายตีเกลียวคู่ 2 เส้น instrument cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการตีเกลียวเข้าด้วยกันของตัวนำทำให้เกิดความสมดุลของสนามไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำให้มีค่าสม่ำเสมอ จนมีค่าน้อยจนเป็นศูนย์ซึ่งจะช่วยลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นระหวางการใช้งานให้น้อยลงโดยการใช้งานสำหรับโครงการนี้แบ่งเป็น 2 พื้นที่อันตราย (Hazardous Area) Class I, Division I และพื้นที่ปลอดภัย (Non-Hazardous Area) Class I, Division II โดยสามารถเลือกใช้งานชนิดของสายดังนี้

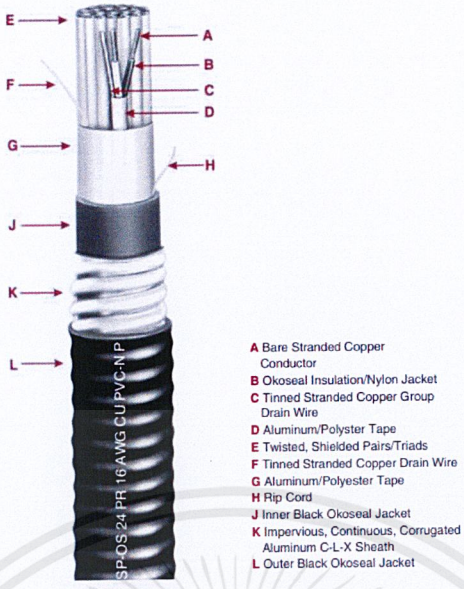
ตารางที่ 2.10 การเลือกใช้งานชนิดของสาย Instrument Cable

	Class I, Division I	Class I, Division II
ส่งสัญญาณ analog	SP-OS MC-HL	SP-OS ITC/PLTC
ส่งสัญญาณ digital	P-OS MC-HL	P-OS ITC/PLTC

สำหรับอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณเป็น digital ใช้สาย P-OS (Multiple Non-Shielded Pairs/Triads-Overall Shield) ซึ่ง shield ที่รวมสายอย่างเดียว ส่วน analog ต้องใช้สาย SP-OS (Multiple Shielded Pairs/Triads-Overall Shield) ทั้งในพื้นที่อันตรายและปลอดภัยเพราะว่าสาย SP-OS เป็นสายที่มี shield ที่สาย pair และ shield ที่รวมสาย pair ทั้งหมดเพราะสำหรับสัญญาณ analog นั้น ได้รับการรบกวนได้ง่ายกว่าสัญญาณ digital

ภาพที่ 2.38 แสดงสาย pair P-OS(Multiple Non-Shielded Pairs/Triads-Overall Shield)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.39 แสดงสาย pair SP-OS (Multiple Shielded Pairs/Triads-Overall Shield)

2.9 ชนิดของสัญญาณ (Signal Type)

สัญญาณที่ใช้ในระบบสื่อสารแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ สัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอล

1. สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) หมายถึง สัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณแบบค่อยเป็นค่อยไป มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป โดยการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย โดยมีการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้

- Analog Input หรือ AI โดยจะเป็นการรับค่าสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์ที่ต้องการทราบค่า เช่น เซนเซอร์วัดแรงดัน (Pressure Sensor) เซนเซอร์ระดับ (Level Sensor) เซนเซอร์วัดอัตราการไหล (Flow Sensor) และ RTD เป็นต้น
- Analog Output หรือ AO โดยจะเป็นตัวส่งสัญญาณไฟฟ้าไปให้อุปกรณ์โดยจะส่งค่าสัญญาณ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC เช่น วาล์วควบคุม

2. สัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) คือสัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบ Analog เนื่องจากมีการใช้งานเพียง 2 ค่าเพื่อนำมาตีความหมายเป็น On/Off โดยมีการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

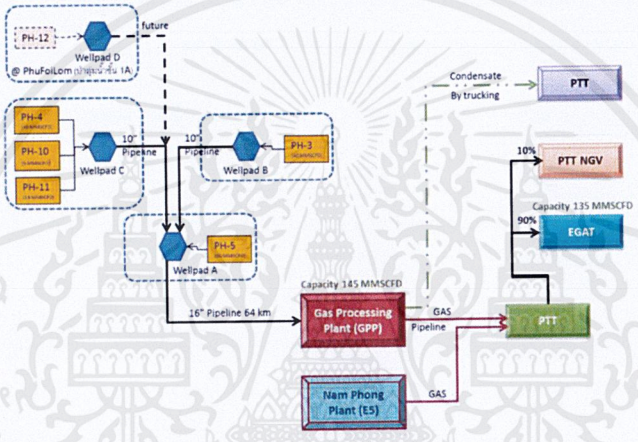
- Digital Input หรือ DI จะเป็นตัวรับค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น โดยส่วนใหญ่จะใช้กับที่ต้องการทราบสถานะการทำงาน หรือ เป็นค่า Alarm เช่น Limit Switch
- Digital Output หรือ DO จะเป็นตัวส่งค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น โดยส่วนใหญ่จะใช้เมื่อต้องการจะใช้ควบคุมอุปกรณ์ เช่น วาล์ว On/Off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

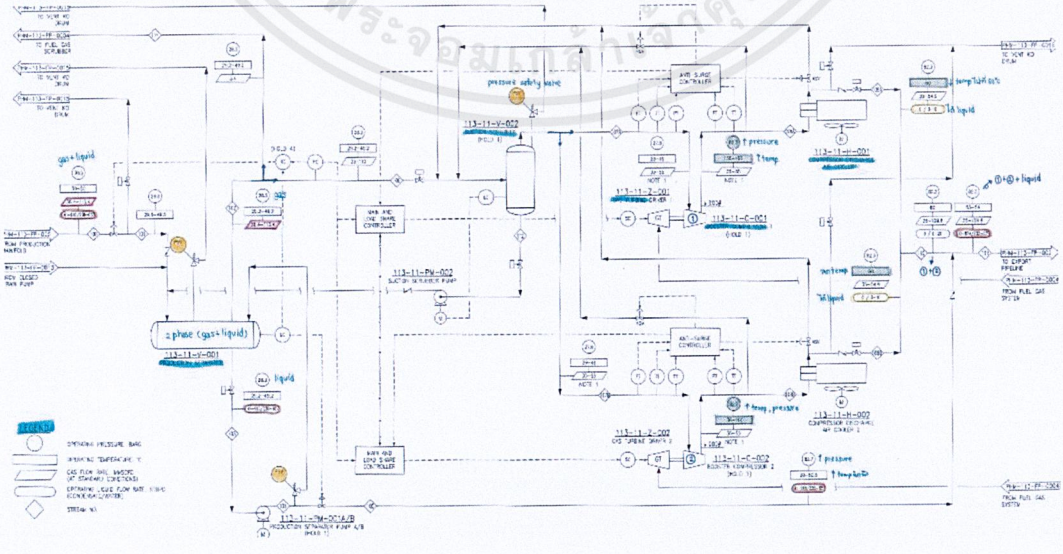
3.1 แนวคิด

การติดตั้งตัว Booster Compressor เพิ่มเข้าไปในระบบเดิมนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการส่งแก๊สไปยังส่วนต่างๆมีประสิทธิภาพลดลง จึงมีความจำเป็นที่จะติดตั้งตัว Booster Compressor เข้าไป เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ ให้ระบบการส่งแก๊สมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยติดตั้งที่ Wellpad A มีหลักการทำงานดังนี้



ภาพที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

3.2 ศึกษาภาพรวมของโครงการจากแผนภาพ PFD



ภาพที่ 3.2 แผนภาพ Process Flow Diagram (PFD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

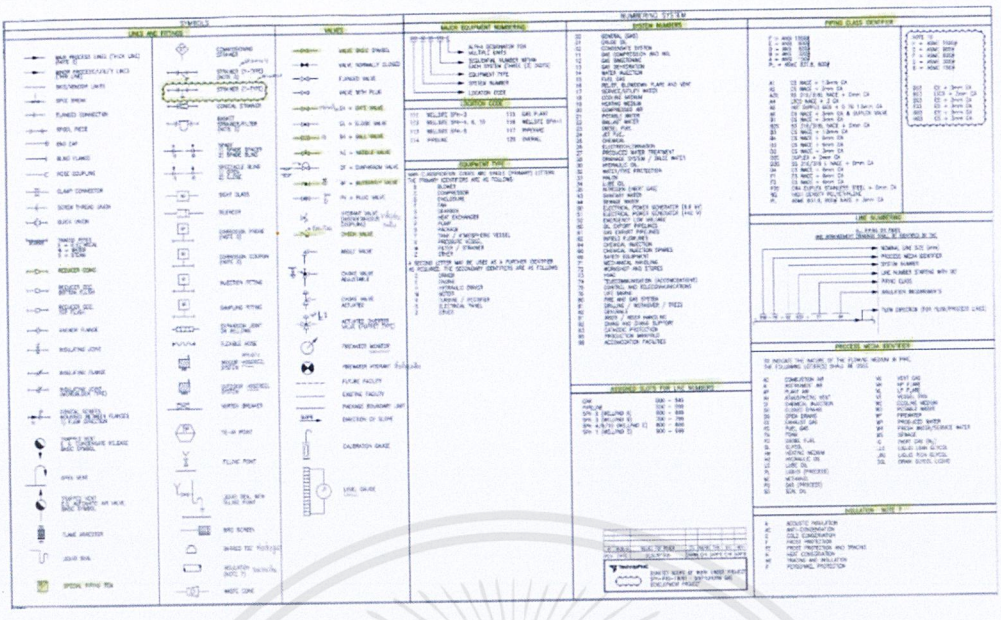
Process Flow Diagram เป็นเอกสารที่แสดงภาพรวมกระบวนการของโครงการ เป็นแผนผังที่แสดงรายการอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการ การไหล อุณหภูมิ อัตราการไหล ความดันและองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็น PFD นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเดินเครื่องเป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมกระบวนการหรือการเฝ้าติดตามการทำงาน ซึ่ง PFD จะจัดทำโดยวิศวกรแผนก Process ของบริษัท

จากแผนภาพ PFD มี 2 เส้นทางหลักที่ส่งออกน้ำมันและแก๊สที่ได้จาก Production Separator ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไว้ใช้แยกสาร 2 เฟสที่เป็นของเหลวและแก๊สซึ่งได้รับมาจากท่อส่วนต่างๆ คือ Production Manifold และ Closed Drain Pump ก่อนเข้า Production Separator ก็จะมีการบอก ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหลของแก๊ส และอัตราการไหลของของเหลว หลังผ่านกระบวนการแยกสารออกเป็นของเหลวและแก๊ส ส่วนของแก๊สเนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำจึงลอยตัวอยู่ด้านบนและไหลไปสู่ท่อส่งแก๊สเพื่อเข้า Suction Scrubber ที่เป็นระบบบำบัดแก๊ส ส่งแก๊สส่วนหนึ่งกลับไป Production Separator ใหม่และอีกส่วนไปขับ Gas Turbine ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ออกแบบมาเพื่อให้เปลี่ยนพลังงานในรูปแบบหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อขับ Booster Compressor ซึ่งจะอัดแก๊สเพิ่มอุณหภูมิและความดันให้สูงขึ้น แล้วส่งไปยัง Compressor Discharge Air Cooler ตรงส่วนนี้จะเป็นการลดอุณหภูมิ เนื่องจากเราต้องการแค่เพิ่มความดันเท่านั้น อีกทั้งจะได้ทั้งแก๊สและของเหลวออกมา เพื่อส่งต่อไปยังส่วนต่อไป อีกส่วนคือของเหลวหลังจากผ่าน Production Separator ก็จะเข้าไปสู่กระบวนการ Production Separator Pump เพื่อปั๊มของเหลวแล้วส่งไปส่วนต่อไปโดยจะมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความดัน

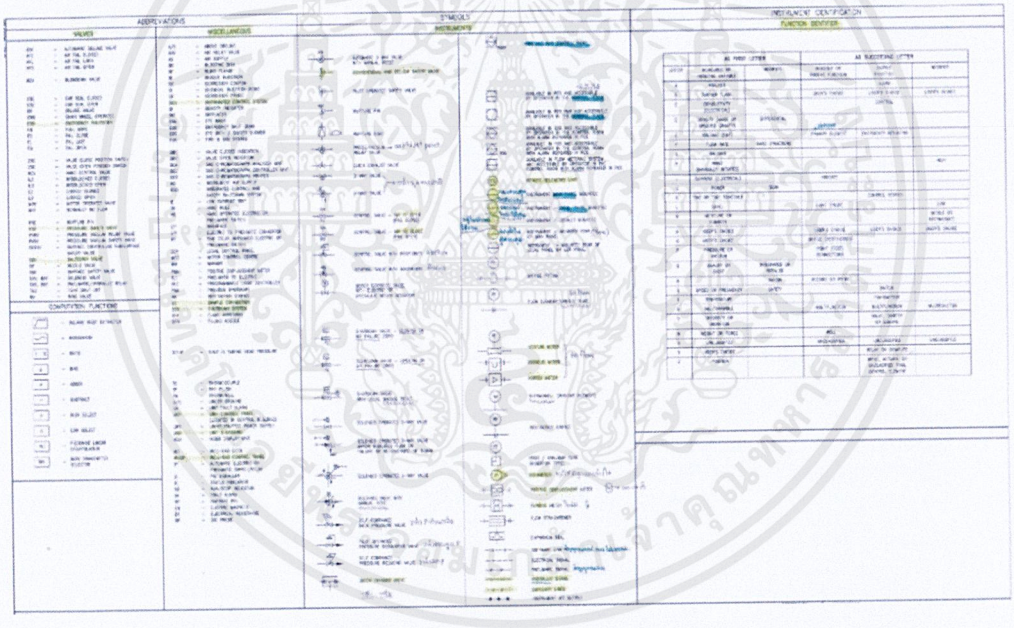
3.3 ศึกษา P&ID เพื่อดูรายละเอียดของเครื่องมือวัดและควบคุม

การอ่านแผนภาพ P&ID ต้องเข้าใจสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างเครื่องมือวัด, อุปกรณ์และวาล์วชนิดต่างๆ ปกติแล้วจะมีเป็นตาราง Legend แจ้งไว้ใน P&ID ทุกฉบับดังแสดงในภาพที่ 3.3 และ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



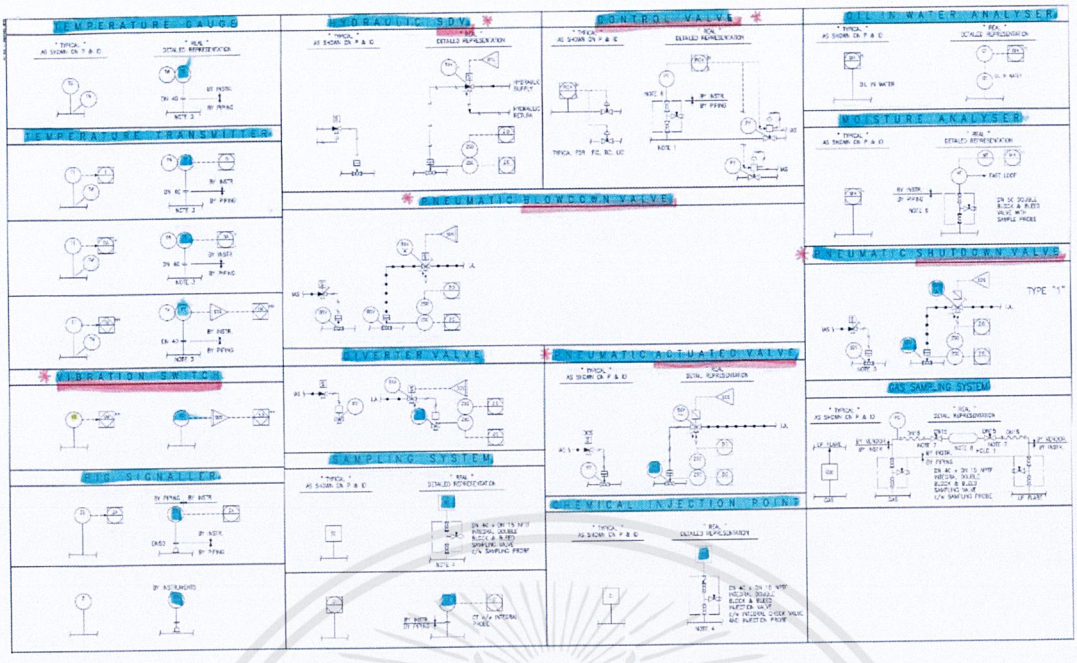
ภาพที่ 3.3 สัญลักษณ์เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ



ภาพที่ 3.4 สัญลักษณ์เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ (2)

นอกจากตารางสัญลักษณ์ที่ต้องรู้แล้ว เราต้องให้ความสำคัญกับรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆด้วยเนื่องจากจะต้องนำข้อมูลไปใช้ในการจัดทำ Instrument Index เช่น ON/OFF Valve 1 ชุดจะมีองค์ประกอบคือ Solenoid Valve (SXV), Limit Switch Open (ZSO), Limit Switch Close (ZSC), Limit Switch-Open Status Indicator (ZIO) และ Limit Switch-Close Status Indicator (ZIC) Temperature Transmitter 1 ชุดจะมีองค์ประกอบคือ Temperature Transmitter (TT), Thermowell (TW) และ Temperature Indicator (TI) ดังภาพที่ 3.5

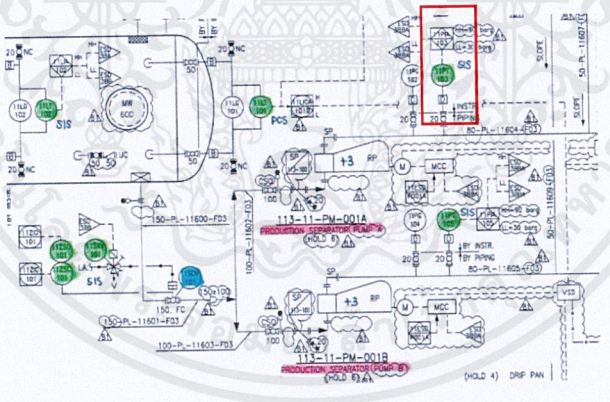
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 องค์ประกอบของเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง

3.4 จัดทำ Instrument Index ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

3.4.1 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของเครื่องมือวัด

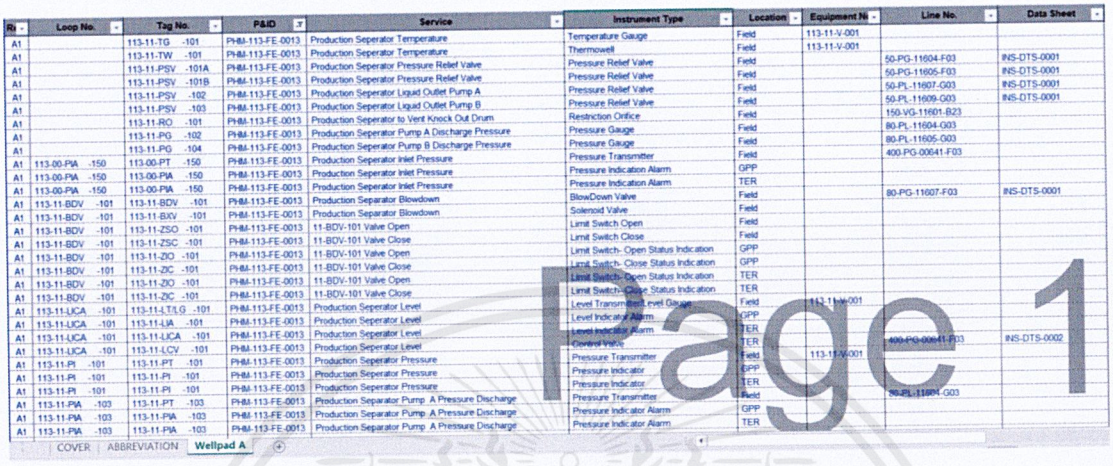


ภาพที่ 3.6 Loop การทำงานเครื่องมือวัด 11PT103 บน P&ID

ขั้นตอนที่ 1 อ้างอิงจาก P&ID (PHM-113-FE-0013) Production Separator ดังแสดงในภาพที่ 3.6 กรอบสีแดงเป็น Loop การทำงานของ Pressure Transmitter (PT) ที่ Tag Number เป็น 11PT103 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อยู่บน Line Number ที่ 80-PL-11604-F03 เป็นท่อขนาด 3” จะเห็นว่า Loop ดังกล่าวประกอบด้วย Pressure Transmitter (PT) และ Pressure Indicator Alarm (PIA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงานของ 11PT103 ลงบน Instrument Index ซึ่งข้อมูลที่ใส่จะประกอบไปด้วย Loop No., Tag No., P&ID, Service, Instrument Type, Location, Equipment No., Line No., Datasheet



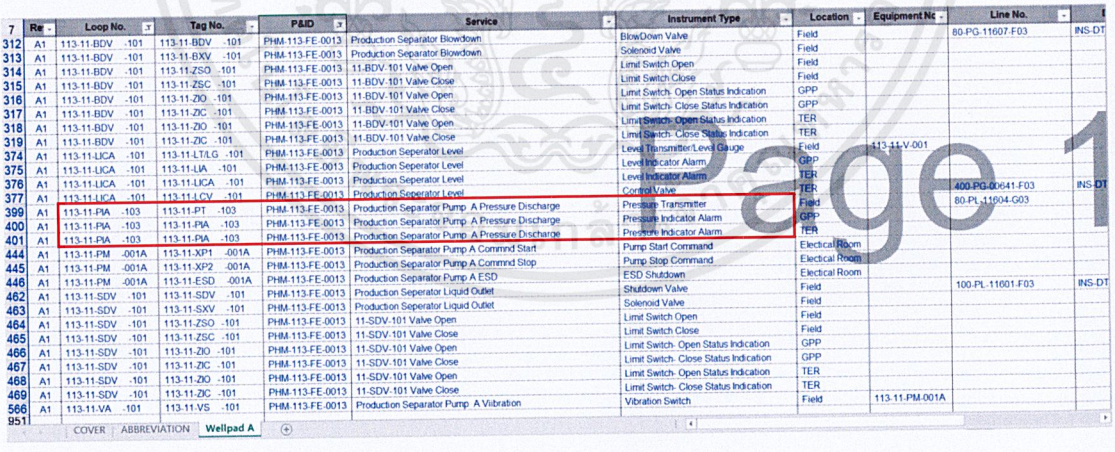
Re	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	Location	Equipment No	Line No.	Data Sheet
A1		113-11-TG -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Temperature	Temperature Gauge	Field	113-11-V-001		
A1		113-11-TW -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Temperature	Thermowell	Field	113-11-V-001		
A1		113-11-PSV -101A	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure Relief Valve	Pressure Relief Valve	Field		50-PG-11604-F03	INS-DTS-0001
A1		113-11-PSV -101B	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure Relief Valve	Pressure Relief Valve	Field		50-PG-11605-F03	INS-DTS-0001
A1		113-11-PSV -102	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet Pump A	Pressure Relief Valve	Field		50-PL-11607-G03	INS-DTS-0001
A1		113-11-PSV -103	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet Pump B	Pressure Relief Valve	Field		50-PL-11609-G03	INS-DTS-0001
A1		113-11-RO -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator to Vent Knock Out Drum	Restriction Orifice	Field		150-VG-11601-B23	
A1		113-11-PG -102	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pump A Discharge Pressure	Pressure Gauge	Field		80-PL-11604-G03	
A1		113-11-PG -104	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pump B Discharge Pressure	Pressure Gauge	Field		80-PL-11605-G03	
A1	113-00-PIA -150	113-00-PT -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Transmitter	Field		400-PG-00641-F03	
A1	113-00-PIA -150	113-00-PIA -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Indication Alarm	GPP			
A1	113-00-PIA -150	113-00-PIA -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Indication Alarm	TER			
A1	113-11-BDV -101	113-11-BDV -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Blowdown	BlowDown Valve	Field		80-PG-11607-F03	INS-DTS-0001
A1	113-11-BDV -101	113-11-BXV -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Blowdown	Solenoid Valve	Field			
A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
A1	113-11-UCA -101	113-11-LTLG -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Transmitter/Level Gauge	Field	113-11-V-001		
A1	113-11-UCA -101	113-11-LIA -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	GPP			
A1	113-11-UCA -101	113-11-UCA -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	TER			
A1	113-11-UCA -101	113-11-LCV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Control Valve	TER		400-PG-00641-F03	INS-DTS-0002
A1	113-11-PT -101	113-11-PT -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure	Pressure Transmitter	Field	113-11-V-001		
A1	113-11-PI -101	113-11-PI -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure	Pressure Indicator	GPP			
A1	113-11-PI -101	113-11-PI -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure	Pressure Indicator	TER			
A1	113-11-PIA -103	113-11-PT -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Transmitter	Field		80-PL-11604-G03	
A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	GPP			
A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	TER			

COVER | ABBREVIATION | Wellpad A

Page 1

ภาพที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของ Instrument Index

Loop No. จะบอกเป็นตัวบอกองค์ประกอบของเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์ทุกตัวไม่จำเป็นต้องมี Loop No. เสมอไป ในส่วนของ Tag No. จะเป็นไปตามดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.2 สัญลักษณ์ระบบเครื่องมือวัดและควบคุม



7	Re	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	Location	Equipment No	Line No.	I
312	A1	113-11-BDV -101	113-11-BDV -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Blowdown	BlowDown Valve	Field		80-PG-11607-F03	INS-DT
313	A1	113-11-BDV -101	113-11-BXV -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Blowdown	Solenoid Valve	Field			
314	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
315	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
316	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
317	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
318	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
319	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
374	A1	113-11-UCA -101	113-11-LTLG -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Transmitter/Level Gauge	Field	113-11-V-001		
375	A1	113-11-UCA -101	113-11-LIA -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	GPP			
376	A1	113-11-UCA -101	113-11-UCA -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	TER			
377	A1	113-11-UCA -101	113-11-LCV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Control Valve	TER		400-PG-00641-F03	INS-DT
399	A1	113-11-PIA -103	113-11-PT -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Transmitter	Field		80-PL-11604-G03	
400	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	GPP			
401	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	TER			
444	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP1 -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Start	Pump Start Command	Electical Room			
445	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP2 -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Stop	Pump Stop Command	Electical Room			
446	A1	113-11-PM -001A	113-11-ESD -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A ESD	ESD Shutdown	Electical Room			
462	A1	113-11-SDV -101	113-11-SDV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet	Shutdown Valve	Field		100-PL-11601-F03	INS-DT
463	A1	113-11-SDV -101	113-11-SXV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet	Solenoid Valve	Field			
464	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSO -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
465	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSC -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
466	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
467	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
468	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
469	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
566	A1	113-11-VA -101	113-11-VS -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Vibration	Vibration Switch	Field	113-11-PM-001A		
951										

COVER | ABBREVIATION | Wellpad A

Page 1

ภาพที่ 3.8 การระบุข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือวัดลง Instrument Index

ในส่วนของ Tag No. ตัวย่อ PT คือตัวย่อของเครื่องมือวัด Pressure Transmitter และลงท้ายด้วยตัวเลขแทนลำดับหมายเลขประจำเครื่องมือวัด ส่วนของ P&ID จะบอกว่าอุปกรณ์นั้นอยู่ใน P&ID หน้าไหนเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา Service เป็นการบอกว่าเครื่องมือวัดนั้นทำหน้าที่อะไร อยู่ตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนไหน Suction คือการดูดเข้า Discharge คือการปล่อย ส่วน Instrument Type คือการบอกชนิดของเครื่องมือวัด เช่น TT คือ Temperature Transmitter, VS คือ Vibration Switch

	Re	Loop No.	Tag No.	Service	Instrument Type	Location	Equipment No	Line No.	Data Sheet
312	A1	113-11-BDV -101	113-11-BDV -101	Production Separator Blowdown	BlowDown Valve	Field		80-PG-11607-F03	INS-DTS-0001
313	A1	113-11-BDV -101	113-11-BXV -101	Production Separator Blowdown	Solenoid Valve	Field			
314	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSO -101	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
315	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSC -101	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
316	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
317	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
318	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
319	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
374	A1	113-11-LICA -101	113-11-LTLG -101	Production Seperator Level	Level Transmitter Level Gauge	Field	113-11-V-001		
375	A1	113-11-LICA -101	113-11-LIA -101	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	GPP			
376	A1	113-11-LICA -101	113-11-LICA -101	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	TER			
377	A1	113-11-LICA -101	113-11-LCV -101	Production Seperator Level	Control Valve	TER		4"-PG-00641-F03	INS-DTS-0002
399	A1	113-11-PIA -103	113-11-PT -103	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Transmitter	Field		80-PL-11604-G03	
400	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	GPP			
401	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	TER			
444	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP1 -001A	Production Separator Pump A Commnd Start	Pump Start Command	Electical Room			
445	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP2 -001A	Production Separator Pump A Commnd Stop	Pump Stop Command	Electical Room			
446	A1	113-11-PM -001A	113-11-ESD -001A	Production Separator Pump A ESD	ESD Shutdown	Electical Room			
462	A1	113-11-SDV -101	113-11-SDV -101	Production Seperator Liquid Outlet	Shutdown Valve	Field		100-PL-11601-F03	INS-DTS-0001
463	A1	113-11-SDV -101	113-11-SXV -101	Production Seperator Liquid Outlet	Solenoid Valve	Field			
464	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSO -101	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
465	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSC -101	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
466	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
467	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
468	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
469	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
566	A1	113-11-VA -101	113-11-VS -101	Production Separator Pump A Vibration	Vibration Switch	Field	113-11-PM-001A		

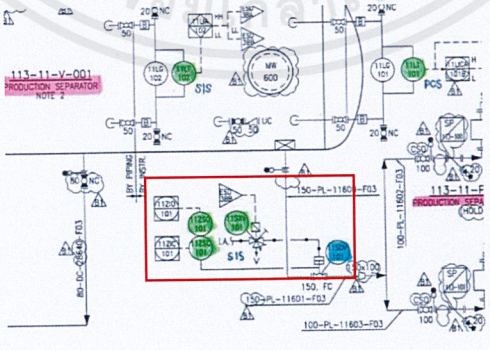
COVER | ABBREVIATION | Wellpad A

Page 1

ภาพที่ 3.9 การระบุข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือวัดลง Instrument Index (2)

Location เป็นการบอกว่าอุปกรณ์อยู่ตรงไหนในสถานที่จริง Location ของตัว Pressure Transmitter จากสัญลักษณ์บน P&ID เป็น Field Instrument ในขณะที่ PIA อยู่ในส่วนของ Technical Room (TER) และ Gas Process Plant (GPP) ที่เป็นแบบนี้เพราะTERเป็นห้องที่ไม่มีการควบคุม จะมีการRemoteไปควบคุมที่ห้องGPP ซึ่งมีคนคอยดูแลอยู่ ส่วน Equipment No. เป็นการบอกหมายเลขของอุปกรณ์ที่เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่ เช่น Vessel, Pump ส่วน Line No. เป็นการบอกหมายเลขของท่อที่เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่ ซึ่งเป็นส่วนที่แผนก Piping เป็นผู้ออกแบบ ส่วน Datasheet เป็นการบอกรหัสของเอกสารที่แสดงรายละเอียดของเครื่องมือวัดที่ใช้

3.4.2 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของวาล์ว



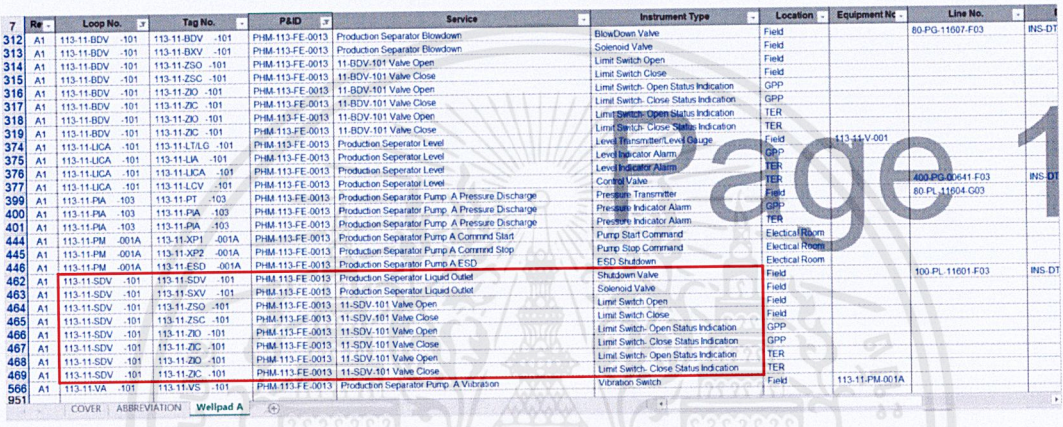
ภาพที่ 3.10 Loop การทำงานของวาล์ว 11SDV101 บน P&ID

ขั้นตอนที่ 1 อ้างอิงจาก P&ID (PHM-113-FE-0013) Production Separator ดังแสดงในภาพที่ 3.9 กรอบสีแดงเป็น Loop การทำงานของ Shutdown Valve (SDV) ที่ Tag Number เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11SDV101 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อยู่บน Line Number ที่ 150-PL-11601-F03 เป็นท่อขนาด 6” จะเห็นว่า Loop ดังกล่าวประกอบด้วย Shutdown Valve (SDV), Solenoid Valve (SXV), Limit Switch Open (ZSO), Limit Switch Close (ZSC), Limit Switch-Open Status Indication (ZIO) และ Limit Switch-Close Status Indication (ZIC)

ขั้นตอนที่ 2 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงานของ 11SDV101 ลงบน Instrument Index ซึ่งข้อมูลที่ใส่จะประกอบไปด้วย Loop No., Tag No., P&ID, Service, Instrument Type, Location, Equipment No., Line No., Datasheet



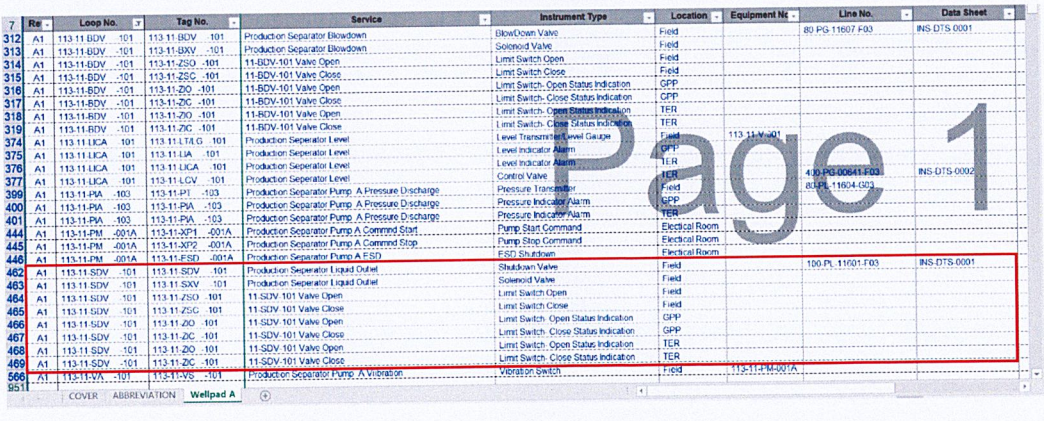
	Re	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	Location	Equipment No	Line No.	
312	A1	113-11-BDV -101	113-11-BDV -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Blowdown	BlowDown Valve	Field		80-PG-11607-F03	INS-DT
313	A1	113-11-BDV -101	113-11-BXV -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Blowdown	Solenoid Valve	Field			
314	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
315	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
316	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
317	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
318	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
319	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
374	A1	113-11-LICA -101	113-11-LT/LG -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Transmitter/Level Gauge	Field	113-11-V-001		
375	A1	113-11-LICA -101	113-11-LIA -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	GPP			
376	A1	113-11-LICA -101	113-11-LICA -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	TER			
377	A1	113-11-LICA -101	113-11-LCV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Control Valve	TER		400-PG-00641-F03	INS-DT
399	A1	113-11-PIA -103	113-11-PT -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Transmitter	Field		80-PL-11604-G03	
400	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	GPP			
401	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	TER			
444	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP1 -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Start	Pump Start Command	Electrical Room			
445	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP2 -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Stop	Pump Stop Command	Electrical Room			
446	A1	113-11-PM -001A	113-11-ESD -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A ESD	ESD Shutdown	Electrical Room			
462	A1	113-11-SDV -101	113-11-SDV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet	Shutdown Valve	Field		100-PL-11601-F03	INS-DT
463	A1	113-11-SDV -101	113-11-SXV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet	Solenoid Valve	Field			
464	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSO -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
465	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSC -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
466	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
467	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
468	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
469	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	PHM-113-FE-0013	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
566	A1	113-11-VA -101	113-11-VS -101	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Vibrasion	Vibration Switch	Field	113-11-PM-001A		
951										

COVER | ABBREVIATION | Wellpad A

Page 1

ภาพที่ 3.11 การระบุข้อมูลของวาล์วลง Instrument Index

ในส่วนของ Tag No. ตัวย่อ SDV คือตัวย่อของวาล์ว Shutdown Valve และลงท้ายด้วยตัวเลขแทนลำดับหมายเลขประจำวาล์ว ส่วนของ P&ID จะบอกว่าอุปกรณ์นั้นอยู่ใน P&ID หน้าไหน เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา ส่วน Service เป็นการบอกว่าวาล์วนั้นทำหน้าที่อะไร อยู่ตรงส่วนไหน Inlet เป็นการบอกขาเข้า Outlet เป็นการบอกขาออก ส่วน Instrument Type คือการบอกชนิดของเครื่องมือวัด



	Re	Loop No.	Tag No.	Service	Instrument Type	Location	Equipment No	Line No.	Data Sheet
312	A1	113-11-BDV -101	113-11-BDV -101	Production Separator Blowdown	BlowDown Valve	Field		80-PG-11607-F03	INS-DTS-0001
313	A1	113-11-BDV -101	113-11-BXV -101	Production Separator Blowdown	Solenoid Valve	Field			
314	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSO -101	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
315	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZSC -101	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
316	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
317	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
318	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIO -101	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
319	A1	113-11-BDV -101	113-11-ZIC -101	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
374	A1	113-11-LICA -101	113-11-LT/LG -101	Production Seperator Level	Level Transmitter/Level Gauge	Field	113-11-V-001		
375	A1	113-11-LICA -101	113-11-LIA -101	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	GPP			
376	A1	113-11-LICA -101	113-11-LICA -101	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	TER			
377	A1	113-11-LICA -101	113-11-LCV -101	Production Seperator Level	Control Valve	TER		400-PG-00641-F03	INS-DTS-0002
399	A1	113-11-PIA -103	113-11-PT -103	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Transmitter	Field		80-PL-11604-G03	
400	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	GPP			
401	A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	TER			
444	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP1 -001A	Production Separator Pump A Commnd Start	Pump Start Command	Electrical Room			
445	A1	113-11-PM -001A	113-11-XP2 -001A	Production Separator Pump A Commnd Stop	Pump Stop Command	Electrical Room			
446	A1	113-11-PM -001A	113-11-ESD -001A	Production Separator Pump A ESD	ESD Shutdown	Electrical Room			
462	A1	113-11-SDV -101	113-11-SDV -101	Production Seperator Liquid Outlet	Shutdown Valve	Field		100-PL-11601-F03	INS-DTS-0001
463	A1	113-11-SDV -101	113-11-SXV -101	Production Seperator Liquid Outlet	Solenoid Valve	Field			
464	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSO -101	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
465	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZSC -101	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
466	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
467	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
468	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIO -101	11-SDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
469	A1	113-11-SDV -101	113-11-ZIC -101	11-SDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
566	A1	113-11-VA -101	113-11-VS -101	Production Separator Pump A Vibrasion	Vibration Switch	Field	113-11-PM-001A		
951									

COVER | ABBREVIATION | Wellpad A

Page 1

ภาพที่ 3.12 การระบุข้อมูลของวาล์วลง Instrument Index (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Location เป็นการบอกว่าอุปกรณ์อยู่ตรงไหนในสถานที่จริง Location ของตัว Shutdown Valve และ Solenoid Valve จากสัญลักษณ์บน P&ID เป็น Field Instrument ในขณะที่ ZSC, ZSO, ZIC, ZIO อยู่ในส่วนของ Technical Room (TER) และ Gas Process Plant (GPP) ที่เป็นแบบนี้เพราะTERเป็นห้องที่ไม่มีการควบคุม จะมีการRemoteไปควบคุมที่ห้องGPP ซึ่งมีคนคอยดูแลอยู่ ส่วน Equipment No. เป็นการบอกหมายเลขของอุปกรณ์ที่เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่ เช่น Vessel, Pump ส่วน Line No. เป็นการบอกหมายเลขของท่อที่เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่ ซึ่งเป็นส่วนที่แผนก Piping เป็นผู้ออกแบบ ส่วน Datasheet เป็นการบอกรหัสของเอกสารที่แสดงรายละเอียดของเครื่องมือวัดที่ใช้

3.5 จัดทำ Instrument I/O Schedule ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

จุดประสงค์เพื่อดูจำนวนของอินพุตเอาต์พุตของระบบควบคุม และชนิดของสัญญาณเป็นหลัก ดังแสดงในหัวข้อถัดไป

3.5.1 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของเครื่องมือวัด

	Rev.	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	System	I/O	Certification Type	Location	From	To	Range Lo Scale Hi
154	A1	113-11-LIA -103	113-11-LIA -103	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP	
155	A1	113-11-LIA -103	113-11-LT -103	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS	
156	A1	113-11-LICA -104	113-11-LICA -104	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP	
157	A1	113-11-LICA -104	113-11-LTG 104	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter/Level Gauge	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS	
158	A1	113-11-PIA -109	113-11-PIA -109	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP	
159	A1	113-11-PIA -109	113-11-PT -109	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS	
160	A1	113-11-PIA -106	113-11-PIA -106	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP	
161	A1	113-11-PIA -106	113-11-PT -106	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Transmitter	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS	
162	A1	113-11-PIA -130	113-11-PIA -130	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP	
163	A1	113-11-PIA -130	113-11-PT -130	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS	
164	A1	113-11-PIA -131	113-11-PIA -131	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP	
165	A1	113-11-PIA -131	113-11-PT -131	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS	
166	A1	113-11-PM -002A	113-11-ESD -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC	
167	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS1 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS	
168	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS2 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Command Stop	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS	
169	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS3 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Auto/Manual	Pump Auto/Manual Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS	
170	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS4 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP	
171	A1	113-11-PM -002A	113-11-XA -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Fault Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP	
172	A1	113-11-PM -002A	113-11-XI -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Running Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP	
173	A1	113-11-PM -002A	113-11-XP1 -002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Commind Start	Pump Start Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC	
174	A1	113-11-PM -002A	113-11-XP2 -002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Stop Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC	
175	A1	113-11-PM -002B	113-11-ESD -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC	
176	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS1 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS	
177	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS2 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Command Stop	Pump Command Stop	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS	
178	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS3 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Auto/Manual	Pump Auto/Manual Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS	
179	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS4 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS	
180	A1	113-11-PM -002B	113-11-XA -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Fault Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP	

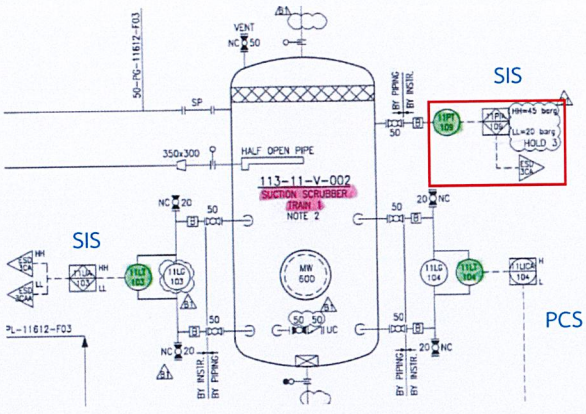
COVER | LEGEND | Wellpad A

ภาพที่ 3.13 แสดงรายละเอียดของ Instrument I/O Schedule

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากศึกษาแผนภาพ P&ID (PHM-113-FE-0014) ในส่วนของ System จะเป็นไปตามดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.2 เรื่องสัญลักษณ์ระบบเครื่องมือวัดและควบคุม

ขั้นตอนที่ 2 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงานของ 11PT109 ลงบน Instrument I/O Schedule ซึ่งข้อมูลที่ใส่จะประกอบไปด้วย Loop No., Tag No., P&ID, Service, Instrument Type, System, I/O, Certification Type, Location, From...To...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 Loop การทำงานเครื่องมือวัด 11PT109 บน P&ID

กรอบสีแดงเป็น Loop การทำงานของ Pressure Transmitter (PT) ที่ Tag Number เป็น 11PT109 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อยู่บน Vessel Number 113-11-V-002 จะเห็นว่า Loop ดังกล่าวประกอบด้วย Pressure Transmitter (PT) และ Pressure Indicator Alarm (PIA)

	Rev.	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	System	I/O	Certification Type	Location	Fr
154	A1	113-11-LIA -103	113-11-LIA -103	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS
155	A1	113-11-LIA -103	113-11-LT -103	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field
156	A1	113-11-LICA -104	113-11-LICA -104	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS
157	A1	113-11-LICA -104	113-11-LT/G -104	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter/Level Gauge	PCS	AI	Exi	Field	Field
158	A1	113-11-PIA -109	113-11-PIA -109	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS
159	A1	113-11-PIA -109	113-11-PT -109	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field
160	A1	113-11-PIA -106	113-11-PIA -106	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS
161	A1	113-11-PIA -106	113-11-PT -106	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Transmitter	PCS	AI	Exi	Field	Field
162	A1	113-11-PIA -130	113-11-PIA -130	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS
163	A1	113-11-PIA -130	113-11-PT -130	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field
164	A1	113-11-PIA -131	113-11-PIA -131	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS
165	A1	113-11-PIA -131	113-11-PT -131	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field
166	A1	113-11-PM -002A	113-11-ESD -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS
167	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS1 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP
168	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS2 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Command Stop	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP
169	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS3 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Auto/Manual	Pump Auto/Manual Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP
170	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS4 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP
171	A1	113-11-PM -002A	113-11-XA -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Fault Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS
172	A1	113-11-PM -002A	113-11-XI -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Running Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS
173	A1	113-11-PM -002A	113-11-XP1 -002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Commnd Start	Pump Start Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS
174	A1	113-11-PM -002A	113-11-XP2 -002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Stop Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS
175	A1	113-11-PM -002B	113-11-ESD -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS
176	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS1 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP

COVER | LEGEND | Wellpad A

ภาพที่ 3.15 การระบุข้อมูลลง Instrument I/O Schedule

ในส่วนของ Tag No. ตัวย่อ PT คือตัวย่อของเครื่องมือวัด Pressure Transmitter และลงท้ายด้วยตัวเลขแทนลำดับหมายเลขประจำเครื่องมือวัด ส่วนของ P&ID จะบอกว่าอุปกรณ์นั้นอยู่ใน P&ID หน้าไหนเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา ส่วน Service เป็นการบอกว่าเครื่องมือวัดนั้นทำหน้าที่อะไรอยู่ตรงส่วนไหน ส่วน Instrument Type คือการบอกชนิดของเครื่องมือวัด System จะบอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดเป็นระบบ Safety Instrument System (SIS) หรือเป็นระบบ Process Control System (PCS) ส่วน I/O เป็นตัวที่บอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดเป็น DI, DO, AI, AO หรือ SOFT LINK ส่วน Certification Type เป็นตัวบอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดนั้นป้องกันการระเบิดแบบไหน Exi, Exd หรือ Non Ex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

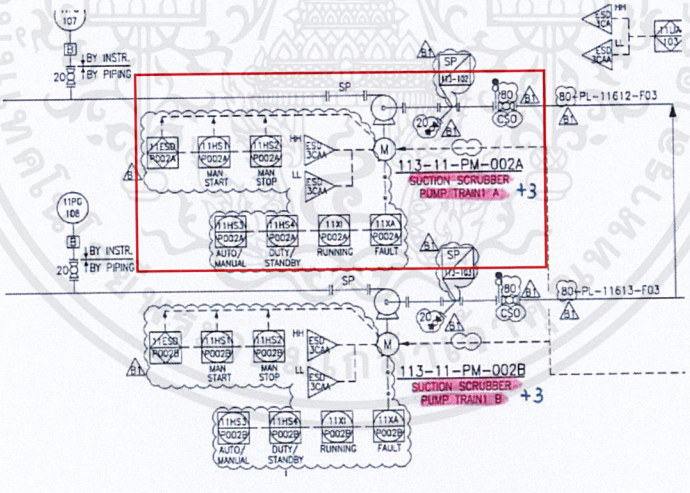
Rev.	Loop No.	Tag No.	Service	Instrument Type	System	I/O	Certification Type	Location	From	To
A1	113-11-LIA -103	113-11-LIA -103	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-LIA -103	113-11-LT -103	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-LICA -104	113-11-LICA -104	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-LICA -104	113-11-LT/LG -104	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter/Level Gauge	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS
A1	113-11-PIA -109	113-11-PIA -109	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-PIA -109	113-11-PT -109	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-PIA -106	113-11-PIA -106	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-PIA -106	113-11-PT -106	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Transmitter	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS
A1	113-11-PIA -130	113-11-PIA -130	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-PIA -130	113-11-PT -130	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-PIA -131	113-11-PIA -131	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-PIA -131	113-11-PT -131	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-PM -002A	113-11-ESD -P002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC
A1	113-11-PM -002A	113-11-HS1 -P002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -002A	113-11-HS2 -P002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Command Stop	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -002A	113-11-HS3 -P002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Auto/Manual	Pump Auto/Manual Selector SW.	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -002A	113-11-HS4 -P002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector SW.	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -002A	113-11-XA -P002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Fault Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-PM -002A	113-11-XI -P002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Running Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-PM -002A	113-11-XP1 -002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Commnd Start	Pump Start Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
A1	113-11-PM -002A	113-11-XP2 -002A	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Stop Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
A1	113-11-PM -002B	113-11-ESD -P002B	Suction Scrubber Pump Train 1 B ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC
A1	113-11-PM -002B	113-11-HS1 -P002B	Suction Scrubber Pump Train 1 B Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS

COVER LEGEND Wellpad A

ภาพที่ 3.16 การระบุข้อมูลลง Instrument I/O Schedule (2)

ส่วน Location เป็นการบอกว่าอุปกรณ์อยู่ตรงไหนในสถานที่จริง Location ของตัว PT จากสัญลักษณ์บน P&ID เป็น Field Instrument ในขณะที่ PIA อยู่ในส่วนของ Technical Room (TER) และ Gas Process Plant (GPP) ส่วนสุดท้ายคือ From...To... เป็นส่วนที่บอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดเดินสายจากระบบไหนไปหาส่วนในสถานที่จริง

3.5.2 ตัวอย่างการระบุรายละเอียดของวาล์ว



ภาพที่ 3.17 Loop การทำงานของวาล์ว 11SDV102 บน P&ID

ขั้นตอนที่ 1 อ้างอิงจาก P&ID (PHM-113-FE-0014) Suction Scrubber Train 1 ดังแสดงในภาพที่ 3.17 กรอบสีแดงเป็น Loop การทำงานของ Suction Scrubber Pump Train 1 A (113-11-PM-002A) ที่อยู่บน Line Number ที่ 80-PL-11612-F03 เป็นท่อขนาด 3” จะเห็นว่า Loop ดังกล่าวประกอบด้วย Emergency Shutdown (ESD), Hand Switch Start Pump (HS1), Hand Switch Stop Pump (HS2), Auto/Manual Selector SW. (HS3), Duty/Standby Selector SW.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(HS4), Fault Status (XA), Running Status (XI) Command Start (XP1) และ Command Stop (XP2)

ขั้นตอนที่ 2 การระบุข้อมูลอุปกรณ์ที่อยู่ใน Loop การทำงานของ 11PT109 ลงบน Instrument I/O Schedule ซึ่งข้อมูลที่ใส่จะประกอบไปด้วย Loop No., Tag No., P&ID, Service, Instrument Type, System, I/O, Certification Type, Location, From...To...

	Rev.	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	System	I/O	Certification Type	Location	From	To
154	A1	113-11-LIA -103	113-11-LIA -103	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
155	A1	113-11-LIA -103	113-11-LT -103	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
156	A1	113-11-LICA -104	113-11-LICA -104	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
157	A1	113-11-LICA -104	113-11-LT/LG -104	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Level	Level Transmitter/Level Gauge	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS
158	A1	113-11-PIA -109	113-11-PIA -109	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
159	A1	113-11-PIA -109	113-11-PT -109	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
160	A1	113-11-PIA -106	113-11-PIA -106	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
161	A1	113-11-PIA -106	113-11-PT -106	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Inlet Pressure	Pressure Transmitter	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS
162	A1	113-11-PIA -130	113-11-PIA -130	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
163	A1	113-11-PIA -130	113-11-PT -130	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1A Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
164	A1	113-11-PIA -131	113-11-PIA -131	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
165	A1	113-11-PIA -131	113-11-PT -131	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1B Discharge Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
166	A1	113-11-PM -002A	113-11-ESD -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC
167	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS1 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
168	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS2 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Command Stop	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
169	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS3 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Auto/Manual	Pump Auto/Manual Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
170	A1	113-11-PM -002A	113-11-HS4 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
171	A1	113-11-PM -002A	113-11-XA -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Fault Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
172	A1	113-11-PM -002A	113-11-XI -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Running Status	Pump Running Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
173	A1	113-11-PM -002A	113-11-XP1 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Commnd Start	Pump Start Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
174	A1	113-11-PM -002A	113-11-XP2 -P002A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 A Command Stop	Pump Stop Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
175	A1	113-11-PM -002B	113-11-ESD -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC
176	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS1 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Command Start	Pump Command Start	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
177	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS2 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Command Stop	Pump Command Stop	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
178	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS3 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Auto/Manual	Pump Auto/Manual Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
179	A1	113-11-PM -002B	113-11-HS4 -P002B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Pump Train 1 B Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector SW	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS

COVER | LEGEND | Wellpad A

ภาพที่ 3.18 การระบุข้อมูลของปั๊มลง Instrument I/O Schedule

ในส่วนของ P&ID จะบอกว่าอุปกรณ์นั้นอยู่ใน P&ID หน้าไหนเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา ส่วน Service เป็นการบอกว่าเครื่องมือวัดนั้นทำหน้าที่อะไร อยู่ตรงส่วนไหน Instrument Type คือการบอกชนิดของเครื่องมือวัด System จะบอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดเป็นระบบ Safety Instrument System (SIS) หรือเป็นระบบ Process Control System (PCS) ส่วน I/O เป็นตัวที่บอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดเป็น DI, DO, AI, AO หรือ SOFT LINK ส่วน Certification Type เป็นตัวบอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดนั้นป้องกันการระเบิดแบบไหน Exi, Exd หรือ Non Ex Location เป็นการบอกว่าอุปกรณ์อยู่ตรงไหนในสถานที่จริง Location ของตัว ESD, XP1, XP2 จะอยู่ที่ห้อง Motor Control Center (MCC) เป็นศูนย์ควบคุมมอเตอร์ ในขณะที่ส่วนอื่นๆซึ่งเป็น SOFT LINK จะอยู่ในส่วนของ Technical Room (TER) และ Gas Process Plant (GPP) ส่วนสุดท้ายคือ From...To... เป็นส่วนที่บอกว่าอุปกรณ์เครื่องมือวัดเดินสายจากระบบไหนไปหาส่วนในสถานที่จริง

3.6 จัดทำ Datasheet โดยโปรแกรม Microsoft Excel

การจัดทำ Datasheet เป็นการจัดทำขึ้นเพื่อเสนอบริษัทผู้ขาย โดยรายละเอียดภายใน Datasheet จะมีสเปคของอุปกรณ์เครื่องมือวัด เพื่อให้ทางบริษัทผู้ขายหาของที่ตรงตามสเปคที่เราต้องการใช้งาน ดังภาพที่ 3.19 โดยรายละเอียดส่วนใหญ่จะได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I. Process Datasheet แผนก Process จะเป็นคนออกเอกสารให้ เพื่อกรอกรายละเอียดลงใน Datasheet ข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นการคำนวณพวกค่า Operating Temperature, Operating Pressure, Design Temperature, Design Pressure

II. Piping Specification แผนก Piping จะเป็นคนออกเอกสารให้ เพื่อกรอกรายละเอียดลงใน Datasheet ข้อมูลส่วนใหญ่ จะบอก Flange Rating Class, Piping Material, Schedule Pipes

III. General Specification จะได้จากลูกค้าประกอบในการเลือกขนาด วัสดุ การออกแบบการติดตั้ง เช่น การเลือกวัสดุให้อุปกรณ์ต้องเลือกให้เหมาะสมกับงานโดยอาศัยข้อมูลจากลูกค้า แต่หากไม่มีจะเลือกวัสดุตามสภาพแวดล้อมที่ติดตั้งอุปกรณ์ อุณหภูมิ ความดัน สภาพการกัดกร่อน

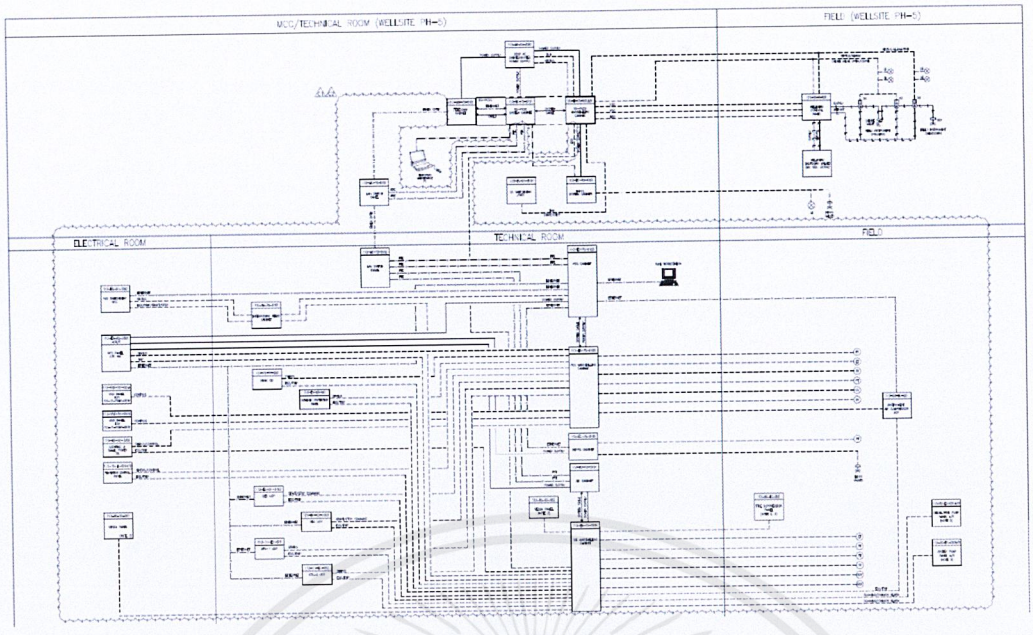
GENERAL	1	Tag Number			113-11-SDV-103		
	2	Service			Suction Scrubber Train 1 Liquid Outlet		
	3	Line Number	P&ID Number		50-PL-11611-F03		PHM-113-PE-0014
	4	Equipment Number	Pipe Class				F03
	5	SIL Requirement			No		
	6	Location			FIELD		
	7	Area Classification			Zone 1, IIA, T3		
	8	Fire Safe Standard	Valve Design		API 607A		API 6D
PROCESS CONNECTION	9	Inlet Size, Rating, & End Connection			2 in	600#	RF B16.5
	10	Valve Type	Guiding		Ball		Trunnion
	11	Style	Term Type		Bolted Body		Reduced Bore
VALVE BODY	12	Body Size	Port Size		2 in		VTA
	13	Packing	Lubrication & Isolation		Graphite		Yes
	14	Bolt / Nuts Material	Flange Finish		Note 3		Note 4
	15	Body Material	Trim Material		A105 / A216 WCB		A105 + 75 µ ENP
	16	Stem Material	Leakage Class		Note 6		ANSI V (TSO)
	17	Seat Type / Material	Seat Material		Note 7		FVMQ (70 Shore A)
	18	NACE Certification per M / ISO-15156			No		
ACTUATOR	19	Type			Pneumatic Spring Return		
	20	Size			VTA in		
	21	Actuator Orientation	Actuator Form		Horizontal		Quarter Turn
	22	Ingress Protection	Electrical Protection		IP65 (Min)		Exid)
	23	Pneumatic Supply (barg) Min/Nor/Max			5.5 / 7.5 / 9.3 (Instruments Gas)		
	24	Action on Pneu. Fail	Action on Power Fail		Close		Close
	25	Fireproofing			Yes		
	26	Solenoid Valve	Schematic Detail		Yes, 1 no		Typical 201
	27	Limit Switch Closed	Limit Switch Open		Yes (Proximity type)		Yes (Proximity type)
	28	Mounting Position	Hand Wheel		Horizontal		No
	29	Manual Reset For Solenoid Valve			No		
	30	Mechanical Position Indicator			Beacon Assembly, YELLOW (Closed), BLACK (Open)		
ELECTRICAL CONNECTIONS	31	Solenoid Valve Cable			1/2" NPT c/w plug, gland entry		
	32	Position Switch Cable			1/2" NPT c/w plug, gland entry		
	33	Power Cable			N/A		
	34	Control Cable			N/A		
PROCESS DATA	35	Fluid			Note 1		
	36	Fluid Type	Phase		Note 1		Gas/Vapor
	37	Pressure (Min. / Nor. / Max.)			Note 1	Note 1	Note 1 barg
	38	Design Pressure (Min./ Max.)			Note 1	Note 1	barg
	39	Temperature (Min. / Nor. / Max.)			Note 1	Note 1	Note 1 °C
	40	Design Temperature (Min./ Max.)			Note 1	Note 1	°C
	41	Shutoff Pressure			Note 1		bar
	42	Viscosity			Note 1		cP
	43	Min. Design Metal Temperature			Note 1		
	44	Line Size and Sch. Inlet	Outlet		6 in sch. 80		6 in sch. 80
	45	Speed of	Design		6		
	46	Operation (seconds)	Actual		VTA		
	47	Corrosive Components and Sand Content			Note 1		
	48						
PURCHASE	49	Vendor			VTA		
	50	Valve Manufacturer			VTA		
	51	Valve Model			VTA		
	52	Purchase Order Number					
	53	Test Category					
	54	Serial Number					
	55	Actuator Manufacturer / Model			VTA		

ภาพที่ 3.19 รายละเอียดของ Shutdown Valve ที่แสดงลงใน Datasheet

3.7 จัดทำ Block Diagram

เป็นแผนภาพแสดงภาพรวมการเชื่อมต่อของระบบโดยรวม เนื่องจากโครงการนี้เป็นการเพิ่มตัว Booster Compressor เข้าไปจากระบบเดิม จึงจะมี Block Diagram ของเก่าอยู่ด้วยแล้วเพิ่มส่วนต่อเติมเข้าไป โดยจะมีการเชื่อมต่อระบบใหม่เข้ากับระบบเก่าด้วย ระบบเก่าจะเป็นแค่ระบบ RS-PCSS แต่ระบบใหม่จะแยกออกเป็น SIS และ PCS โดยระบบใหม่ที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบเก่าจะแสดงได้ดังภาพที่ 3.20 และจะมีการบอกการเชื่อมต่อว่าเชื่อมต่อด้วยสายแบบไหน Hardware, Serial Link, Power Supply หรือ Fiber Obtic โดยสายแต่ละแบบก็จะมี Legend ที่แตกต่างกัน

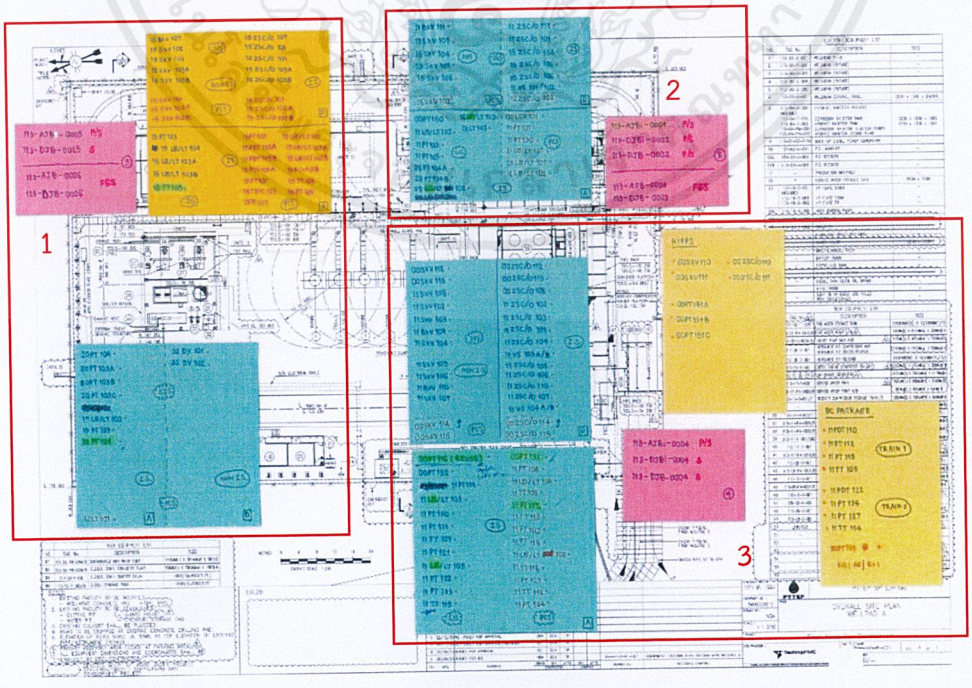
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.20 แสดงภาพรวมการเชื่อมต่อของระบบโดยรวม

3.8 จัดทำ Cable Block Diagram

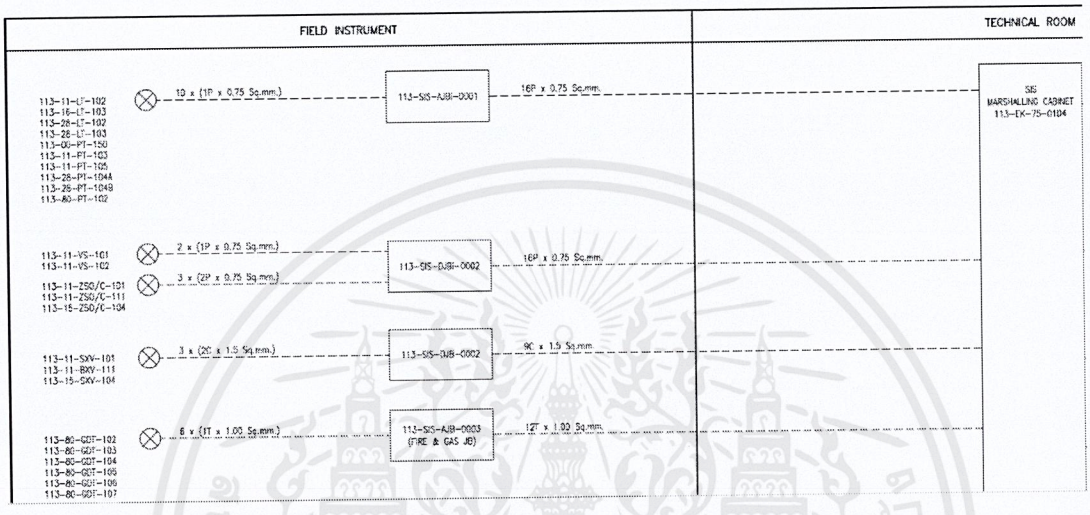
เริ่มที่นำอุปกรณ์การวัดและควบคุมทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบวางลงบน Overall Site Plan เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์ทั้งหมดอยู่ตรงไหนบ้าง เพื่อจัดกลุ่มเดินสายเข้า Junction Box เนื่องจากอุปกรณ์การวัดและควบคุมมีเยอะ อุปกรณ์แต่ละตัวอาจจะอยู่ไกลกัน อีกทั้งต้องแบ่งระบบเป็น PCS และ SIS อีก จึงต้องมีหลาย Junction Box



ภาพที่ 3.21 แสดงการจัดกลุ่มอุปกรณ์การวัดและควบคุมลงบน Overall Site Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.21 จะเห็นว่าได้แบ่งกลุ่มใหญ่ๆออกเป็น 3 กลุ่มก่อน เนื่องจากระยะทางที่อุปกรณ์การวัดและควบคุมอยู่ในสถานที่จริงนั้นไกลกัน ในแต่ละกลุ่มก็จะมีทั้งระบบ Safety Instrument System (SIS), Process Control System (PCS) และ Fire & Gas System (FGS) ซึ่งก็จะต้องแยก Junction Box ของ Digital และ Analog อีก แล้วก็ต้องแยกชนิดของสัญญาณที่เป็น Intrinsically Safe (IS) และ Non Intrinsically Safe (NIS)



ภาพที่ 3.22 แสดงตัวอย่าง Cable Block Diagram บางส่วน

จากภาพที่ 3.22 เป็นการแสดง Cable Block Diagram บางส่วนของโครงการ โดยเริ่มจาก Field Instrument ในกล่อง 113-SIS-AJBi-001 ประกอบไปด้วย อุปกรณ์การวัดและควบคุม 10 ตัว แต่ละตัวจะเดินสาย 1 pair เข้ากล่อง 113-SIS-AJBi-0001 โดยกล่องจะบอกว่าอุปกรณ์ที่เข้ากล่องนี้เป็นอุปกรณ์แบบ Analog และเป็น Intrinsically Safe (IS) ทุกตัว หลังจากออกจากล่องจะออกเป็นสาย Multipair ขนาด 16 pairs เนื่องจากมีการ Span เผื่อไว้แล้วเข้าไปที่ SIS Marshalling Cabinet ที่อยู่ที่ห้อง Technical Room

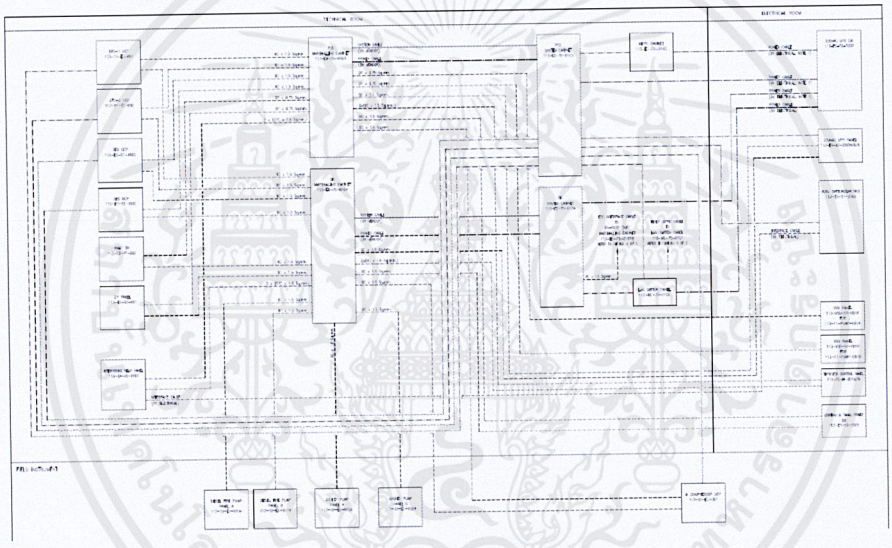
อีกกล่องหนึ่งคือกล่อง 113-SIS-DJBi-0002 ประกอบด้วย Vibration Switch 2 ตัวที่ใช้สาย 1 pair และ Limit Switch Open/Close 3 ตัวที่ใช้สาย 2 pairs โดยกล่องจะบอกว่าอุปกรณ์ที่เข้ากล่องนี้เป็นอุปกรณ์แบบ Digital และเป็น Intrinsically Safe (IS) ทุกตัว หลังจากออกจากกล่อง 113-SIS-DJBi-0002 จะออกมาด้วยสาย Multipair ขนาด 16 pairs เนื่องจากมีการ Span เผื่อไว้แล้วเข้าไปที่ SIS Marshalling Cabinet ที่อยู่ที่ห้อง Technical Room

ส่วนกล่อง 113-SIS-DJB-0002 ประกอบด้วย Shutdown Valve 2 ตัว และ Blowdown Valve 1 ตัว ทั้งหมดใช้สาย 2 cores อุปกรณ์ที่เข้ากล่องนี้เป็นอุปกรณ์แบบ Digital และเป็น Non

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Intrinsically Safe (NIS) ทุกตัว หลังจากออกจากกล่อง 113-SIS-DJB-0002 จะออกมาด้วยสาย Multicore ขนาด 9 cores เนื่องจากมีการ Span เผื่อไว้แล้วเข้าไปที่ SIS Marshalling Cabinet ที่อยู่ที่ห้อง Technical Room

ส่วนกล่อง 113-SIS-AJB-0003 เป็นกล่องสำหรับ Fire and Gas System มีอุปกรณ์ 6 ตัว ทั้งหมดจะใช้เป็นสาย Triad อุปกรณ์ที่เข้ากล่องนี้เป็นอุปกรณ์แบบ Analog และเป็น Non Intrinsically Safe (NIS) ทุกตัว หลังจากออกจากกล่อง 113-SIS-AJB-0003 จะออกมาด้วยสาย Multi-triad ขนาด 12 triads เนื่องจากมีการ Span เผื่อไว้แล้วเข้าไปที่ SIS Marshalling Cabinet ที่อยู่ที่ห้อง Technical Room แล้วค่อยเดินสายต่อไปที่ SIS/PCS System Cabinet รวมถึงจะมีการแสดง Package ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 แสดง Cable Block Diagram

3.9 จัดทำ Cable Schedule โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

Item No.	Cable No.	Cable Code	Cabled Specification	Cable Color	Length (m)	Gland Type&Size (End 1)	Gland Type&Size (End 2)	Destination	
								From	To
	HIPPS								
79	C-113-00-SXV-110	JL2-1	See Cable Specification	Orange	250	1/2" NPT	M20	113-00-SXV-110	113-EC-75-0105
80	C-113-00-SXV-111	JL2-1	See Cable Specification	Orange	250	1/2" NPT	M20	113-00-SXV-111	113-EC-75-0105
81	C-113-00-SXV-116	JL2-1	See Cable Specification	Orange	250	1/2" NPT	M20	113-00-SXV-116	113-EC-75-0105
82	C-113-00-ZSC/O-110	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-ZSC/O-110	113-EC-75-0105
83	C-113-00-ZSC/O-111	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-ZSC/O-111	113-EC-75-0105
84	C-113-00-ZSC/O-116	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-ZSC/O-116	113-EC-75-0105
85	C-113-00-PT-151A	JZ5-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-PT-151A	113-EC-75-0105
86	C-113-00-PT-151B	JZ5-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-PT-151B	113-EC-75-0105
87	C-113-00-PT-151C	JZ5-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-PT-151C	113-EC-75-0105
	Utility								
88	C-113-20-PT-104	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-104	113-SIS-AJB-0005
89	C-113-20-PT-103A	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-103A	113-SIS-AJB-0005
90	C-113-20-PT-103B	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-103B	113-SIS-AJB-0005
91	C-113-20-PT-103C	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-103C	113-SIS-AJB-0005
92	C-113-17-LT-102	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-17-LT-102	113-SIS-AJB-0005
93	C-113-16-PT-108	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-16-PT-108	113-SIS-AJB-0005
93	C-113-17-PT-102A	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-17-PT-102A	113-PCS-AJB-0005
94	C-113-17-PT-102B	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-17-PT-102B	113-PCS-AJB-0005
95	C-113-32-LT-101	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-32-LT-101	113-SIS-AJB-0005
96	C-113-32-PT-101	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-32-PT-101	113-SIS-DJB-0005
97	C-113-32-DY-101	JL2-1	See Cable Specification	Orange	30	1/2" NPT	M20	113-32-DY-101	113-SIS-DJB-0005
98	C-113-32-DY-102	JL2-1	See Cable Specification	Orange	30	1/2" NPT	M20	113-32-DY-102	113-SIS-DJB-0005
	Fuel Gas								

COVER | Legend & Note | Cable Specification | Cable list

ภาพที่ 3.24 แสดงภาพรวมของ Cable Schedule

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.24 เป็นการจัดทำเอกสารเพื่อบอกรายละเอียดรายละเอียดของสายเคเบิลทั้งหมดที่ใช้โดยทั่วไปจะแสดง Cable No. บอกหมายเลขประจำอุปกรณ์, Cable Code บอกรหัสของสายไฟ, Cable Specification บอกรายละเอียดของสายที่เลือกใช้, Cable Color บอกสีของสายไฟ, Length บอกความยาวที่ใช้ของสายไฟโดยจะ Span เผื่อไว้แล้ว, Cable Gland Type เพื่อใช้สำหรับยึดสายต่างๆ เข้ากับตัวอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยป้องกันสายไฟไม่ให้หลุดหรือขยับได้ ทำให้มีความมั่นคงและแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งการกำหนดขนาดของ Cable Gland นั้นกำหนดจากเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสาย และเส้นผ่านศูนย์กลางของ sheath และสุดท้ายคือ Destination บอกกล่องพักสายทั้งสองด้านของสายไฟนั้น ๆ

Item No.	Cable Type	Cable Specification	Cable Size	Remarks
15	JZ1-1	150/250V , Stranded copper to IEC60228 (Class2) , Standard IEC60092 , IS Flame Retardant power cable , EPR Compound to IEC60092 Insulation , Armour cable with individual screen , Galvanized steel wire armour , Low smoke and halogen free , Outer sheath blue colour	1 Pair x 0.75 mm²	
16	JZ1-2	150/250V , Stranded copper to IEC60228 (Class2) , Standard IEC60092 , IS Flame Retardant power cable , EPR Compound to IEC60092 Insulation , Armour cable with individual screen , Galvanized steel wire armour , Low smoke and halogen free , Outer sheath blue colour	2 Pairs x 0.75 mm²	
17	JZ1-3	150/250V , Stranded copper to IEC60228 (Class2) , Standard IEC60092 , IS Flame Retardant power cable , EPR Compound to IEC60092 Insulation , Armour cable with individual screen , Galvanized steel wire armour , Low smoke and halogen free , Outer sheath blue colour	8 Pairs x 0.75 mm²	
18	JZ1-4	150/250V , Stranded copper to IEC60228 (Class2) , Standard IEC60092 , IS Flame Retardant power cable , EPR Compound to IEC60092 Insulation , Armour cable with individual screen , Galvanized steel wire armour , Low smoke and halogen free , Outer sheath blue colour	16 Pairs x 0.75 mm²	
		150/250V , Stranded copper to IEC60228 (Class2) , Standard IEC60092 , IS Flame Retardant power cable , EPR Compound to		

Page 1

COVER | Legend & Note | Cable Specification | Cable list

ภาพที่ 3.25 แสดง Cable Specification

จากภาพที่ 3.25 เป็นตัวอย่างส่วนหนึ่งของ Cable Specification ในส่วนนี้จะมีรายละเอียดของสายที่ใช้ว่าเป็นสายแบบไหน สีอะไร เป็น IS/NIS Frame Redundant หรือ IS/NIS Flame Retardant & Fire Resistant เป็นสายแบบ Armour cable with collective screen หรือ Armour cable with individual screen ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะได้จากลูกค้าประกอบกับบริษัทผู้ขายสายไฟ สายไฟแต่ละสีก็จะใช้งานแตกต่างกัน สรุปได้ดังตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียด Cable Type

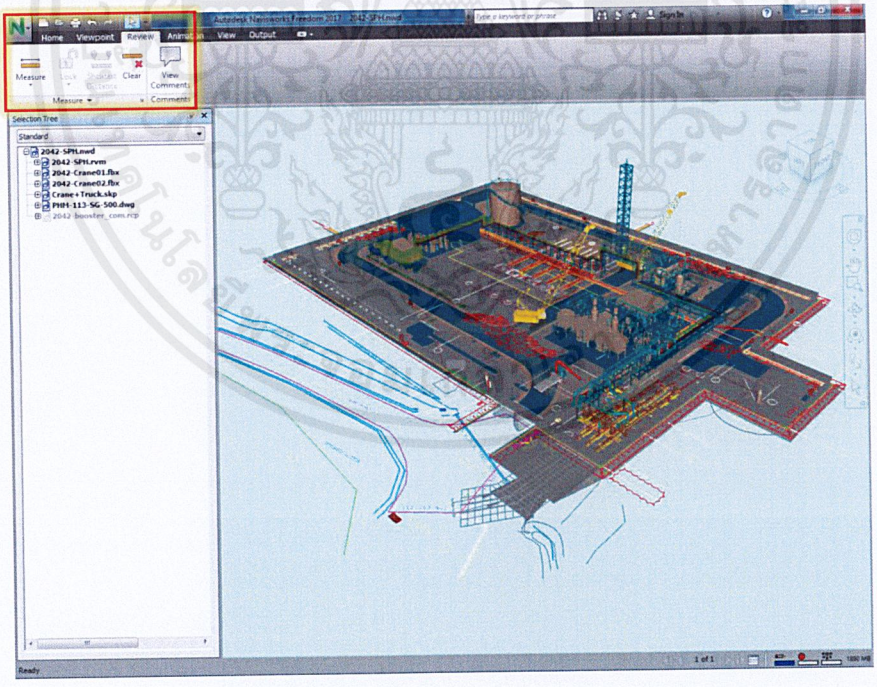
Cable Type	Description
JZ1	ใช้สำหรับสาย pair, IS Flame Redundant, เข้า PCS เป็น Analog, Armour cable with individual screen, Blue color
JZ2	ใช้สำหรับสาย pair, IS Flame Redundant, เข้า PCS เป็น Digital, Armour cable with collective screen, Blue color
JZ5	ใช้สำหรับสาย pair, IS Flame Redundant & Fire Resistant, เข้า SIS เป็น Analog, Armour cable with individual screen, Blue-Red Stripes color

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียด Cable Type (ต่อ)

Cable Type	Description
JZ6	ใช้สำหรับสาย pair, IS Flame Redundant & Fire Resistant, เข้า SIS เป็น Digital, Armour cable with collective screen, Blue-Red Stripes color
JN1	ใช้สำหรับสาย pair, NIS Flame Redundant, เข้า PCS เป็น Analog, Armour cable with individual screen, Black color
JN2	ใช้สำหรับสาย pair, NIS Flame Redundant, เข้า PCS เป็น Digital, Armour cable with collective screen, Black color
JN5	ใช้สำหรับสาย pair และสาย triad, NIS Flame Redundant & Fire Resistant, เข้า SIS เป็น Analog, Armour cable with individual screen, Orange color
JN6	ใช้สำหรับสาย pair และสาย triad, NIS Flame Redundant & Fire Resistant, เข้า SIS เป็น Analog, Armour cable with collective screen, Orange color
JL1	ใช้สำหรับสาย core, NIS, เข้า PCS, Black color
JL2	ใช้สำหรับสาย core, NIS, เข้า SIS, Orange color

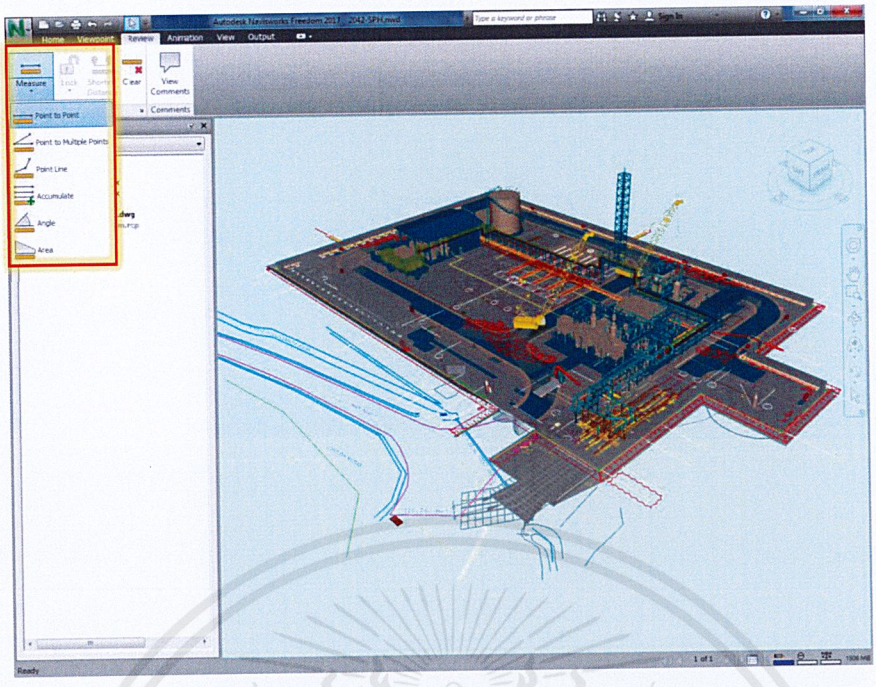
ในส่วนของการวัดความยาวสายที่ใช้จะวัดได้จากโปรแกรม Autodesk Naviswork ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองภาพ3Dของโครงการ สามารถดูข้อมูลโครงการที่ได้รับการออกแบบของอุปกรณ์ที่ติดตั้งได้ ปรับมุมมองได้ มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3.26 แสดงหน้าแรกเมื่อเข้าโปรแกรม

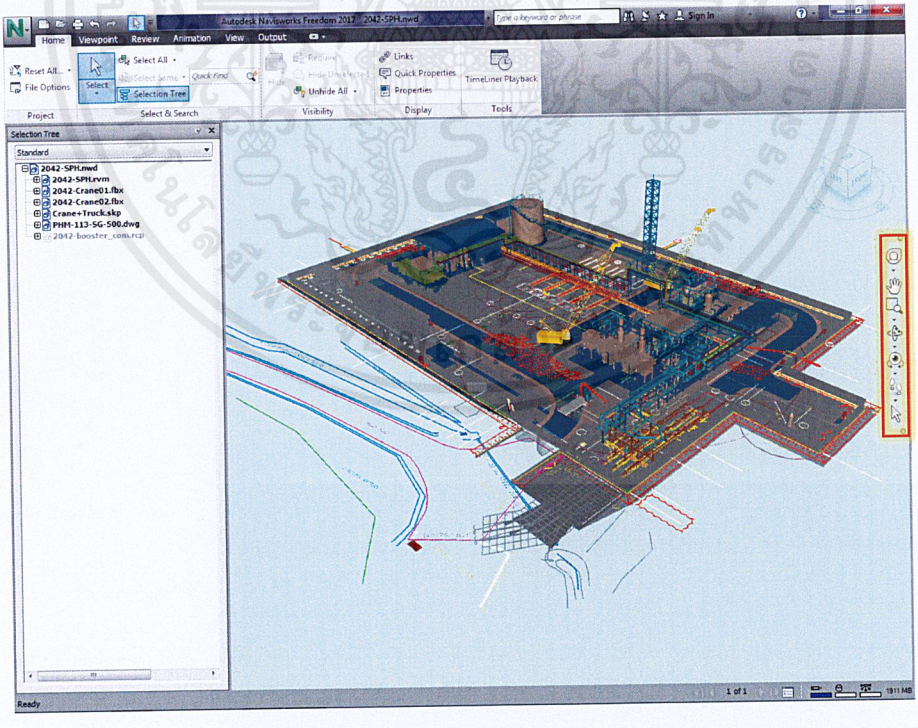
ในการวัดความยาวเราจะใช้เครื่องมือ Measure ที่ได้จากแถบ Review ดังภาพที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.27 แสดงแถบเครื่องมือการวัดแบบต่างๆ

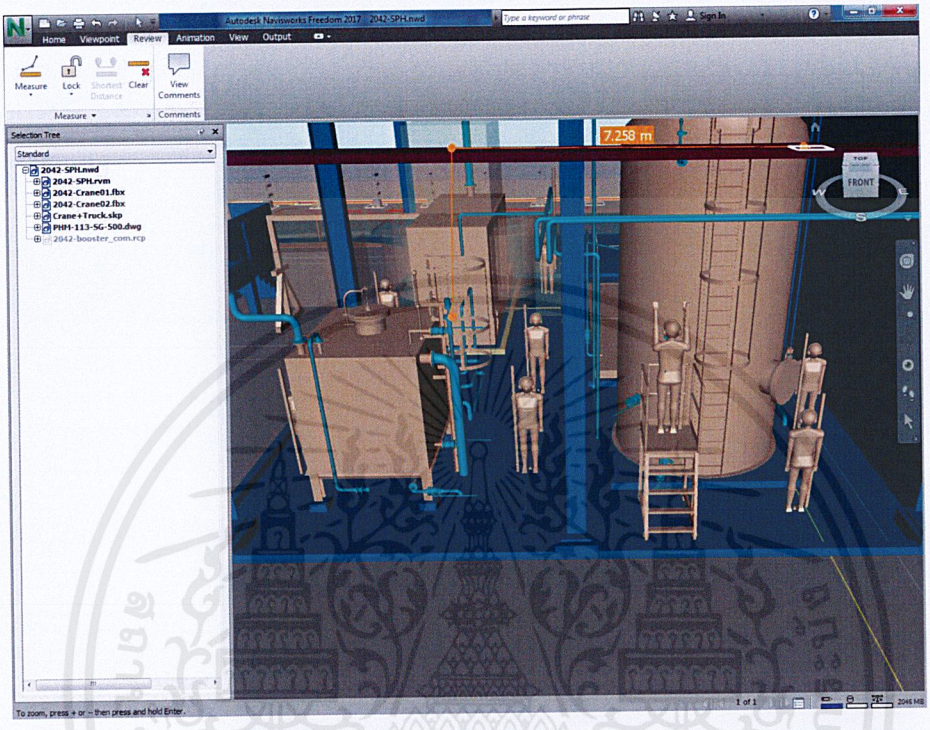
ในการวัดความยาวสาย จะใช้เครื่องมือการวัดแบบ Point to Point เนื่องจากสามารถลากเส้นทางการเดินสายได้อย่างแม่นยำแล้วสะดวกต่อการใช้งาน ดังภาพที่ 3.27



ภาพที่ 3.28 แสดงแถบเครื่องมือการเปลี่ยนมุมมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้ง่ายต่อการวัด จะต้องมีการเปลี่ยนมุมมองไปตามสภาพความเป็นจริง โดย เป็นการขยับภาพของโครงการทั้งหมด เครื่องมือ เป็นการเปลี่ยนมุมมองของภาพไปในทิศทางอื่นๆ เครื่องมือ เป็นเหมือนการเดินจริงบนโครงการ และลูกกลิ้งบนเมาส์เป็นการซูมเข้า-ออกโครงการ



ภาพที่ 3.29 ตัวอย่างการวัดแบบ Point to Point

หลังจากหาที่ตั้งของอุปกรณ์การวัดและควบคุมได้แล้ว ก็ลากเส้นทางการเดินสายโดยอาศัยตามความเป็นจริงว่าจะสามารถเดินสายไปในทิศทางไหนได้บ้าง เพื่อเข้าไปหา Junction Box

3.10 จัดทำ Material Take-Off (MTO)

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document โดยทั่วไปในการจัดทำเอกสาร MTO ต้องมีข้อมูลจาก Installation Detail, Hook-Up Diagram หรือ Typical Installation เพื่อจัดเป็นรายการวัสดุที่จำเป็นในงานติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นรายละเอียดในเอกสารจึงต้องครอบคลุมวัสดุและส่วนประกอบในงานหลัก ๆ ดังนี้

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

.2. Tubing แสดงชนิด วัสดุ และ ชิ้นส่วนในการติดตั้งของ Tube

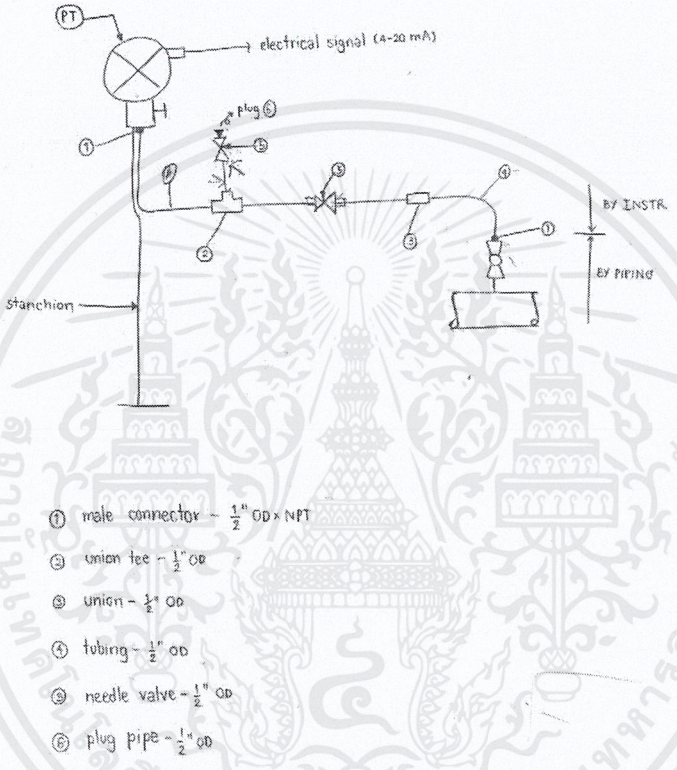
3. Installation แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น Instrument Installation & Support มี Stanchion เพื่อติดตั้ง Transmitter, Junction Boxes Installation และ Support

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Cable แสดงรายละเอียด ชนิด และ ความยาวของสายสัญญาณที่ใช้รวมถึงรายละเอียดของชิ้นส่วนติดตั้ง เช่น Cable Glands เป็นต้น

5. Cable Tray แสดงรายละเอียด ชนิด ความยาว และ จำนวนของ tray ที่ใช้ในรวมถึงรายละเอียดของชิ้นส่วนติดตั้ง

เนื่องจากในโครงการนี้ไม่มีการจัดทำ Hook-Up Diagram แต่ต้องมีการทำ MTO เราจึงต้องรู้ Hook-Up Diagram แบบคร่าวๆก่อน เพื่อให้ทราบว่าจะต้องใช้ส่วนประกอบอะไรบ้าง



ภาพที่ 3.30 ตัวอย่าง Hook-Up Diagram ของ Pressure Transmitter

จากภาพที่ 3.30 จะทราบว่า Pressure Transmitter 1 ตัวประกอบไปด้วยอะไรบ้าง การติดตั้งระหว่างตัวทรานสมิตเตอร์ไปจนถึงท่อ มีองค์ประกอบอะไรบ้าง ขนาดเท่าไร โดยปกติ Pressure Transmitter จะติดกับ Manifold มาโดยอัตโนมัติ เราจึงซื้อเพิ่มแค่ male connector, union tee, union, tubing, needle valve, plug pipe เท่านั้น สำหรับการติดตั้ง Pressure Transmitter 1 ตัว ขนาดขององค์ประกอบพวกนี้ก็อาจจะไม่เท่ากันเสมอไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	TYPE OF MATERIAL	UNIT	Q'TH	REMARK	REV.
1	VALVE, TUBING AND FITTING FOR INSTRUMENT				A1
1.1	Seamless Tube size 1/2" OD x 0.065" WT, 316L SS	M.	338		A1
1.2	Seamless Tube size 1/4" OD x 0.065" WT, 316L SS	M.	6		A1
1.3	Seamless Tube size 1/2" OD x 0.049" WT, 316L SS	M.	144		A1
1.4	Seamless Tube size 3/8" OD x 0.049" WT, 316L SS	M.	100	For fusible plug loop	A1
1.5	Union 1/2" OD, 316 SS	EA	54		A1
1.6	Union 3/8" OD, 316 SS	EA	12	For fusible plug loop	A1
1.7	Union Tee 3/8" OD, 316 SS	EA	24	For fusible plug loop	A1
1.8	Male Connector 1/2" OD x 1/2" NPTM, 316 SS	EA	112		A1
1.9	Male Connector 3/4" OD x 1/2" NPTM, 316 SS	EA	54		A1
1.10	Male Connector 1/4" OD x 1/4" NPTM, 316 SS	EA	5		A1
1.11	Female Connector 1/2" OD x 1/2" NPTF, 316 SS	EA	5	For fusible plug loop	A1
1.12	Tube Cap 1/4" OD, 316 SS	EA	5		A1
1.13	Tube Cap 3/8" OD, 316 SS	EA	5	For fusible plug loop	A1
1.14	Fusible Plug 3/8"	EA	24	For fusible plug loop	A1
1.15	Ball Valve 1/2" OD, Tube fiting end connections, 316 SS	EA	24		A1
1.16	Single Block and Bleed Valve, 3/4" NPTM x 1/2" NPTF, Completed with Vent/Drain Plug 1/4" NPTM	EA	18		A1
1.17	Double Block and Bleed Valve, 3/4" NPTM x 1/2" NPTF, Completed with Vent/Drain Plug 1/4" NPTM	EA	10		A1

ภาพที่ 3.31 MTO ในส่วนของ Valve, Tubing & Fitting for Instrument

จากภาพที่ 3.31 รายละเอียดในส่วนของ MTO ที่ต้องใส่ข้อมูลลงไปจะมี Type of Instrument ซึ่งจะบอกรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆที่ใช้ในการติดตั้ง ขนาดและวัสดุที่ใช้ทำ, Unit เป็นการบอกหน่วยของส่วนประกอบนั้น ๆ ว่าใช้หน่วยอะไร, Q'TH คือจำนวนของส่วนประกอบนั้น ๆ ซึ่งจะต้องทำการนับในส่วนที่ต้องติดตั้งให้ครบ อาจจะมีการ Span เผื่อไว้ 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลของการศึกษา P&ID (Piping and Instrument Diagram)

จากการอ่านแบบแผนภาพ P&ID ทำให้เข้าใจกระบวนการทำงานของโครงการนี้ได้ว่า เป็นการลำเลียงสาร 2 เฟสที่เข้ามายัง Wellpad A ไปสู่ส่วนอื่นๆได้มีการแยกสาร 2 เฟสออกเป็นส่วนของแก๊สและของเหลว

4.2 ผลการดำเนินงานการออกแบบทางวิศวกรรม

1. เอกสาร Instrument Index จัดทำขึ้นเพื่อแสดงรายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ทั้งหมดของโครงการเป็นฐานข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการตรวจเช็ค พบว่ามีจำนวนเครื่องมือวัดและอุปกรณ์สำหรับโครงการนี้ 943 ชิ้น โดยเป็นเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่ม 671 ชิ้น

Wellpad A Instrument Index

Rev.	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	Location	Equipment No.	Line No.	Data Sheet
A1		113-11-TG -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Temperature	Temperature Gauge	Field	113-11-V-001		
A1		113-11-TW -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Temperature	Thermowell	Field	113-11-V-001		
A1		113-11-PSV -101A	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure Relief Valve	Pressure Relief Valve	Field		50-PG-11604-F03	INS-DTS-0001
A1		113-11-PSV -101B	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure Relief Valve	Pressure Relief Valve	Field		50-PG-11605-F03	INS-DTS-0001
A1		113-11-PSV -102	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet Pump A	Pressure Relief Valve	Field		50-PL-11607-G03	INS-DTS-0001
A1		113-11-PSV -103	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Liquid Outlet Pump B	Pressure Relief Valve	Field		50-PL-11609-G03	INS-DTS-0001
A1		113-11-PSV -104A	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1	Pressure Relief Valve	Field		50-PG-11610-F03	
A1		113-11-PSV -104B	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1	Pressure Relief Valve	Field		50-PG-11611-F03	
A1		113-11-RO -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator to Vent Knock Out Drum	Restriction Orifice	Field		150-VG-11601-B23	
A1		113-11-PG -102	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pump A Discharge Pressure	Pressure Gauge	Field		80-PL-11604-G03	
A1		113-11-PG -104	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pump B Discharge Pressure	Pressure Gauge	Field		80-PL-11605-G03	
A1		113-11-PG -107	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pump A Discharge Pressure	Pressure Gauge	Field	113-11-PM-002A		
A1		113-11-PG -108	PHM-113-FE-0014	Suction Scrubber Train 1 Pump B Discharge Pressure	Pressure Gauge	Field	113-11-PM-002B		
A1	113-00-PIA -150	113-00-PT -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Transmitter	Field		400-PG-00641-F03	
A1	113-00-PIA -150	113-00-PIA -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Indication Alarm	GPP			
A1	113-00-PIA -150	113-00-PIA -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Indication Alarm	TER			
A1	113-00-PI -151A	113-00-PT -151A	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Transmitter	Field		400-PG-00643-PL-FC	
A1	113-00-PI -151A	113-00-PI -151A	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication	GPP			
A1	113-00-PI -151A	113-00-PI -151A	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication	TER			
A1	113-00-PT -151B	113-00-PT -151B	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Transmitter	Field		400-PG-00643-PL-FC	
A1	113-00-PI -151B	113-00-PI -151B	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication	GPP			
A1	113-00-PI -151B	113-00-PI -151B	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication	TER			
A1	113-00-PI -151C	113-00-PT -151C	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Transmitter	Field		400-PG-00643-PL-FC	
A1	113-00-PI -151C	113-00-PI -151C	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication	GPP			
A1	113-00-PI -151C	113-00-PI -151C	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication	TER			
A1	113-00-PIA -152	113-00-PT -152	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Transmitter	Field		400-PG-00643-PL-FC	
A1	113-00-PIA -152	113-00-PIA -152	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication Alarm	GPP			
A1	113-00-PIA -152	113-00-PIA -152	PHM-113-FE-0012	Bypass Booster Compressor Header Pressure	Pressure Indication Alarm	TER			
A1	113-00-SDV -110	113-00-SDV -110	PHM-113-FE-0012	HIPPS Bypass Booster Compressor	HIPPS Valve	Field		400-PG-00643-PL-FC	INS-DTS-0004
A1	113-00-SDV -110	113-00-SXV -110	PHM-113-FE-0012	HIPPS Bypass Booster Compressor	Solenoid Valve	Field			
A1	113-00-SDV -110	113-00-ZSO -110	PHM-113-FE-0012	00-SDV-110 Valve Open	Limit Switch Open	Field			
A1	113-00-SDV -110	113-00-ZSC -110	PHM-113-FE-0012	00-SDV-110 Valve Close	Limit Switch Close	Field			
A1	113-00-SDV -110	113-00-ZIO -110	PHM-113-FE-0012	00-SDV-110 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	GPP			
A1	113-00-SDV -110	113-00-ZIC -110	PHM-113-FE-0012	00-SDV-110 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	GPP			
A1	113-00-SDV -110	113-00-ZIO -110	PHM-113-FE-0012	00-SDV-110 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	TER			
A1	113-00-SDV -110	113-00-ZIC -110	PHM-113-FE-0012	00-SDV-110 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	TER			
A1	113-00-SDV -111	113-00-SDV -111	PHM-113-FE-0012	HIPPS Bypass Booster Compressor	HIPPS Valve	Field		400-PG-00643-PL-FC	INS-DTS-0004
A1	113-00-SDV -111	113-00-SXV -111	PHM-113-FE-0012	HIPPS Bypass Booster Compressor	Solenoid Valve	Field			
A1	113-00-SDV -111	113-00-ZSO -111	PHM-113-FE-0012	00-SDV-111 Valve Open	Limit Switch Open	Field			

ภาพที่ 4.1 เอกสาร Instrument Index บางส่วน

2. เอกสาร Instrument I/O Schedule แสดงรายการของ Field Instrument แต่ละตัวว่าเชื่อมต่อกับระบบ PCS หรือ SIS เพื่อจัดเตรียมการเชื่อมต่อกับ Marshalling Cabinet มีการระบุรายละเอียดอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน ทั้งชนิดของสัญญาณ และระบบควบคุมที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์นั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wellpad A Instrument I/O Schedule

Rev.	Loop No.	Tag No.	P&ID	Service	Instrument Type	System	I/O	Certification Type	Location	From	To
A1	113-00-PIA -150	113-00-PIA -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Indication Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-00-PIA -150	113-00-PT -150	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Inlet Pressure	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-BDV -111	113-11-BXV -111	PHM-113-FE-0013	Production Separator Blowdown	Solenoid Valve	SIS	DO (P)	Exd	Field	SIS	Field
A1	113-11-BDV -111	113-11-ZIC -111	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch- Close Status Indication	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-BDV -111	113-11-ZIO -111	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch- Open Status Indication	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-BDV -111	113-11-ZSC -111	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Close	Limit Switch Close	SIS	DI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-BDV -111	113-11-ZSO -111	PHM-113-FE-0013	11-BDV-101 Valve Open	Limit Switch Open	SIS	DI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-LICA -101	113-00-LCV -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Control Valve	PCS	AO	Exi	Field	PCS	Field
A1	113-11-LICA -101	113-11-LIA -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-LICA -101	113-11-LT/LG -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Transmitter/Level Gauge	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS
A1	113-11-LICA -101	113-11-LICA -101B1	PHM-113-FE-0013	Level Control Production Seperator Pump A	Level Indicator Control	PCS	AO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
A1	113-11-LICA -101	113-11-LICA -101B2	PHM-113-FE-0013	Level Control Production Seperator Pump B	Level Indicator Control	PCS	AO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
A1	113-11-LIA -102	113-00-LIA -102	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-LIA -102	113-00-LG/LT -102	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Level	Level Transmitter/Level Gauge	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-PI -101	113-11-PI -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure	Pressure Indicator	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-PI -101	113-11-PT -101	PHM-113-FE-0013	Production Seperator Pressure	Pressure Transmitter	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS
A1	113-11-PIA -103	113-11-PIA -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-PIA -103	113-11-PT -103	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Pressure Discharge	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-PIA -105	113-11-PIA -105	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump B Pressure Discharge	Pressure Indicator Alarm	SIS	SOFT		GPP / TER	SIS	GPP
A1	113-11-PIA -105	113-11-PT -105	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump B Pressure Discharge	Pressure Transmitter	SIS	AI	Exi	Field	Field	SIS
A1	113-11-PIA -130	113-11-PIA -130	PHM-113-FE-0013	Production Separator Gas Outlet Pressure	Pressure Indicator Alarm	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-PIA -130	113-11-PT -130	PHM-113-FE-0013	Production Separator Gas Outlet Pressure	Pressure Transmitter	PCS	AI	Exi	Field	Field	PCS
A1	113-11-PM -001A	113-11-ESD -P001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC
A1	113-11-PM -001A	113-11-HS1 -P001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Start	Pump Start Command	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -001A	113-11-HS2 -P001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Stop	Pump Stop Command	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -001A	113-11-HS4 -P001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector Sw	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -001A	113-11-XA -P001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Fault Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-PM -001A	113-11-XI -P001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Running Status	Pump Running	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP
A1	113-11-PM -001A	113-11-XP1 -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Start	Pump Start Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
A1	113-11-PM -001A	113-11-XP2 -001A	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump A Commnd Stop	Pump Stop Command	PCS	DO	Non Ex	MCC	PCS	MCC
A1	113-11-PM -001B	113-11-ESD -P001B	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump B ESD	ESD Shutdown	SIS	DO	Non Ex	MCC	SIS	MCC
A1	113-11-PM -001B	113-11-HS1 -P001B	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump B Commnd Start	Pump Start Command	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -001B	113-11-HS2 -P001B	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump B Commnd Stop	Pump Stop Command	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -001B	113-11-HS4 -P001B	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump B Duty/Standby	Pump Duty/Standby Selector Sw	PCS	SOFT		GPP / TER	GPP	PCS
A1	113-11-PM -001B	113-11-XA -P001B	PHM-113-FE-0013	Production Separator Pump B Fault Status	Pump Fault Status	PCS	SOFT		GPP / TER	PCS	GPP

ภาพที่ 4.2 เอกสาร Instrument I/O Schedule บางส่วน

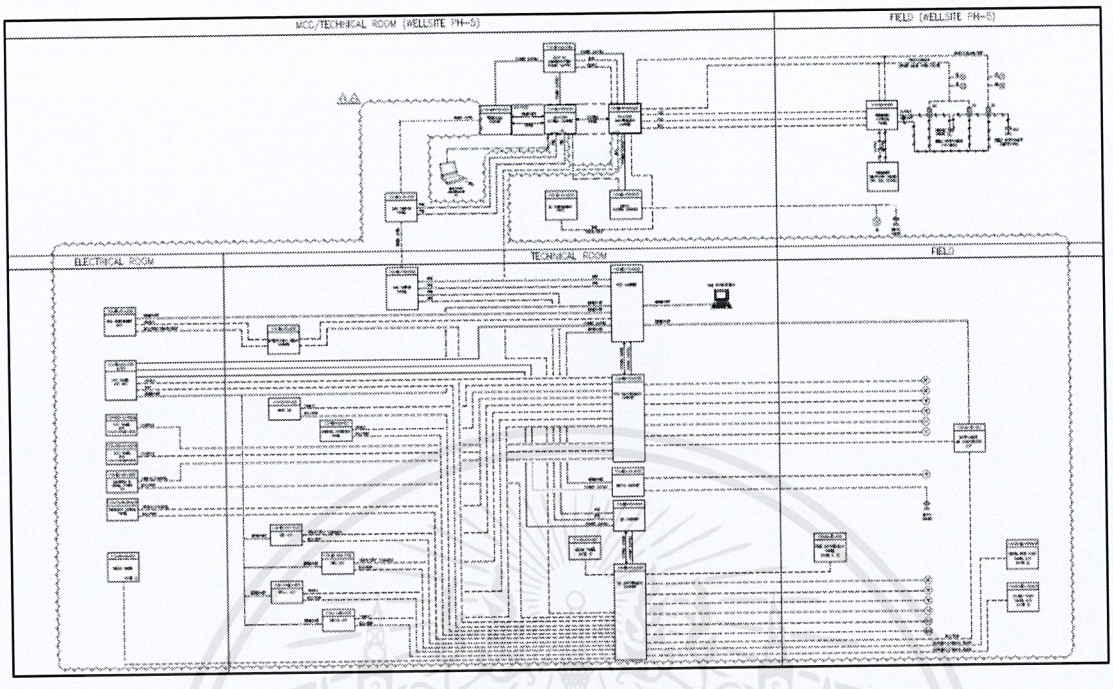
3. เอกสาร Instrument Datasheet สำหรับโครงงานนี้ Instrument Datasheet ของ Field Instrument ที่จัดทำได้แก่ Actuated Ball Valve, Control Valve, Magnetic Level, Orifice Flow, Pressure Transmitter, Safety Relief Valve และ Temperature Transmitter โดย Field Instrument ที่มากับ Vendor Package ไม่ต้องทำเอกสาร Instrument Datasheet

GENERAL	1	Tag Number		113-00-SDV-110			
	2	Service		HIPPS Bypass Booster Compressor			
	3	Line Number	P&ID Number	400-PG-00643-PL-FC	PHM-113-FE-0012		
	4	Equipment Number	Pipe Class				
	5	SIL Requirement		No			
	6	Location		FIELD			
	7	Area Classification		Zone 1, IIA ,T3			
	8	Fire Safe Standard	Valve Design	API 6FA		API 6D	
PROCESS CONNECTION	9	Inlet Size, Rating, & End Connection		16 in	600#	RF B16.5	
	10	Valve Type	Guiding	Ball		Trunnion	
VALVE BODY	11	Style	Trim Type	Bolted Body		Reduced Bore	
	12	Body Size	Port Size	16 in		VTA	
	13	Packing	Lubrication & Isolation	Graphite		Yes	
	14	Bolt / Nuts Material	Flange Finish	Note 3		Note 4	
	15	Body Material	Trim Material	A105 / A216 WCB		A105 + 75 µ ENP	
	16	Stem Material	Leakage Class	Note 6		ANSI VI (TSO)	
	17	Seat Type / Material	Seal Material	Note 7		FVMQ (70 Shore A)	
	18	NACE Certification per M / ISO-15156		No			
ACTUATOR	19	Type		Pneumatic Spring Return			
	20	Size		VTA in			
	21	Actuator Orientation	Actuator Form	Horizontal		Quarter Turn	
	22	Ingress Protection	Electrical Protection	IP65 (Min)		Exid)	
	23	Pneumatic Supply (barg) Min/Nor/Max		5.5 / 7.5 / 8.3 (Instrument Gas)			
	24	Action on Pneu. Fail	Action on Power Fail	Close		Close	
	25	Fireproofing		Yes			
	26	Solenoid Valve	Schematic Detail	Yes, 1 no		Typical 201	
	27	Limit Switch Closed	Limit Switch Open	Yes (Proximity type)		Yes (Proximity type)	
	28	Mounting Position	Hand-Wheel	Horizontal		No	
	29	Manual Reset For Solenoid Valve		No			
	30	Mechanical Position Indicator		Beacon Assembly, YELLOW (Closed), BLACK (Open)			
ELECTRICAL CONNECTIONS	31	Solenoid Valve Cable		1/2" NPT c/w plug, gland entry			
	32	Position Switch Cable		1/2" NPT c/w plug, gland entry			
	33	Power Cable		N/A			
	34	Control Cable		N/A			
PROCESS DATA	35	Fluid		Note 1			
	36	Fluid Type	Phase	Note 1		Gas/Vapor	
	37	Pressure (Min. / Nor. / Max.)		Note 1	Note 1	Note 1	barg
	38	Design Pressure (Min. / Max.)		Note 1	Note 1		barg
	39	Temperature (Min. / Nor. / Max.)		Note 1	Note 1	Note 1	°C
	40	Design Temperature (Min. / Max.)		Note 1	Note 1		°C
	41	Shutoff Pressure		Note 1			bar
	42	Viscosity		Note 1			cP
	43	Min. Design Metal Temperature		Note 1			
	44	Line Size and Sch. Inlet	Outlet	6 in	sch.80	6 in	sch. 80
	45	Speed of	Design	6			
	46	Operation (seconds)	Actual	VTA			
	47	Corrosive Components and Sand Content		Note 1			
	48						
PURCHASE	49	Vendor		VTA			
	50	Valve Manufacturer		VTA			
	51	Valve Model		VTA			
	52	Purchase Order Number					
	53	Test Catagory					
	54	Serial Number					
	55	Actuator Manufacturer / Model		VTA			
REV. Notes: See notes							

ภาพที่ 4.3 เอกสาร Instrument Datasheet บางส่วน

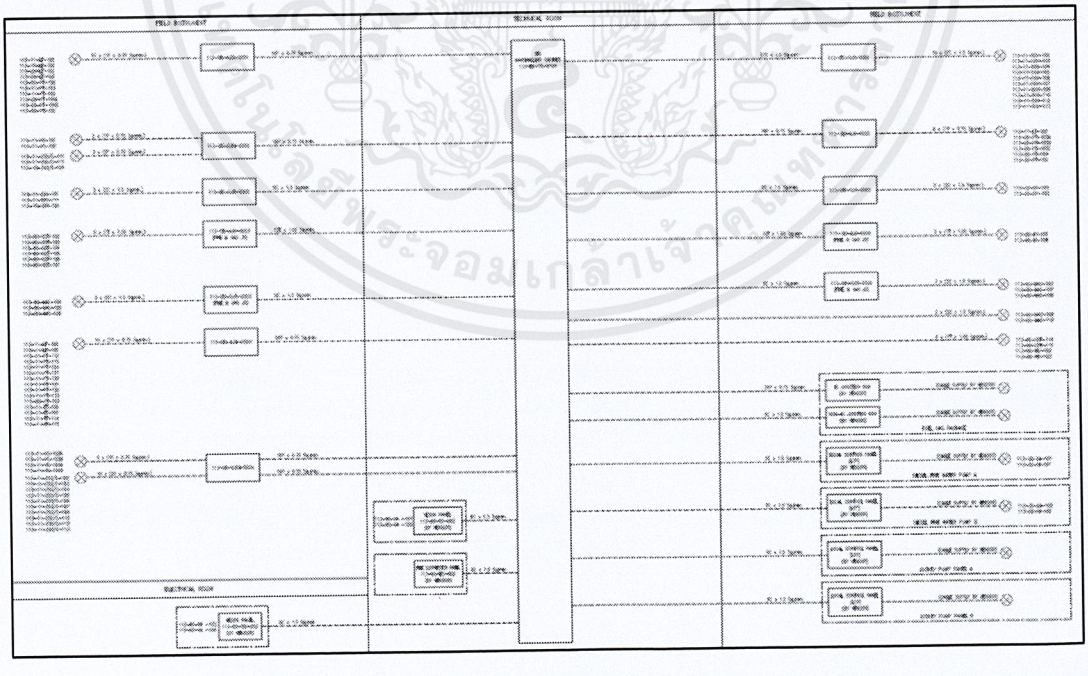
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เอกสาร Block Diagram แสดงภาพรวมการเชื่อมต่อของระบบโดยรวม



ภาพที่ 4.4 เอกสาร Block Diagram

5. เอกสาร Cable Block Diagram แสดงแผนภาพการเชื่อมต่อสัญญาณของ Field Instrument จากบริเวณหน้างานกับส่วนแสดงผลที่บริเวณต่างๆไปจนถึงห้อง Control Room



ภาพที่ 4.5 เอกสาร Cable Block Diagram บางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เอกสาร Cable Schedule เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อระบุสายสัญญาณการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และระบบควบคุม โดยระบุชนิดสาย, สี และ ขนาด

Instrument Cable Schedule

Item No.	Cable No.	Cable Code	Cabled Specification	Cable Color	Length (m)	Gland Type&Size (End 1)	Gland Type&Size (End 2)	Destination		Remarks	Rev.
								From	To		
	HIPPS										
79	C-113-00-SXV-110	JL2-1	See Cable Specification	Orange	250	1/2" NPT	M20	113-00-SXV-116	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
80	C-113-00-SXV-111	JL2-1	See Cable Specification	Orange	250	1/2" NPT	M20	113-00-SXV-111	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
	C-113-00-SXV-116	JL2-1	See Cable Specification	Orange	250	1/2" NPT	M20	113-00-SXV-116	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	C1
81	C-113-00-ZSO/O-110	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-ZSO/O-110	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
82	C-113-00-ZSO/O-111	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-ZSO/O-111	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
	C-113-00-ZSO/O-116	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-ZSO/O-116	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	C1
83	C-113-00-PT-151A	JZ5-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-PT-151A	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
84	C-113-00-PT-151B	JZ5-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-PT-151B	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
85	C-113-00-PT-151C	JZ5-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	250	1/2" NPT	M20	113-00-PT-151C	113-EC-75-0105	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
	Utility										
86	C-113-20-PT-104	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-104	113-SIS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	B1
87	C-113-20-PT-103A	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-103A	113-SIS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	B1
88	C-113-20-PT-103B	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-103B	113-SIS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	B1
89	C-113-20-PT-103C	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-20-PT-103C	113-SIS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	B1
90	C-113-17-LT-102	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-17-LT-102	113-SIS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	B1
91	~~C-113-16-PT-108~~	~~JN1-1~~	~~See Cable Specification~~	~~Black~~	~~30~~	~~1/2" NPT~~	~~M20~~	~~113-16-PT-108~~	~~113-SIS-AJB-0005~~	~~Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT~~	~~B1~~
	C-113-17-PT-102A	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-17-PT-102A	113-PCS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	C1
	C-113-17-PT-102B	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-17-PT-102B	113-PCS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	C1
92	C-113-32-LT-101	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-32-LT-101	113-PCS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	B1
93	C-113-32-PT-101	JN1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-32-PT-101	113-SIS-AJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	B1
94	C-113-32-DY-101	JL2-1	See Cable Specification	Orange	30	1/2" NPT	M20	113-32-DY-101	113-SIS-DJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
95	C-113-32-DY-102	JL2-1	See Cable Specification	Orange	30	1/2" NPT	M20	113-32-DY-102	113-SIS-DJB-0005	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
	Fuel Gas										
96	C-113-11-BXV-111	JL2-1	See Cable Specification	Orange	40	1/2" NPT	M20	113-11-BXV-111	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
97	C-113-11-ZSO/O-111	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	40	1/2" NPT	M20	113-11-ZSO/O-111	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
98	C-113-11-SXV-101	JL2-1	See Cable Specification	Orange	40	1/2" NPT	M20	113-11-SXV-101	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
99	C-113-11-ZSO/O-101	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	40	1/2" NPT	M20	113-11-ZSO/O-101	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
100	C-113-11-YS-101	JZ6-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	40	1/2" NPT	M20	113-11-YS-101	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
101	C-113-11-YS-102	JZ6-1	See Cable Specification	Blue-Red stripes	40	1/2" NPT	M20	113-11-YS-102	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
102	C-113-15-SXV-104	JL2-1	See Cable Specification	Orange	30	1/2" NPT	M20	113-15-SXV-104	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
103	C-113-15-ZSO/O-104	JZ6-2	See Cable Specification	Blue-Red stripes	30	1/2" NPT	M20	113-15-ZSO/O-104	113-SIS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
104	~~C-113-15-SXV-105~~	~~JL2-1~~	~~See Cable Specification~~	~~Orange~~	~~30~~	~~1/2" NPT~~	~~M20~~	~~113-15-SXV-105~~	~~113-SIS-DJB-0002~~	~~Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT~~	~~A1~~
105	~~C-113-15-ZSO/O-106~~	~~JZ6-2~~	~~See Cable Specification~~	~~Blue-Red stripes~~	~~30~~	~~1/2" NPT~~	~~M20~~	~~113-15-ZSO/O-105~~	~~113-SIS-DJB-0002~~	~~Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT~~	~~A1~~
106	~~C-113-16-SXV-106~~	~~JL2-1~~	~~See Cable Specification~~	~~Orange~~	~~30~~	~~1/2" NPT~~	~~M20~~	~~113-15-SXV-106~~	~~113-SIS-DJB-0002~~	~~Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT~~	~~A1~~
107	~~C-113-16-ZSO/O-106~~	~~JZ6-2~~	~~See Cable Specification~~	~~Blue-Red stripes~~	~~30~~	~~1/2" NPT~~	~~M20~~	~~113-15-ZSO/O-106~~	~~113-SIS-DJB-0002~~	~~Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT~~	~~A1~~
108	C-113-16-SXV-102	JL1-1	See Cable Specification	Black	30	1/2" NPT	M20	113-15-SXV-102	113-PCS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1
	C-113-11-ZSO/O-114	JZ2-2	See Cable Specification	Blue	30	1/2" NPT	M20	113-11-ZSO/O-114	113-PCS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	C1
	C-113-11-ZSO/O-115	JZ2-2	See Cable Specification	Blue	30	1/2" NPT	M20	113-11-ZSO/O-115	113-PCS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	C1
109	C-113-16-ZSO/O-102	JZ2-2	See Cable Specification	Blue	30	1/2" NPT	M20	113-15-ZSO/O-102	113-PCS-DJB-0002	Field inst. supply with cable gland 1/2" NPT	A1

ภาพที่ 4.6 เอกสาร Cable Schedule บางส่วน

7. เอกสาร Material Take-Off (MTO) เป็นเอกสารแสดงรายละเอียดในการซื้ออุปกรณ์ทั้งหมดที่ออกแบบโดยเน้นไปที่การนับจำนวนเพื่อใช้ในการประเมินราคาต่อไป

INSTRUMENTATION MATERIAL TAKE-OFF

DOCUMENT NO. : TH-SPH-PRO-19001-00-WPA-INS-MTO-0001

ITEM	TYPE OF MATERIAL	UNIT	Q'TH	REMARK	REV.
1	**VALVE, TUBING AND FITTING FOR INSTRUMENT**				C1
1.1	Seamless Tube size 1/2" OD x 0.065" WT, 316L SS	M.	346		C1
1.2	Seamless Tube size 1/4" OD x 0.065" WT, 316L SS	M.	6		C1
1.3	Seamless Tube size 1/2" OD x 0.049" WT, 316L SS	M.	144		C1
1.4	Seamless Tube size 3/8" OD x 0.049" WT, 316L SS	M.	100	For fusible plug loop	C1
1.5	Union 1/2" OD, 316 SS	EA	55		C1
1.6	Union 3/8" OD, 316 SS	EA	12	For fusible plug loop	C1
1.7	Union Tee 3/8" OD, 316 SS	EA	24	For fusible plug loop	C1
1.8	Male Connector 1/2" OD x 1/2" NPTM, 316 SS	EA	113		C1
1.9	Male Connector 3/4" OD x 1/2" NPTM, 316 SS	EA	55		C1
1.10	Male Connector 1/4" OD x 1/4" NPTM, 316 SS	EA	5		C1
1.11	Female Connector 1/2" OD x 1/2" NPTF, 316 SS	EA	5	For fusible plug loop	C1
1.12	Tube Cap 1/4" OD, 316 SS	EA	5		C1
1.13	Tube Cap 3/8" OD, 316 SS	EA	5	For fusible plug loop	C1
1.14	Fusible Plug 3/8"	EA	24	For fusible plug loop	C1
1.15	Ball Valve 1/2" OD, Tube fiting end connections, 316 SS	EA	24		C1
1.16	Single Block and Bleed Valve, 3/4" NPTM x 1/2" NPTF, Completed with Vent/Drain Plug 1/4" NPTM	EA	18		C1
1.17	Double Block and Bleed Valve, 3/4" NPTM x 1/2" NPTF, Completed with Vent/Drain Plug 1/4" NPTM	EA	10		C1

ภาพที่ 4.7 เอกสาร Material Take-Off บางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานโครงงานสหกิจศึกษาที่บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนี่ยริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ทำให้ได้มีประสบการณ์การทำงานด้านการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ในเฟส Front End Engineering Design ด้านเครื่องมือวัดและระบบควบคุมทั้งในส่วนงานของวิศวกรและดีไซน์เนอร์ ได้เห็นภาพรวมของการทำงานออกแบบตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนจบกระบวนการ การออกแบบนั้นต้องมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและบุคลากร ซึ่งต้องมีการตรวจสอบและควบคุมอย่างรอบคอบ การออกแบบระบบควบคุมที่ได้ประสิทธิภาพจะแบ่งเป็น ระบบควบคุมกระบวนการ (PCS), ระบบความปลอดภัย (SIS), ระบบตรวจจับไฟและก๊าซ (FGS) โดยระบบเหล่านี้ต้องครอบคลุมและป้องกันได้เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น อีกประการหนึ่งคือการประเมินความปลอดภัยของอุปกรณ์วัดและควบคุมต่าง ๆ

ซึ่งในการดำเนินโครงการนั้นใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้สร้างฐานข้อมูลของเครื่องมือวัด กรอกรายละเอียดต่างๆของตัวอุปกรณ์วัดและควบคุมให้ครบถ้วนโดยออกเป็นเอกสารต่างๆ เหล่านี้ Instrument Index, Instrument I/O Schedule, Instrument Datasheet, Block Diagram, Cable Block Diagram, Cable Schedule และ Material Take-Off (MTO) โดยเอกสารต่าง ๆ เหล่านี้จะทำการประเมินราคาเพื่อให้บริษัทเจ้าของกิจการต่อไป

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. จุดประสงค์ของการจัดโครงการสหกิจศึกษาที่ทางมหาวิทยาลัยคาดหวังกับทางบริษัทไม่ตรงกัน ความเข้าใจของการสหกิจศึกษาไม่เหมือนกัน
2. ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาเครื่องมือวัดและระบบควบคุมที่เคยศึกษายังไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงาน Engineering Design ได้มากพอ
3. ขาดความรู้และประสบการณ์การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานและการเลือกสาย Cable ไปจนถึงเรื่องความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ทางมหาวิทยาลัยควรอธิบายจุดประสงค์ของการจัดทำโครงการสหกิจศึกษาให้ทางบริษัทเข้าใจอย่างละเอียด เพื่อให้การทำงานราบรื่น

2. ศึกษาหาความรู้ด้านเครื่องมือวัดและระบบควบคุมอย่างสม่ำเสมอ

3. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่ไม่เคยเรียนแต่จำเป็นต่อการทำงานในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

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

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

[3] SCASDA เข้าถึงได้จาก http://www.eda.co.th/scada.html

[4] ระบบรักษาความปลอดภัย เข้าถึงได้จาก https://prostask.com/sil/

[5] ประเภทของสายสัญญาณ เข้าได้ถึงจาก https://bboyboy30.wordpress.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้