



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและวางแผนทางด้านวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดของโครงการ  
โรงกลั่นน้ำมัน

Detail Field Instrument for Front End Engineering Design in  
Refinery Project

นางสาวปัญฑารีย์ ตีระแสง

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและวางแผนทางด้านวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดของโครงการ  
โรงกลั่นน้ำมัน

Detail Field Instrument for Front End Engineering Design in  
Refinery Project

นางสาวปัญฑารีย์ ตรีระแสง

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การออกแบบและวางแผนทางด้านวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดของโครงการ  
โรงกลั่นน้ำมัน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวปัญฑารีย์ ตวีระแสง

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.สักรียา ชิตวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายเด่นพงศ์ นันทชมชื่น

สถานประกอบการ บริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

## บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาที่กำหนดให้นักศึกษาทำโครงการร่วมกับทางสถานประกอบการเป็นระยะหนึ่งการภาคเรียนศึกษา ซึ่งรายงานฉบับนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและวางแผนทางด้านวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดของโครงการโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งขั้นตอนการออกแบบและวางแผนทางด้านวิศวกรรมของโครงการที่รับมอบหมายประกอบด้วย การทำ P&ID Development, Database, Instrument List, Instrument Datasheet, Instrument Material Requisition, Instrument Material Take Off ซึ่งข้อมูลจากการทำรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมนี้ ถือเป็นข้อมูลอ้างอิงในการประเมินราคาอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดในการสร้างโรงกลั่นน้ำมันให้เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และยังเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การตัดสินใจในการดำเนินการก่อสร้างของเจ้าของโครงการ

**Cooperative Title:** Detail Field Instrument for Front End Engineering Design in Refinery  
Project

**Student inter name:** Puntaree Threerasang

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

**Advisor name:** Assoc. Prof. Sakreya chitwong

**Mentor name:** Mr. Denpong Nuntachomchuen

**Company:** Amec Foster Wheeler (Thailand) Limited

## ABSTRACT

This cooperative education report is part of the cooperative education program that assigns student to do project together with a company for one semester. This project was to do about detail field instrument for front end engineering design in refinery project. In this project has process of doing in six step are P&ID Development, Database, Instrument List, Instrument Datasheet, Instrument Material Requisition, Instrument Material Take Off. Detail field instrument for front end engineering design can use reference for estimate cost in portion instrument of project and feasibility analysis of project.

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณจากบริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ เมตตา และโอกาสที่ดี สำหรับการที่ได้เข้ามาทำงานในโครงการสหกิจศึกษา ซึ่งสิ่งที่ทางบริษัทได้ให้กับผู้จัดทำนั้นมีประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานอนาคตได้อย่างแน่นอน การได้ทำโครงการสหกิจศึกษากับบริษัทนี้ทำให้ได้เรียนรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ มากมาย ทั้งด้านการทำงาน ทางด้านสังคม ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) และขอขอบคุณคุณคุณเด่นพงศ์ นันทชมชื่น พี่เลี้ยงที่ให้ความรู้ รวมถึงขอขอบคุณทุกคนในแผนก Control & Instrument ที่ดูแลผู้จัดทำมาตลอดสี่เดือนที่ผ่านมาในการทำสหกิจศึกษา

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณ รศ. สักกริยา ชิตวงศ์ อาจารย์ที่ให้คำปรึกษาหรืออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษาที่ให้คำปรึกษา ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ช่วยแก้ไขปัญหาระหว่างการดำเนินการสหกิจให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปัญฑารีย์ ตรีระแสง

## สารบัญ

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ.....	2
1.3 เป้าหมายขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 Front End Engineering Design.....	4
2.1.1 P&ID Development.....	6
2.1.2 การทำ Instrument Database.....	8
2.1.3 การทำ Instrument List.....	11
2.1.4 การทำ Instrument Datasheet.....	11
2.1.5 การทำ Instrument Material Requisition.....	13
2.1.6 การทำ Instrument Material Take Off.....	14
2.2 อุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องในโครงการที่รับผิดชอบ.....	14
2.2.1 เครื่องมือใช้งานเฉพาะแห่ง (Local Instrument).....	14
2.2.2 อุปกรณ์เครื่องส่งสัญญาณไฟฟ้า (Electronic Transmitter).....	19
2.2.3 วาล์วควบคุม (Control Valve).....	21

2.2.4 Pressure Safety Valve.....	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการและการออกแบบ .....	26
3.1 ทำการศึกษา Scope of project .....	26
3.2 ทำการวิเคราะห์ ออกแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้น.....	27
3.2.1 การทำ P&ID Development.....	27
3.2.2 การทำ Instrument Database.....	33
3.2.3 การทำ Instrument List .....	48
3.2.4 การทำ Instrument Datasheet .....	49
3.2.5 การทำ Instrument Material Requisition.....	52
3.2.6 การทำ Preliminary Sizing Orifice Bore.....	55
3.2.7 การทำ Instrument Material Take Off .....	60
บทที่ 4 ผลการดำเนินการออกแบบทางวิศวกรรม .....	64
4.1 ผลของการทำ Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge.....	64
4.1.1 General (ข้อมูลทั่วไปของอุปกรณ์).....	64
4.1.2 Process Conditions (เงื่อนไขของกระบวนการ).....	64
4.1.3 Manometer (เครื่องวัดความดัน).....	65
4.1.4 Separator Seal (Diaphragm Seal) .....	65
4.1.5 Accessories (อุปกรณ์เสริม).....	66
4.1.6 Fabricant Data (ข้อมูลของผู้ผลิต).....	66
4.2 ผลของการทำ Instrument Material Requisition.....	68
4.3 ผลของการทำ Preliminary Sizing Orifice Bore.....	73
4.4 ผลการทำ Instrument Material Take Off.....	75
4.4.1 ตัวอย่างผลของการทำ Material Take Off ของ unite 100 .....	75
บทที่ 5 .....	79

บทวิเคราะห์ผลและสรุปผล .....	79
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน .....	79
5.2 ปัญหาและอุปสรรค .....	79
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา.....	80
บรรณานุกรม.....	81
ประวัติผู้เขียน.....	82

## สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ (เจ้าของลิขสิทธิ์).....	7
รูปที่ 2.2 1 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ (ลูกค้า).....	8
รูปที่ 2.3 เทียบชั่วโมงการทำงานระหว่างใช้ SPI และไม่ใช่ SPI.....	10
รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Instrument list ของโครงการหนึ่ง.....	11
รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง รูปแบบ datasheet ของอุปกรณ์ของโครงการแห่งหนึ่ง.....	12
รูปที่ 2.6 แผ่นออริฟิตมาตรฐาน.....	16
รูปที่ 2.7 Concentric Orifice Plate.....	16
รูปที่ 2.8 Eccentric Orifice Plate.....	17
รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล.....	18
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณกระแสมาตรฐาน.....	21
รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณแรงดันมาตรฐาน.....	21
รูปที่ 3.1รูปแบบการทำ p&id development.....	27
รูปที่ 3.2 PIPING AND EQUIPMENT SYMBOLS (เจ้าของลิขสิทธิ์).....	28
รูปที่ 3.3 INSTRUMENT SYMBOLS (เจ้าของลิขสิทธิ์).....	28
รูปที่ 3.4 P&ID KR-X-103 (เจ้าของลิขสิทธิ์).....	29
รูปที่ 3.5 PIPING AND EQUIPMENT SYMBOLS (CLIENT).....	30
รูปที่ 3.6 INSTRUMENT SYMBOLS (CLIENT).....	30
รูปที่ 3.7 P&ID KR-X-103 (CLIENT).....	31
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างอุปกรณ์บน P&ID (เจ้าของลิขสิทธิ์).....	32
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างอุปกรณ์บน P&ID (CLIENT) ที่ทำการปรับรูปแบบแล้ว.....	32
รูปที่ 3.10ตัวอย่าง loop การทำงานของกระบวนการ.....	34
รูปที่ 3.11 11 Instrument database (Microsoft access).....	34
รูปที่ 3.12 Page login.....	35
รูปที่ 3.13 Page acceptor.....	35
รูปที่ 3.14 การเลือกการทำงาน SmartPlant Instrumentation.....	36
รูปที่ 3.15 ชื่อโครงการที่รับผิดชอบ.....	36
รูปที่ 3.16 เลือกเครื่องมือ index.....	37

รูปที่ 3.17 เลือก browser .....	37
รูปที่ 3.18 เลือก instrument index.....	38
รูปที่ 3.19 เลือก instrument index standard browser.....	38
รูปที่ 3.20 เลือก view : AFW_TOP (Amec foster wheeler Thailand operation) .....	39
รูปที่ 3.21 สร้าง Tag number .....	39
รูปที่ 3.22 กำหนด Tag อุปกรณ์.....	40
รูปที่ 3.23 เลือกประเภทของอุปกรณ์.....	40
รูปที่ 3.24 การกำหนดชื่อ Loop.....	41
รูปที่ 3.25 page loop number properties .....	41
รูปที่ 3.26 page แสดง Tag number properties.....	42
รูปที่ 3.27 การใส่ service ของอุปกรณ์.....	42
รูปที่ 3.28 instrument status .....	43
รูปที่ 3.29 instrument location .....	43
รูปที่ 3.30 instrument line .....	44
รูปที่ 3.31 การเพิ่ม line number .....	44
รูปที่ 3.32 การเลือก pipe material .....	45
รูปที่ 3.33 การเลือก pipe class.....	45
รูปที่ 3.34 การเลือก pipe standard .....	46
รูปที่ 3.35 การเลือก pipe data library.....	46
รูปที่ 3.36 ทำการสร้าง P&ID number .....	47
รูปที่ 3.37 แสดงข้อมูล Tag number properties ของตัวอย่าง orifice plate.....	47
รูปที่ 3.38 database ของ ตัวอย่าง orifice plate .....	48
รูปที่ 3.39 รูปแบบ Instrument list ของโครงการ LC-FINNIG .....	48
รูปที่ 3.40 การเลือก Module Specification .....	49
รูปที่ 3.41 การใส่ Tag Number ของ Pressure Gauge .....	50
รูปที่ 3.42 การเลือก Fluid State.....	50
รูปที่ 3.43 รูปแบบ Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge.....	51
รูปที่ 3.44 หน้าปกของ Instrument Material Requisition.....	52
รูปที่ 3.45 Process Datasheet ของ Orifice Plate FE-608 .....	55
รูปที่ 3.46 การเลือก Module calculation .....	56

รูปที่ 3.47 การเลือก Tag KRFE-0608 .....	56
รูปที่ 3.48 หน้าต่าง Flow Meter Calculation .....	57
รูปที่ 3.49 หน้าต่าง calculation.....	58
รูปที่ 3.50 ผลของการ Calculation .....	59
รูปที่ 3.51 รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off .....	60
รูปที่ 3.52 รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off.....	61
รูปที่ 3.53รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off.....	62
รูปที่ 3.54 รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off.....	63
รูปที่ 4.1 ตัวอย่าง Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge .....	67
รูปที่ 4.2 หน้าปกของ Material Requisition ของ Pressure Gauge .....	68
รูปที่ 4.3 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ).....	69
รูปที่ 4.4 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ).....	70
รูปที่ 4.5 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ).....	71
รูปที่ 4.6 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ).....	72
รูปที่ 4.7 รายงานผลของการคำนวณหาขนาดรูของแผ่นออริฟิต.....	73
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการสรุปการคำนวณแผ่นออริฟิต .....	74

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

บริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการให้บริการทางด้านการออกแบบ และที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม การออกแบบรายละเอียดในส่วนต่างๆของโครงการ การจัดหาอุปกรณ์ของโครงการ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ และยังรวมถึงการก่อสร้าง (Engineering & Construction) โครงการส่วนใหญ่ที่ทางบริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) ได้รับผิดชอบจะเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมประเภทโรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกแก๊ส โรงงานปิโตรเคมีคอล โรงงานผลิตยา ซึ่งในแต่ละโครงการที่ทางบริษัทได้รับผิดชอบนี้ จะมีการใช้ความรู้และเทคนิคทางด้านวิศวกรรมในด้านต่างมาประยุกต์ใช้ในโครงการหนึ่งๆ ได้แก่ วิศวกรรมโครงการ (Project Engineering) วิศวกรรมโยธา (Civil Engineering) วิศวกรรมระบบท่อ (Piping Engineering) วิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering) วิศวกรรมควบคุมและเครื่องมือวัด (Control & Instrument Engineering) วิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering) วิศวกรรมอุปกรณ์ (Static Equipment Engineering) วิศวกรรมกระบวนการ (Process Engineering) วิศวกรรมออกแบบความปลอดภัย (Design safety Engineering) และวิศวกรรมควบคุมกระบวนการ (Process Control Engineering) ซึ่งในทุกแผนกจะทำหน้าที่คล้ายกัน คือการออกแบบ หรือให้คำปรึกษาโครงการที่ได้รับ สำหรับโปรเจกต์ที่อยู่ในส่วนของแผนกควบคุมและเครื่องมือวัด (Control & Instrument) เป็นโครงการสร้างส่วนการผลิตใหม่ของโรงกลั่นน้ำมันแห่งหนึ่งในประเทศสเปน ในส่วนของแผนกควบคุมและเครื่องมือวัดจะทำในส่วนของการทำรายละเอียดข้อมูลทางด้านวิศวกรรม (Front End Engineering Design) ในการออกแบบ จัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือวัดทั้งหมดที่ใช้ในโรงกลั่นน้ำมันนี้ ซึ่งในการออกแบบ จัดซื้ออุปกรณ์ จะต้องมีการใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมในการวิเคราะห์ ออกแบบ เพื่อให้เครื่องมือวัดทั้งหมดในโครงการมีความเหมาะสมและมีมาตรฐานในการสร้างโรงกลั่นน้ำมัน

ในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มหรืออัตราการก่อสร้าง ขยายธุรกิจและอุตสาหกรรมทางด้านโรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซ โรงงานปิโตรเคมีคอล โรงงานผลิตยา หรือโรงงานต่างๆเพิ่มขึ้น ทั้งการสร้างโครงการในส่วนการผลิตขึ้นมาใหม่ หรือการเพิ่มเติมหรือขยายในส่วนของการกระบวนการผลิตจากโครงการที่มีอยู่แล้ว ซึ่งในอุตสาหกรรมที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ เป็นอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูง ต้องมีการออกแบบ วิเคราะห์ และวางแผนในการดำเนินการก่อสร้างอย่างละเอียด และได้รับมาตรฐาน และยังต้องมีการติดตั้งระบบการควบคุมและระบบป้องกันอันตรายเพื่อความปลอดภัยใน

การบวนการผลิต เนื่องจากกระบวนการในการผลิตเกี่ยวข้องกับสารเคมีจำนวนมาก รวมถึงก๊าซพิษที่ได้จากกระบวนการผลิต ถ้าหากเกิดเหตุฉุกเฉิน หรือเกิดความผิดพลาดขึ้นมา เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนใดส่วนหนึ่งในโครงการทำงานไม่ได้ตามมาตรฐาน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อระบบการผลิต อันตรายต่อชีวิตของพนักงาน หรือเกิดมลพิษตกค้างในอากาศ กระทบต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งจะเห็นได้ว่าการก่อสร้างอุตสาหกรรม หรือโครงการต่างๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและมาตรฐานในการก่อสร้างเป็นอันดับแรก ดังนั้น ทางบริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จึงต้องมีการวิเคราะห์ ออกแบบในการเลือกซื้ออุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละโครงการที่รับผิดชอบให้เหมาะสมและได้รับมาตรฐาน

## 1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อศึกษาการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเบื้องต้นของโรงกลั่นน้ำมัน
2. เพื่อศึกษาการทำงานในตำแหน่งวิศวกรเครื่องมือวัด
3. เพื่อศึกษารายละเอียดข้อมูลของเครื่องมือวัดสำหรับการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเบื้องต้น
4. เพื่อศึกษาพื้นฐานข้อมูลทางด้านเครื่องมือวัดในโครงการ
5. เพื่อศึกษา P&ID DIAGRAM ของโรงกลั่นน้ำมัน
6. เพื่อศึกษาการคำนวณเบื้องต้น สำหรับ FLOW ORIFICE AND RESTRICTION ORIFICE
7. เพื่อศึกษาการถอดวัสดุ P&ID ทางด้านเครื่องมือวัด เพื่อใช้ในการประเมินราคาของโครงการในส่วนของเครื่องมือวัด

## 1.3 เป้าหมายขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้เป็นการทำรายละเอียดข้อมูลการออกแบบทางด้านวิศวกรรมในส่วนของเครื่องมือวัด เพื่อใช้ในการประเมินราคาอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดในการสร้างโรงกลั่นน้ำมันให้เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจการทำงานในส่วนงานวิศวกรรมเครื่องมือวัดในบริษัทที่ปรึกษาทางด้านวิศวกรรม
2. เข้าใจโครงการเบื้องต้นของบริษัทที่ปรึกษาทางด้านวิศวกรรม
3. เข้าใจหน้าที่ของวิศวกรเครื่องมือวัดในโครงการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเบื้องต้น
4. เข้าใจและสามารถอ่าน P&ID ได้
5. เข้าใจฐานเครื่องมือเบื้องต้นของเครื่องมือวัดสำหรับโครงการ
6. เข้าใจการถอดวัสดุทางด้านเครื่องมือ

7. วัดจาก P&ID เพื่อใช้ในการประเมินราคาของโครงการ
8. สามารถใช้งานเบื้องต้นของโปรแกรมประยุกต์สำหรับเครื่องมือวัด
9. เข้าใจการคำนวณเบื้องต้นและเลือกขนาดของแผ่น ORIFICE

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการในการทำรายละเอียดข้อมูลของระบบเครื่องมือวัด และขั้นตอนเบื้องต้นของการทำ FEED (FRONT END ENGINEERING DESIGN) สำหรับโครงการหนึ่งๆ รวมถึงวิธีการออกแบบทางวิศวกรรมและรายละเอียดของระบบเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการทำโครงการ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของการทำงานแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย ดังนี้

#### 2.1 Front End Engineering Design

FRONT END ENGINEERING DESIGN (FEED) หมายถึง การออกแบบทางด้านวิศวกรรมเบื้องต้น การออกแบบทางวิศวกรรมนี้ จะมีการออกแบบแนวคิดหรือศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการก่อน ซึ่งการออกแบบจะมุ่งเน้นถึงข้อกำหนดทางเทคนิคและรวมถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมดของโครงการ ซึ่งรายละเอียดในการออกแบบทางวิศวกรรมนี้มีการครอบคลุมในส่วนต่างๆของโครงการ และยัง เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปิดประมูลเสนอราคาสัญญาสำหรับโครงการนั้นๆในช่วงการออกแบบวิศวกรรมจัดหา และก่อสร้าง (Engineering Procurement Construction) ต่อไป

การออกแบบทางด้านวิศวกรรมเบื้องต้น (FEED) มีบทบาทสำคัญในการจัดทำโครงการเพื่อความสำเร็จ FEED ประกอบด้วยขอบเขตของโครงการโดยละเอียด งบประมาณโครงการทั้งหมดในระยะเวลาของการดำเนินการและการประเมินความเสี่ยงซึ่งได้ทำการรวบรวมเพื่อช่วยลดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในระหว่างขั้นตอนการออกแบบและการว่าจ้างและสามารถช่วยสร้างคุณค่าที่ยั่งยืนตลอดวงจรกระบวนการผลิต

FEED ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของแนวคิดของโครงการ ในการศึกษาความเป็นไปได้และการศึกษาความคิดเบื้องต้นจะช่วยให้การดำเนินการทำธุรกิจของโครงการมีต้นทุน งบประมาณอยู่ในช่วง  $\pm 30-40\%$  ซึ่งถ้าหากขั้นตอนการทำ FEED ที่ได้รับการสนับสนุนและดำเนินการอย่างดีจะสามารถทำให้ต้นทุนของการดำเนินธุรกิจของโครงการลดลงได้อีก  $\pm 10\%$  ถึงแม้ว่างบประมาณของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานจะแตกต่างกันไปตามอุตสาหกรรมและความต้องการของลูกค้าและการทำ FEED ที่ดีนั้นยังช่วยให้องค์กรสามารถเข้าใจข้อกำหนดทางเทคนิคของโครงการได้อย่างละเอียด ข้อกำหนดเหล่านี้รวมถึงโครงสร้างของระบบควบคุมรายการอุปกรณ์แผนผังการไหลของกระบวนการแผนผังระบบท่อและเครื่องมือ (P & ID) การเชื่อมต่อ I/O และข้อกำหนดด้านมอเตอร์และไฟฟ้ารวมถึงสิ่งอื่นๆ

ในการออกแบบทางด้านวิศวกรรมที่ดีนั้น จะต้องมีการออกแบบเพื่อตอบสนองตามความต้องการของลูกค้าและหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความผิดพลาดรวมถึงการเปลี่ยนแปลงข้อตกลงต่างๆในระหว่าง

การดำเนินงาน โดยทั่วไปแล้วการออกแบบทางวิศวกรรมจะมีการทำสัญญาว่าจ้างในแต่ละโครงการเป็นระยะเวลาตามที่ตกลงกันขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการ ซึ่งในระแวงเวลาดังกล่าวนี้ทางลูกค้าและผู้รับเหมาจะมีการติดต่อสื่อสาร เพื่อให้ทราบถึงความคืบหน้าของโครงการ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างกา รดำเนินงาน

โครงการ FEED จะมุ่งเน้นถึงข้อกำหนดทางเทคนิครวมถึงการประเมินราคาในการลงทุนซึ่งมี การประเมินราคาจากข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อใช้ในการกำหนดราคาสำหรับขั้นตอน การดำเนินงานของโครงการและประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น โดยปกติแล้วจะมีการแยกประเภทของ ข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนา ตามข้อมูลต่อไปนี้ โครงสร้างขององค์กร ขอบเขตของโครงการ เช่น ทางด้าน วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเคมี ความปลอดภัย การออกแบบอุปกรณ์ให้มีความ ปลอดภัย แบบจำลองเบื้องต้น 2 มิติ และ 3 มิติ ทางด้านเค้าโครงอุปกรณ์และแผนการติดตั้ง ออกแบบ พัฒนาบรรจุภัณฑ์วิศวกรรม รายการอุปกรณ์ เป็นต้น แผนภาพกระบวนการผลิต ระยะเวลาโครงการ งบประมาณในการประมูล ทางบริษัทจะทำการพัฒนาข้อมูลเหล่านี้ ก่อนเสนอใบประเมินราคา

โดยปกติแล้วการออกแบบทางด้านวิศวกรรม จัดหา และก่อสร้าง จะรับผิดชอบโครงการใน อุตสาหกรรมประเภท อุตสาหกรรมปิโตรเคมี โรงกลั่นน้ำมัน การแปรรูปทางเคมี การออกแบบ สายการผลิต โรงงานผลิตยา เป็นต้น

วิธีการของการออกแบบทางด้านวิศวกรรม คือการมองโครงการก่อนจะทำการออก แบบอย่างละเอียด ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววิศวกรจะเป็นผู้พิจารณาโครงการอย่างละเอียดและเป็นเหตุเป็นผล ตัวอย่างข้อมูลที่ทางวิศวกรจะใช้ในการพิจารณา ดังนี้

Degree of automation : ขึ้นอยู่กับแอปพลิเคชันที่ได้รับการพิจารณาระบบอัตโนมัติ อาจเหมาะสมหรือไม่เหมาะสม การกำหนดปริมาณของระบบอัตโนมัติในโครงการจะช่วยให้การกำหนดค่า อุปกรณ์ ค่าใช้จ่าย

Rates and levels : เพื่อให้ได้อัตราหรือระดับหนึ่ง เช่น จำนวนอุปกรณ์ วัสดุอุปกรณ์ และ ระบบอัตโนมัติที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการ การกำหนดอัตราและพารามิเตอร์ที่จะผลต่อต้นทุนของ โครงการและระยะเวลาโดยรวม

Material specifications : วัสดุบางอย่างไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้หรือทนต่อการใช้งาน ทางกายภาพได้ ในทางวิศวกรรมขั้นพื้นฐานจึงมีการกำหนดวัสดุในการก่อสร้างเพื่อให้เกิดการทำงานอย่าง มีประสิทธิภาพ

Standards and guidelines : ในทุกอุตสาหกรรมจะมีมาตรฐาน แนวทาง และมีการ ควบคุมอุตสาหกรรมหลายอย่าง มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต ซึ่งมีการพัฒนาขึ้นสำหรับ

อุตสาหกรรมเหล่านั้น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานและข้อบังคับที่กำหนด ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อต้นทุนหรือระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการ

Assumptions, Exclusions, and potential problems : ในการออกแบบเบื้องต้นทางด้านวิศวกรรมจะพยายามหาปัญหา ข้อสันนิษฐานหรือข้อยกเว้นที่เป็นไปได้ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อโครงการระหว่างการดำเนินงาน การที่สามารถระบุสิ่งเหล่านี้ได้ในขั้นตอนการออกแบบเพื่อสามารถสรุปปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ถือเป็นเป้าหมายสำคัญในการออกแบบทางด้านวิศวกรรม

วิธีการออกแบบเบื้องต้นทางด้านวิศวกรรมของระบบเครื่องมือวัดในส่วนโครงการที่รับมอบหมาย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 2.1.1 P&ID Development

P&ID (piping and instrumentation diagram) หมายถึง แผนผังระบบท่อและระบบเครื่องมือวัด เป็นแผนภาพโดยละเอียดกระบวนการในอุตสาหกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นระบบท่อและกระบวนการไหลรวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ควบคุม แผนภาพที่แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในกระบวนการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ ในกระบวนการอุตสาหกรรมจะใช้ชุดสัญลักษณ์มาตรฐานเพื่อใช้ในการวาดแผนภาพ ซึ่งส่วนใหญ่จะอ้างอิงถึงมาตรฐาน ISA 5.1 (Instrumentation Symbols and Identification) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล แผนภาพระบบท่อและอุปกรณ์โดยปกติจะประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้ ท่อของกระบวนการ ขนาดของท่อ ชนิดของท่อ หมายเลขของสายท่อ ทิศทางการไหล วาล์วต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในระบบท่อ (ทั้งชนิด ขนาด และลำดับการติดตั้ง) การหุ้มฉนวนท่อ ข้อต่อลด (reducer) ความลาดเอียงของท่อ (ถ้าท่อนั้นจำเป็นต้องมี) ในส่วนของอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดนั้นก็จะมีการระบุชนิด (อุณหภูมิ ความดัน ระดับ อัตราการไหล) รูปแบบการวัด (แสดงผลที่ตัวอุปกรณ์วัด ส่งสัญญาณไปแสดงผลยังห้องควบคุม ทั้งแสดงผลที่ตัวอุปกรณ์และส่งสัญญาณไปแสดงผลที่ห้องควบคุม ส่งสัญญาณไปควบคุมวาล์วปรับอัตราการไหล) ตำแหน่งการติดตั้ง เป็นต้น

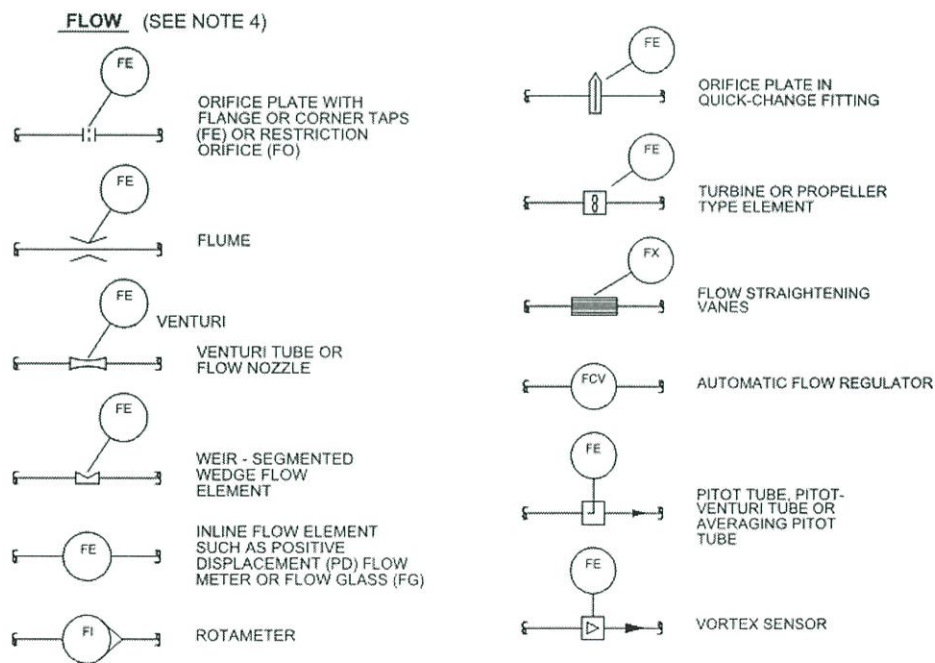
P&ID ถูกวาดขึ้นในขั้นตอนการออกแบบจากการรวบรวมของข้อมูลการไหลของกระบวนการการออกแบบอุปกรณ์กระบวนการเชิงกลและการออกแบบเครื่องมือวัด ในขั้นตอนการออกแบบไดอะแกรมยังเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแผนการควบคุมระบบเพื่อให้สามารถตรวจสอบความปลอดภัยและการดำเนินงานได้ เช่นการศึกษาเรื่องอันตรายและการใช้งาน (HAZOP : A Hazard And Operability Study )การทำเช่นนี้ถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะแสดงให้เห็นถึงลำดับทางกายภาพของอุปกรณ์และระบบตลอดจนวิธีเชื่อมต่อระบบเหล่านี้

เริ่มแรกในการออกแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้นของโครงการนั้น ทางบริษัทที่รับผิดชอบในการออกแบบและทางลูกค้าที่เป็นเจ้าของโครงการจะทำการประชุม ทำความเข้าใจและข้อตกลงเกี่ยวกับโครงการที่ได้รับมอบหมายอย่างละเอียด และเป็นที่ยอมรับของทั้งสองฝ่าย ในการสร้าง

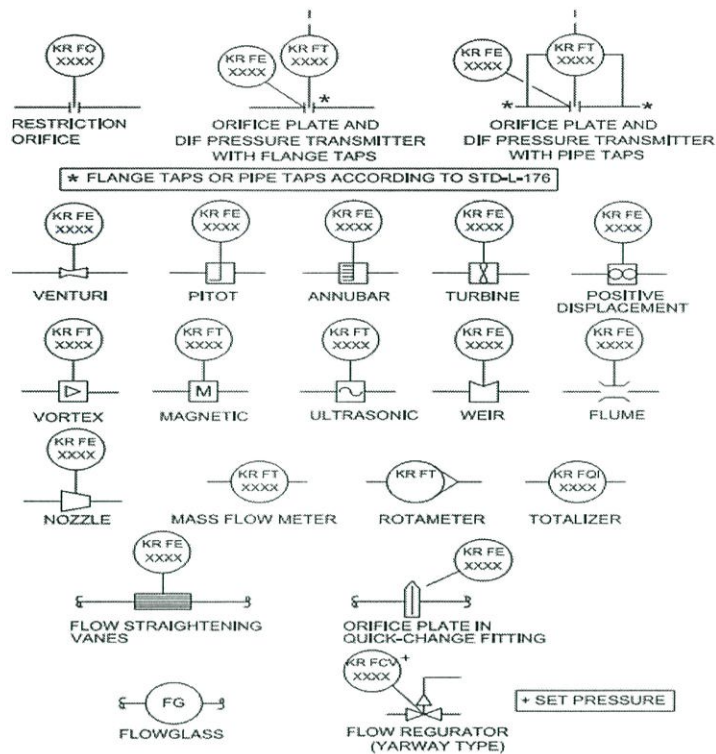
โครงการนี้ทางลูกค้าจะทำการเลือกเทคโนโลยีที่มีการคิดค้นและสร้างขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีการจดลิขสิทธิ์หรือจดสิทธิบัตร เราจะเรียกเจ้าของเทคโนโลยีที่ทำการจดสิทธิบัตรว่า Licensor เมื่อทางลูกค้าได้ตัดสินใจเลือกเจ้าของลิขสิทธิ์ ที่สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการได้แล้ว ทางด้านเจ้าของลิขสิทธิ์ Licensor จะทำการส่งข้อมูลของเทคโนโลยีในรูปแบบของ P&ID รวมถึงข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบ เช่น Process Datasheet, Instrument Datasheet, Mechanical Datasheet และอื่นๆ

ในการเขียน P&ID ของแต่ละเจ้าของลิขสิทธิ์ จะมีมาตรฐานในการเขียนที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละแห่ง เมื่อทางลูกค้าได้รับ P&ID จากทางเจ้าของลิขสิทธิ์ จะส่งมอบ P&ID ให้แก่ทางบริษัทที่รับผิดชอบในการออกแบบทางวิศวกรรม โดยทางบริษัทจะทำการปรับรูปแบบการเขียน P&ID ที่ได้รับจากเจ้าของลิขสิทธิ์ ปรับรูปแบบการเขียนให้เป็นไปตามมาตรฐานของทางลูกค้า

ซึ่งจะทำการยกตัวอย่างสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ในการเขียน P&ID ของทาง เจ้าของลิขสิทธิ์ และทางลูกค้า จะสังเกตถึงความแตกต่างของสัญลักษณ์อุปกรณ์ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละแห่ง ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ (เจ้าของลิขสิทธิ์)



รูปที่ 2.2 1 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ (ลูกค้า)

## 2.1.2 การทำ Instrument Database

เป็นการจัดการข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโปรเจกต์ที่รับผิดชอบ โดยนำข้อมูลจาก P&ID ที่ทำการปรับรูปแบบตามมาตรฐานของลูกค้า ในโปรเจกต์นี้ทางลูกค้าได้มีการทำ database โดยใช้ซอฟต์แวร์ Smartplant Instrumentation (INtools) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานมากมาย ทั้งทางด้านวิศวกรรมและการออกแบบ เช่น การสร้างรายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์ ฟังก์ชันในการคำนวณค่าต่างๆของอุปกรณ์ และยังมีการใช้ซอฟต์แวร์อื่นๆ เช่น Microsoft Access ,Microsoft excel ในการช่วยทำ database อีกด้วย ซึ่งในส่วนของฐานข้อมูลนี้ สามารถประยุกต์ใช้ในขั้นตอนต่อไปและอ้างอิงเมื่อเกิดความผิดพลาดในภายหลังได้

### 2.1.2.1 Smartplant Instrumentation (INtools)

SmartPlant Instrumentation หรือ INtools-ถือว่าเป็นเครื่องมือชั้นนำของอุตสาหกรรมช่วยในการเพิ่มผลผลิตและลดความเสี่ยงในการดำเนินโครงการของ EPC (Engineering Procurement&Construction) และเป็นแหล่งข้อมูลการเข้าถึงข้อมูลเครื่องมือทั้งหมดสำหรับเจ้าของโครงการเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและเพิ่มเวลาในการทำงาน

นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสิ่งที่ต้องการได้จากแหล่งข้อมูลเดียวและมีคุณสมบัติในการจัดการและแสดงผล การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ความสามารถในการใช้งานในการออกแบบและการใช้งานทางด้านวิศวกรรม และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพข้อมูล ในปัจจุบัน SmartPlant Instrumentation ได้มีการปรับปรุง การใช้งานโดยให้ความสำคัญกับการทำงานของผู้ใช้งาน ซึ่งมีรูปลักษณะทันสมัย มีฟังก์ชันการทำงานที่ เข้าใจได้ง่ายซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยปราศจากความสับสนของ ตัวเลือกมากเกินไปหรือคำศัพท์เฉพาะด้านที่ซับซ้อน การดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีสาขาวิชา จำนวนมาก การเชื่อมต่อการดำเนินงานเหล่านี้จะทำงานอย่างชาญฉลาด เพื่อสนับสนุนการดำเนินการ ก่อสร้างโครงการที่จะเกิดขึ้น ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation จะสามารถนำเสนองานแบบอิน เทอร์เฟซ (Interface) เป็นการการเชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งาน โดยที่สามารถถ่ายโอนข้อมูล จากกันถึงกันได้ เช่น

Process Task เป็นการเรียกดูข้อมูลกระบวนการจาก SmartPlant Instrumentation หรือการแก้ไขและเพิ่มข้อมูลเพื่อกำหนดรูปแบบการออกแบบสำหรับอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัด

Instrument Index Task เป็นการเรียกใช้งานและขยายฐานข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือวัด ซึ่งรายละเอียดข้อมูลเหล่านี้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก P&ID

Specification Task เป็นการใช้งานเพื่อสร้างรายละเอียดชี้เฉพาะของอุปกรณ์ตัวนั้น รวมถึง บอกข้อมูลของอุปกรณ์ซึ่งข้อมูลเหล่านี้อาจมีความเกี่ยวข้องกับบริษัทผู้ขาย

Wiring Task เป็นการใช้งานเพื่อกำหนดการติดตั้งเกี่ยวกับสายเคเบิล Junction Box และ สภาพแวดล้อมในการเดินสายเคเบิลเพื่อเชื่อมต่อเครื่องกับระบบควบคุม

Calibration Task เป็นการใช้งานเพื่อสอบเทียบอุปกรณ์ซึ่งได้รับการสนับสนุนการทำงาน แบบ Interface ระหว่าง การสอบเทียบของ Fluke และการจัดการระบบของ SmartPlant Instrumentation เพื่อให้ได้ผลการการสอบเทียบที่มีความถูกต้องและแม่นยำ

รูปต่อไปนี้จะแสดงถึงจำนวนชั่วโมงการทำงานในการก่อสร้างโครงการหนึ่ง ซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ การทำงานโดยไม่ใช้ SmartPlant Instrumentation (SPI) และการทำงานโดยใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation (SPI) ประยุกต์ใช้ในการทำงาน

Tasks	Labor Hours	
	Without SPI*	With SPI*
Instrument Index	200	150
Specification Sheet	200	100
Wiring	300	200
Associated Documentation and Change Management	200	50
Other	100	100
<b>Total Project</b>	<b>1000</b>	<b>600</b>

**40% Savings**

รูปที่ 2.3 เปรียบชั่วโมงการทำงานระหว่างใช้ SPI และไม่ใช่ SPI

จะเห็นได้ว่า การทำงานโดยใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation (SPI) จะสามารถลด ชั่วโมงการทำงาน ได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนั้นในขั้นตอนการทำ Database ยังมีการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์อื่นๆในการทำงานด้วย ทั้ง Microsoft Access ,Microsoft excel เนื่องจาก SPI ในการแก้ไขข้อมูลไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้โดยการเลือกที่ข้อความที่ต้องการแก้ไขได้ทันที ถ้าหากมีการแก้ไขข้อมูลจำนวนมากจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการในขั้นตอนนี้ ซึ่งจึงได้มีการประยุกต์ใช้ Microsoft Access ในการทำฐานข้อมูลสำรองขึ้นมา เพื่อสะดวกในการแก้ไข และยังทำให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล เนื่องจากมีฟังก์ชันการทำงานที่ชื่อว่า Query เป็นรูปแบบการทำงานที่สะดวกในการสืบหาข้อมูล และยังมีมีการประยุกต์ใช้ Microsoft excel ในการทำฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตารางหรือการนับจำนวน ซึ่งเรามีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนการทำ Instrument Material Take Off ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

### 2.1.3 การทำ Instrument List

เปรียบเสมือนรายงานเอกสารบอกรายละเอียดของระบบเครื่องมือวัดทั้งหมดในโครงการ เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ เช่น Loop number, Tag number, Service, P&ID number, ประเภทของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นการนำข้อมูลจาก Instrument database รูปแบบในการบอกรายละเอียดข้อมูลที่ต้องการทราบเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทางลูกค้าจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบรายละเอียดของข้อมูลเอง ซึ่ง Instrument list เหมาะกับการทำงานที่หน้างานจริง อย่างเช่น เราต้องการทราบตำแหน่งประเภทของอุปกรณ์ service อุปกรณ์ ซึ่งเราสามารถทราบได้จากข้อมูลของ Instrument list ได้

INSTRUMENT LIST											Document No	
LC-FINING											FEED-LIS-1401GB13A-I-001	
SAN ROQUE (ESPAÑA)											Page	
FW-Contract No : 1401GB13A											3	
Company Name : CEPISA											Rev	
											A	
UNIT	Loop No.	Tag Number	Service Description	Instrument Type	IO Signal	System	PID No.	Line No.	Equipment	Status	Location	Remarks
100	KR-FC-1001	KR-FE-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	FLOW CONTROL	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-FC-1001	KR-FE-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	ORFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"VM-1008-A030CA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-FC-1001	KR-FI-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	LOCAL INDICATOR	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	AT LV
100	KR-FC-1001	KR-FI-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	DP FLOW TRANSMITTER ON DCS	DCS-AI	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"VM-1008-A030CA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1002	KR-FE-1002	COLD SR VGO TO KR-P-601A/B	ORFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1001-A030CA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1002	KR-FI-1002	COLD SR VGO TO KR-P-601A/B	FLOW INDICATOR ON DCS	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-FI-1002	KR-FI-1002	COLD SR VGO TO KR-P-601A/B	WIRELESS DP FLOW TRANSMITTER ON DCS	WIRELESS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1001-A030CA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1003	KR-FE-1003	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A	ORFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GO-1001-A030CA-N	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1003	KR-FI-1003	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A	FLOW INDICATOR ON DCS	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-FI-1003	KR-FI-1003	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A	WIRELESS DP FLOW TRANSMITTER ON DCS	WIRELESS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GO-1001-A030CA-N	-	NEW	FIELD	
100	KR-FO-1001	KR-FO-1001	KR-V-133 LEVEL	RESTRICTION ORFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	2"CM-1004-A032DA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-LC-1001	KR-LAH-1001	KR-V-133 LEVEL	LEVEL ALARM HIGH	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LAL-1001	KR-V-133 LEVEL	LEVEL ALARM LOW	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LC-1001	KR-V-133 LEVEL	LEVEL CONTROL	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LJ-1001	KR-V-133 LEVEL	LOCAL INDICATOR	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	AT LV
100	KR-LC-1001	KR-LV-1001	KR-V-133 LEVEL	DISPLACER LEVEL TRANSMITTER ON DCS	DCS-AI	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	
100	KR-LC-1001	KR-LV-1001	CM KR-V-133 TO HEADER	CONTROL VALVE	DCS-AO	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"CM-1002-A032DA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-LC-1001	KR-LV-1001	KR-V-133 LEVEL	DCS FUNCTION	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LV-1001	CM KR-V-133 TO HEADER	SP POSITIONER	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	
100	KR-LG-1002	KR-LG-1002	KR-V-133 LEVEL	LEVEL GAUGE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	KR-V-133	NEW	FIELD	
100	KR-PG-1001	KR-PG-1001	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A/B	PRESSURE GAUGE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GO-1001-A030CA-N	-	NEW	FIELD	
100	KR-PG-1002	KR-PG-1002	COLD SR VGO OSBL TO KR-P-601A/B	PRESSURE GAUGE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1001-A030CA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-PSV-1001	KR-PSV-1001	KR-V-133 OUTLET RELIEF VALVE	PRESSURE SAFETY VALVE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	2"CM-1003-A032DA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-PSV-1002	KR-PSV-1002A	KR-E-130A OUTLET RELIEF VALVE	PRESSURE SAFETY VALVE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1032-M0331AA	-	NEW	FIELD	
100	KR-PSV-1002	KR-PSV-1002B	KR-E-130A PRESSURE RELIEF VALVE	PRESSURE SAFETY VALVE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1032-M0331AA	-	NEW	FIELD	
100	KR-TC-1001	KR-TAH-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE ALARM HIGH	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TAL-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE ALARM LOW	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TC-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE CONTROL	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TE-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	THERMOCOUPLE TYPE K MULTIPLEX	DCS-AI(MUX)	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1032-M0331AA-V	-	NEW	FIELD	DUAL
100	KR-TC-1001	KR-TI-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE INDICATOR ON DCS	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TI-1001A	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	LOCAL INDICATOR	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	AT LV
100	KR-TC-1001	KR-TT-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE TRANSMITTER ON DCS	DCS-AI	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1002-M0331AA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-TC-1001	KR-TW-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	THERMOWELL	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8"GOV-1002-M0331AA-V	-	NEW	FIELD	

รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Instrument list ของโครงการหนึ่ง

### 2.1.4 การทำ Instrument Datasheet

เป็นเอกสารที่รวบรวมข้อมูลคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์นั้นๆในระบบเครื่องมือวัดสำหรับโครงการที่รับผิดชอบ ซึ่งจะบอกคุณสมบัติทั้งในส่วนประกอบของอุปกรณ์ เงื่อนไขความสามารถในการทำงาน วัสดุในการผลิต อุปกรณ์เสริมที่ติดตั้งพร้อมๆกับอุปกรณ์ เป็นต้น โดยมีการจัดข้อมูลออกเป็นหัวข้อให้เราสามารถพิจารณาคุณสมบัติของอุปกรณ์ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจการเลือกซื้ออุปกรณ์

โดยทั่วไปแล้ว Datasheet จะประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้ ข้อมูลทั่วไป (General) ข้อมูลเงื่อนไขของกระบวนการ(Process Conditions) ข้อมูลของโครงสร้างของอุปกรณ์ (Instruments) อุปกรณ์เสริมในการติดตั้ง (Accessories) ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ผลิต(Fabricant Data)

GENERAL	1	Tag	
	2	Servicio	
	3	No. Línea	P&ID
	4	Equipo	
	5		
CONDICIONES PROCESO	6	Fluido	Estado
	7	Sólidos en suspensión	Comp. corrosivos
	8	Presión	Normal
	9		Máxima
	10	Presión de Diseño	
	11	Temperatura Normal	
	12	Temperatura de Diseño	
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
MANÓMETRO	18	Tipo de medida	
	19	Escala	
	20	Montaje	
	21	Conexión a proceso	
	22	Estera	Diámetro
	23		Características
	24	Tipo Elemento sensor	
	25	Material del Elemento sensor	
	26		Material
	27		Aguja
	28	Caja	Cierre
	29		Disco
	30		Visor
	31	Precisión	
	32	Sobrepresión	
	33	Protección mecánica	
	34		
35			
SELLO SEPARADOR	36	Tipo	
	37	Conexión Proceso	
	38	Material Diafragma	
	39	Fluido de Relleno	
	40	Conexión al instrumento	
	41	Capilar	Material
	42		
43			
ACCESORIOS	44	Sifón	
	45	Amortiguador de pulsaciones	
	46	Enfriador de aletas	
	47	Limitador de presión	
	48	Caja preparada para rellenar con glicerina	
	49	Válvula de exceso de caudal	
	50		
DATOS FABRICANTE	51	Fabricante	N serie
	52	Modelo	
	53	N Requisición	Código SAP
	54		
Notas Proceso:			Notas Instrumentación: See notes

รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง รูปแบบ datasheet ของอุปกรณ์ของโครงการแห่งหนึ่ง

เอกสารที่ใช้ในการอ้างอิงในการทำรายละเอียดข้อมูลของ Instrument Datasheet ของโครงการหนึ่งๆนั้น ในการทำข้อมูล โดยมีการนำข้อมูลจาก Process Datasheet ของอุปกรณ์นั้นๆ รวมถึง มาตรฐานในการอ้างอิง บางโครงการอาจจะอ้างอิงข้อมูลจาก Project Specification ซึ่งทางเจ้าของโครงการได้แนบเอกสารนี้พร้อมกับ P&ID หรืออ้างอิงข้อมูลจาก Company Specification ของ

ทางบริษัทที่ได้รับผิด ขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างเจ้าของโครงการและบริษัทที่รับผิดชอบในการดำเนินการ

### 2.1.5 การทำ Instrument Material Requisition

เอกสารการขอซื้อ ที่ใช้สำหรับการแจ้งไปยังหน่วยงานจัดซื้อ/จัดหา เพื่อบอกความต้องการวัสดุ (Material) และ/หรืองานบริการ (Service) และใช้ติดตามสถานะงานซื้อที่กำลังดำเนินการ จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนของวัสดุหรืองานบริการที่ต้องการและวันที่ต้องการ

หรือเป็นใบสั่งซื้อสินค้า เอกสารจะบอกถึงรายละเอียดความต้องการในการเลือกซื้ออุปกรณ์ เช่น มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง วัสดุในการผลิต เพื่อนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจการเลือกซื้ออุปกรณ์

แบบฟอร์มการขอวัสดุมีสองจุดประสงค์หลัก ประการแรกใช้ในการบันทึกการเคลื่อนไหวของวัสดุตลอดกระบวนการผลิต เมื่อบริษัทสั่งซื้อสินค้า สินค้าจะถูกส่งไปยังที่จัดเก็บตามความเหมาะสม นี่เป็นเส้นทางการตรวจสอบที่แสดงเมื่อมีการซื้อสินค้าและเมื่อมีการจัดส่ง เมื่อขึ้นการผลิตต้องการวัสดุมากขึ้นจะขอข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าพร้อมกับแบบฟอร์มการขอวัสดุอีกครั้งเพื่อแสดงเมื่อสินค้าถูกย้ายจากที่เก็บสินค้าไปยังโรงงานผลิต เอกสารเหล่านี้สามารถช่วยให้ทราบว่าเมื่อใดควรสั่งซื้อวัสดุเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่นหากเห็นว่าสินค้ามีสำรองในที่จัดเก็บเป็นเวลาหลายเดือนก่อนที่จะนำไปผลิต อาจะหยุดสั่งซื้อวัสดุเหล่านั้นได้

บุคคลที่เกี่ยวข้องกับงานจัดซื้อ

1. ผู้ใช้งาน หรืออีกนัยหนึ่งคือ user, requester คือผู้ที่มีความจำเป็นต้องใช้สินค้าหรือบริการ อาทิเช่น แผนกซ่อมบำรุงมักต้องการ อะไหล่ (Spare part) หรือฝ่ายผลิตต้องการวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตสินค้า และมีหน้าที่ต้องยืนยัน (Validate) specification ที่ผู้ขายสินค้าเสนอราคา เพื่อให้เจ้าหน้าที่จัดซื้อดำเนินการต่อเรื่องราคาและเงื่อนไขการชำระเงินต่อไป กลุ่มนี้จึงเป็นกลุ่มหลักที่ต้องการและเกี่ยวข้องกับใบขอซื้อ

2. เจ้าหน้าที่จัดซื้อ หรือ นักจัดซื้อ ผู้มีหน้าที่จัดหาผู้ผลิตสินค้า หรือผู้ขายสินค้า เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ (Specification) จำนวน และองค์ประกอบความต้องการอื่น ๆ ที่ผู้ใช้งานระบุไว้ในเอกสารเพื่อขอให้ supplier เสนอราคา หรือ RFQ (Requirement for quotation) โดยหน้าที่สำคัญของนักจัดซื้อคือการเปรียบเทียบคุณสมบัติของสินค้าราคา และระยะเวลาในการส่งมอบสินค้า เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณสมบัติถูกต้องและราคาที่เหมาะสมกับราคาตลาด หรือราคาที่ต่ำที่สุดคือต่ำกว่าราคาตลาดอื่นเนื่องจากการต่อรองของนักจัดซื้อ กลุ่มนี้จึงเป็นอีกกลุ่มที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับใบขอซื้อ

3. ผู้ผลิตสินค้า หรือ ผู้ขายสินค้า (Supplier, Vendor) คือผู้จัดหาสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งอาจจะอยู่ในลักษณะของผลิตเอง ขายเอง เป็นตัวแทนจำหน่ายเพียงอย่างเดียว (Trading) หรือเป็นตัวแทนจำหน่ายเฉพาะสินค้าที่หอนั้นโดยเฉพาะ (Representative)

4. แผนกบัญชี และแผนกการเงิน เมื่อกิจกรรมจัดซื้อบรรลุดำเนินการเสร็จเรียบร้อย คราวนี้ถึงเวลาต้องจ่ายเงินให้กับบรรดา supplier กันแล้วล่ะค่ะ บางบริษัทอาจจะรวมหรือแยกสองแผนกนี้ขึ้นอยู่กับขนาดขององค์กร แต่อย่างไรก็ตามทั้งสองแผนกนี้มีหน้าที่ต้องดำเนินการจ่ายเงินค่าสินค้าหรือบริการที่บริษัทได้รับสมประสงค์แล้วให้แก่ supplier ตามกำหนดเวลาที่ได้ตกลงกันไว้ ส่วนกลุ่มนี้เกี่ยวข้องกับใบขอซื้อ

### 2.1.6 การทำ Instrument Material Take Off

Material Take Off เป็นคำที่ใช้ในด้านวิศวกรรมและการก่อสร้างและหมายถึงรายการวัสดุโดยบอกรายละเอียดข้อมูลในเชิงปริมาณและชนิด ที่จำเป็นในการสร้างโครงสร้างหรือรายการที่ออกแบบมา รายการนี้ถูกสร้างขึ้นโดยการวิเคราะห์ของเอกสารการออกแบบ รายการวัสดุที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้างบางครั้งจะเรียกว่ารายการวัสดุถอด (MTO)

ซึ่งในขั้นตอนของการทำ Material Take Off ถือว่าเป็นหัวใจของการดำเนินงานในการทำ FEED เพราะข้อมูลที่ได้หลังจากขั้นตอนนี้ จะนำข้อมูลไปประเมินค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการก่อสร้างโครงการ และยังเป็นข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงของทางลูกค้าหรือเจ้าโครงการในการตัดสินใจจะดำเนินโครงการต่อไปหรือไม่

Instrument Material Take Off เป็นการนับจำนวนอุปกรณ์ระบบเครื่องทั้งหมดที่ใช้โครงการ ซึ่งจะมีทั้งส่วนวิศวกรรมและการออกแบบ ในส่วนของวิศวกรรม จะมีการแบ่งประเภทของอุปกรณ์ในการนับจำนวน ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ หรือตามรูปแบบที่ตกลงกันไว้ระหว่างทางเจ้าของโครงการและบริษัทที่รับผิดชอบโครงการ ในส่วนของการออกแบบ จะเป็นการนับจำนวนของ cable บอกชนิด บอกความยาว หรือบอกถึงจำนวนของ Junction Box เป็นต้น

## 2.2 อุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องในโครงการที่รับผิดชอบ

### 2.2.1 เครื่องมือใช้งานเฉพาะแห่ง (Local Instrument)

Pressure Gauge หรือ เกจวัดความดัน สามารถวัดความดันได้ทั้งความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันสุญญากาศ โดยอ่านค่าความดันที่หน้าปัดส่วนใหญ่จะเป็นแบบอนาล็อก

หรือแบบเข็ม ในพื้นที่ใช้งานที่มีการสั่นสะเทือนมาก ๆ เช่น บริเวณใกล้ปั๊ม จะใช้ Pressure Gauge ประเภทมีน้ำมันไตรกลีเซอไรด์ เพื่อความแม่นยำในการอ่านค่าและลดความเสียหายให้กับอุปกรณ์

Transparent Glass level gauge (กระจกมองระดับน้ำ เลเวลเกจ) กระจกแผ่น ยาว ทนความร้อน ทนแรงดัน ใช้ในงานอุตสาหกรรม มองวัดระดับน้ำ วัสดุในการผลิต Tempered glass, Borosilicate glass

Tempered glass กระจกเทมเปอร์ อุณหภูมิที่ปลอดภัยสามารถทนได้ ตั้งแต่ -74 ถึง 288 องศา

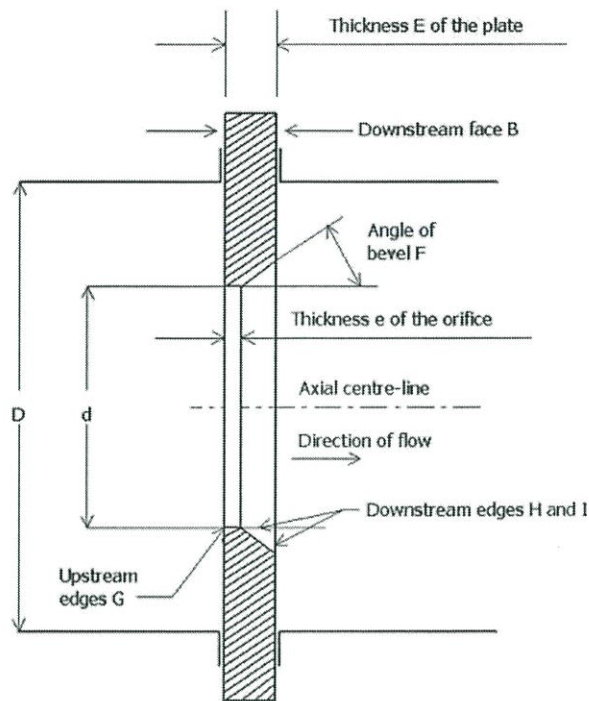
Borosilicate glass กระจกโบโรซิลิเกต ทนอุณหภูมิได้ถึง 450 องศา กระจก สามารถทนแรงดันได้ถึง 100bar ตามความหนาและขนาดของกระจก รวมถึงเทคนิคการติดตั้ง หากติดตั้ง ไม่ดี เสียความสมดุล ก็ทำให้แตกได้ แม้แรงดันจะไม่ถึงก็ตาม

Magnetic level gauge เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับของน้ำในถัง ซึ่งจะใช้หลักการ ของลูกลอยรวมเข้ากับคุณสมบัติของแม่เหล็กในการแสดงค่าระดับน้ำ โดยการทำงานของ magnetic level gauge จะเกิดขึ้นเมื่อในถังมีระดับน้ำในถังที่ได้ติดตั้ง magnetic level gauge นี้ไว้ ซึ่งจะส่งผลให้ ลูกลอยเกิดการลอยตัวขึ้นและทำให้แม่เหล็กที่เป็น indicator พลิกเปลี่ยนด้านไป ทำให้เราเห็นระดับน้ำ ในถังได้

Orifice Plate (แผ่นออริฟิต) แผ่นออริฟิตมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะที่มีรูไว้สำหรับ ให้ของไหลผ่าน ในการติดตั้งจะถูกติดตั้งอยู่ระหว่างหน้าแปลน (Orifice Flange) ของท่อในลักษณะตั้งฉากกับกระแสการไหล เนื่องจากมีการจัดทำได้ง่ายและมีราคาถูก จึงทำให้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนั้นแล้วยังมีความเชื่อถือในการวัดอัตราการไหลเป็นอย่างดี แผ่นออริฟิตสามารถทำขึ้นจากวัสดุได้ หลายชนิด รวมทั้งวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนจากของไหลที่นำไปใช้งาน เช่น 316 Stainless Steel, Monel หรือ Inconel Orifice Plate ลักษณะพื้นฐานของแผ่นออริฟิตตามมาตรฐาน ISO 5167

ดังรูปที่ 2.6 ตามมาตรฐาน ISO 5167 ค่าความหนา  $e$  ของแผ่นออริฟิตจะอยู่ ระหว่าง  $0.005D$  ถึง  $0.02D$  และ ค่าความหนา  $E$  จะอยู่ระหว่างขนาดความหนา ( $E$ ) ถึง  $0.05D$  โดยทั่วไป แล้ว ขนาดรูที่แผ่นออริฟิต จะแสดงในรูปอัตราส่วนระหว่าง เส้นผ่าศูนย์กลางรูกับเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ของท่อหรือ ค่าเท่ากับ  $d/D$  ซึ่งปกติจะมากกว่าหรือเท่ากับ  $0.20$  และ น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $0.75$

ข้อดีของการใช้แผ่นออริฟิตในการวัดอัตราการไหลคือ สะดวกในการติดตั้ง, ราคา ถูก, มีแบบและวัสดุหลายชนิดให้เลือกใช้ ข้อเสีย คือ จะมีความไวต่อความเสียหายเมื่อเลือกใช้วัสดุไม่ เหมาะสมเนื่องจากแผ่นออริฟิตเป็นแผ่นโลหะที่ต้องสัมผัสกับกระแสการไหลอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้ อาจโค้งงอหรือสึกหรอได้ง่าย และต้องการระยะท่อที่เป็นทางตรง (Straight Run) มากกว่าแบบอื่น

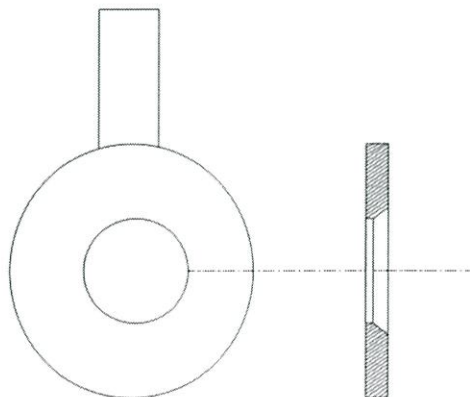


รูปที่ 2.6 แผ่นออริฟิตมาตรฐาน

แผ่นออริฟิตมีหลายแบบให้เลือกใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังนี้ Concentric, Eccentric, Segmental และ Quadrant Orifice Plate

Concentric Orifice Plate หรือ Square Edge

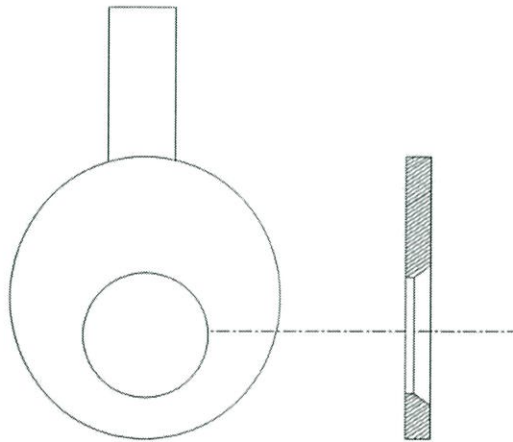
เป็นชนิดพื้นฐานของแผ่นออริฟิตและสามารถนำไปใช้กับของไหลได้เกือบทุกประเภท ยกเว้นของไหลที่มีสารแขวนลอย, มีส่วนผสมของสิ่งสกปรกหรือของแข็ง และของไหลที่มีความหนืดสูง จุดต่อสำหรับวัดค่าความดันความแตกต่างจากแผ่นออริฟิต สามารถใช้ได้หลายแบบดังนี้ แบบต่อที่หน้าแปลน (Flange Taps), แบบต่อที่จุด Vena Contracta (Vena Contracta Taps) และแบบต่อที่จุด Corner (Corner Taps)



รูปที่ 2.7 Concentric Orifice Plate

### Eccentric Orifice Plate

แผ่นออริฟิตแบบนี้จะมีรูเยื้องลงมาทางด้านล่างของแผ่นออริฟิตที่ติดตั้งอยู่ภายในท่อ เพื่อลดการตกค้างของสารแขวนลอยหรือการตกตะกอนที่บริเวณด้านหน้าของแผ่นออริฟิต ซึ่งจะเหมาะสมกับของไหลที่มีสารแขวนลอยและมีส่วนผสมของสิ่งสกปรกหรือของแข็ง จุดต่อสำหรับวัดค่าความแตกต่างของความดันสามารถใช้ได้ทั้งแบบ แบบต่อที่หน้าแปลน (Flange Taps) และ แบบต่อที่จุด Vena Contracta (Vena Contracta Taps)



รูปที่ 2.8 Eccentric Orifice Plate

### Segmental Orifice Place

แบบนี้จะมีลักษณะและการใช้งานคล้ายกับแบบ Eccentric Orifice Plate แต่จะมีช่องเป็นครึ่งวงกลม

### Quadrant Orifice Plate

แผ่นออริฟิตแบบนี้รูทางด้านเข้าจะเอียงประมาณ 1/4 ของวงกลม และเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับของไหลที่มีความหนืดสูง ๆ หรือ มีค่า Reynolds ต่ำ

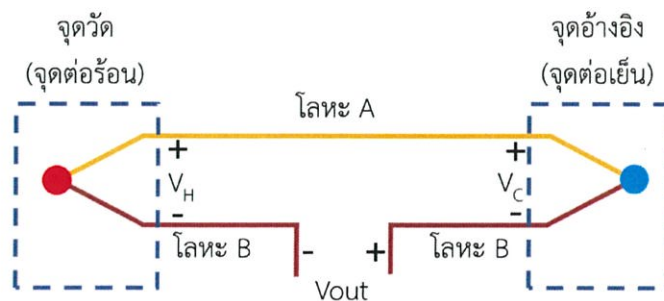
Venturi (ท่อเวนทูรี) เป็นอุปกรณ์ใช้วัดการไหล (flow measurement) ที่วัดได้ทั้งของเหลวและก๊าซ ทำงานโดยอาศัยทฤษฎีของเบอร์นูลลี (Bernoulli's theorem) หรือหลักการวัดความดันแตกต่าง (differential pressure) โดยออกแบบท่อเวนทูรีให้มีค่าความดันสูญเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุด มีลักษณะรูปร่างเหมือนกรวย ครอบคลุมด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ทางด้านขาเข้ามีลักษณะเป็นกรวยแบบลู่เข้า (converging conical) ส่วนที่ 2 บริเวณช่วงกลางที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดคงที่ (cylindrical throat) และส่วนที่ 3 บริเวณทางด้านขาออก ท่อมีลักษณะเป็นกรวยที่ขยายออก (diverging conical) ลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพื้นที่หน้าตัดของท่อเวนทูรีเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป การเปลี่ยนแปลงความเร็วของ

ของไหลจึงเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ส่งผลให้ค่าความดันสูญเสียมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแบบแผ่นออริฟิส หรือนอสเชิล (nozzle)

Nozzle (นอสเชิล) เป็นอุปกรณ์ใช้วัดการไหล (flow measurement) ที่สามารถวัดการไหลได้ทั้งของเหลวและก๊าซ โดยใช้ทฤษฎีของเบอร์นูลลี (Bernoulli's theorem) หรือหลักการวัดความดันแตกต่าง (differential pressure,  $\Delta P$ ) ระหว่างจุด 2 จุดที่ของไหลไหลผ่าน และนำค่าความดันแตกต่างที่วัดได้นั้นมาคำนวณหาค่าอัตราการไหล

Thermocouple (เทอร์โมคัปเปิล) เป็นทรานสดิวเซอร์ (transducer) หรือ เซนเซอร์ (sensor) วัดอุณหภูมิ (temperature) ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้า ในรูปของแรงดันไฟฟ้า จัดเป็นทรานสดิวเซอร์ประเภทแอคทีฟ (active transducer) สามารถกำเนิดแรงดันไฟฟ้าได้เองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างจุดสองจุด โดยไม่จำเป็นต้องกระตุ้นด้วยแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอก

เป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูง สามารถใช้งานได้โดยตรงในรูปของเครื่องมือวัด (instrument) หรือการส่งสัญญาณทางด้านเอาต์พุตให้กับระบบควบคุม ซึ่งปรากฏการณ์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับเทอร์โมคัปเปิล คือ ปรากฏการณ์ซีเบ็ค (seebeck effect) เทอร์โมคัปเปิลประกอบด้วยเส้นลวดโลหะตัวนำต่างชนิดสองเส้นต่อเข้าด้วยกัน [การเชื่อมต่อจุดวัดนี้จะส่งผลต่อช่วงเวลาการตอบสนอง (response time) ของการอ่านค่า] ปลายข้างหนึ่งใช้เป็นจุดวัดอุณหภูมิหรือ รอยต่อร้อน (measuring junction หรือ hot junction) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งนำไปต่อกับมิเตอร์หรือ วงจรอื่นๆ เพื่อแสดงผล เรียก รอยต่อเย็น (cold junction) ใช้สำหรับเป็นจุดอ้างอิง (reference junction) ที่จุดนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ โดยเมื่อบริเวณจุดวัดอุณหภูมิได้รับความร้อนในขณะที่ รอยต่อเย็นมีอุณหภูมิคงที่ ความต่างศักย์ระหว่างรอยต่อร้อนและรอยต่อเย็นที่เกิดขึ้น จะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถวัดค่าและปรับให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิได้ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะตัวนำของเทอร์โมคัปเปิล และอุณหภูมิที่จุดวัด



รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล

โดยทั่วไป เทอร์โมคัปเปิลที่นำไปใช้งานอยู่ในรูปของชีตเทอร์โมคัปเปิล (sheath thermocouple) บางครั้งเรียกว่า ปลายโลหะหรือโพรบ (probe) หรือติดตั้งไว้ในเทอร์โมเวลล์ (thermowell) โดยติดตั้งที่บริเวณปลายของโพรบหรือเทอร์โมเวลล์ เพื่อใช้สัมผัสกับตัวกลางใดๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยไม่เกิดการเสียหาย อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล เพื่อวัดอุณหภูมิในกระบวนการ ได้แก่ หัวเชื่อมต่อ (Connecting head/Junction box/Terminal box) (บางครั้งเรียกว่า หัวกะโหลก) ซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถป้องกันน้ำและฝุ่นละอองได้ วัสดุที่ใช้ทำหัวเชื่อมต่อ ได้แก่ อะลูมิเนียมอัลลอยด์ เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไป และเบคาไลต์ (Bakelite) เหมาะสำหรับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิสูงพิเศษ เป็นต้น โดยเวลาที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลหรือช่วงเวลาการตอบสนอง (response time) ของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ ได้แก่ การเชื่อมต่อ จุดวัด ชนิดของวัสดุทำเทอร์โมเวลล์หรือโพรบ ช่องว่างระหว่างโพรบและเทอร์โมคัปเปิล การติดตั้ง และ ชนิดของของไหลที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เป็นต้น

Temperature Gauge (เกจวัดอุณหภูมิ) เป็นอุปกรณ์วัดหรืออ่านค่าอุณหภูมิที่มีลักษณะเป็นหน้าปัด สำหรับงานที่ต้องการการวัดทางด้านอุณหภูมิทุกประเภท โดยมีลักษณะให้เลือกหลากหลายตามความต้องการ ทั้งขนาดของหน้าปัด, ความยาวของก้านวัด, ความยาวสาย, ขนาดของเกลียวติดตั้ง และช่วงของการวัดอุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ ) ผลิตจากวัสดุสแตนเลสทั้งตัวเรือนและก้านวัด ส่วนของหน้าปัดเป็นกระจกใส สวยงาม แข็งแรง

## 2.2.2 อุปกรณ์เครื่องส่งสัญญาณไฟฟ้า (Electronic Transmitter)

Pressure Transmitter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่างๆ Pressure Transmitter นั้นสามารถวัดได้ทั้งของเหลว เช่น แก๊ส น้ำ น้ำมัน เป็นต้น และรวมไปถึงการวัดความดันของ Pneumatic หรือลมนั่นเอง เพราะฉะนั้นการเลือกใช้งานควรเลือกให้ถูกประเภท เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง

Temperature Transmitter อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณอุณหภูมิจากหัววัดอุณหภูมิ ชนิดใดชนิดหนึ่งจากเทอร์โมคัปเปิล Type K, J, E, R, S และ T หรือ RTD Pt 100  $\Omega$  เพื่อส่งค่าอุณหภูมิผ่านสายไฟไปยังเครื่องควบคุมอุณหภูมิ เครื่องบันทึกอุณหภูมิ หรือดาต้าล็อกเกอร์, PLC, เทอร์โมมิเตอร์ และแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่างๆ

Flow Transmitter อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณอัตราการไหลจากอุปกรณ์ช่วยวัดอัตราไหล ชนิดใดชนิดหนึ่ง และแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่างๆ

Level Transmitter อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณระดับของเหลว ส่วนใหญ่การวัดระดับโดยทั่วไปการใช้ความดันแตกต่างกันจะเป็นที่นิยมใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยจะอ่านค่าได้จากความสูงของเหลวที่ทำการวัด โดยทั่วไปด้าน HP (High Pressure) ของอุปกรณ์จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านต่ำสุดของถัง (Lower Nozzle) และด้าน LP (Low Pressure) หรือด้านที่มีความดันคงที่ จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านสูงสุดของถัง (Upper Nozzle) โดยด้าน LP จะใช้เป็นจุดอ้างอิง ดังนั้นความดันที่เกิดขึ้นที่ด้าน LP จะต้องมีความดันที่คงที่อยู่ตลอดเวลา การทำให้ความดันด้าน LP ให้มีค่าคงที่ อาจทำได้หลายวิธีการดังนี้

บรรจุด้วยของเหลวที่เหมาะสมกับกระบวนการ (Filling Liquid)

พิจารณาใช้การควบคุมระยะไกลกับการผนึกด้วยเคมี (Remote with Chemical seal) เมื่อได้ค่าของระดับความสูงจะทำการแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่างๆ

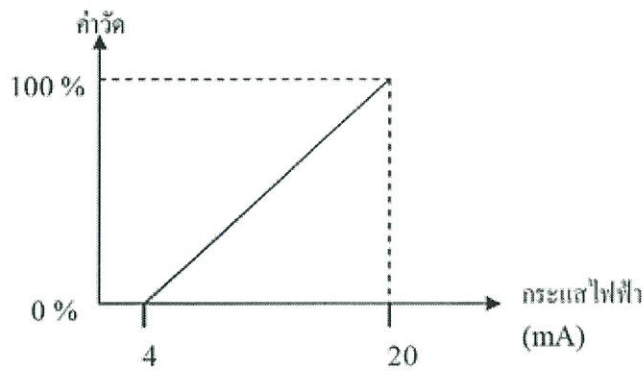
เนื่องจากระบบควบคุมในอุตสาหกรรมประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมหลายชนิดต่อพ่วงกันเป็นระบบ และอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการส่งและรับสัญญาณวัดแบบ Analog ระหว่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานสัญญาณวัดแบบ Analog ให้เป็นสากล เพื่อที่บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมจะได้ยึดถือเป็นมาตรฐานในการออกแบบอุปกรณ์ของตน เพื่อให้สามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้โดยทั่วไปสัญญาณมาตรฐานมี 2 ชนิดคือ

#### 1. สัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน

เป็นการส่งสัญญาณในรูปของกระแสตรง (DC Current) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 4-20mA หมายความว่าเมื่อค่าวัดเป็น 0% ก็จะทำกับกระแส 4 mA และหากวัดค่าได้เป็น 100% เท่ากับ 20 mA โดยค่าวัดได้จะอยู่ในช่วง 0-100% จะสัมพันธ์เชิงเส้นกับกระแส 4-20mA

ข้อดีของการส่งสัญญาณเป็นกระแส คือ สามารถส่งสัญญาณไปได้ระยะไกล ๆ ความต้านทานของสายส่งสัญญาณ จะไม่ทำให้ค่าวัดผิดพลาด และการถูกสัญญาณรบกวนจะน้อยกว่าการส่งสัญญาณ จะไม่ทำให้ค่าวัดผิดพลาด และการถูกสัญญาณรบกวนจะน้อยกว่าการส่งเป็นแรงดันไฟฟ้า นอกจากมาตรฐาน 4-20mA แล้วยังมีมาตรฐานแบบอื่น ๆ อีก เช่น 0-20mA, 10-50 mA, 0-1 mA แต่ไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร

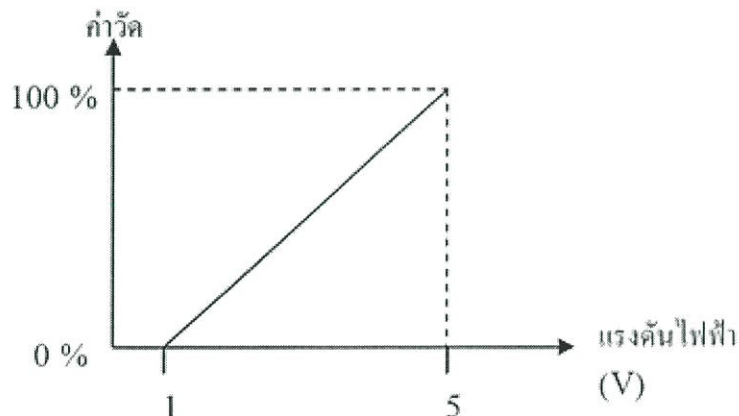
สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณกระแสมาตรฐาน มีความแปรผันตรงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าว้ดและสัญญาณกระแสมาตรฐาน

## 2. สัญญาณแรงดันมาตรฐาน

เป็นการส่งสัญญาณในรูปของแรงดันไฟฟ้า (DC Voltage) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 1-5Vdc หมายความว่าเมื่อค่าว้ดเป็น 0% ก็จะเท่ากับแรงดันที่ 1 Vdc และค่าว้ดเป็น 100% เท่ากับแรงดัน 5 VDC การใช้สัญญาณมาตรฐานแบบแรงดันนี้ไม่เหมาะกับการที่ต้องส่งสัญญาณระยะไกล เนื่องจากความต้านทานของสายสัญญาณจะทำให้ค่าว้ดผิดไปและถูกสัญญาณรบกวนได้ง่าย สัญญาณแบบแรงดันนี้เหมาะกับการส่งสัญญาณระยะใกล้ และมีการต่อเข้าอุปกรณ์รับสัญญาณหลาย เนื่องจากสะดวกในการติดตั้ง นอกจากมาตรฐาน 1-5 Vdc แล้วยังมีมาตรฐานอื่น ๆ แต่นิยมใช้น้อย เช่น 0-10Vdc, 0-5Vdc, 0-10 Vdc เป็นต้น



รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าว้ดและสัญญาณแรงดันมาตรฐาน

### 2.2.3 วาล์วควบคุม (Control Valve)

ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆจะประกอบไปด้วย Control Loop ต่างๆมากมาย ซึ่งแต่ละ Loop จะมีการเชื่อมต่อกับระบบกัน เพื่อที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามความต้องการ ในแต่ละ Loop

การทำงานเหล่านี้ ก็จะใช้รักษาค่าตัวแปรที่สำคัญต่างๆไว้ เช่น แรงดัน(Pressure), อัตราการไหล(Flow), ระดับ(Level), อุณหภูมิ(Temperature) และอื่นๆอีกมากมาย โดยแต่ละ Control Loop จะรับสัญญาณจากภายนอกและสร้างสัญญาณรบกวนจากตัวอุปกรณ์เอง หรือ รับสัญญาณรบกวนจาก Loop การทำงานอื่น

การลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวนที่มาจากสิ่งรบกวนเหล่านั้น ทั้งเซ็นเซอร์ และทรานสมิตเตอร์ จะคอยรวบรวมข้อมูลต่างๆและส่งสัญญาณไปให้ตัวควบคุม (Controller) เพื่อที่ควบคุมจะได้เปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้(Set Point) หลังจากนั้นตัวควบคุมก็จะส่งสัญญาณไปควบคุม Final Control Element เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อรักษาสภาพค่าที่ตั้งไว้ ให้คงที่แม้ว่าจะมีสัญญาณรบกวนเข้ามา อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่ใช้เป็น Final Control Element ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นคือ วาล์วควบคุม นั่นเองซึ่งจะคอยควบคุมการไหลของของไหล เช่น gas, steam, vapour, water หรือ สารเคมีต่างๆ

ส่วนประกอบของวาล์วควบคุม จะประกอบไปด้วย

ชุด Body

ชุด Trim Set (Plug Stem Seat Ring)

Actuator ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้วาล์วควบคุมเคลื่อนที่

Accessories ต่างๆ เช่น limit switch, solenoid valve, air set และอื่นๆ

สรุปได้ว่าวาล์วควบคุม นั้นเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก ที่จะช่วยให้ตัวแปรกระบวนการ(Process Variable) ต่างๆ มีค่าคงที่เสมอ รวมถึงวาล์วควบคุม จะสัมผัสโดยตรงกับของไหลตลอดเวลา ดังนั้นการเลือกวาล์วควบคุมมาใช้งานให้เหมาะสม จึงมีความสำคัญมาก

**ตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์ว (Valve Positioner)**

การที่จะให้วาล์วควบคุมปิด-เปิดได้ตามตำแหน่งที่ต้องการนั้น วาล์วควบคุมจะต้องมีอุปกรณ์ตัวอื่นมาช่วย เช่น valve positioner ในการควบคุมตำแหน่งร่วมกับวาล์วควบคุมอีกทีหนึ่งในอดีตเรามีการใช้ตัวควบคุมที่เป็นระบบไฟฟ้า(สัญญาณอนาล็อก 4-20 mA<sub>dc</sub> ในช่วงเริ่มใช้เป็นระบบไฟฟ้าแล้ว) แต่วาล์วควบคุมเป็นระบบลม ดังนั้นช่วงแรกๆเราจะใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกมาเป็นสัญญาณลมก่อน ซึ่งเราเรียกว่า I TO P Converter เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับวาล์วควบคุมซึ่งเป็นระบบ Open Loop Control ส่วนการทำงานนั้นเราจะไม่รู้เลยว่าวาล์วเปิดตามตำแหน่งหรือไม่ ซึ่งตรงจุดนี้เองวาล์วสมัยใหม่จึงมีการพัฒนาให้เป็นแบบการควบคุมแบบป้อนกลับ(Feed Back Control) โดยมีการตรวจจับค่าของตำแหน่งของก้านวาล์วที่เคลื่อนตัวไปแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย ซึ่งเราเรียกว่าตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์ว (Valve Positioner) โดยที่ตัวควบคุมตำแหน่งจะมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

1. ทำให้วาล์วควบคุมทำงานตามค่าของสัญญาณควบคุมได้ถูกต้อง

2. ทำให้วาล์วควบคุมทำงานตามการตอบสนองของสัญญาณได้รวดเร็ว
3. ทำให้วาล์วควบคุมรักษาเสถียรภาพของกระบวนการ
4. ทำให้วาล์วควบคุมทำงานตามเงื่อนไขของระบบควบคุม

#### วาล์วพื้นฐานประเภทต่างๆ

Ball valve /บอลวาล์ว :บอลมีรูให้รอดอยู่ตรงกลางปิด-เปิดด้วยการหมุน 90 องศา

Butterfly valve / วาล์วผีเสื้อ : แกนกลางเป็นแผ่นจาน ปิด-เปิด ด้วยการหมุน ควบคุมอัตราการไหลได้ดีกว่าแบบ Ball valve มีหลายสเกล อุโมงค์น้ำทิ้ง(ยักษ์), ระบบดับเพลิงก็มีใช้ (ย่อม), รถยนต์ก็มีวาล์วชนิดนี้

Ceramic Disc valve / เซรามิควาล์ว : ลี้นวาล์วเป็นแผ่นเซรามิค ทนการกัดกร่อน ได้ดี ตัวนี้พบได้บ่อยในบ้าน อย่างก๊อกน้ำที่ผมซื้อมาเปลี่ยนนี้ ก็เขียนบรรยายไว้ว่า " ก๊อกน้ำเซรามิควาล์ว CERAMIC VALVE SYSTEM "

Clapper valve / แคลปเปอร์วาล์ว : ลี้นวาล์วเป็นบานพับ ให้ไหลไปได้ทิศทางเดียว เป็นวาล์วกันไหลย้อนกลับประเภทหนึ่งมีใช้ในระบบดับเพลิง

Check valve / วาล์วกันกลับ non-return valve หรือ one-way valve : วาล์วกันการไหลย้อนกลับ บังคับให้ไปได้ทางเดียวใช้ในงานทุกระดับอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่ระบบน้ำประปาตามบ้าน,งานที่ต้องทนแรงดันสูงอย่างก๊าซธรรมชาติ, งานที่ต้องทนการกัดกร่อนของสารเคมี ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายจากการไหลย้อนกลับ

Check valve มี 3 แบบหลัก ๆ คือ Disco, Swing, Dual plate

Choke valve / โช้ควาล์ว : จะพบเห็นได้มากในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง หรือแก๊ส เช่น โช้ควาล์วในคาร์บูเรเตอร์ จะทำหน้าที่ควบคุมการไหลของอากาศ

Diaphragm valve / ไดอะแฟรมวาล์ว : ลี้นวาล์วมีความยืดหยุ่นอ่อนตัวเพื่อความ แนบแน่นสนิท

ปิดสนิท แม้เป็นสารเคมีอันตราย ทนต่อการกัดกร่อน และกันรั่วซึมได้ดีมาก

Gate valve / เกทวาล์ว : เหมือนประตูระบายน้ำที่เราเห็นในคลองเลย คือ มีที่กั้น ขึ้น-ลงแนวตั้ง ข้อควรระวัง ควรเปิด/ปิดวาล์ว ให้สุดเพื่อไม่ให้วาล์วเกิดการชำรุด

Globe valve / โกลบวาล์ว : เป็นวาล์วที่ใช้ควบคุมอัตราการไหล ไม่ใช่แค่ ปิด-เปิด แบบ เกทวาล์ว

Needle valve / วาล์วหรี : วาล์วมีลักษณะเป็นเข็ม ใช้เป็นควบคุมอัตราการไหล อีกแบบหนึ่ง มีความเที่ยงตรงมาก

Piston valve / วาล์วแบบลูกสูบ ตัวปิด-เปิดเป็นลูกสูบ ใช้กับของไหลที่มีเศษของแข็งได้ และควบคุมอัตราการไหลได้ดี พบเห็นได้ในโรงงานอาหารและยา

Sampling valves / วาล์วเก็บตัวอย่าง ใช้สุ่มเก็บตัวอย่าง... อาหาร, น้ำ, ยา, เคมี เพื่อตรวจวัดคุณภาพสิ่งนั้น โดยไม่ต้องเปิดท่อ เปิดถัง ให้เกิดการปนเปื้อน

#### 2.2.4 Pressure Safety Valve

Pressure Safety Valve (วาล์วนิรภัย) หรือ Pressure Relief Valve (วาล์วระบายแรงดัน) เป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยของระบบ มีหน้าที่หลักคือระบายแรงดันภายในระบบออก ซึ่งจะทำงานเองโดยอัตโนมัติเมื่อมีแรงดันเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ วาล์วทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันด้านการใช้งาน กล่าวคือ Pressure Safety Valve จะใช้กับของเหลวที่บีบอัดได้ (Compressible Fluid) เช่น ไอน้ำ หรือก๊าซ ซึ่งต้องการระบายความดันอย่างรวดเร็ว สำหรับ Pressure Relief Valve จะใช้กับของเหลวที่บีบอัดไม่ได้ (Non Compressible Fluid) เช่น น้ำ หรือน้ำมัน ซึ่งจะระบายความดันอย่างช้าๆ โดยวาล์วทั้งสองชนิดมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกันได้แก่

1. Valve Body ส่วนใหญ่ผลิตจากเหล็กหล่อ หรือวัสดุอื่นตามการใช้งาน โดยเป็นโครงสร้างที่ใช้ติดตั้งกับท่อหรือถังความดันที่จะทำการปกป้อง

2. Disc ลักษณะเป็นแผ่นกลมที่ใช้กดปิดกั้นของเหลวไว้ โดยอาศัยแรงกดจากสปริง โดย Disc นี้จะทำหน้าที่รับแรงดันไว้ทั้งหมด

3. Stem เป็นส่วนที่รับแรงกดจากสปริงและส่งแรงกดไปยัง Disc โดยมีหน้าที่เป็นแกนบังคับให้ส่วนที่เคลื่อนไหวเคลื่อนที่ตามแนวแกน Stem

4. สปริง เป็นส่วนที่ก่อให้เกิดแรงดันต้านทานความดันที่ Disc การปรับ Adjust Screw ให้สปริงยืดหดตัวแตกต่างกันส่งผลให้แรงกดที่ Disc มีค่าแตกต่างกัน จึงเป็นหลักการสำคัญที่ใช้กำหนดค่าความดันที่จะให้วาล์วทำการระบาย (Set Pressure)

5. Adjust Screw ใช้ปรับระยะยืดหดของสปริง จุดนี้เองที่ใช้ทำการปรับตั้งค่าความดัน นอกจากนี้ เรายังสามารถแบ่งประเภทของวาล์วได้ตามลักษณะการทำงานได้แก่

1. Conventional Safety Relief Valve ซึ่งเป็น Safety Valve แบบที่พบเห็นได้ทั่วไป ความดันที่จะทำให้เกิดการระบาย (Pop Action) ผ่านวาล์ว ประเภทนี้จะมีค่าสูงกว่าความดันที่ทำให้วาล์วกลับมาสู่ตำแหน่งเดิม

2. Balance Safety Relief Valve วาล์วลักษณะนี้ถูกออกแบบเพื่อขจัดปัญหาในกรณีที่ Back Pressure ในจุดที่ระบายออกมีค่าไม่คงที่แน่นอน

3. Pilot-Operated Relief Valve โครงสร้างภายในจะเป็นลักษณะลูกสูบ และจะมีชุด Pilot ที่ใช้ควบคุมการทำงาน วาล์วลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่มีความดันในระบบมีค่าใกล้เคียงกับ Set Pressure มากๆ

4. Rupture Disc มีลักษณะแตกต่างจากวาล์วทั้ง 3 ประเภทที่กล่าวมาข้างต้นอย่างสิ้นเชิง ลักษณะจะเป็นแผ่นคล้ายกระดาษ เมื่อความดันภายในมีค่ามากกว่าความดันที่กำหนดบน Rupture Disc นี้ จะทำให้ Disc แตกออกและระบายความดันออกมาอย่างรวดเร็ว เมื่อแตกออกแล้วทำให้ Disc ไม่สามารถปกป้องความดันอีกต่อไปได้ พบเห็นได้บ่อยในกรณีถังเก็บของเหลวที่มีความดันไอ เช่น ถังน้ำมัน

การทำงานของ Pressure Safety Valve โดยทั่วไปเพียงแค่เมื่อความดันภายในท่อหรือถังมีค่ามากกว่า Set Pressure แรงจากความดันที่กระทำต่อ Disc จะมีค่ามากกว่าแรงที่กดจากสปริง ทำให้ Disc เกิดการยกตัวขึ้น และระบายความดันส่วนเกินออกมา เมื่อความดันภายในระบบลดลงแล้ว Disc ก็จะไปกลับเข้าสู่ตำแหน่งและรับความดันภายในเช่นเดิม

Pressure Safety Valve ยังมีรายละเอียดด้านการออกแบบ การติดตั้ง การตั้งค่า Set Pressure และการ Calibration ที่ต้องทำให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ระบบและผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัย

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการและการออกแบบ

บริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ให้บริการทางด้าน การออกแบบ การวิเคราะห์และให้คำปรึกษาทางด้านวิศวกรรมในโครงการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงปิโตรเคมีคอล โรงงานฟาร์มาซี ซึ่งในโครงการที่ได้รับผิดชอบจากทางลูกค้าหรือทางเจ้าของโครงการ เป็นการวิเคราะห์โครงการ โดยการทราแยละเอียดข้อมูลของระบบเครื่องมือวัดและขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้นของการทำ FEED (Front End Engineering Design) ซึ่งขั้นตอนการทำรายละเอียดข้อมูลของโครงการจะมีวิธีการดำเนินงานที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับรูปแบบและจุดประสงค์ของโครงการนั้นๆ สำหรับโครงการที่ได้รับผิดชอบเป็นโครงการที่มีจุดประสงค์ในการสร้างกระบวนการผลิตภัณฑ์ใหม่ (Green Field) มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษา scope of project ที่ได้รับมอบหมาย
2. ทำการวิเคราะห์ ออกแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้น
3. การทำ P&ID Development
4. การทำ Instrument Database
5. การทำ Instrument List
6. การทำ Instrument Datasheet
7. การทำ Instrument Material Requisition
8. การทำ Preliminary Sizing Orifice Bore
9. การทำ Instrument Material Take Off

#### 3.1 ทำการศึกษา Scope of project

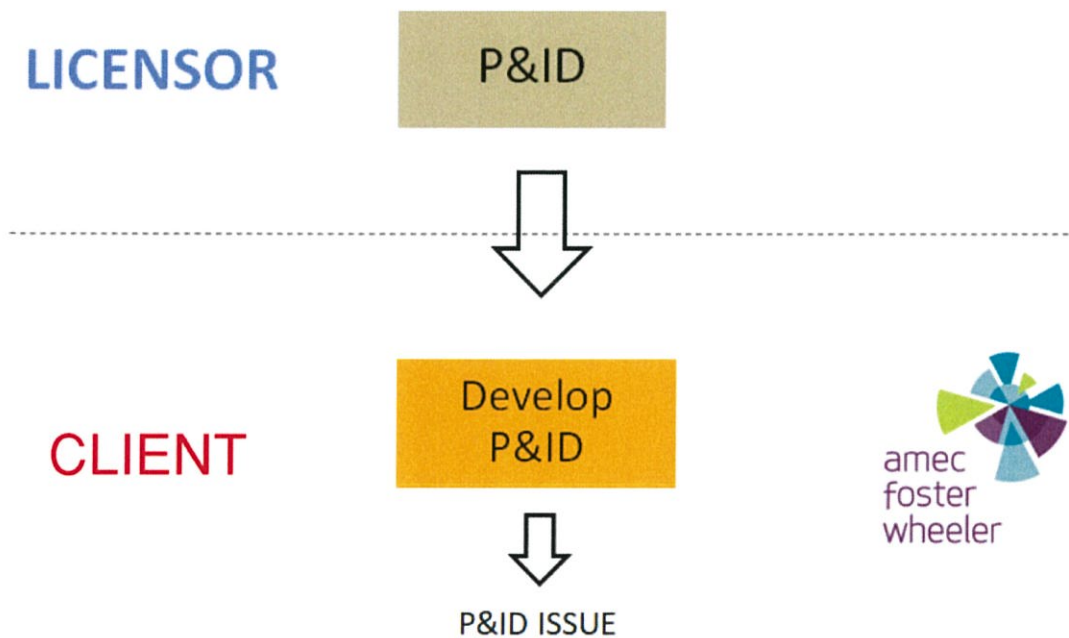
ศึกษาขอบเขตข้อกำหนดของโครงการที่ได้รับมอบหมายจากลูกค้า เริ่มแรกก่อนที่ทางบริษัทจะได้รับผิดชอบโครงการต่าง ๆ นั้น จะรับรู้ข่าวสารและได้รับงานในรูปแบบของ ITB (Invite To Bid) โดยเริ่มแรก ลูกค้าจะทำการประกาศเปิดประมูลและขายซองประมูล ให้แก่บริษัทผู้รับเหมาต่างๆ โดยผู้รับเหมาจะเป็นผู้ประมูลโครงการ และผู้ชนะการประมูลจะเป็นผู้รับงานจากลูกค้า ซึ่งโครงการที่ได้บริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ ประเทศไทย ได้รับผิดชอบในการประมูลครั้งนี้ เป็นโครงการที่มีจุดประสงค์เพื่อสร้างส่วนการผลิตขึ้นใหม่ของโรงกลั่นน้ำมันแห่งหนึ่งในประเทศสเปน โดยรับผิดชอบในการทำรายละเอียดข้อมูลในส่วนของ Front End Engineering Design ซึ่งสำหรับในโปรเจกต์นี้อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของแผนก Control & Instrument Engineering จะรับผิดชอบในการทำรายละเอียดและการวิเคราะห์ข้อมูล

ของระบบเครื่องมือวัดของโครงการที่ได้รับมอบหมายเพื่อประเมินราคาในการดำเนินการก่อสร้างของโครงการของระบบเครื่องมือวัดรวมถึงยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ

### 3.2 ทำการวิเคราะห์ ออกแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้น

#### 3.2.1 การทำ P&ID Development

ทำการศึกษารูปแบบ Licensor's P&ID และรูปแบบ Client's P&ID ซึ่งรูปแบบการเขียน P&ID ของแต่ละแห่งจะมีรูปแบบและมาตรฐานการเขียนที่แตกต่างกันไปจึงต้องทำการแก้ไขและปรับรูปแบบของ Licensor's P&ID ให้เป็นไปรูปแบบและมาตรฐานของทางลูกค้า ซึ่งในโปรเจกต์นี้จะทำการปรับในส่วน of ระบบเครื่องมือวัดโดยจะทำการปรับในส่วน of สัญลักษณ์ เช่น สัญลักษณ์อุปกรณ์ Tag numbering รูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 3.1รูปแบบการทำ p&id development

ขั้นตอนการทำ P&ID Development เริ่มแรกทางบริษัทจะได้รับ Licensor's P&ID และได้รับรูปแบบการเขียน Symbology P&ID จากลูกค้า ซึ่งเราจะทำการวิเคราะห์รูปแบบ P&ID ว่าต้องทำการปรับอะไรบ้าง ซึ่งได้การจัดทำตัวอย่างขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

LINE IDENTIFICATION	LINE IDENTIFICATION (CONT)	PIPING SYMBOLS (CONT)	UTILITIES (CONT)	GENERAL NOTES
<p><b>LINE IDENTIFICATION</b></p> <p><b>LINE IDENTIFICATION</b></p> <p><b>LINE IDENTIFICATION</b></p>	<p><b>LINE IDENTIFICATION (CONT)</b></p> <p>1. ALL THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>2. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>3. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>4. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>5. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>6. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>7. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>8. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>9. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>10. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p>	<p><b>PIPING SYMBOLS (CONT)</b></p> <p><b>PIPING SYMBOLS (CONT)</b></p> <p><b>PIPING SYMBOLS (CONT)</b></p>	<p><b>UTILITIES (CONT)</b></p> <p><b>UTILITIES (CONT)</b></p> <p><b>UTILITIES (CONT)</b></p>	<p><b>GENERAL NOTES</b></p> <p>1. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>2. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>3. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>4. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>5. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>6. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>7. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>8. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>9. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>10. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p>
	<p><b>EQUIPMENT IDENTIFICATION</b></p> <p><b>EQUIPMENT IDENTIFICATION</b></p> <p><b>EQUIPMENT IDENTIFICATION</b></p>	<p><b>UTILITIES</b></p> <p><b>UTILITIES</b></p> <p><b>UTILITIES</b></p>	<p><b>EQUIPMENT SYMBOLS</b></p> <p><b>EQUIPMENT SYMBOLS</b></p> <p><b>EQUIPMENT SYMBOLS</b></p>	<p><b>MISCELLANEOUS SYMBOLS</b></p> <p><b>MISCELLANEOUS SYMBOLS</b></p> <p><b>MISCELLANEOUS SYMBOLS</b></p>
				<p><b>VESSEL INTERNALS</b></p> <p><b>VESSEL INTERNALS</b></p> <p><b>VESSEL INTERNALS</b></p>

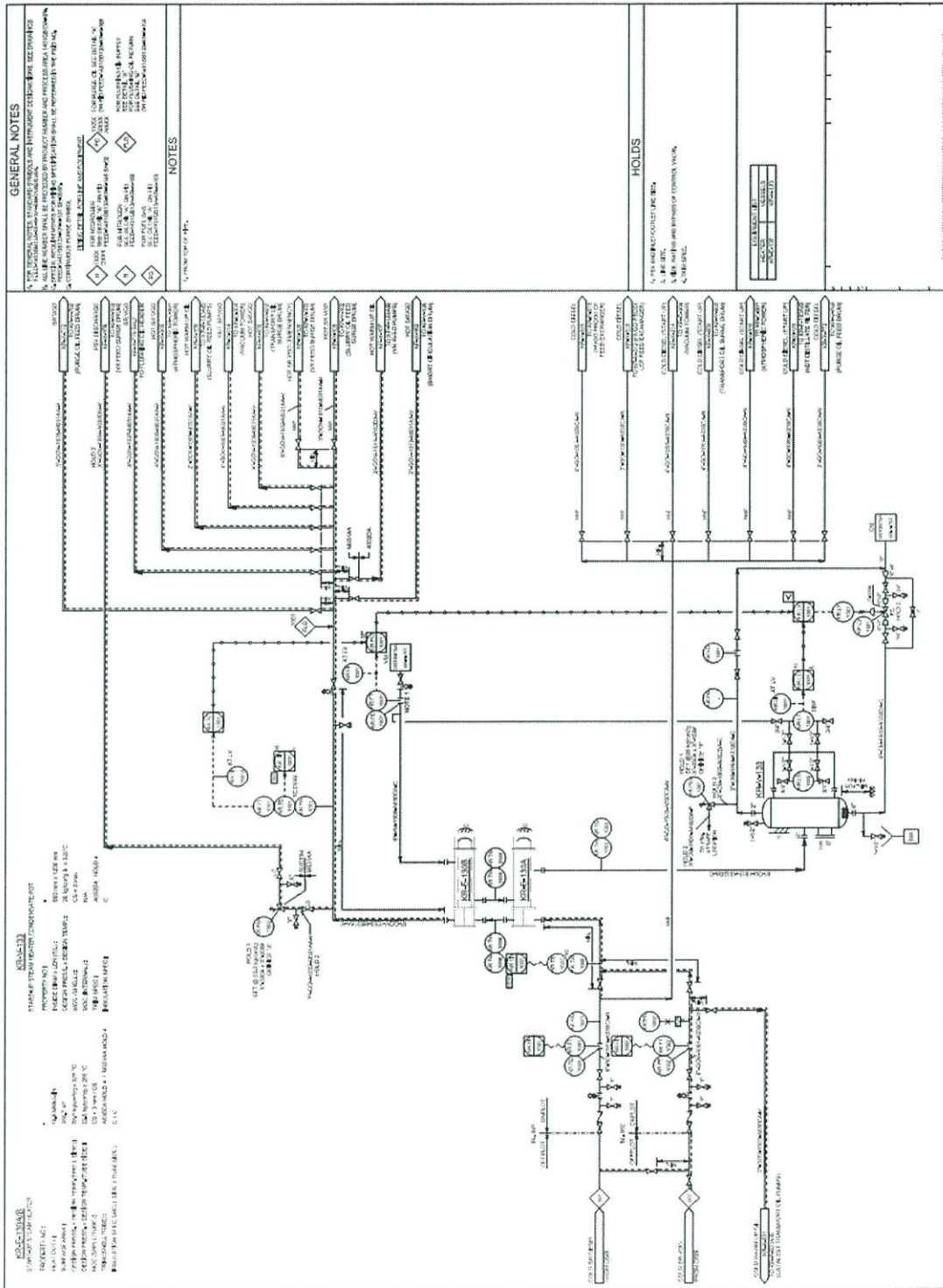
รูปที่ 3.2 PIPING AND EQUIPMENT SYMBOLS (เจ้าของลิขสิทธิ์)

P & ID SYMBOLS				NOTES
<p><b>FLARE</b></p> <p><b>FLARE</b></p> <p><b>FLARE</b></p>	<p><b>FLARE</b></p> <p><b>FLARE</b></p> <p><b>FLARE</b></p>	<p><b>ACRYLIC</b></p> <p><b>ACRYLIC</b></p> <p><b>ACRYLIC</b></p>	<p><b>ACRYLIC</b></p> <p><b>ACRYLIC</b></p> <p><b>ACRYLIC</b></p>	<p><b>NOTES</b></p> <p>1. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>2. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>3. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>4. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>5. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>6. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>7. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>8. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>9. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p> <p>10. THE INFORMATION IS TO BE OBTAINED FROM THE PIPING SYMBOLS AND THE LINE IDENTIFICATION SYMBOLS.</p>
				<p><b>TYPICAL LOOPS ON A P&amp;ID</b></p> <p><b>TYPICAL LOOPS ON A P&amp;ID</b></p> <p><b>TYPICAL LOOPS ON A P&amp;ID</b></p>

รูปที่ 3.3 INSTRUMENT SYMBOLS (เจ้าของลิขสิทธิ์)



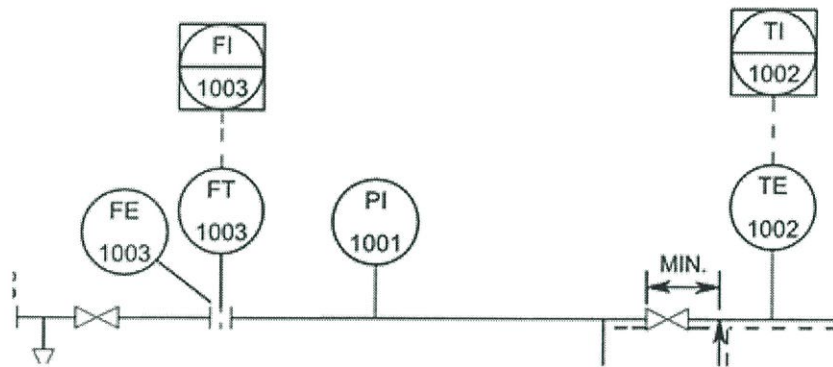




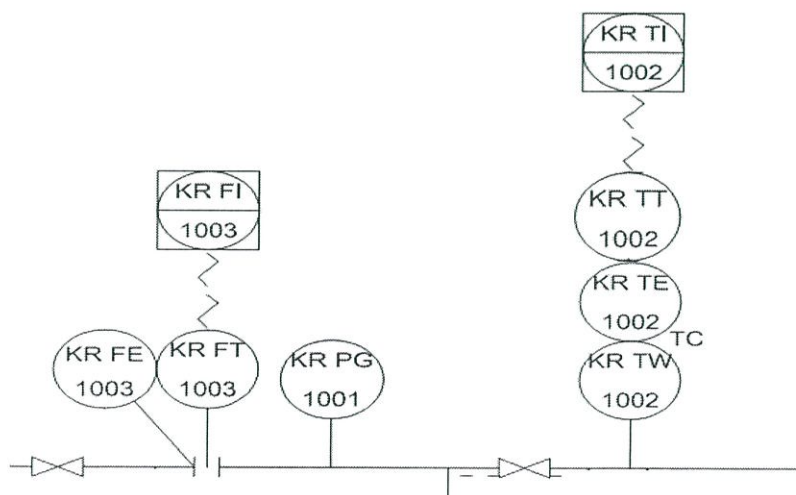
รูปที่ 3.7 P&ID KR-X-103 (CLIENT)

จากรูปตัวอย่างที่ 3.3 และ 3.6 เป็นตัวอย่าง P&ID ของ Licensor และลูกค้าตามลำดับ จะสังเกตได้ว่า รูปแบบของ P&ID มีจุดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ในขั้นตอนการปรับรูปแบบ P&ID มีหลายแผนกเป็นผู้รับผิดชอบ เช่น แผนกควบคุมกระบวนการ, แผนกระบบท่อ, แผนกกระบวนการ, แผนกควบคุมและระบบเครื่องมือวัด ซึ่งส่วนของแผนกเครื่องมือวัด จะทำการปรับ P&ID ในส่วนของสัญลักษณ์อุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัด เช่น สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ สัญลักษณ์ของสัญญาณ การเปลี่ยน Tag numbering การเพิ่ม Tag อุปกรณ์ เป็นต้น

จากรูปที่ 3.4 และ 3.7 จะแสดงตัวอย่างการทำ P&ID Development ของระบบเครื่องมือวัด ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างอุปกรณ์บน P&ID (เจ้าของลิขสิทธิ์)



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างอุปกรณ์บน P&ID (CLIENT) ที่ทำการปรับรูปแบบแล้ว

จากรูปที่ 3.8 และ 3.9 จะเห็นได้ว่า

1. มีการปรับเปลี่ยนสัญลักษณ์ของสัญญาณจาก Transmitter ในรูปที่ 3.7 และ 3.8 คือ FT และ TT โดยทางลูกค้ามีเงื่อนไข คือ ถ้าหาก transmitter ส่งสัญญาณ แสดงผลเฉพาะ indicator on DCS ให้เปลี่ยนเป็น สัญญาณ wireless โดยรูปแบบการเขียนสัญลักษณ์ของสัญญาณสามารถอ้างอิงได้จาก Instruments Symbology

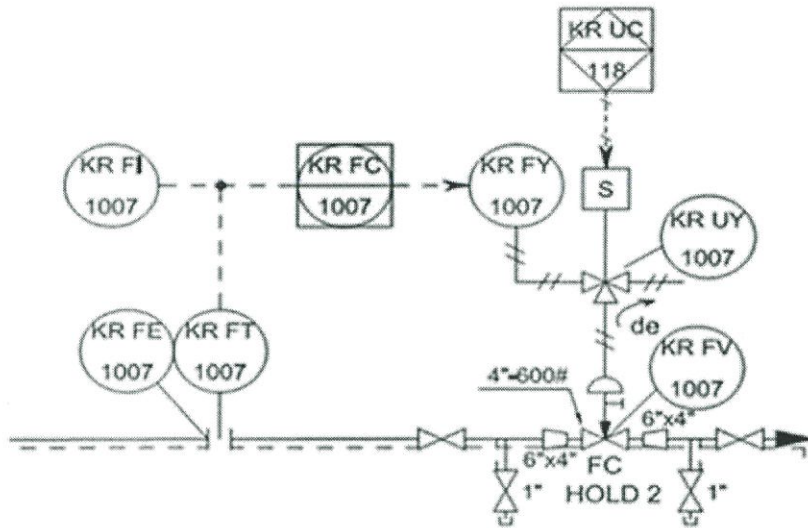
2. การเปลี่ยน Tag numbering ซึ่งในรูป 3.8 Tag PI อ้างอิงจาก Instruments Symbology ของทาง Licensor หมายถึง pressure gauge แต่ Instruments Symbology ของทาง Client ในรูปที่ 3.9 Tag PG หมายถึง pressure gauge ซึ่งเราต้องปรับรูปแบบของ P&ID ให้เป็นไปตามรูปแบบของลูกค้า

3. มีการเพิ่ม Tag TW (Thermowell) ซึ่งทางลูกค้ามีความต้องการให้แสดง Tag TW พร้อมกับตัว Temperature Equipment ซึ่งสามารถอ้างอิงได้จาก Instrument Symbology ได้เช่นกัน

### 3.2.2 การทำ Instrument Database

เป็นการจัดการข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโปรเจกต์ที่รับผิดชอบ โดยนำข้อมูลจาก P&ID ที่ทำการปรับรูปแบบตามมาตรฐานของลูกค้า ในโปรเจกต์นี้ทางลูกค้าได้มีการทำ database โดยใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation (INtools)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการยกตัวอย่าง loop การทำงานของการบวณการหนึ่งในโครงการ ซึ่ง loop การทำงานนี้แสดงบน P&ID หน้า FEED-1401GB13A-KR-X-106 ซึ่งเป็นการทำรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดทั้งหมดใน loop การทำงานนี้ ซึ่งจะบอกรายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์ คือ loop number, tag number, service, p&id number, instrument type, location, status, signal i/o line number, equipment, remark ได้ดังรูปที่แสดงต่อไปนี้



รูปที่ 3.10 ตัวอย่าง loop การทำงานของกระบวนการ

UNIT	LOOP_NUMBER	TAG_NUMBER	SERVICE	P&ID_NUMBER	INST_TYPE_DESC	LOCATION	STATUS	SIGNAL_TYPE_IDO	SYSTEM_IDO	LINE_NAME	EQUIP_NAME	REMARK_1
100	KR-FC-1007	KR-FE-1007	S/I, S/D & EMERGENCY RECIRC KR-E-316 TO KR-V-103	FEED-1401GB13A-KR-N-106	ORIFICE	FIELD	NEW	.	.	6"GOV-1013-A063FA-V	.	.
100	KR-FC-1007	KR-FT-1007	S/I, S/D & EMERGENCY RECIRC KR-E-316 TO KR-V-103	FEED-1401GB13A-KR-N-106	DP FLOW TRANSMITTER ON DCS	FIELD	NEW	DCS-AI	DCS	6"GOV-1013-A063FA-V	.	.
100	KR-FC-1007	KR-FI-1007	S/I, S/D & EMERGENCY RECIRC KR-E-316 TO KR-V-103	FEED-1401GB13A-KR-N-106	LOCAL INDICATOR	FIELD	NEW	.	.	.	.	.
100	KR-FC-1007	KR-FC-1007	S/I, S/D & EMERGENCY RECIRC KR-E-316 TO KR-V-103	FEED-1401GB13A-KR-N-106	FLOW CONTROL	DCS	NEW	SOFT-DCS	DCS	.	.	.
100	KR-FC-1007	KR-FV-1007	S/I, S/D & EMERGENCY RECIRC KR-E-316 TO KR-V-103	FEED-1401GB13A-KR-N-106	I/POSITIONER	FIELD	NEW	.	.	.	.	.
100	KR-FC-1007	KR-UV-1007	S/I, S/D & EMERGENCY RECIRC KR-E-316 TO KR-V-103	FEED-1401GB13A-KR-N-106	SOLENOID VALVE	FIELD	NEW	SS-DO	SS	.	.	.
100	KR-FC-1007	KR-FV-1007	S/I, S/D & EMERGENCY RECIRC KR-E-316 TO KR-V-103	FEED-1401GB13A-KR-N-106	CONTROL VALVE	FIELD	NEW	DCS-AO	DCS	6"GOV-1013-A063FA-V	.	.

รูปที่ 3.11 11 Instrument database (Microsoft access)

ในขั้นตอนต่อไปนี้เป็นกรอธิบายวิธีการดำเนินการใช้ซอฟต์แวร์ เฉพาะในส่วนของผู้ใช้งาน ในการทำ Instrument Database ของ Orifice Plate ตัวหนึ่งในโครงการ

### 3.2.2.1 การสร้าง Tag numbering โดยซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation (INtools)

1. เริ่มแรกต้องทำการ Login เพื่อใช้งาน

A screenshot of the 'Intools Login' form. It has a dark grey background. At the top, it says 'Intools Login'. Below that are three input fields: 'User name:', 'Password:', and 'Domain:'. The 'Domain' field has 'Global' entered. At the bottom right, there is a 'Log on' button.

รูปที่ 3.12 Page login

2. ปรากฏหน้าต่าง คลิก acceptor

A screenshot of a 'Legal Notice' dialog box with a dark blue background. The text is in both English and Spanish. The English text reads: 'Legal Notice: You have accessed a Private and Restricted computing system. Continuation of login implies you have read and understood the Company's computer usage guidelines.' The Spanish text reads: 'Ha accedido a un Sistema Informático Privado y Restringido. Continuar con el inicio de sesión implica que ha leído y entendido las pautas de uso de los equipos informáticos de la Compañía.' At the bottom, there is an 'Aceptar' button.

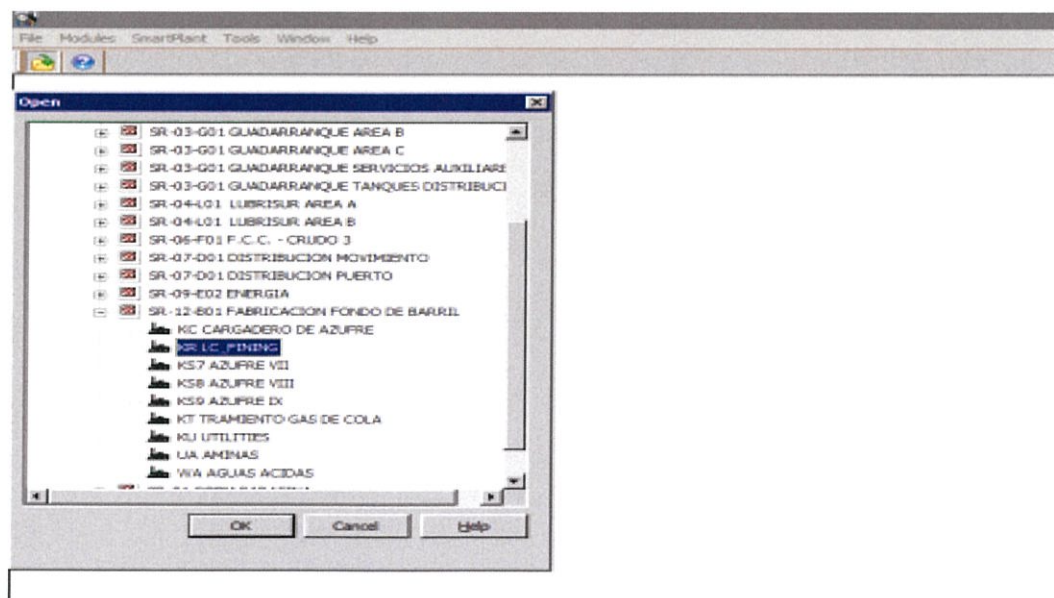
รูปที่ 3.13 Page acceptor

### 3. ทำการเลือก module การทำงาน SmartPlant Instrumentation



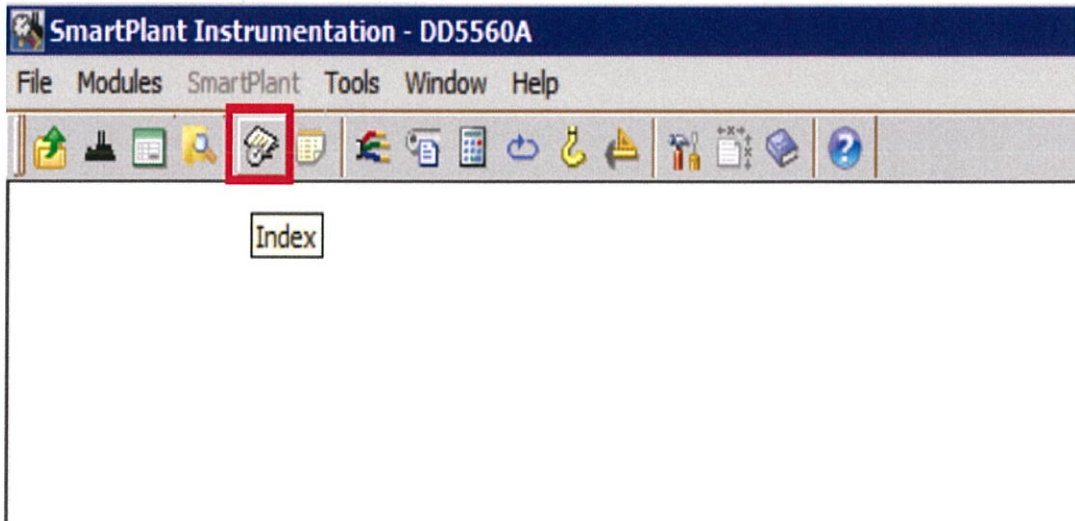
รูปที่ 3.14 การเลือกการทำงาน SmartPlant Instrumentation

### 4. ทำการเลือก project ที่รับผิดชอบ



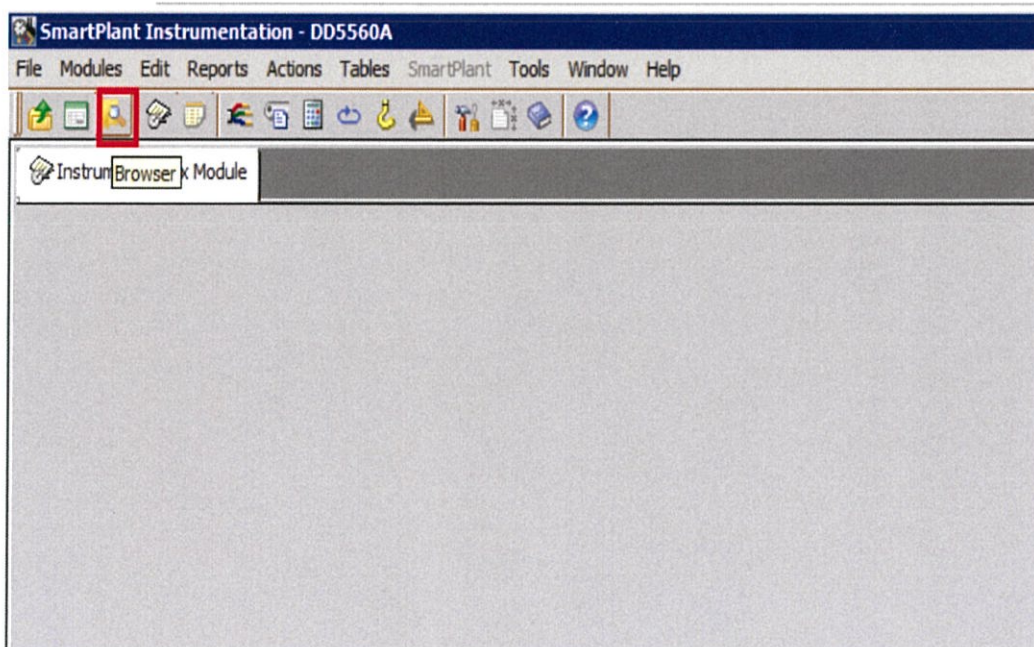
รูปที่ 3.15 ชื่อโครงการที่รับผิดชอบ

5. แสดงหน้าต่าง การทำงานต่างของซอฟต์แวร์ เลือก index ที่ tools bar



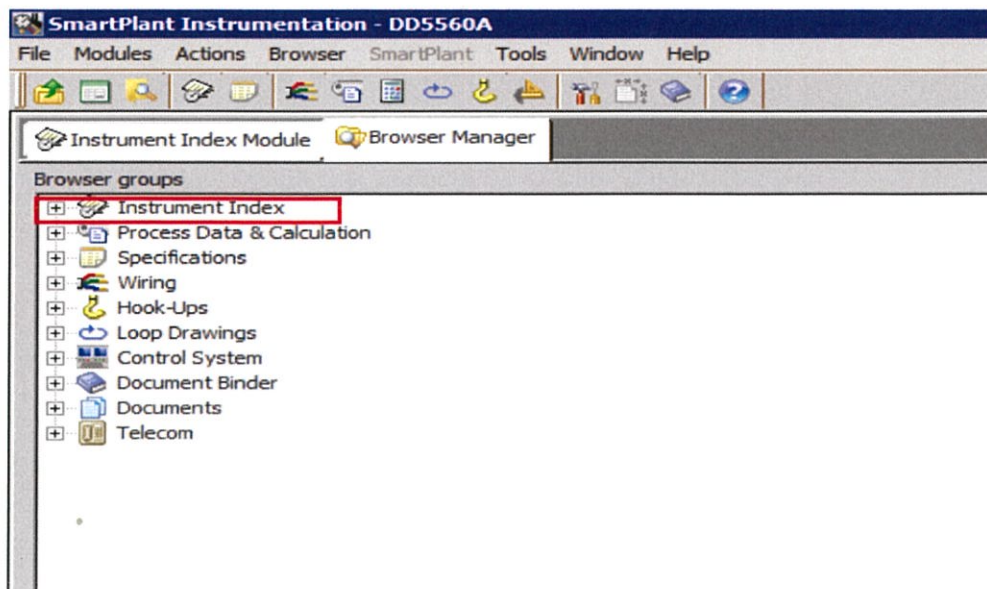
รูปที่ 3.16 เลือกเครื่องมือ index

6. หลังจากทำการเลือก index จะทำการเลือก browser ที่ tools bar



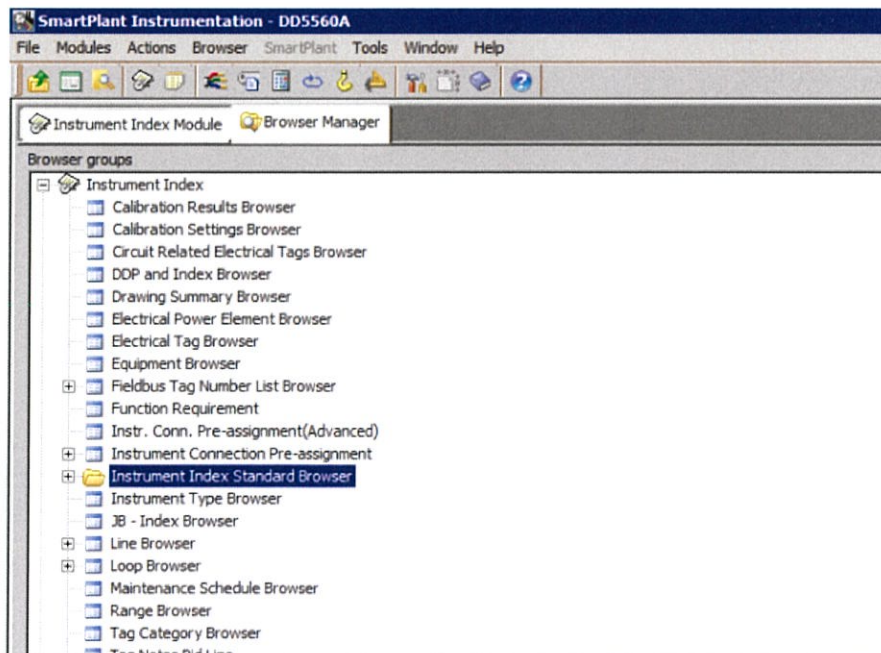
รูปที่ 3.17 เลือก browser

7. จะแสดงหน้าต่างดังรูป คลิก instrument index



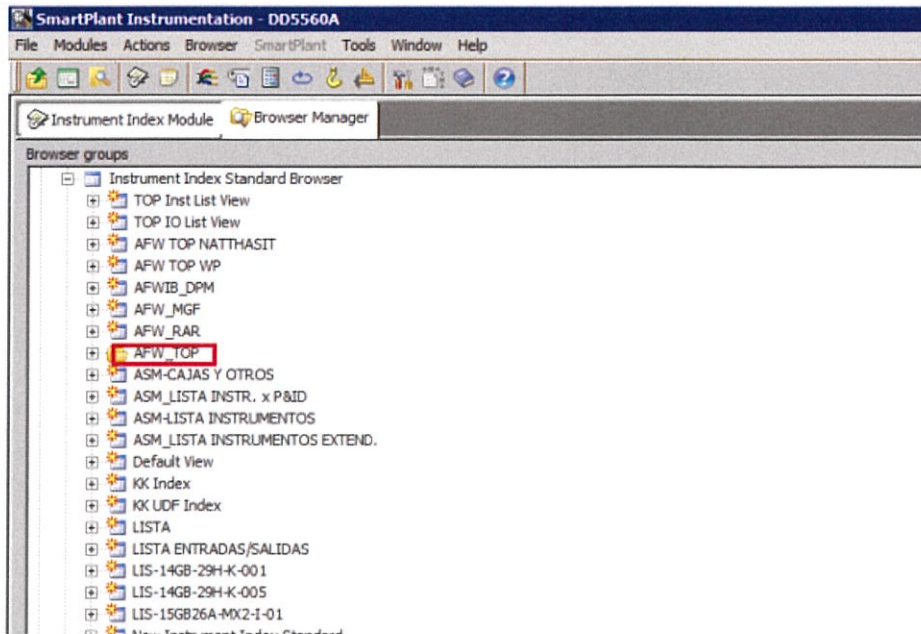
รูปที่ 3.18 เลือก instrument index

8. ทำการเลือก instrument index standard browser



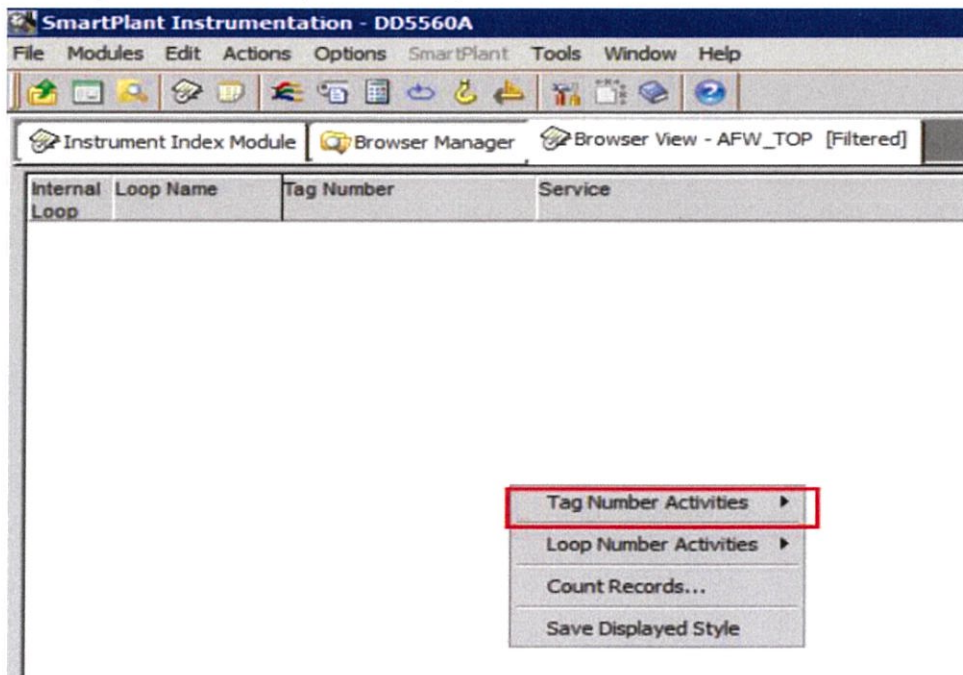
รูปที่ 3.19 เลือก instrument index standard browser

## 9. ทำการเลือก view ในการแสดงการใช้งาน



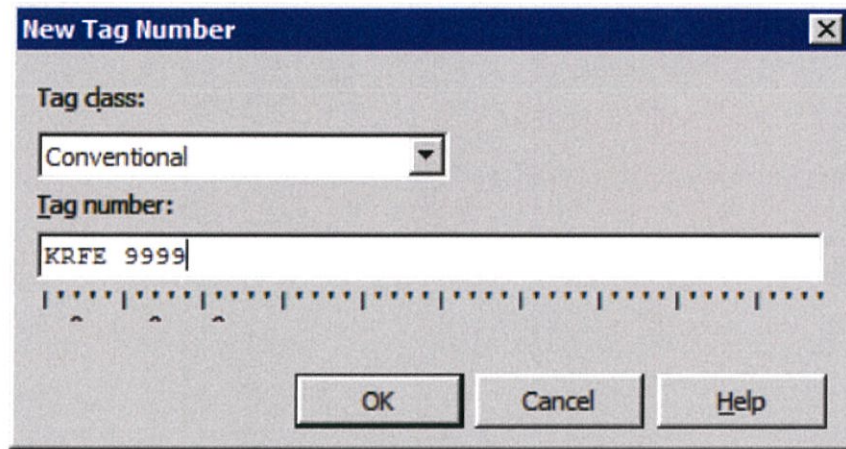
รูปที่ 3.20 เลือก view : AFW\_TOP (Amec foster wheeler Thailand operation)

10. จะแสดงหน้าว่าเปล่าขึ้นมา โดยจะทำการสร้าง Tag อุปกรณ์ คลิกขวาที่พื้นหลังสีขาว ทำการเลือก Tag number Activity -> new tag number



รูปที่ 3.21 สร้าง Tag number

11. สร้างชื่อ Tag อุปกรณ์ ซึ่งในตัวอย่างได้แสดงขั้นตอนการสร้างของอุปกรณ์ orifice ซึ่งจะต้องกำหนด Tag เป็น FC และตามด้วยหมายเลขลำดับของอุปกรณ์ คลิก ok



New Tag Number

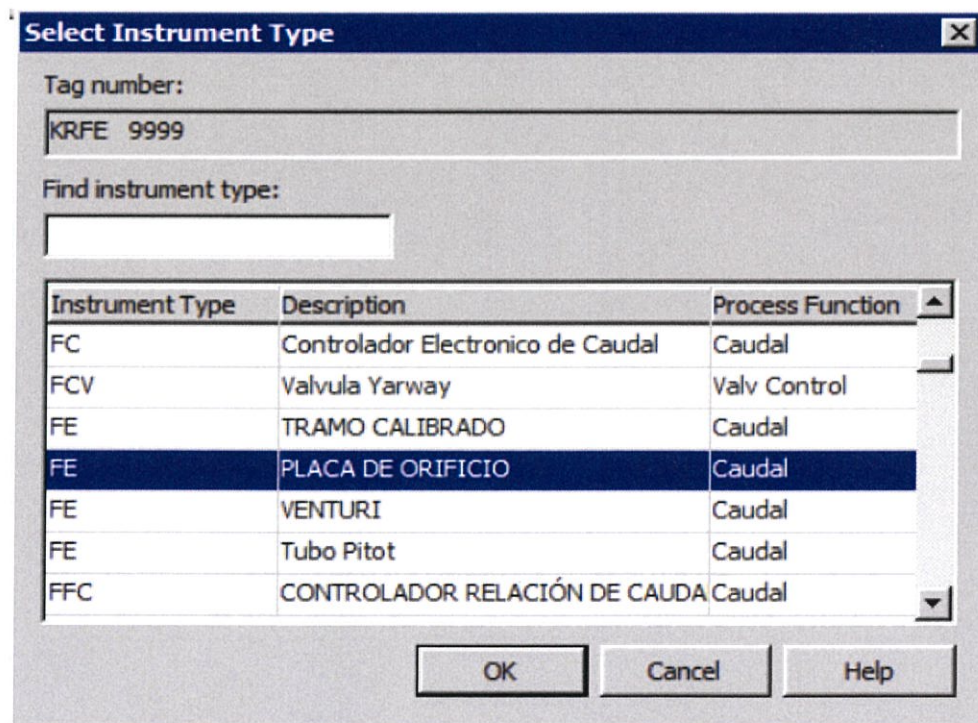
Tag class:  
Conventional

Tag number:  
KRFE 9999

OK Cancel Help

รูปที่ 3.22 กำหนด Tag อุปกรณ์

12. การเลือกประเภทของอุปกรณ์ FE : ORFICE PLATE ซึ่งในโปรแกรมจะเป็น ภาษาสเปน -> คลิก ok



Select Instrument Type

Tag number:  
KRFE 9999

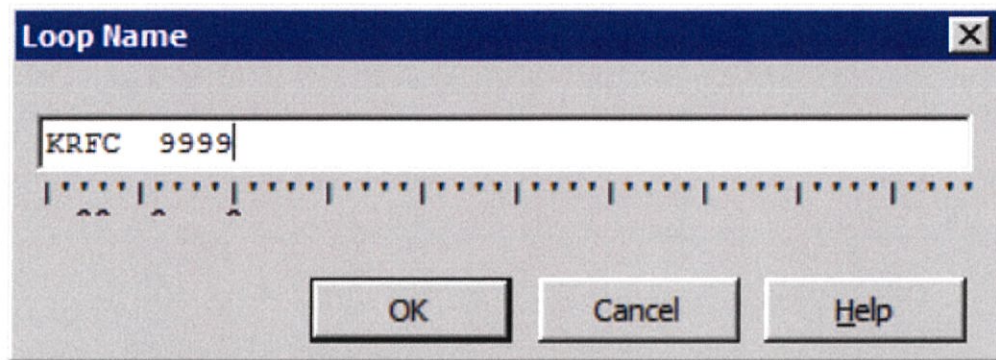
Find instrument type:  
[Empty text box]

Instrument Type	Description	Process Function
FC	Controlador Electronico de Caudal	Caudal
FCV	Valvula Yarway	Valv Control
FE	TRAMO CALIBRADO	Caudal
FE	PLACA DE ORIFICIO	Caudal
FE	VENTURI	Caudal
FE	Tubo Pitot	Caudal
FFC	CONTROLADOR RELACIÓN DE CAUDA	Caudal

OK Cancel Help

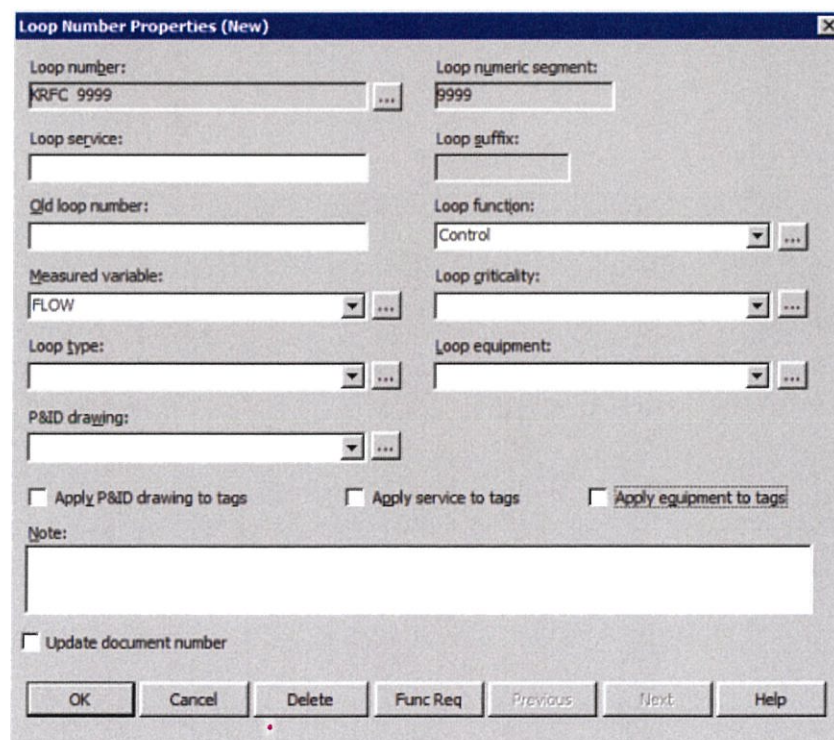
รูปที่ 3.23 เลือกประเภทของอุปกรณ์

13. สร้างชื่อ loop การทำงานของอุปกรณ์ ในตัวอย่างนี้ จะตั้งชื่อ loop เป็น FC : Flow controller -> คลิก ok



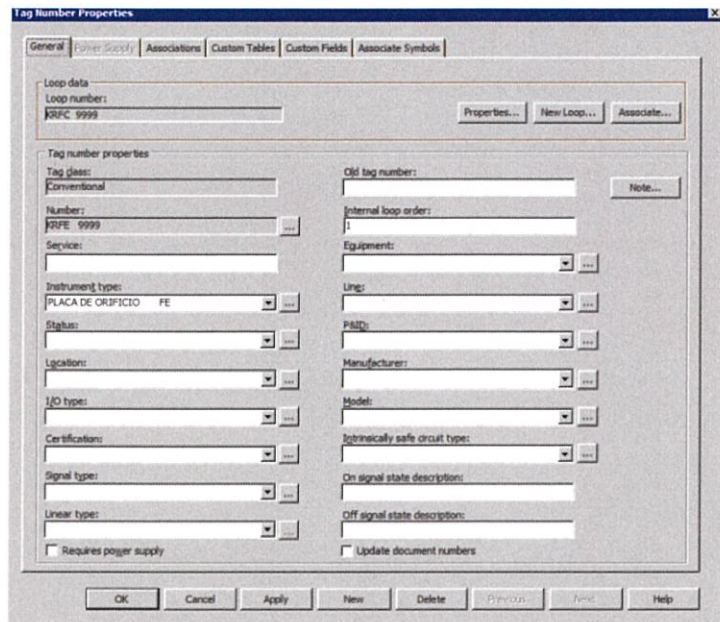
รูปที่ 3.24 การกำหนดชื่อ Loop

14. จะแสดงหน้าต่าง loop number properties (new) ขึ้นมา คลิก ok



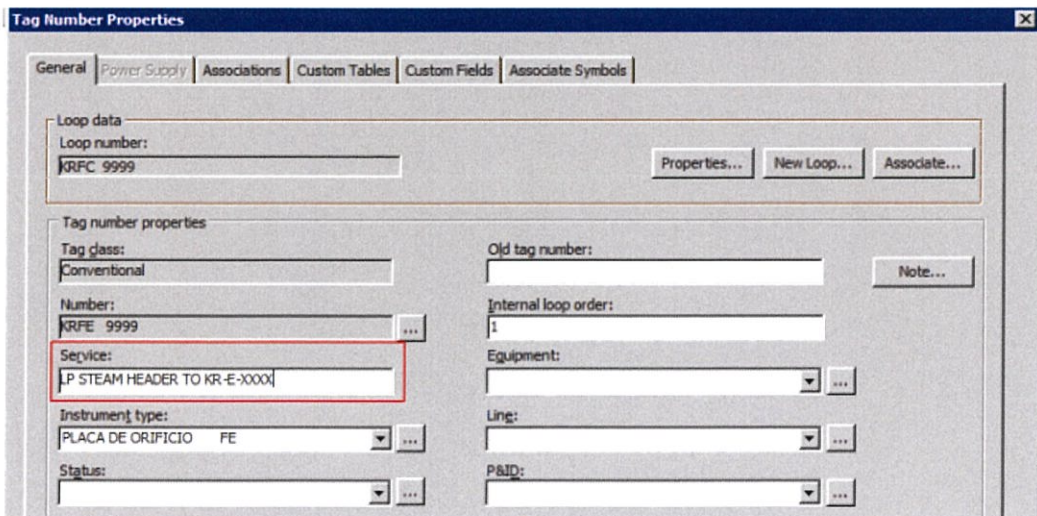
รูปที่ 3.25 page loop number properties

15. แสดง Tag number properties ของ Tag ที่ทำการสร้างขึ้นมา -> คลิก ok



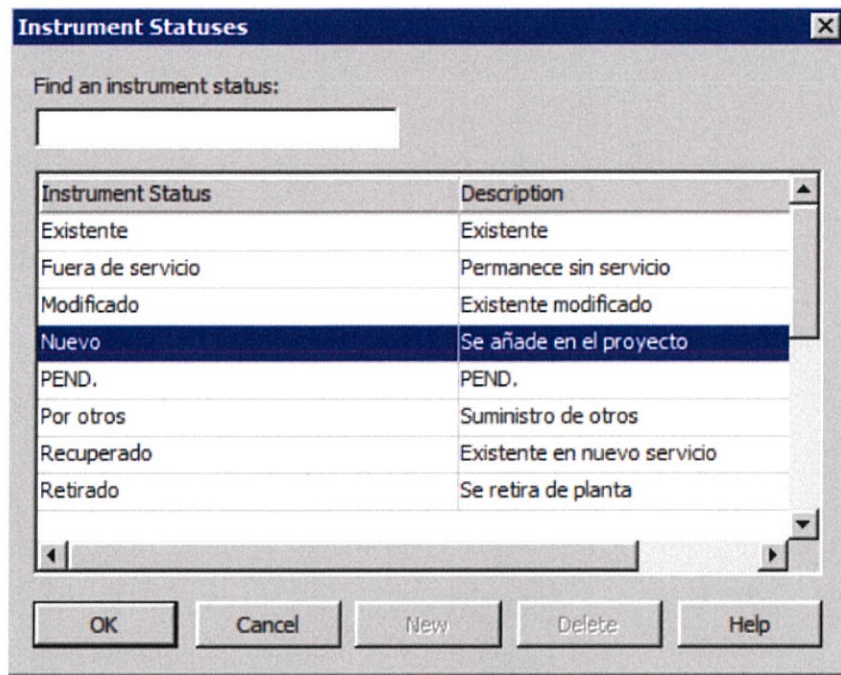
รูปที่ 3.26 page แสดง Tag number properties

16. ทำการใส่ service ของอุปกรณ์ โดยพิจารณาจากกระบวนการการทำงาน



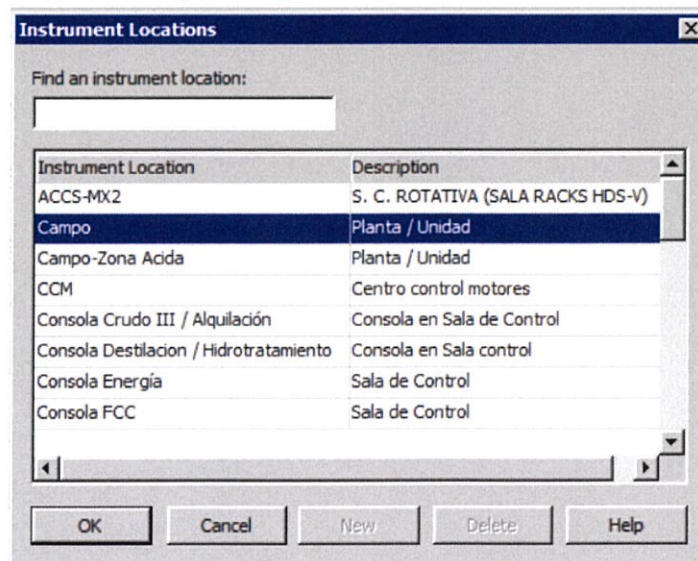
รูปที่ 3.27 การใส่ service ของอุปกรณ์

17.ทำการใส่ status โดย คลิกที่  ด้านหลังช่องว่าง ทำการเลือกสถานะเป็น new เนื่องจากโครงการนี้เป็นการสร้างส่วนการผลิตขึ้นใหม่ อุปกรณ์ทุกตัวจะมีสถานะใหม่ทุกตัว ซึ่งในซอฟต์แวร์จะเป็นภาษาสเปน -> คลิก ok



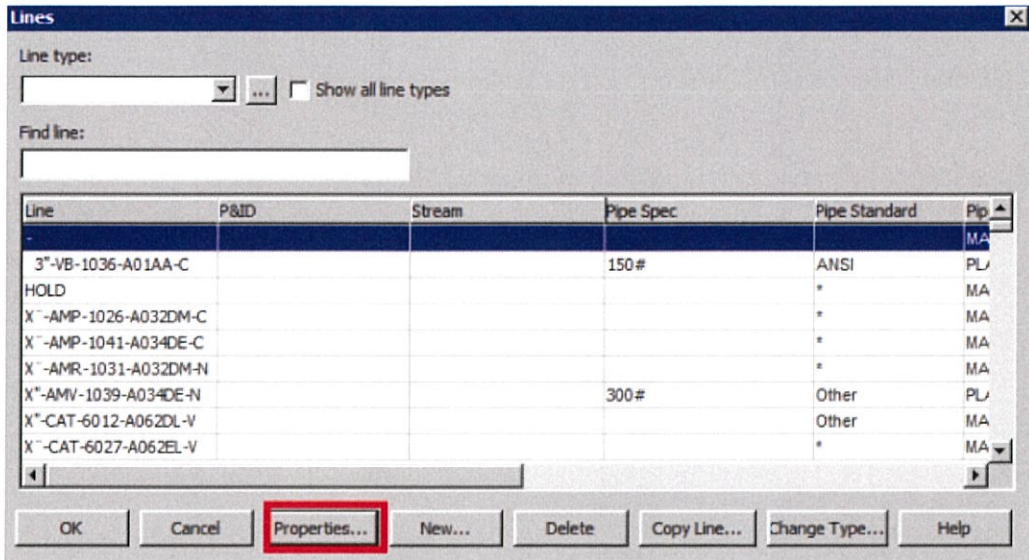
รูปที่ 3.28 instrument status

18.ทำการเพิ่ม location โดย คลิกที่  ด้านหลังช่องว่าง ทำการเลือก location เป็น field เนื่องจาก orifice plate เป็นอุปกรณ์อยู่หน้างาน ซึ่งในซอฟต์แวร์จะเป็นภาษาสเปน ดังนี้ -> คลิก ok



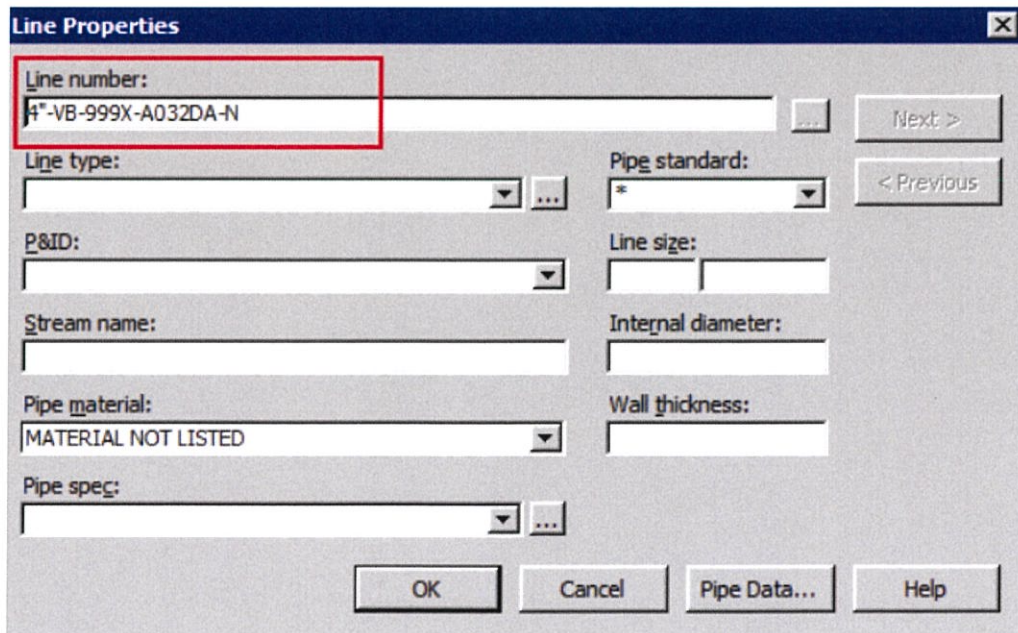
รูปที่ 3.29 instrument location

19. ทำการเพิ่ม line ของอุปกรณ์ โดย คลิกที่  ด้านหลังช่องว่าง ทำการเลือก properties



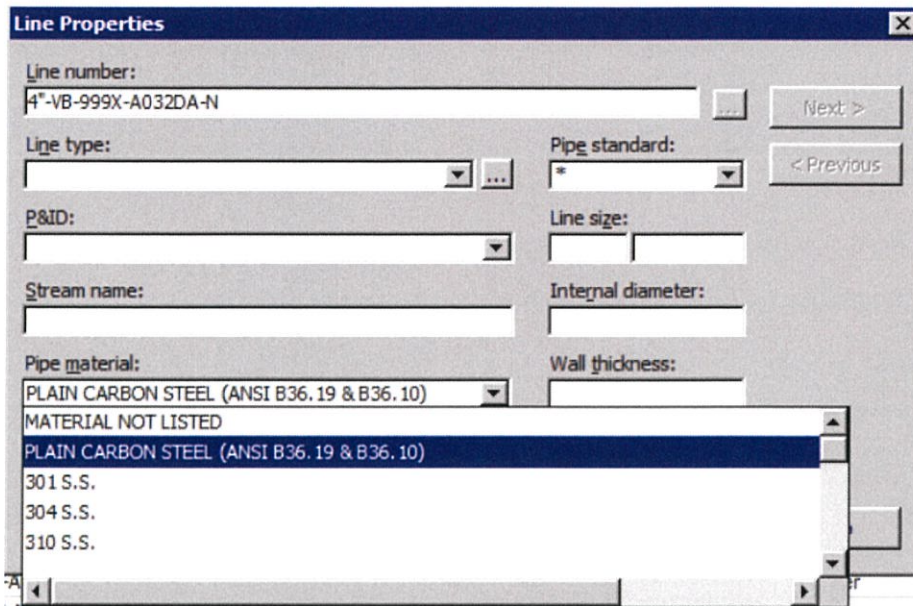
รูปที่ 3.30 instrument line

20. เพิ่ม line ตามที่แสดงบน P&ID



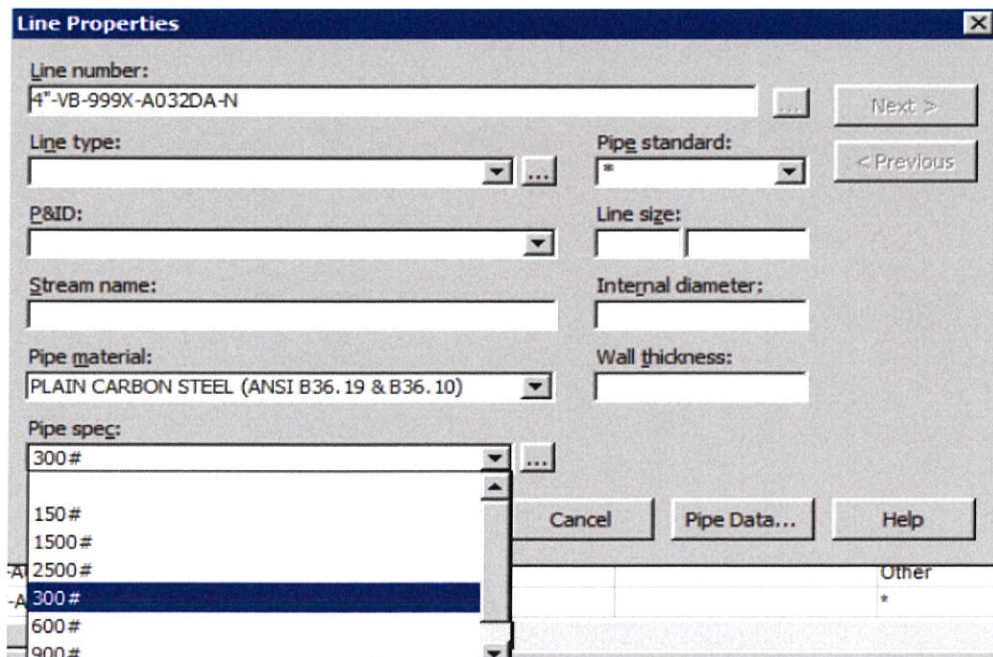
รูปที่ 3.31 การเพิ่ม line number

## 21. ทำการเลือก pipe material



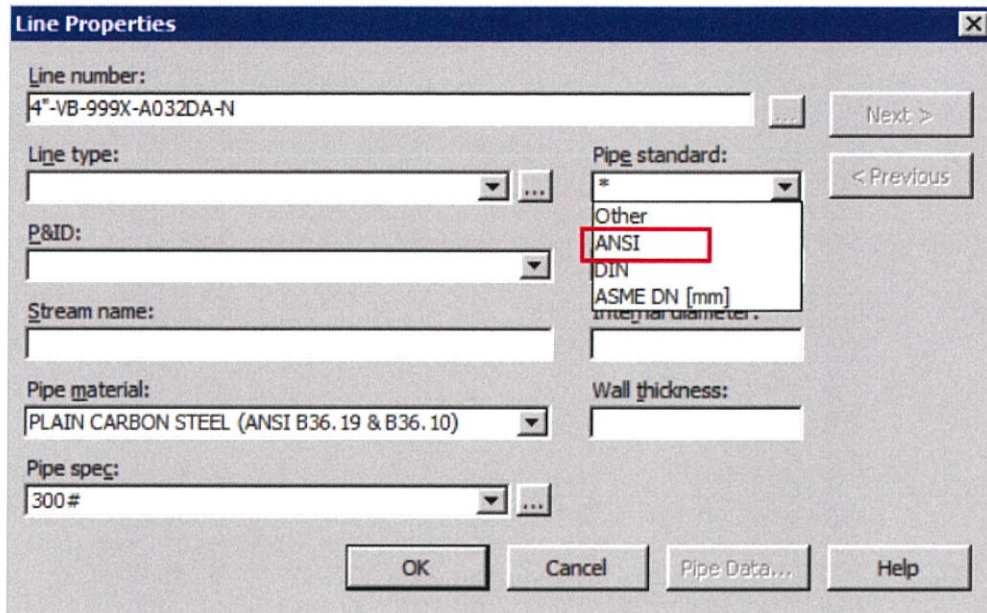
รูปที่ 3.32 การเลือก pipe material

## 22. ทำการเลือก pipe class



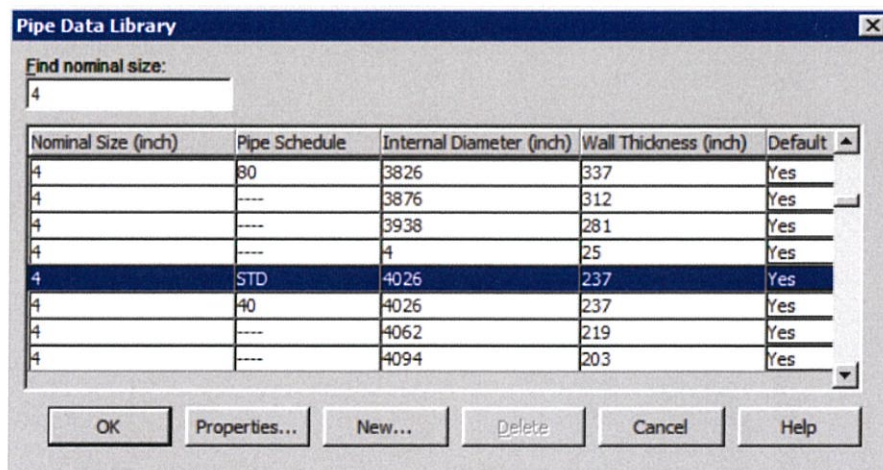
รูปที่ 3.33 การเลือก pipe class

23. ทำการเลือก pipe standard เป็นแบบ ANSI




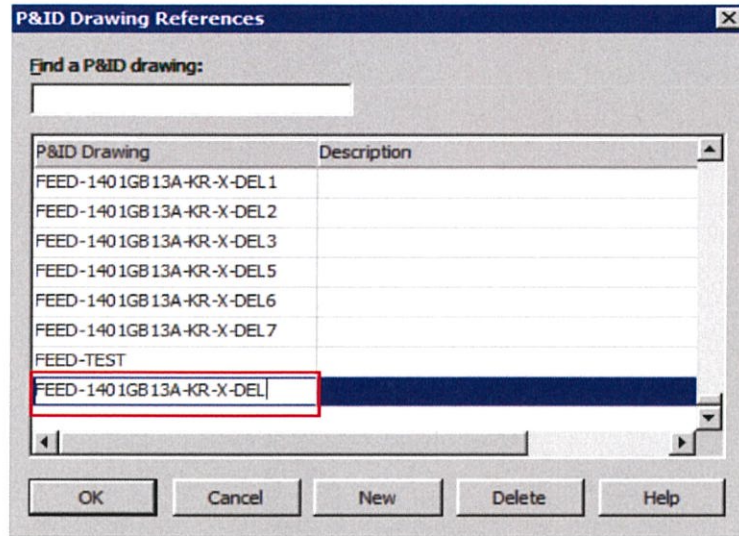
รูปที่ 3.34 การเลือก pipe standard

24. ทำการเลือก pipe data library -> คลิก ok



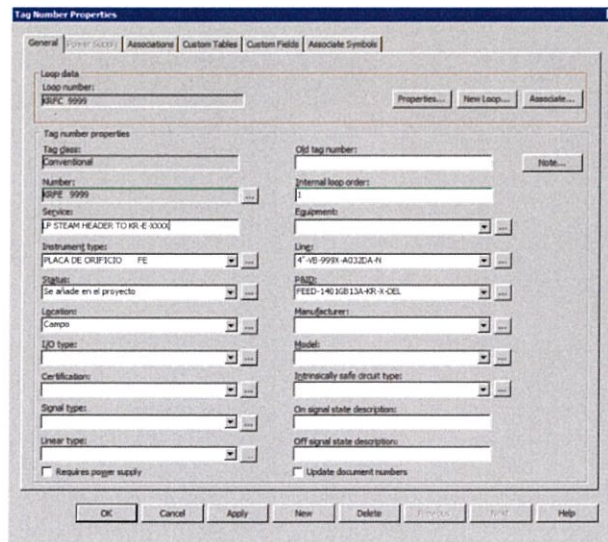
รูปที่ 3.35 การเลือก pipe data library

25. ทำการสร้าง P&ID number โดย คลิกที่  ด้านหลังช่องว่าง คลิก new เพิ่มหมายเลขที่แสดงบน P&ID ->คลิก ok



รูปที่ 3.36 ทำการสร้าง P&ID number

26. แสดง Tag number properties ของตัวอย่าง orifice plate -> คลิก ok



รูปที่ 3.37 แสดงข้อมูล Tag number properties ของตัวอย่าง orifice plate

## 27. การแสดงรายละเอียดข้อมูลของตัวอย่าง orifice plate ในการทำ database

Internal Loop Name	Tag Number	Service	ID Type Name	Location	IOF_CSN	FBD	Line Number	Equipment Name	Remark1	Remark2	Instrument Type Desc
KR-F-1001	KR-F-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	Flow Control	CR-1001	FEED-1401GB13A-KR-X-103			8" VM-1008-A030CA-C			ORIFICE

รูปที่ 3.38 database ของ ตัวอย่าง orifice plate

### 3.2.3 การทำ Instrument List

ในขั้นตอนนี้จะทำการรายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละตัว แต่ละประเภทที่ได้บอกรายละเอียดในขั้นตอนการทำ Instrument Database ทำเป็นรายงานผลของอุปกรณ์นั้น

INSTRUMENT LIST											Document No	
LC-FINING											Page	
SAN ROQUE (ESPAÑA)											FEED-LIS-1401GB13A-I-001	
UNIT	Loop No.	Tag Number	Service Description	Instrument Type	IO Signal	System	PID No.	Line No.	Equipment	Status	Location	Remarks
100	KR-F-1001	KR-F-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	FLOW CONTROL	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-F-1001	KR-FE-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	ORIFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" VM-1008-A030CA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-F-1001	KR-FI-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	LOCAL INDICATOR	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	AT LV
100	KR-F-1001	KR-FT-1001	VM HEADER TO KR-E-130A/B	DP FLOW TRANSMITTER ON DCS	DCS-AI	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" VM-1008-A030CA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1002	KR-FE-1002	COLD SR VGO TO KR-P-601A/B	ORIFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1001-A030CA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1002	KR-FI-1002	COLD SR VGO TO KR-P-601A/B	FLOW INDICATOR ON DCS	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-FI-1002	KR-FT-1002	COLD SR VGO TO KR-P-601A/B	WIRELESS DP FLOW TRANSMITTER ON DCS	WIRELESS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1001-A030CA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1003	KR-FE-1003	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A	ORIFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1001-A030CA-N	-	NEW	FIELD	
100	KR-FI-1003	KR-FI-1003	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A	FLOW INDICATOR ON DCS	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-FI-1003	KR-FT-1003	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A	WIRELESS DP FLOW TRANSMITTER ON DCS	WIRELESS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1001-A030CA-N	-	NEW	FIELD	
100	KR-FO-1001	KR-FO-1001	KR-V-133 LEVEL	RESTRICTION ORIFICE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	2" CM-1004-A032DA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-LC-1001	KR-LAH-1001	KR-V-133 LEVEL	LEVEL ALARM HIGH	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LAL-1001	KR-V-133 LEVEL	LEVEL ALARM LOW	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LC-1001	KR-V-133 LEVEL	LEVEL CONTROL	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LI-1001	KR-V-133 LEVEL	LOCAL INDICATOR	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	AT LV
100	KR-LC-1001	KR-LT-1001	KR-V-133 LEVEL	DISPLACER LEVEL TRANSMITTER ON DCS	DCS-AI	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	
100	KR-LC-1001	KR-LV-1001	CM KR-V-133 TO HEADER	CONTROL VALVE	DCS-AO	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" CM-1002-A032DA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-LC-1001	KR-LX-1001	KR-V-133 LEVEL	DCS FUNCTION	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-LC-1001	KR-LY-1001	CM KR-V-133 TO HEADER	LP POSITIONER	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	
100	KR-LG-1002	KR-LG-1002	KR-V-133 LEVEL	LEVEL GAUGE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	
100	KR-PG-1001	KR-PG-1001	COLD SR DIESEL OSBL TO KR-E-130A/B	PRESSURE GAUGE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1001-A030CA-N	-	NEW	FIELD	
100	KR-PG-1002	KR-PG-1002	COLD SR VGO OSBL TO KR-P-601A/B	PRESSURE GAUGE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1001-A030CA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-PSV-1001	KR-PSV-1001	KR-V-133 OUTLET RELIEF VALVE	PRESSURE SAFETY VALVE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	2" CM-1003-A032DA-C	-	NEW	FIELD	
100	KR-PSV-1002	KR-PSV-1002A	KR-E-130A OUTLET RELIEF VALVE	PRESSURE SAFETY VALVE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1032-M031AA	-	NEW	FIELD	
100	KR-PSV-1002	KR-PSV-1002B	KR-E-130A PRESSURE RELIEF VALVE	PRESSURE SAFETY VALVE	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1032-M031AA	-	NEW	FIELD	
100	KR-TC-1001	KR-TAH-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE ALARM HIGH	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TAL-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE ALARM LOW	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TC-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE CONTROL	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TI-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	THERMOCOUPLE TYPE K MULTIPLEX	DCS-AI/MUX	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1002-M031AA-V	-	NEW	FIELD	DUAL
100	KR-TC-1001	KR-TI-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE INDICATOR ON DCS	SOFT-DCS	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	DCS	
100	KR-TC-1001	KR-TI-1001A	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	LOCAL INDICATOR	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	-	-	NEW	FIELD	AT LV
100	KR-TC-1001	KR-TT-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	TEMPERATURE TRANSMITTER ON DCS	DCS-AI	DCS	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1002-M031AA-V	-	NEW	FIELD	
100	KR-TC-1001	KR-TW-1001	SR VGO KR-E-130A TO KR-V-102	THERMOWELL	-	-	FEED-1401GB13A-KR-X-103	8" GOV-1002-M031AA-V	-	NEW	FIELD	

รูปที่ 3.39 รูปแบบ Instrument list ของโครงการ LC-FINING

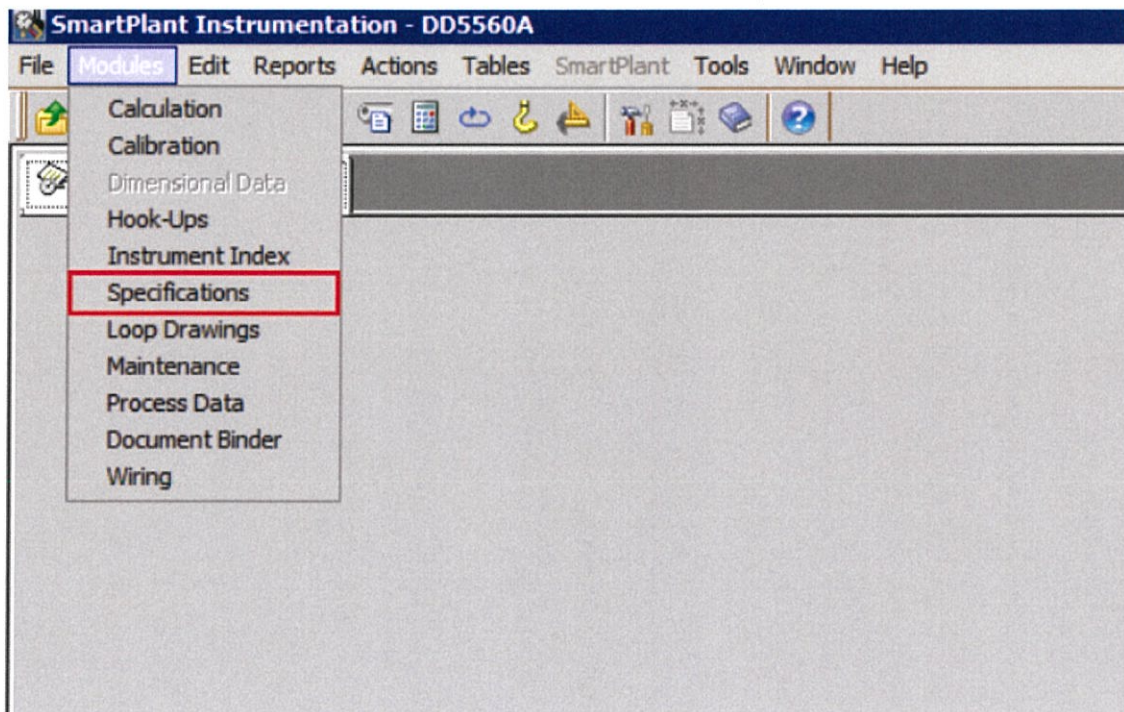
### 3.2.4 การทำ Instrument Datasheet

ในการทำ Instrument Datasheet ของโครงการที่ได้รับมอบหมายนี้ ได้ใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation ในการทำข้อมูล โดยมีการนำข้อมูลจาก Process Datasheet ของอุปกรณ์นั้นๆ รวมถึง มาตรฐานในการอ้างอิง ซึ่งในโครงการนี้ได้ใช้มาตรฐาน Control & Instrument General Specification ของทางบริษัทอ้างอิงในการทำ Instrument Datasheet

ในขั้นตอนต่อไปนี้เป็น การอธิบายวิธีการดำเนินการใช้ซอฟต์แวร์ เฉพาะในส่วนของผู้ใช้งาน ในการทำ Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge

#### 3.2.4.1 การทำ Instrument Datasheet ประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ SmartPlant Instrumentation (INtools)

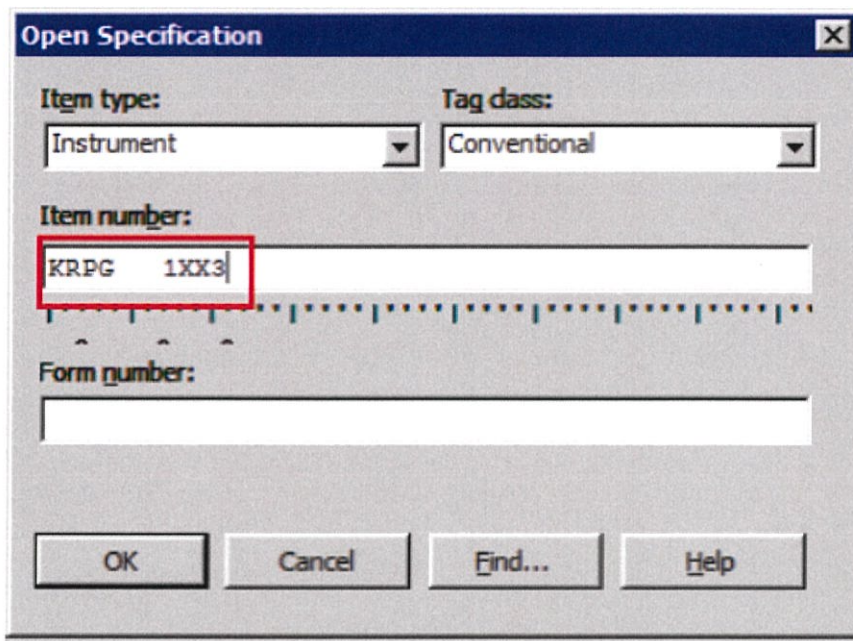
1. ทำการเลือก Module Specification ในการทำ Datasheet



รูปที่ 3.40 การเลือก Module Specification

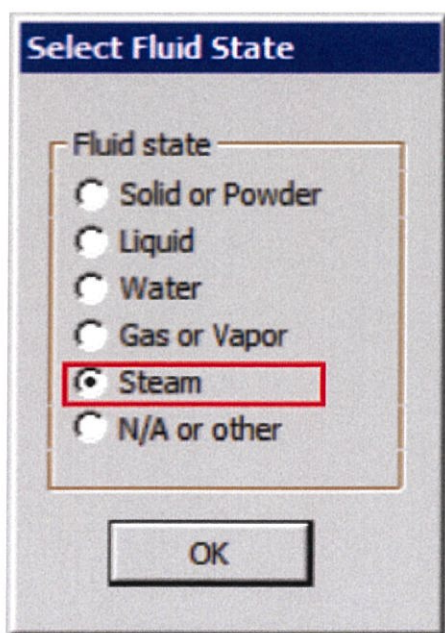
2. ใส่ Tag Number อุปกรณ์ ในตัวอย่างนี้เป็น PG 1XX3 (Pressure Gauge) ->

คลิก ok



รูปที่ 3.41 การใส่ Tag Number ของ Pressure Gauge

3. ทำการเลือก Fluid State ซึ่งในตัวอย่างจะเลือกเป็น steam



รูปที่ 3.42 การเลือก Fluid State

#### 4. รูปแบบรายละเอียดข้อมูล Datasheet ของ Pressure Gauge สำหรับโครงการนี้

Instrument Index Module		Browser Manager		Browser View - AFW_TOP [Filtered]		Specifications Module		Instrument Specification - KRPG 1XX3		
Page 1		Notes								
GENERAL	1	Tag	KRPG 1XX3							
	2	Servicio	MP CONDENSATE KR-V-133 TO HEADER							
	3	No. Linea	P&ID	2-CM-100A-A032DA-C						FEED-1401GB13A-KR-V-103
	4	Equipo								
	5									
CONDICIONES PROCESO	6	Fluido	Estado	VAP						Vapor de Agua
	7	Sólidos en suspensión		Comp. corrosivos						
	8	Presión	Normal							
	9		Máxima	16						
	10	Presión de Diseño								
	11	Temperatura Normal		209		°C				
	12	Temperatura de Diseño		325		°C				
	13									
	14									
	15									
16										
17										
MANOMETRO	18	Tipo de medida		Presión relativa						
	19	Escala								
	20	Montaje								
	21	Conexión a proceso		1/2"-NPT						
	22	Escala	Diámetro		125 mm					
	23		Características		Aluminio fondo blanco / graduaciones, numeración y tag en negro					
	24	Tipo Elemento sensor								
	25	Material del Elemento sensor								
	26	Caja	Material		AISI 316					
	27		Aguja		Micrométrica					
	28		Cierre		Bayoneta					
	29		Disco		Seguridad					
	30	Visor		Cristal de seguridad						
	31	Precisión								
	32	Sobrepresión								
33	Protección mecánica									
34										
35										
SELLO SEPARADOR	36	Tipo								
	37	Conexión Proceso								
	38	Material Diafragma								
	39	Fluido de Relleno								
	40	Conexión al Instrumento								
	41	Capilar	Material							
	42									
43										
ACCESORIOS	44	Sifón								
	45	Amortiguador de pulsaciones								
	46	Entrador de aletas								
	47	Limitador de presión								
	48	Caja preparada para rellenar con glicerina								
	49	Válvula de exceso de caudal								
50										
DATOS FABRICANTE	51	Fabricante	N° serie							
	52	Modelo								
	53	N° Requisición	Codigo SAP							
	54									
Notas Proceso			Notas Instrumentación							

รูปที่ 3.43 รูปแบบ Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge

### 3.2.5 การทำ Instrument Material Requisition

เป็นการทำใบสั่งซื้อสินค้า เอกสารจะบอกถึงรายละเอียดความต้องการในการเลือกซื้ออุปกรณ์ เช่น มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง วัสดุในการผลิต เพื่อนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจการเลือกซื้ออุปกรณ์ รูปแบบหัวข้อรายละเอียดที่ต้องกล่าวถึงในเอกสารนี้ จะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ว่าต้องการบอกรายละเอียดอะไรบ้าง

เอกสารที่เกี่ยวข้องในการทำ Instrument Material Requisition ของทางโครงการ มีดังต่อไปนี้

- 1) Process Datasheet ของ Pressure Gauge
- 2) C&I General Specification ของทางบริษัท
- 3) Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge

3.2.5.1 ในขั้นตอนต่อไปนี้เป็นกรออธิบายวิธีการดำเนินการในการทำ Instrument Material Requisition ของ Pressure Gauge

#### 1. การทำหน้าปกของ Instrument Material Requisition

Contract N°	: 1401GB13A / 1DD5560A	<b>REQUISITION</b>
Client	: ---	N°: RM-1401GB13A-2206-TEST
Project	: LC - FINING	Revision: A
Location	: REFINERIA GIBRALTAR SAN ROQUE	Date: 10-17-2017
		Page: 1 of 6
<b>PRESSURE GAUGE</b>		
Unit: LC - FINING	Item:	
Purchase Order N°	Supplier:	
Revision	A	
Date	04-09-2017	
Description	Inquiry	
Prepared by	TUK	
Verified by	SRV	
Approved by	DEN	

#### INDEX

- I. SCOPE
  - II. RESPONSABILITIES
  - III. STANDARDS AND SPECIFICATIONS
  - IV. ATEX COMPLIANCE
  - V. AREA CLASSIFICATION
  - VI. SITE CONDITIONS
  - VII. DRAWINGS AND DOCUMENTATION
  - VIII. DOCUMENTATION AND QUALITY CERTIFICATES
  - IX. INSPECTION AND TESTING
  - X. DEVIATIONS
  - XI. GUARANTEES
  - XII. SPARE PARTS
  - XIII. LIST OF ATTACHMENTS
  - XIV. GENERAL NOTES AND SCOPE OF SUPPLY
- ANNEX A - DATA SHEETS

รูปที่ 3.44 หน้าปกของ Instrument Material Requisition

หัวข้อรายละเอียดข้อมูลในการทำ Instrument Material Requisition มีดังต่อไปนี้

- 1) Scope ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขอบเขตของอุปกรณ์นั้นๆ เช่น ประเภทของอุปกรณ์ โครงการที่รับผิดชอบ
- 2) Responsibilities ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง ผู้ขายจะต้อง รับผิดชอบในรายละเอียดข้อมูลในส่วนที่ได้ถูกกำหนดให้ เพื่อให้ทราบรายละเอียดที่นอกเหนือจากข้อมูลที่ทางบริษัทได้กล่าวถึงใน Instrument Datasheet
- 3) Standard And Specifications ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง มาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์นั้น ซึ่งมาตรฐานต่างๆนี้จะอาจนำมาจาก Project Specification ซึ่งทางโครงการเป็นกำหนดให้ หรือ จากข้อมูลของมาตรฐานของทางบริษัทที่ใช้ในการอ้างอิง
- 4) ATEX Compliance ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง ATEX มาจากคำว่า ATmosphere EXplosive ซึ่งเป็นมาตรฐานอุปกรณ์สำหรับพื้นที่เสี่ยงอัคคีภัย โดยทั่วไปแล้ว ATEX มักจะใช้กับอุปกรณ์ที่เป็น Electronic ที่เสี่ยงต่อการเกิดประกายไฟ หรือ การระเบิดได้
- 5) Area Classification ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงบริเวณ ประเภทของพื้นที่ที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ ซึ่งจะอ้างอิงข้อมูลจาก Project Specification ของโครงการ
- 6) Site Conditions ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเงื่อนไขของสถานที่ติดตั้ง เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิ รวมถึงความดันบรรยากาศ ตั้งอยู่ ซึ่งจะอ้างอิงข้อมูลจาก Project Specification ของโครงการ
- 7) Drawings and Documentation ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเอกสารภาพวาด ของโครงการ ระบุหมายเลขของเอกสาร ซึ่งจะอ้างอิงข้อมูลจาก Project Specification ของโครงการ
- 8) Documentation And Quality Certificates ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเอกสารรับรองของอุปกรณ์ เป็นการแจ้งความต้องการให้ทางผู้ขายทราบถึงเอกสารที่ต้องการได้รับจากทางผู้ขาย
- 9) Inspection And Testing ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบและการทดสอบสินค้า ซึ่งเป็นการแจ้งให้ทางผู้ขายทราบถึงความรับผิดชอบต่อสินค้าเมื่อเกิดความเสียหายในสถานการณ์ต่างๆ
- 10) Deviations ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงส่วนเบี่ยงเบนในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นแจ้งให้ทางผู้ขายทราบเมื่อเกิดความเบี่ยงเบนในด้านต่างๆให้แจ้งข้อมูลแก่บริษัท
- 11) Guarantees .ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง ส่วนประกอบทั้งหมดที่ติดตั้งหรือจัดเตรียม โดยผู้ขายจะต้องได้รับการประกันตามที่กำหนดไว้ในเงื่อนไขการสั่งซื้อทั่วไป

12) Spare Parts ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง การแจ้งให้ผู้ทราบถึงการสำรองอุปกรณ์  
นั้นๆ ที่ได้ทำการสั่งซื้อไว้

13) List of Attachments ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง เอกสารที่เกี่ยวข้องของโครงการ  
ซึ่งจะแบ่งเป็น Client Specifications และ Amec Foster Wheeler Specifications

14) General Notes And Scope Off Supply .ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดข้อมูล  
ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตามความต้องการของทางบริษัท เพื่อแจ้งให้ทางผู้ขายได้ทราบ

Annex A - Data Sheets

แบบ Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge ตัวนั้นๆตามหลังเอกสารนี้

### 3.2.6 การทำ Preliminary Sizing Orifice Bore

เอกสารที่เกี่ยวข้องในการทำ Preliminary Sizing Orifice Bore ของทางโครงการ มีดังต่อไปนี้

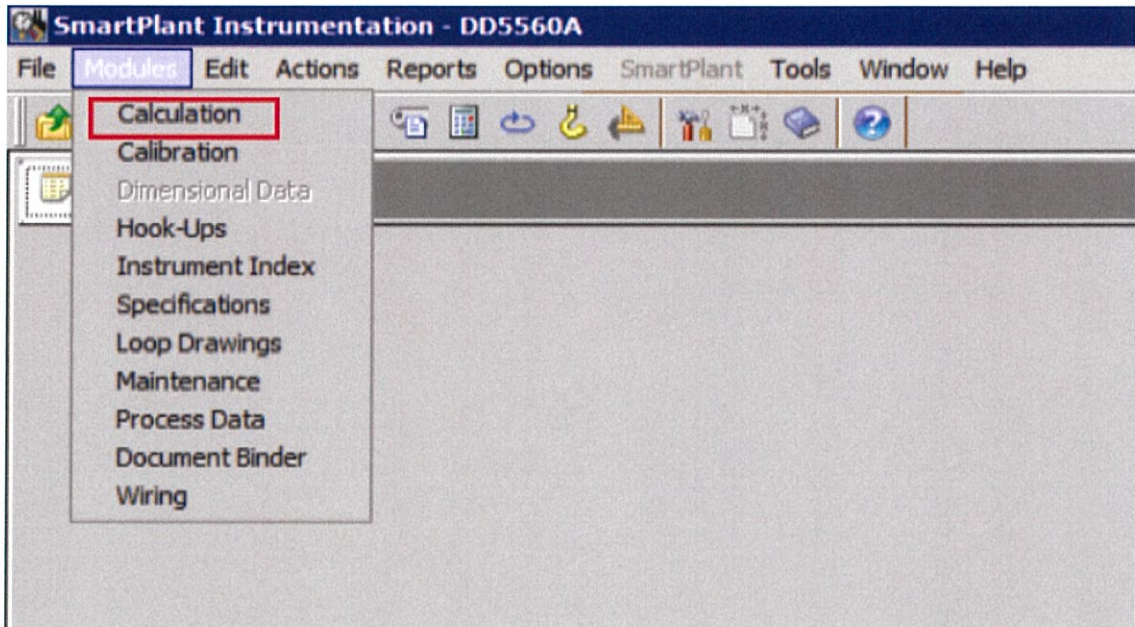
- 1) Process Datasheet ของ Orifice Plate
- 2) C&I General Specification ของทางบริษัท

3.2.6.1 ในขั้นตอนต่อไปนี้เป็นกรอธิบายวิธีการดำเนินการใช้ซอฟต์แวร์ เฉพาะในส่วนของผู้ใช้งาน ในการทำ Preliminary Sizing Orifice Bore ของ Orifice Plate ของ KRFE-608

CLG L.C-FINING RESIDUE HYDROCRACKING UNIT WITH CEPSA GIBRALTAR-SAN ROQUE REFINERY, SPAIN		ORIFICE PLATE & FLANGE		SHEET 1 OF 101							
PROJECT: L.C-FINING FEED		CONFIDENTIAL PROPERTY OF CHEVRON LUMMUS GLOBAL, TO BE REPRODUCED, AND USED ONLY IN ACCORDANCE WITH WRITTEN PERMISSION OF LUMMUS GLOBAL.		CONTRACT	PRINT DATE						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REV.</th> <th>DATE</th> <th>DETAILS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>26-AUG-2017</td> <td>REV. 001</td> </tr> </tbody> </table>		REV.	DATE	DETAILS	1	26-AUG-2017	REV. 001			ISSUE DATE 10-14-16	10/14/2016
REV.	DATE	DETAILS									
1	26-AUG-2017	REV. 001									
				REQ.	P.O.						
				ENG. AES	CHK'D EWL						
				APPR. CLD							
TAG NUMBER	FE-1101										
CONTENT	RG+MLH2										
P&ID	KRFE-1101										
LINE/EQUIPMENT	10"HR-1047 A1 008H-B-N										
FLUID STATE   WT% VAPOR	VAPOR   100.0										
FLOW MIN/MAX	16770 23224 / 33876 kg/hr										
FLOW SIZING   SIZING FACT.	200.6										
PRESSURE MIN/MAX	197.3 204.2 / 204.2 kg/cm <sup>2</sup> (g)										
SELECTED PRESSURE	202.6 204.2 kg/cm <sup>2</sup> (g)										
TEMP. MIN/MAX	131 / 135 +91 °C										
SELECTED TEMP	135 +91 °C										
LIQ BASE SPGR DESIGN											
LIQ OPER SPGR MIN/MAX											
LIQ OPER SPGR DESIGN											
LIQUID VISC DESIGN											
VAPOR SPGR DESIGN	0.9900										
VAPOR MOL WT DESIGN	2.6										
VAPOR DENSITY DESIGN	14.09 kg/m <sup>3</sup>										
VAPOR ZCOMP DESIGN	1.093										
VAPOR Cp DIV Cv	1.4										
VAPOR VISC DESIGN	0.012 cP										
SUPERHEAT OR QUALITY %											
BAROMETRIC PRESSURE											
BASE PRESSURE											
BASE TEMPERATURE											
TYPE OF METER											
DIFF RANGE - DRY											
SEAL SP GR AT 60 F											
STATIC PRESS RANGE											
CHART OR SCALE RANGE											
CHART MULTIPLIER	1.00										
ORIFICE BORE TYPE											
STANDARD SPEC											
ORIFICE BORE DIAMETER d											
PLATE/RING MATERIAL	316 SS										
PLATE THICKNESS											
VENT OR DRAIN HOLE											
BETA RATIO d/D											
MANUFACTURER & MODEL											
PIPE SCHEDULE											
PIPE INSIDE DIAMETER D											
TAP LOCATION											
TAP SIZE											
FLANGE TYPE											
FLANGE MATERIAL	CS										
RATING AND FLANGE FACE	1500# - RF										
FLANGE INCLUDED											
MANUFACTURER & MODEL											
REVISION											
NOTES	<p>DESIGN TEMP PRESS 135 C/91 kg/cm<sup>2</sup> VAPOR PRESSURE kg/cm<sup>2</sup> CRITICAL PRESSURE 14.3 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>ALTERNATIVE CASES: Alternative cases to be defined as per compressor datasheet SUB-CO-TAP-ARR by EPC CONTRACTOR</p>										

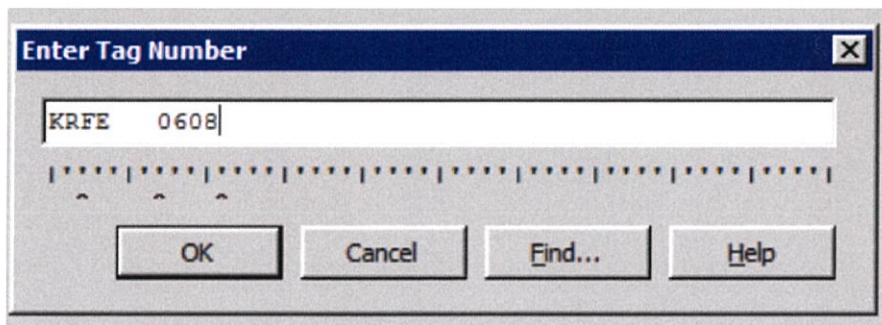
รูปที่ 3.45 Process Datasheet ของ Orifice Plate FE-608

1. เข้า Module calculation ในการทำ Preliminary Sizing Orifice Bore



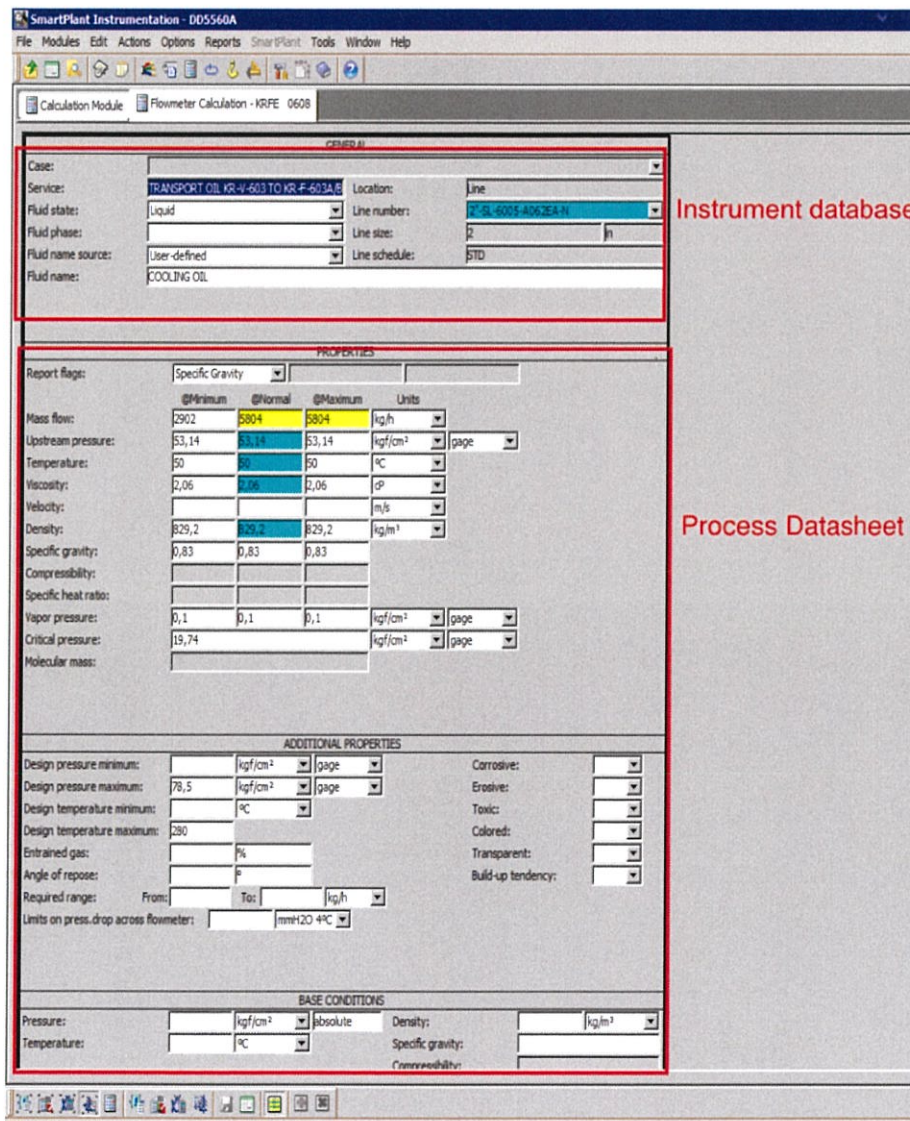
รูปที่ 3.46 การเลือก Module calculation

2. เลือก Tag อุปกรณ์ที่ต้องการ Calculation -> คลิก ok



รูปที่ 3.47 การเลือก Tag KRFE-0608

3. แสดงหน้าต่าง Flow meter ให้ใส่ข้อมูลต่างๆ คือ
  - General เป็นข้อมูลทั่วไปของอุปกรณ์ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ จะทำการ link data จาก Database ที่ได้มีการทำในขั้นตอนการทำ Instrument Database
  - Properties เป็นข้อมูลของ Process Data ของอุปกรณ์นั้นๆ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ ได้นำข้อมูลจาก Process Datasheet
  - Additional Properties เป็นข้อมูลเพิ่มเติมของอุปกรณ์นั้นๆ
  - Base Condition เป็นข้อมูลเงื่อนไขที่ต้องกำหนดต่ออุปกรณ์นั้นๆ



รูปที่ 3.48 หน้าต่าง Flow Meter Calculation

4. ทำการคลิกคำสั่ง  calculation ด้านล่างหน้าต่างของรูปที่ 3.46 จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.47 โดยเติมข้อมูลดังต่อไปนี้

Flow meter Type : เลือก Square Edge Orifice

Sub type : เลือก Flange Tapping : [ ISO 5167 (1998) / R.W.Miller]

Pipe Material : เลือก PLAIN CARBON STEEL (ANSI B36.19 &36.10)

Pipe linear expansion coefficient : จะแสดงค่าขึ้นอัตโนมัติตาม Pipe Material

Orifice Material : เลือก 316 S.S.

Orifice linear expansion coefficient : จะแสดงค่าขึ้นอัตโนมัติตาม Orifice Material

Full scale : คำนวณโดยคิด flow rate @maximum เท่ากับ 80 % ของ full scale

Differential range Unite : กำหนดให้เท่ากับ 2500 mmH2O

และคลิก calculation

The screenshot shows the 'Flowmeter Calculation' dialog box with the following settings:

- Flowmeter type:** Square Edge Orifice
- Sub type:** Flange Tapping
- Pipe Material:** PLAIN CARBON STEEL
- Orifice Material:** 316 S.S.
- Linear expansion coefficient (Pipe):** 1/°C
- Linear expansion coefficient (Orifice):** 1/°C
- Discharge coefficient:** (empty field)
- Water in steam, % wt:** (empty field)
- Calculate discharge coefficient:**
- Diameter of bleed/vent hole:** (empty field) in
- Beta ratio:** (empty field)
- Pressure loss:** (empty field) mmH2O 4°C
- Select calculate field:**
  - Orifice diameter: Units: in
  - Full scale flow: Units: kg/h
  - Differential range Units: mmH2O 4°C
- Refresh:** (button)
- Default:** Bleed/vent hole diameter = 0
- Buttons:** Close, Calculate, Help

รูปที่ 3.49 หน้าต่าง calculation

5. จะได้อ่าน Orifice diameter

Flowmeter Calculation

Flowmeter type:  
Square Edge Orifice

Sub type:  
Flange Tappings [ ISO 5167 (1998)/ R.W.Miller ]

Pipe  
Material: PLAIN CARBON STEEL (ANSI B.36. 19 & B.36. 10) Linear expansion coefficient: 0,000012 1/°C

Orifice  
Material: 316 S.S. Linear expansion coefficient: 0,0000173 1/°C

Discharge coefficient: 0,6132  
 Calculate discharge coefficient

Diameter of bleed/vent hole: in

Beta ratio: 0,482

Water in steam, % wt: 0

Select calculate field  
 Orifice diameter: Units: 0,9972 in  
 Full scale flow: Units: 7300 kg/h Refresh  
 Differential range Units: 2500 mmH2O 4°C

Pressure loss: 1860 mmH2O 4°C

- Default: Bleed/vent hole diameter = 0

Close Calculate Help

รูปที่ 3.50 ผลของการ Calculation

### 3.2.7 การทำ Instrument Material Take Off

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนับจำนวนอุปกรณ์ระบบเครื่องทั้งหมดที่ใช้โครงการ ซึ่งจะมีทั้งด้านวิศวกรรมและการออกแบบ ซึ่งในโปรเจกต์เล่มนี้จะกล่าวถึงเฉพาะทางด้านวิศวกรรมซึ่งจะมีการแยกประเภทของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

#### LC-FINING

CONCEPTOS / CONCEPTS ITEMS	UNIDAD / UNIT	CANTIDAD / QUANTITY
	<b>INSTRUMENTOS LOCALES / LOCAL INSTRUMENTS</b>	
<b>Manómetros / Gauges</b>		
<b>Manómetro de tiro / Draft gauge</b>		
Manómetro con separador / Gauge with seal	EA	-
Gauge	EA	-
<b>Niveles de vidrio / Glass levels</b>		
Niveles de vidrio transparente / Transparent glass levels	EA	-
<b>Niveles de vidrio reflex / Reflex-glass-levels</b>		
Niveles magnético / Magnetic levels	EA	-
<b>Elementos deprimógenos / Depression inducing elements</b>		
Placas de orificio con bridas / Orifice plate with flanges	EA	-
<b>Orifice plate with Grayloc</b>	EA	-
Placas de orificio sin bridas / Orifice plate without flanges ( <b>Restriction Orifice</b> )	EA	-
<b>Restriction Orifice with Grayloc</b>	EA	-
Venturi / Venturi	EA	-
<b>Tobera / Nozzle</b>		
<b>Annubar o Venturi / Annubar o Venturi</b>		
<b>Interruptores / Switches</b>		
Interruptor desplazador de nivel / Level displacer switch		
Interruptor magnético de nivel / Level magnetic switch		
Interruptor presión relativa / Relative pressure switch	EA	-
<b>Interruptor de presión diferencial / Differential pressure switch</b>		
<b>Interruptor de temperatura / Temperature Switch</b>		
<b>Termómetros con vaina / Thermometers with sheath</b>	EA	-
<b>Temperature gauge skin</b>	EA	-
Termopares con vainas / Thermocouples with sheath	EA	-
Termovaina / Thermowell	EA	-
<b>Termovaina + pt100 ó termopar / Thermowell + pt100 ó Thermocouple</b>		
<b>Rotámetros / Rotameters</b>	EA	-

รูปที่ 3.51 รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off

TRANSMISORES ELECTRÓNICOS / ELECTRONIC TRANSMITTERS		
Indicadores locales / Local Indicators	FA	-
<b>PRESIÓN / PRESSURE</b>		
Presión relativa / Relative pressure		
Presión absoluta / Absolute pressure		
Draft pressure	FA	-
Presión con sello / Pressure with seal	EA	-
Presión diferencial / Differential pressure	EA	-
Differential pressure with seal	FA	-
<b>NIVEL / LEVEL</b>		
Por presión diferencial / By differential pressure	FA	-
Por presión diferencial con capilar y sellos / By differential pressure with capillary and seals	EA	-
<del>Por presión diferencial con sello / By differential pressure with seal</del>		
Desplazador / Displacer	EA	-
<del>Desplazador / Radares cámara exterior / Displacer / radar Outer chamber</del>	EA	-
Niveles de Tanques y esferas especiales / Tank Levels and special spheres		
Nuclear	EA	-
<b>INTERRUPTORES DE NIVEL / LEVEL SWITCHES</b>		
EA		-
<b>CAUDAL / FLOW</b>		
Presión diferencial / Differential pressure	FA	-
Differential pressure with seal	EA	-
Vortex / Vortex		
Coriolis/másicos / Coriolis/mass flow meters		
<b>TEMPERATURA / TEMPERATURE</b>		
Transmisor / Transmitter with HART® protocol	FA	-
Termowell + Pt-100 + Transmisor / Thermowell + Pt-100 + Transmitter		
Termowell + Termopar + Transmisor / Thermowell + Thermocouple + Transmitter		
Skin-point / Skin-point (On reactor and others)	FA	-
Furnace skin	EA	-
Termopares múltiples Reactor / Reactor multiple thermocouples (MUI TI/BFD)	EA	-
<b>VÁLVULAS DE CONTROL</b>		
<b>Válvulas de emergencia ON-OFF / ON-OFF emergency valves</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	FA	-
12"-18" 300#-600#	EA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	EA	-
<b>ON-OFF emergency valves (MOGAS)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	FA	-
12"-18" 300#-600#	EA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	EA	-
6"-10" 900#-2500#	FA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	EA	-

รูปที่ 3.52 รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off

<b>ON-OFF</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	FA	-
12"-18" 300#-600#	FA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	EA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	FA	-
>=20"-900#-2500#	FA	-
<b>ON-OFF (MOGAS)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	FA	-
12"-18" 300#-600#	EA	-
>=20"-300#-600#	FA	-
<6" 900#-2500#	EA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	EA	-
<b>Remote operated valve</b>		
<6" 300#-600#	FA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
12"-18" 300#-600#	FA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	EA	-
6"-10" 900#-2500#	FA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	FA	-
<b>Remote operated valve (MOGAS)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
12"-18" 300#-600#	FA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	FA	-
>=20"-900#-2500#	FA	-
<b>Válvulas de Control ON-OFF (camflex) / ON-OFF control valves (camflex)</b>		
<6" 300#-600#		
6"-10" 300#-600#		
>10" 300#-600#		
<b>Válvulas de control (globo) / control valves (globe)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
> 10" 300#-600# (mariposa hasta 18") / > 10" 300#-600# (butterfly to 18")	EA	-
>Válvula mariposa 20"-150# 300#-600#/ Butterfly valve > 20" 300#-600#	FA	-
<6" 900#-2500#	EA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
> 10" 900#-2500# (mariposa hasta 18") / > 10" 900#-2500# (butterfly to 18")	EA	-
>Válvula mariposa 20"900#-600#/ Butterfly valve > 20" 900#-2500#	FA	-
<b>Control valves (angle)</b>		
<6" 300#-600#	FA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-

รูปที่ 3.53รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off

<b>Motorized valves (Mogas)</b>		
<6" 300#-600#	FA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
> 10" 300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
> 10" 900#-2500#	FA	-
<b>Damper valves</b>		
	EA	-
<b>Anti-surge valve</b>		
	FA	-
<b>Flow control valves (KATES FC VALVE)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	FA	-
<b>Pressure regulator valves</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	FA	-
<b>VÁLVULAS DE SEGURIDAD / SAFETY VALVES</b>		
<b>Convencionales (ASME VIII) / Conventional (ASME VIII)</b>		
<2"	FA	-
>2" v <6"	FA	-
>6"	FA	-
	EA	-
<b>Con Fuella (ASME VIII) / With bellows (ASME VIII)</b>		
<2"		
>2" v <6"		
>6"		
<b>Válvulas ASME I / ASME I valves</b>		
<b>Expansión térmica / Thermal Expansion</b>		
<b>Válvulas Pilotadas / Pilot valves</b>		
<b>Válvulas Prcción-Vacío / Proccura-Vacuum valves</b>		
<b>Discos de Ruptura / Rupture disks</b>	FA	-
<b>SISTEMA DE LLAVES VALVULAS SEG. / SAFETY VALVES KEY SYSTEM</b>		
<b>TOMAMUESTRAS DOPAK / DOPAK SAMPLE POINT</b>	EA	-
<b>VIGILANCIA CCTV / CCTV SURVEILLANCE ( By electrical dptm)</b>		
<b>WIRELESS TRANSMITTERS</b>		
Wireless gateway (Assume 80 unit per 1 gateway)	EA	4
Wireless temperature transmitter	EA	-
Wireless pressure transmitter	EA	-
Wireless pressure transmitter with diaphragm	EA	-
Wireless differential pressure transmitter	FA	-
Wireless flow d/p transmitter	FA	-
Wireless flow d/p transmitter with diaphragm	EA	-
<b>ANALYSERS</b>		
CEMs	FA	-
CG analyser	FA	-
Density analyser	FA	-
HC analyser	EA	-
O2 analyser	EA	-
SG analyser	FA	-
Water analyser	EA	-
<b>MISCELLANEOUS</b>		
Local push bottom switch	EA	-
Console (in CCR) push bottom switch	EA	-
Limit switch for manual valve	EA	-

รูปที่ 3.54 รูปแบบการทำ Instrument Material Take Off

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินการออกแบบทางวิศวกรรม

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการออกแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้นทั้งหมดของโครงการที่ได้ับมอบหมาย ที่ได้กล่าวในบทที่ 3 ไม่ว่าจะเป็น การทำ Instrument Datasheet, Instrument Material Requisition, การทำ Preliminary Sizing Orifice Bore และการทำ Instrument Material Take Off ซึ่งผลของการออกแบบเบื้องต้นจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิง

#### 4.1 ผลของการทำ Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge

เอกสารนี้จะบอกรายละเอียดเฉพาะของ Pressure Gauge ซึ่งเอกสารนี้จะส่งให้กับผู้จัดจำหน่าย เพื่อจะได้จัดใบเสนอราคาตามความต้องการที่ได้ระบุไว้ในเอกสารนี้ ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลดังต่อไปนี้

##### 4.1.1 General (ข้อมูลทั่วไปของอุปกรณ์)

1. เลขประจำตัวอุปกรณ์ : KRPG 1XX3
2. Service : ของไหล คือ MP CONDENSATE ไหลจาก KR-V 133 ไปยัง

HEADER

3. Line Number : 2"-CM-1004-A032DA-c

P&ID Number : FEED-1401GB13A-KR-X-10

4. Equipment : ไม่ใส่เนื่องจาก Pressure Gauge ติดตั้งบน line

5. ไม่มีข้อมูล

##### 4.1.2 Process Conditions (เงื่อนไขของกระบวนการ)

6. Fluid : VAP

State : Vapour

7. Solids in suspension : ไม่ใส่ เนื่องจาก Process Datasheet ไม่มีข้อมูล

Comp.corrosive : ไม่ใส่ เนื่องจาก Process Datasheet ไม่มีข้อมูล

8. Pressure normal : 18

9. Pressure Maximum : ไม่ใส่ เนื่องจาก Process Datasheet ไม่มีข้อมูล

10. Design Pressure : ไม่ใส่ เนื่องจาก Process Datasheet ไม่มีข้อมูล

11. Temperature normal : 209 °C

12. Design Temperature : 325 °C

#### 4.1.3 Manometer (เครื่องวัดความดัน)

18. Type of media : relative pressure เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ  
ความดัน

19. Scale : vendor to advise ผู้ขายเป็นผู้กำหนด

20. Montage : Local, direct process เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่หน้างานจะติดตั้ง  
กับ line การผลิต

21. Process Connection : ½”NPT project specification กำหนด

22. Sphere of diameter : ความกว้างของหน้าแสดงผล เท่ากับ 125 มิลลิเมตร  
อ้างอิง จาก C&I General Specification

23. Sphere of characteristics : ทำจากอะลูมิเนียม พื้นหลังสีดำ ตัวเลขสีขาว  
อ้างอิง จาก C&I General Specification

25.Type element sensor :Bourdon อ้างอิง จาก C&I General Specification

26. Case material:316 stainlesssteelอ้างอิง จาก C&I GeneralSpecification

27. Needle: micrometric อ้างอิง จาก C&I General Specification

28. Closer: bayonet ring อ้างอิง จาก C&I General Specification

29. Disk: safety อ้างอิง จาก C&I General Specification

30. View: safety crystal อ้างอิง จาก C&I General Specification

31. Pressure: ±1% of full scale อ้างอิง จาก C&I General Specification

32. Over range: 1.3 เท่าของ full scale อ้างอิง จาก C&I General  
Specification

33. Protection mechanics : IP 65 ตามข้อกำหนดของโครงการ IP ย่อมาจาก  
Ingress Protection Ratings คือค่ามาตรฐานการป้องกันสิ่งที่อยู่ภายใน ซึ่งตัวเลขด้านหน้า หมายถึง  
ระดับความสามารถกันฝุ่นได้ และตัวเลขด้านหลัง หมายถึง ระดับการป้องกันน้ำ อ้างอิง จาก C&I  
General Specification

34. ไม่มีข้อมูล

35. ไม่มีข้อมูล

#### 4.1.4 Separator Seal (Diaphragm Seal)

ตัวอย่างไม่มี diaphragm seal เนื่องจาก P&ID ไม่ได้แสดงจึงไม่ใส่ข้อมูลในส่วนนี้

36. Type: ไม่มีข้อมูล

37. Process Connection: ไม่มีข้อมูล

- 38. Material Diaphragm: ไม่มีข้อมูล
- 39. Fill Fluid: ไม่มีข้อมูล
- 40. Connection of Instrument: ไม่มีข้อมูล
- 41. Capillary: ไม่มีข้อมูล
  - Material: ไม่มีข้อมูล
- 42. ไม่มีข้อมูล
- 43. ไม่มีข้อมูล
- 4.1.5 Accessories (อุปกรณ์เสริม)
  - 45. Siphons: ไม่ต้องการ เพราะอยู่ในกระบวนการที่ไม่มีความร้อนมาก
  - 46. Pulsation Dampers: ไม่ต้องการ
  - 47. Fin Cooler: ไม่ต้องการ เพราะอยู่ในกระบวนการที่ไม่มีความร้อนมาก
  - 48. Limiter of Pressure : ไม่ต้องการ
  - 49. Excess Flow Valve: ไม่ต้องการ
  - 50. ไม่ต้องการ
- 4.1.6 Fabricant Data (ข้อมูลของผู้ผลิต)
  - 51. Fabricant : ไม่มีข้อมูล ต้องรอหลังการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า
    - N serie : รุ่นของอุปกรณ์ ต้องรอหลังการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า
  - 52. Model : ไม่มีข้อมูล ต้องรอหลังการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า
  - 53. N requisition : ไม่มีข้อมูล ต้องรอหลังการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า
    - Coding SAP : ไม่มีข้อมูล ต้องรอหลังการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า

GENERAL	1	Tag	KRPG 1XX3	
	2	Servicio	MP CONDENSATE KR-V-133 TO HEADER	
	3	No. Línea	P&ID	2"-CM-1004-A032DA-C FEED-1401GB13A-KR-X-10
	4	Equipo	-	
	5			
CONDICIONES PROCESO	6	Fluido	Estado	VAP Vapor de Agua
	7	Sólidos en suspensión	Comp. corrosivos	
	8	Presión	Normal	
	9		Máxima	18
	10	Presión de Diseño		
	11	Temperatura Normal		209 C
	12	Temperatura de Diseño		325 C
	13			
	14			
	15			
16				
17				
MANÓMETRO	18	Tipo de medida		Presión relativa
	19	Escala		VTA
	20	Montaje		Local, directo a proceso
	21	Conexión a proceso		½"-NPT
	22	Esfera	Diámetro	125 mm
	23		Características	Aluminio fondo blanco y graduaciones, numeración y tag en negro
	24	Tipo Elemento sensor		Tubo Bourdon
	25	Material del Elemento sensor		316 SS
	26	Caja	Material	AISI 316
	27		Aguja	Micrométrica
	28		Cierre	Bayoneta
	29		Disco	Seguridad
	30		Visor	Cristal de seguridad
	31	Precisión		± 1% v.f.e.
	32	Sobrepresión		1,30 valor fondo de escala
33	Protección mecánica		IP 65	
34				
35				
SELLO SEPARADOR	36	Tipo		-
	37	Conexión Proceso		-
	38	Material Diafragma		-
	39	Fluido de Relleno		-
	40	Conexión al instrumento		-
	41	Capilar	Material	-
	42			
	43			
ACCESORIOS	44	Sifón		No
	45	Amortiguador de pulsaciones		No
	46	Enfriador de aletas		No
	47	Limitador de presión		No
	48	Caja preparada para rellenar con glicerina		No
	49	Válvula de exceso de caudal		No
50				
DATOS FABRICANTE	51	Fabricante	N serie	
	52	Modelo		
	53	N Requisición	Código SAP	
	54			
Notas Proceso:			Notas Instrumentación: See notes	

รูปที่ 4.1 ตัวอย่าง Instrument Datasheet ของ Pressure Gauge

## 4.2 ผลของการทำ Instrument Material Requisition

เอกสารนี้จะบอกถึงความต้องการต่ำสุดของลูกค้า ในการซื้ออุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งในโครงการนี้ได้รับผิดชอบในการทำ ใบสั่งซื้อของ Pressure Gauge ดังนี้

Contract N° : 1401GB13A / 1DD5560A  
Client :  
Project : LC - FINING  
Location : REFINERIA GIBRALTAR SAN ROQUE

### REQUISITION

N°: RM-1401GB13A-2206-TEST  
Revision: A  
Date: 10-17-2017  
Page: 1 of 6

### PRESSURE GAUGE

Unit: LC - FINING	Item:					
Purchase Order N°:	Supplier:					
Revision	A					
Date	04-09-2017					
Description	Inquiry					
Prepared by	TUK					
Verified by	SRY					
Approved by	DEN					

### INDEX

- I. SCOPE
  - II. RESPONSABILITIES
  - III. STANDARDS AND SPECIFICATIONS
  - IV. ATEX COMPLIANCE
  - V. AREA CLASSIFICATION
  - VI. SITE CONDITIONS
  - VII. DRAWINGS AND DOCUMENTATION
  - VIII. DOCUMENTATION AND QUALITY CERTIFICATES
  - IX. INSPECTION AND TESTING
  - X. DEVIATIONS
  - XI. GUARANTEES
  - XII. SPARE PARTS
  - XIII. LIST OF ATTACHMENTS
  - XIV. GENERAL NOTES AND SCOPE OF SUPPLY
- ANNEX A –DATA SHEETS

รูปที่ 4.2 หน้าปกของ Material Requisition ของ Pressure Gauge

Contract N° : 1401GB13A / 1DD5560A  
Client :  
Project :  
Location : REFINERIA GIBRALTAR SAN ROQUE

**REQUISITION**  
N°: RM-1401GB13A-2206-TEST  
Revision: A  
Date: 10-17-2017  
Page: 2 of 6

## I. SCOPE

This requisition covers the requirements for Design, Manufacturing, Testing and Delivery of **Pressure Gauge** for the "LC-FINING" Project, to be erected in Refinery in San Roque (Spain).

## II. RESPONSABILITIES

The Vendor is responsible for the design, manufacture, assembly, inspection, testing, packing, supply and warranty of all instruments in accordance with service/application indicated in the technical requirements, and in compliance with the Standards and specifications attached to this Material Requisition.

Vendor is responsible of the control, coordination, activation and shall resolve any clarification from all Sub-Vendors related to the scope of supply.

## III. STANDARDS AND SPECIFICATIONS

The design shall be in accordance with Amec Foster Wheeler Iberia Specifications attached and with the latest edition of the following standards and specifications:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| - ASTM              | American Society for Testing and Materials.            |
| - ANSI B-16.5       | Pipe flanges and flange fittings                       |
| - ANSI/ASME B1.20.1 | Pipe Threads, General Purpose, Inch                    |
| - ASME B40.100      | Gauge -Pressure Indicating Dial Type, Elastic Element  |
| - EN 837            | Pressure gauge   |
| - 2014//68/EU       | Pressure Equipment Directive.                          |
| - IEC-60529         | Degrees of Protection provided by enclosures (IP Code) |
| - DD5560A-69B9      | General Notes for Instruments                          |
| - DD5560A-97A1      | Preparation and Packaging of Material for Shipment.    |
| - DD5560A-98A1      | Inspection and Test Instructions to Suppliers          |

EACH REVISION SUPERSEDES PREVIOUS ISSUE. CHANGES ARE INDICATED IN MARGIN BY THE REVISION NUMBER OR A VERTICAL LINE  
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF AMEC FOSTER WHEELER AND REMAINS CONFIDENTIAL. ANY DISCLOSURE OR REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT WITHOUT THE WRITTEN AUTHORIZATION OF AMEC FOSTER WHEELER IS STRICTLY PROHIBITED.

ENG-0113A/ECC



รูปที่ 4.3 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ)

Contract N° : 1401GB13A / 1DD5560A  
Client :  
Project :  
Location : REFINERIA GIBRALTAR SAN ROQUE

**REQUISITION**  
N°: RM-1401GB13A-2206-TEST  
Revision: A  
Date: 10-17-2017  
Page: 3 of 6

- 
- |                         |   |
|-------------------------|---|
| - ESP-0200-17           | Specification for Material and Equipment Inspection   |
| - ESP-0200-22           | Specification of Instructions for Vendors   |
| - ESP-0200-23           | Specification for Vendor Required Documents and Dates   |
| - ESP-0200-23 - ANNEX D | Instrumentation   |
| - ESP-1300-2            | Specification for Supply Requirements of Ca Carbon Steel Piping Materials in wet H <sub>2</sub> S and Amine Service |

In general, the following prevalence shall apply in the following order:

- Local/government legislation
- Data Sheet and Drawings included in this Material Requisition
- This Material Requisition
- CEPISA' Standards and Specifications
- International Standards

In case of conflict and/or contradiction of any of the documents listed here in, it shall be Vendor's responsibility to notify to the Buyer.

#### IV. ATEX COMPLIANCE

Instruments shall comply with the following ATEX directives:

- R.D. 400/1996 Aparatos y Sistemas de Protección para Uso en Atmósferas Potencialmente Explosivas
- Directive 1999/92/CE Protección de la Salud y la Seguridad de los Trabajadores Expuestos a los Riesgos Derivados de Atmósferas Explosivas

#### V. AREA CLASSIFICATION

Area is classified as Class I Zone 2 Group IIB T3.

All instruments will be ATEX certified EExd IIB T3 (Explosion Proof) in compliance with the classified area.

---

EACH REVISION SUPERSEDES PREVIOUS ISSUE. CHANGES ARE INDICATED IN MARGIN BY THE REVISION NUMBER OR A VERTICAL LINE.  
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF Arco. Future Owners AND HOLDERS CERTIFY THAT DISCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUCTION  
USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC PRIOR AUTHORIZATION.

ENG-0911-R4-FC2



รูปที่ 4.4 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ)

Contract N° : 1401GB13A / 1DD5560A  
Client :  
Project :  
Location : REFINERIA GIBRALTAR SAN ROQUE

**REQUISITION**  
N°: RM-1401GB13A-2206-TEST  
Revision: A  
Date: 10-17-2017  
Page: 5 of 6

**X. DEVIATIONS**

Vendor must supply a List of Deviations in order to indicate any deviation from Amec Foster Wheeler Iberia technical requirements.

**XI. GUARANTEES**

All components installed or provided by Vendor shall be guaranteed as provided for in General Conditions of Purchase.

**XII. SPARE PARTS**

The Vendor shall supply a List for recommended Commissioning Spare Parts, List of recommended Spare Parts for Two Years of operation and List of Capital Spares if required.

Vendor shall provide final spare parts lists according to CEPESA format indicated in ESP-0200-23 attached to this material requisition.

**XIII. LIST OF ATTACHMENTS**

The following attachments shall be considered as an integral part of this requisition:

**A. CEPSA Specifications**

- ESP 0200-17 EN, latest revision      Materials & Equipment Inspections
- ESP-0200-22 EN, latest revision      Instructions to Vendors
- ESP-0200-23 EN, latest revision      Vendor Required Documents and Dates
- ESP 0200-23 EN, Annex D,      Annex D: Instrumentation Latest revision
- ESP 1300-2 EN, latest revision      Requirements for the Supply of Carbon Steel Piping Materials in Wet H2s & Amine Services

**B. Amec Foster Wheeler Specifications**

- DD5560A-69B9, latest revision      General Notes for Instruments
- DD5560A-97A1, latest revision      Preparation and Packaging of Material for Shipment
- DD5560A-98A1, latest revision      Inspection & Test Instructions to Suppliers

EACH REVISION SUPERSEDES PREVIOUS ISSUE. CHANGES ARE INDICATED IN MARGIN BY THE REVISION NUMBER OR A VERTICAL LINE.  
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF AMEC FOSTER WHEELER AND HOLDERS CERTIFY THAT DISCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUCTION  
USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC PRIOR AUTHORIZATION.

ENG-0011-PH-1-02



รูปที่ 4.5 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ)

Contract N° : 1401GB13A / 1DD5560A  
Client :  
Project :  
Location : REFINERIA GIBRALTAR SAN ROQUE

## REQUISITION

N°: RM-1401GB13A-2206-TEST

Revision: A

Date: 10-17-2017

Page: 6 of 6

### XIV. GENERAL NOTES AND SCOPE OF SUPPLY

- Pressure gauge must indicate the type of pressure showed in data sheet (relative, absolute, differential).
- Pressure gauge accuracy shall be  $\pm 1\%$  of full scale.
- The dial shall be 125 mm in diameter.
- The dial will be made of aluminum with black numerals and graduations on white background.
- Measure elements shall be C-type Bourdon with 316 stainless steel.
- Gauge movements shall be made of 316 stainless steel, with a front, micrometric zero setting.
- The case shall be solid-front, weather proof and furnishes with a blow-out back or blow-out disc. Cases shall be made of stainless steel.
- The gauge window shall be shatter-resistant safety glass.
- The measuring element shall withstand over-range to a pressure of 1.3 times the maximum scale reading.
- It shall have a minimum environmental protection rating of IP 65.
- All raised face flanges and corresponding mating surfaces shall have a surface finish of 125 microinch Ra minimum to 250 microinch Ra maximum, except when noted.
- Process connection shall be 1/2" NPT male.
- Pressure gauge shall be ATEX certified for IIC T6 classification.
- A non-corroding nameplate shall be permanently attached to the instrument and shall contain as a minimum the following information:
  - Equipment tag number
  - Manufacturer name
  - Model
  - Serial number

EACH REVISION SUPERSEDES PREVIOUS ISSUE. CHANGES ARE INDICATED IN MARGIN BY THE REVISION NUMBER OR A VERTICAL LINE  
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF Arco. Fisher, Wheeler AND HOLDERS CERTIFY THAT ENCLOSURE HAS BEEN LAWFULLY MADE TO THEM AND THAT ANY REPRODUCTION  
USE OR DISCLOSURE SHALL BE SUBJECT TO SPECIFIC, PRIOR AUTHORIZATION

ENG-0011-R4-EGD



รูปที่ 4.6 ข้อมูลรายละเอียดของ Material Requisition ของ Pressure Gauge (ต่อ)

### 4.3 ผลของการทำ Preliminary Sizing Orifice Bore

เอกสารนี้เป็นรายงานผลของการคำนวณหาขนาดรูของแผ่นออริฟิต ที่ทำการยกตัวอย่างใน บทที่ 3 ดังต่อไปนี้

**Flowmeters: Orifice diameter calculation**

Square edge orifice with flange tappings  
 The Flowmeter is sized according to ISO 5167-1 (1998) / R.W. Miller, Flow Meas. Eng. Handbook (1996)  
 KRFE 0608  
 Case:  
 TRANSPORT OIL KR-V-603 TO KR-F-603A/B  
 State: LIQUID  
 Fluid: COOLING OIL

	Unit	Value
Full scale flow	kg/h	7300
Operating flow	kg/h	5804
Upstream pressure	kgf/cm <sup>2</sup> -g	53,14
Operating temperature	°C	50
Specific Gravity		0,83
Viscosity	cP	2,06
Ambient temperature	°C	20
<hr/>		
Differential range	mmH2O 4°C	2500

Pipe material:  
 PLAIN CARBON STEEL (ANSI B36.19 & B36.10)  
 Pipe linear expansion coefficient : 0,000012 1/°C  
 Line size & Schedule: 2 in, sch STD  
 Pipe diameter: 2,067 in  
 Orifice material:  
 316 S.S.  
 Orifice linear expansion coefficient : 0,0000173 1/°C

Results and Coefficients	Unit	Value
Orifice diameter	in	0,9972
Beta ratio		0,482
Pressure loss @ maximum flow	mmH2O 4°C	1860
Pressure loss @ operating flow	mmH2O 4°C	1176
Pipe Reynolds number @ operating flow		18972
Discharge coefficient		0,6132
True maximum flow	kg/h	7286

±1%

- Default: Bleed/vent hole diameter = 0

รูปที่ 4.7 รายงานผลของการคำนวณหาขนาดรูของแผ่นออริฟิต

ในขั้นตอนการทำ Preliminary Sizing Orifice Bore จะต้องมีการพิจารณาค่าของ Beta ratio ซึ่งเป็นค่าของอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของรูแผ่นออริฟิตและท่อด้านใน ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3 – 0.7 อ้างอิงตาม C&I Specification ของทางบริษัท ถ้าว่านออริฟิตนั้นใช้งานได้ปกติ

ในระหว่างการทำขั้นตอนนี้ ไม่ใช่ว่าแผ่นออริฟิตทุกแผ่นสามารถคำนวณขนาดรูได้ผ่านหมดทุกแผ่น เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการอ้างที่กล่าวในบทที่ 3 คือ Process Datasheet ให้ข้อมูลทางกระบวนการไม่ครบถ้วน หรือ การไม่สามารถระบุวัสดุของท่อ ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากเส้นกระบวนการผลิตบน P&ID ทำให้ไม่สามารถคำนวณขนาดรูของแผ่นออริฟิตได้ ซึ่งได้ทำการสรุปการคำนวณแผ่นออริฟิตเพื่อส่งให้ทางลูกค้าได้พิจารณา รวมถึงส่งผลการคำนวณให้แก่แผนกกระบวนการ เพื่อแก้ปัญหาที่ได้พบ

1	Tan num	Min	Max	Min	Max	Full scale (20)	Full scale range	DP Range	Cal Results (Beta=0.3)	Remarks
2	FE-0435	1243	1256	1552.5	0-1600	125	Y			Pipe Reynolds number is out of limit
3	FE-0601	34508	34508	43135	0-43000	2500	Y			
4	FE-0603	25290	33752	42190	0-42000	2500	Y			
5	FE-0604	13267	66336	82920	0-83000	5000	Y			
6	FE-0605	8291	41455	51818.75	0-52000	5000	Y			
7	FE-0606	14818	29635	37043.75	0-37000	2500	Y			
8	FE-0607	8890	29635	37043.75	0-37000	2500	Y			
9	FE-0608	2602	5804	7255	0-7300	2500	Y			
10	FE-0609	4975	9949	12436.25	0-12500	2500	Y			
11	FE-0610	4417	8294	10367.5	0-10000	2500	Y			
12	FE-0612	25848	51696	64620	0-65000	2500	Y			
13	FE-0613	25848	49326	61657.5	0-62000	2500	Y			
14	FE-0614	33168	66336	82920	0-83000	5000	Y			
15	FE-0621	19600	66336	82920	0-83000	5000	Y			
16	FE-0653	33180	66360	82950	0-83000	5000	Y			
17	FE-0600	250	1100	1375	0-1400	10000	Y			
18	FE-1001	1100	2200	2750	0-2800	1000	Y			
19	FE-1002	14000	140000	175000	0-175000	2500	Y			
20	FE-1003	64000	128000	160000	0-160000	5000	Y			
21	FE-1004	14000	140000	175000	0-175000	2500	Y			Pipe material is alloy (there is no n in list on nitroils) . Tempo by use Hastelloy C
22	FE-1006	14000	140000	175000	0-175000	5000	Y			
23	FE-1007	100000	100000	125000	0-125000	2500	Y			
24	FE-1008	119145	238290	297862.5	0-298000	2500	Y			
25	FE-1009	119145	238290	297862.5	0-298000	2500	Y			
26	FE-1010	6215	12430	15537.5	0-15500	2500	Y			
27	FE-1011	8291	16582	20727.5	0-20800	2500	Y			Pipe Reynolds number is out of limit
28	FE-1019	107230.5	214461	268076.25	0-268000	2500	Y			Pipe material is alloy (there is no n in list on nitroils) . Tempo by use Hastelloy C
29	FE-1023	214	631	788.75	0-800	2500	Y			
30	FE-1031	11915	23829	29786.25	0-30000	2500	Y			Pipe material is alloy (there is no n in list on nitroils) . Tempo by use Hastelloy C
31	FE-1033	2341	4500	56250	0-56000	2500	Y			
32	FE-1040	1417	3830	4537.5	0-4600	2500	Y			
33	FE-1041	1837	6700	8375	0-8400	2500	Y			
34	FE-1045	2974	6670	8337.5	0-8400	1250	Y			
35	FE-1047	1977	5740	7175	0-7200	2500	Y			
36	FE-1050	464	1891	2363.75	0-2400	2500	Y			

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการสรุปการคำนวณแผ่นออริฟิต

#### 4.4 ผลการทำ Instrument Material Take Off

ผลที่ได้จากการทำ Instrument Material Take Off

##### 4.4.1 ตัวอย่างผลของการทำ Material Take Off ของ unite 100

PROYECTO: 1401GB13A1  
LC-FINING

CONCEPTOS / CONCEPTS ITEMS		
	UNIDAD / UNIT	CANTIDAD / QUANTITY
INSTRUMENTOS LOCALES / LOCAL INSTRUMENTS		
<b>Manómetros / Gauges</b>		
<u>Manómetro de tiro / Draft gauge</u>		
Manómetro con separador / Gauge with seal	EA	37
Gauge	EA	74
<b>Niveles de vidrio / Glass levels</b>		
Niveles de vidrio transparente / Transparent glass levels	EA	5
<u>Niveles de vidrio reflex / Reflex glass levels</u>		
Niveles magnético / Magnetic levels	EA	49
<b>Elementos deprimógenos / Depression inducing elements</b>		
Placas de orificio con bridas / Orifice plate with flanges	EA	100
<u>Orifice plate with Grayloc</u>	EA	-
Placas de orificio sin bridas / Orifice plate without flanges ( <u>Restriction Orifice</u> )	EA	224
<u>Restriction Orifice with Grayloc</u>	EA	2
Venturi / Venturi	EA	-
<u>Tobera / Nozzle</u>		
<u>Annubar o Venturi / Annubar o Venturi</u>		
<b>Interruptores / Switches</b>		
<u>Interruptor desplazador de nivel / Level displacer switch</u>		
<u>Interruptor magnético de nivel / Level magnetic switch</u>		
Interruptor presión relativa / Relative pressure switch	EA	-
<u>Interruptor de presión diferencial / Differential pressure switch</u>		
<u>Interruptor de temperatura / Temperature Switch</u>		
<b>Termómetros con vaina / Thermometers with sheath</b>		
Temperature gauge skin	EA	47
Termopares con vainas / Thermocouples with sheath	EA	137
Termovaina / Thermowell	EA	166
<u>Termovaina + pt100 ó termopar / Thermowell + pt100 ó Thermocouple</u>		
<b>Rotámetros / Rotameters</b>		
	EA	19

ตัวอย่างผลของการทำ Material Take Off ของ unite 100 (ต่อ)

TRANSMISORES ELECTRÓNICOS / ELECTRONIC TRANSMITTERS		
Indicadores locales / Local Indicators	EA	232
<b>PRESIÓN / PRESSURE</b>		
Presión <i>relativa</i> / <i>Relative</i> pressure	EA	55
Presión <i>absoluta</i> / <i>Absolute</i> pressure		
<i>Draft</i> pressure	EA	3
Presión con sello / Pressure with seal	FA	28
Presión diferencial / Differential pressure	EA	8
<i>Differential</i> pressure with seal	EA	14
<b>NIVEL / LEVEL</b>		
Por presión diferencial / By differential pressure	EA	19
Por presión diferencial con capilar y sellos / By differential pressure with capillary and seals	EA	53
<i>Por presión diferencial con sello / By differential pressure with seal</i>		
Desplazador / Displacer	EA	34
<i>Desplazador / Radar</i> es cámara exterior / <i>Displacer</i> / <i>radar</i> Outer chamber	FA	-
<i>Niveles de Tanques y esferas especiales / Tank Levels and special spheres</i>		
<i>Nuclear</i>	SFT	8
<b>INTERRUPTORES DE NIVEL / LEVEL SWITCHES</b>		
	EA	-
<b>CAUDAL / FLOW</b>		
Presión diferencial / Differential pressure	EA	88
<i>Differential</i> pressure with seal	EA	15
<i>Vortex / Vortex</i>		
<i>Coriolis/másicos / Coriolis/mass flow meters</i>		
<b>TEMPERATURA / TEMPERATURE</b>		
Transmisor / Transmitter <i>with HART® protocol</i>	EA	609
<i>Termowell + Pt-100 + Transmisor / Thermowell + Pt-100 + Transmitter</i>		
<i>Termowell + Termopar + Transmisor / Thermowell + Thermocouple + Transmitter</i>		
<i>Skin-point / Skin-point (On reactor and others)</i>	EA	550
<i>Furnace skin</i>	FA	-
<i>Termopares múltiples Reactor / Reactor multiple thermocouples (MUI TI/BFD)</i>	SET	11
<b>VÁLVULAS DE CONTROL</b>		
<b>Válvulas de emergencia ON-OFF / ON-OFF emergency valves</b>		
<i>&lt;6" 300#-600#</i>	EA	24
<i>6"-10" 300#-600#</i>	EA	3
<i>12"-18" 300#-600#</i>	EA	-
<i>&gt;=20"-300#-600#</i>	EA	-
<i>&lt;6" 900#-2500#</i>	EA	2
<i>6"-10" 900#-2500#</i>	EA	3
<i>12"-18" 900#-2500#</i>	FA	-
<i>&gt;=20"-900#-2500#</i>	EA	-
<b>ON-OFF emergency valves (MOGAS)</b>		
<i>&lt;6" 300#-600#</i>	FA	-
<i>6"-10" 300#-600#</i>	EA	-
<i>12"-18" 300#-600#</i>	EA	-
<i>&gt;=20"-300#-600#</i>	EA	-
<i>&lt;6" 900#-2500#</i>	EA	-
<i>6"-10" 900#-2500#</i>	FA	2
<i>12"-18" 900#-2500#</i>	EA	-
<i>&gt;=20"-900#-2500#</i>	FA	-

ตัวอย่างผลของการทำ Material Take Off ของ unite 100 (ต่อ)

<b>ON-OFF</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	EA	1
12"-18" 300#-600#	EA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	EA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	EA	-
<b>ON-OFF (MOGAS)</b>		
<6" 300#-600#	FA	-
6"-10" 300#-600#	FA	-
12"-18" 300#-600#	EA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	2
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	FA	-
<b>Remote operated valve</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	FA	-
12"-18" 300#-600#	EA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	FA	-
<b>Remote operated valve (MOGAS)</b>		
<6" 300#-600#	FA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
12"-18" 300#-600#	EA	-
>=20"-300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	-
12"-18" 900#-2500#	EA	-
>=20"-900#-2500#	FA	-
<b>Válvulas de Control ON-OFF (camflex) / ON-OFF control valves (camflex)</b>		
<6" 300#-600#		
6"-10" 300#-600#		
>10" 300#-600#		
<b>Válvulas de control (globo) / control valves (globe)</b>		
<6" 300#-600#	EA	67
6"-10" 300#-600#	FA	11
> 10" 300#-600# (mariposa hasta 18") / > 10" 300#-600# (butterfly to 18")	FA	-
>Válvula mariposa 20"-450# 300#-600#/ Butterfly valve > 20" 300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	EA	21
6"-10" 900#-2500#	EA	18
> 10" 900#-2500# (mariposa hasta 18") / > 10" 900#-2500# (butterfly to 18")	FA	-
>Válvula mariposa 20"900#-600#/ Butterfly valve > 20" 900#-2500#	EA	-
<b>Control valves (angle)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	EA	2
<6" 900#-2500#	FA	24
6"-10" 900#-2500#	FA	9

ตัวอย่างผลของการทำ Material Take Off ของ unite 100 (ต่อ)

<b>Motorized valves (Mogas)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	EA	-
> 10" 300#-600#	FA	8
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	EA	8
> 10" 900#-2500#	EA	16
<b>Damper valves</b>	FA	-
<b>Anti-surge valve</b>	FA	-
<b>Flow control valves (KATES FC VALVE)</b>		
<6" 300#-600#	EA	-
6"-10" 300#-600#	FA	-
<6" 900#-2500#	EA	32
6"-10" 900#-2500#	EA	-
<b>Pressure regulator valves</b>		
<6" 300#-600#	EA	9
6"-10" 300#-600#	EA	-
<6" 900#-2500#	FA	-
6"-10" 900#-2500#	FA	-
<b>VÁLVULAS DE SEGURIDAD / SAFETY VALVES</b>		
<b>Convencionales (ASME VIII) / Conventional (ASME VIII)</b>		
<2"	EA	26
>2" v. <6"	FA	47
>6"	FA	6
<b>Con-Fuelle (ASME VIII) / With bellows (ASME VIII)</b>		
<2"		
>2" v. <6"		
>6"		
<b>Válvulas ASME I / ASME I valves</b>		
<b>Expansión térmica / Thermal Expansion</b>		
<b>Válvulas Pilatasas / Pilot valves</b>		
<b>Válvulas Presión-Vacío / Pressure-Vacuum valves</b>		
<b>Discos de Ruptura / Rupture disks</b>	EA	2
<b>SISTEMA DE LLAVES VALVULAS SEG. / SAFETY VALVES KEY SYSTEM</b>		
<b>TOMAMUESTRAS DOPAK / DOPAK SAMPLE POINT</b>	EA	32
<b>VIGILANCIA CCTV / CCTV SURVEILLANCE (By electrical dptm)</b>		
<b>WIRELESS TRANSMITTERS</b>		
Wireless gateway (Assume 80 unit per 1 gateway)	EA	-
Wireless temperature transmitter	FA	125
Wireless pressure transmitter	FA	1
Wireless pressure transmitter with diaphragm	EA	1
Wireless differential pressure transmitter	EA	1
Wireless flow d/p transmitter	FA	19
Wireless flow d/p transmitter with diaphragm	FA	2
<b>ANALYSERS</b>		
CEMs	FA	-
CG analyser	FA	1
Density analyser	EA	-
HC analyser	EA	1
O2 analyser	FA	-
SG analyser	FA	2
Water analyser	EA	1
<b>MISCELLANEOUS</b>		
Local push bottom switch	FA	130
Console (in CCR) push bottom switch	EA	58
Limit switch for manual valve	EA	4
MTL 16 CH temperature multiplexer	FA	26

## บทที่ 5

### บทวิเคราะห์ผลและสรุปผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปในการดำเนินงานทั้งหมด อุปสรรคและการแก้ไขปัญหาต่างๆในระหว่างการทำงานตลอดระยะเวลา 4 เดือน

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานทั้งหมดในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา โครงการนี้เป็นการออกแบบและวางแผนทางด้านวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดซึ่งโครงการที่ที่ได้รับมอบหมายเป็นโครงการที่สร้างส่วนการผลิตกระบวนการหนึ่งขึ้นมาใหม่ ของโรงกลั่นน้ำมันแห่งหนึ่งในประเทศสเปน ซึ่งการดำเนินการในการออกแบบและวางแผน มีดังต่อไปนี้ การทำ P&ID Development, การทำ Instrument Database, การทำ Instrument List, การทำ Instrument Datasheet, การทำ Instrument Material Requisition, การทำ Preliminary Sizing Orifice Bore และ Instrument Material Take Off

ในการทำรายละเอียดข้อมูลการออกแบบเบื้องต้นทางด้านวิศวกรรมในส่วนของระบบเครื่องมือวัด สิ่งเป็นหัวใจสำคัญการทำรายละเอียดข้อมูลนี้ คือ การทำ Instrument Material Take Off ซึ่งเป็นการสรุปจำนวนอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดทั้งหมดสำหรับการก่อสร้างโครงการ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่น่าไปใช้ในการประเมินราคาสำหรับการก่อสร้างโครงการและเป็นข้อมูลที่ทางลูกค้าใช้อ้างอิงในการตัดสินใจในการดำเนินการก่อสร้างต่อหรือไม่

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ไม่มีประสบการณ์ในการทำงานในด้านเอกสารของบริษัททางด้านวิศวกรรม ทำให้ต้องใช้เวลาในการทำงาน
2. โครงการที่ได้รับตรงกับสาขาที่เรียน แต่เนื่องจากบางรายวิชายังไม่ได้เรียน เพราะระยะเวลาในการทำสหกิจศึกษาอยู่ในช่วง ปี4 เทอม 1 ทำให้ไม่เข้าใจในการทำงาน
3. ทักษะความรู้การประยุกต์ใช้ในการทำงานมีน้อย เช่น การอ่าน P&ID ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ การใช้ซอฟต์แวร์ เนื่องจาก เป็นซอฟต์แวร์ที่ถือว่าค่อนข้างเฉพาะ ในการทำงาน การทำความเข้าใจรูปแบบของเอกสารที่ใช้ประกอบการทำงาน การทำความเข้าใจหลักการการทำงานของอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัด
4. การทำงานร่วมกับผู้คนจำนวนมาก เนื่องจากความคิดเห็นของแต่ละบุคคล มักมีความเห็นที่แตกต่างกันไป ทำให้เกิดความเห็นที่ไม่ตรงกันบ้าง ในการทำงาน
5. ทำงานเกี่ยวกับเอกสาร จำนวนมาก ทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูล

### 5.3 แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

1. สอบถาม เรียนรู้งานจากพี่เลี้ยงที่ดูแล รวมถึงสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เพื่อประกอบการทำงาน
2. ทำงานให้รอบคอบ หลังจากทำงานที่ได้รับหมายเสร็จแล้ว ให้ตรวจสอบงานอีกครั้งหนึ่ง
3. ศึกษาและทดลองใช้ซอฟต์แวร์ในการทำงานให้คล่อง
4. ขยันทำงานตลอดเวลาเพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามเวลาที่กำหนด
5. ต้องฟังและคิดตามคำแนะนำในการทำงานเพื่อไม่ให้ทำงานผิดพลาด

## บรรณานุกรม

1. วิศรุต ศรีรัตน์ช.(2554). เซนเซอร์และทรานดิวเซอร์ในอุตสาหกรรม
2. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ .หลักการเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรม
3. Rockwell (2015). FRONT-END ENGINEERING AND DESIGN. Retrieved  
Retrieved December 8, 2017  
[http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/ssb-br011\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/ssb-br011_-en-p.pdf)
4. HEXAGON PPM. STREAMLINE YOUR INSTRUMENTATION ENGINEERING AND DESIGN,  
Retrieved December 8, 2017  
<https://hexagonppm.com/products/engineering-and-schematics-product-family/smartplant-instrumentation>
5. STANDARD 60A1. C&I GENERAL SPECIFICATION.

