รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัดสำหรับโครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
Instrument Engineering Design for BV4.19 PIG Launcher and Receiver Installation Project

นางสาวปิยะธิดา ทาอินทร์
นางสาวอริสา ตะเภาพงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัดสำหรับ
โครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
Instrument Engineering Design for BV4.19 PIG Launcher and Receiver Installation Project

นางสาวปิยะธิดา ทาอินทร์

นางสาวอริสา ตะเภาพงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัดสำหรับโครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวปิยะธิดา ทาอินทร์
นางสาวอริสา ตะเภาพงษ์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.วิริยะ กองรัตน์
รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์
ดร.นภศูล วงษ์วานิช
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณชนิตา อินทรวิเศษณ์
สถานประกอบการ บริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา ซึ่งกำหนดให้นักศึกษาทำโครงงานร่วมกับสถานประกอบการเป็นระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา รายงานฉบับนี้กล่าวถึงการศึกษารายละเอียดและขั้นตอนการออกแบบข้อมูลทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดของโครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Pipeline Inspection Gauge : PIG) ในสถานีควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) แห่งที่ 19 ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เส้นที่ 4 โดยมีเครื่องมือวัดเพิ่มเติมในโครงการนี้ เพื่อเป็นขอบเขตในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ซึ่งการออกแบบและกำหนดรายละเอียดข้อมูลทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดภายในขอบเขตที่รับมอบหมาย ประกอบด้วย Instrument Index & I/O List, Instrument Specification, Instrument Datasheet, Instrument Cable Schedule, Instrument Bulk Material, Instrument Equipment Layout, Instrument Cable Way Layout, Instrument Cable Block Diagram, Instrument Loop Diagram, Instrument Junction Box Wiring Diagram และ Typical Installation & Hook Up Details โดยรายละเอียดเหล่านี้ถือเป็นข้อมูลอ้างอิงในการประเมินราคาและการจัดหาอุปกรณ์ระบบเครื่องมือวัดสำหรับโครงการนี้เพื่อให้เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจสำหรับการดำเนินการก่อสร้างของผู้ประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Tittle: Instrumentation Engineering Design for BV4.19 PIG Launcher and Receiver Installation Project

Student intern name: Ms. Piyathida Thain

Ms. Arisa Tapaopong

Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation Engineering

Advisor name: Assoc.Prof. Viriya Kongrattana

Assoc.Prof.Dr. Suphan Gulpanich

Dr. Napasol Wongvanich

Mentor name: Ms. Chanita Intarawiset

Company: TRC Construction Public Company 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. The responsibility of student is to study in the principle of instrumentation design engineer in BV4.19 Pig launcher and receiver installation project. New instrument devices were added on this project for scope of cooperative education. There are responsible for instrument documentation and drawing consists of Instrument Index & I/O List, Instrument Specification, Instrument Datasheet, Instrument Cable Schedule, Instrument Bulk Material, Instrument Equipment Layout, Instrument Cable Way Layout, Instrument Cable Block Diagram, Instrument Loop Diagram, Instrument Junction Box Wiring Diagram and Typical Installation & Hook Up Details. All of these will be used as reference in cost estimate in portion instrument of project.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) ซึ่งได้ให้โอกาสแก่นักศึกษาสหกิจในการเข้าไปปฏิบัติงานในองค์กร เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการปฏิบัติงานครั้งนี้ ตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา คุณชนิตา อินทรวิเศษณ์ ผู้นิเทศก์งาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำปรึกษาข้อมูลความรู้ในด้านต่าง ๆ ทักษะการปฏิบัติงานในสาขาวิชาชีพ ตลอดจนการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีเสมอมา และพนักงานบริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและมอบประสบการณ์อันมีค่าอย่างยิ่งในการปฏิบัติงานครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.วิรยะ กองรัตน์ และ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์ ที่สละเวลาให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งช่วยชี้แนะให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ยิ่งในการทำรายงานสหกิจฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว สำหรับกำลังใจและความห่วงใยที่อบอุ่นเสมอมา ขอบคุณเพื่อนนักศึกษา ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ที่มีส่วนช่วยให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

หากรายงานฉบับนี้สามารถก่อให้เกิดความรู้หรือทักษะแก่การศึกษาหรือปฏิบัติ ผู้วิจัยขอมอบความดีครั้งนี้แด่คุณครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนผู้แต่งหนังสือหรือตำราที่ผู้วิจัยใช้อ้างอิงในรายงานฉบับนี้ หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาด หรือข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

นางสาวปิยะธิดา ทาอินทร์
นางสาวอริสา ตะเภาพงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VIII

สารบัญตาราง XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 บทนำ 4

2.2 การให้บริการออกแบบวิศวกรรม จัดหาอุปกรณ์ และการก่อสร้างแบบครบวงจร 4

2.2.1 การออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design) 4

2.2.2 การจัดซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Procurement of Machinery and Equipment) 5

2.2.3 การก่อสร้าง (Construction) 5

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้อง 5

2.3.1 การจัดทำเอกสาร (Document) 5

2.3.1.1 สารบัญเครื่องมือวัด (Instrument Index & I/O List) 5

2.3.1.2 การกำหนดรายละเอียดเครื่องมือ (Instrument Specification) 6

2.3.1.3 รายละเอียดเครื่องมือ (Instrument Data Sheet) 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.1.4 ตารางสายไฟ (Instrument Cable Schedule).....7

2.3.1.5 รายการอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียม (Instrument Bulk Material MTO).....8

2.3.1.6 การประเมินรายละเอียดทางเทคนิค (Technical Bid Evaluation : TBE).....8

2.3.2 การจัดทำรายละเอียดการติดตั้ง (Drawing) 8

2.3.2.1 แผนผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ (Instrument Equipment Layout) 8

2.3.2.2 แผนผังแสดงตำแหน่งสายไฟ (Instrument Cable Way Layout).....8

2.3.2.3 แผนภาพบล็อคสายไฟ (Instrument Cable Block Diagram).....8

2.3.2.4 แผนภาพฟังก์ชันการควบคุม (Instrument Loop Diagram) 8

2.3.2.5 แผนภาพกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram).....9

2.3.2.6 รายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details).....9

2.4 พื้นที่อันตราย (Hazardous Area).....9

2.4.1 การจำแนกเป็นประเภท (Class) และแบบ (Division) ตามมาตรฐาน NEC 9

2.4.2 การจำแนกเป็นโซน (Zone) ตามมาตรฐาน IEC 11

2.4.3 ปัจจัยสำคัญในการจัดแบ่งกลุ่มก๊าซ (Gas Grouping)..... 12

2.4.4 การแบ่งชั้นอุณหภูมิ (Temperature Class)..... 13

2.5 อุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Pipeline Pigging) 14

2.5.1 ชนิดและการใช้งาน Cleaning Pig 14

2.5.2 ชนิดและการใช้งาน Inline Inspection Pig (Instrument Pig)..... 14

2.6 การปฏิบัติการทำความสะอาดท่อ (Run Cleaning Pig)..... 15

2.7. ทฤษฎีของระบบเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง..... 18

2.7.1 เครื่องมือใช้งานเฉพาะแห่ง (Local Instrument) 18

2.7.1.1 เกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ก (Magnetic Level Gauge) 18

2.7.1.2 เกจวัดอุณหภูมิ (Bi-metal Thermometer)..... 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.7.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณทางไฟฟ้า (Electronic Transmitter) 22

2.7.3 วาล์วควบคุม (Control Valve) 30

2.8. โปรแกรม AutoCAD 33

บทที่ 3 การออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัด 34

3.1 บทนำ 34

3.2 ศึกขอบเขตของการดำเนินงาน (Scope of Work) 34

3.3 ศึกษาข้อมูลจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID) 34

3.4 จัดทำสารบัญรายการของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Index) 36

3.5 การจัดทำเอกสารข้อกำหนดของเครื่องมือวัด (Instrument Specification) 40

3.6 การจัดทำเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet) 45

3.7 ออกแบบแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) 47

3.8 ออกแบบแผนผังตำแหน่งสายไฟระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout) 49

3.9 ออกแบบแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram) ... 51

3.10 การจัดทำรายการสายไฟของเครื่องมือวัด (Cable Schedule) 53

3.11 ออกแบบแผนภาพกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram) 54

3.12 ออกแบบแผนภาพฟังก์ชั่นการควบคุม (Instrument Loop Diagram) 55

3.13 จัดทำตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details) 57

3.14 การจัดทำรายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องจัดเตรียม (Instrument Bulk Material MTO) 58

3.15 การจัดทำหน้าปกเอกสาร (Cover Page) 60

3.16 รหัสการตรวจสอบเอกสารจากผู้ว่าจ้าง (Return Code) 61

3.17 การอัพเดทเอกสาร (Revision Update) 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินการออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัด 63

4.1 บทนำ 63

4.2 รายละเอียดระบบเครื่องมือวัด 63

4.2.1 สารบัญรายการของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Index) 63

4.2.2 ข้อกำหนดของเครื่องมือวัด (Instrument Specification) 64

4.2.3 ข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet) 64

4.2.4 รายการสายไฟของเครื่องมือวัด (Instrument Cable Schedule) 69

4.2.5 รายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องจัดเตรียม (Instrument Bulk Material) 70

4.3 แผนผังรายละเอียดเครื่องมือวัด (Drawing) 72

4.3.1 แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) 72

4.3.2 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout) 73

4.3.3 แผนผังการเชื่อมต่อของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram) 75

4.3.4 แผนภาพกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram) 76

4.3.5 แผนภาพฟังก์ชั่นการควบคุม (Instrument Loop Diagram) 77

4.3.6 ตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details) 78

บทที่ 5 สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะ 79

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 79

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 79

5.3 แนวทางการแก้ไข 80

5.4 ข้อเสนอแนะ 80

เอกสารอ้างอิง 81

ประวัติผู้เขียน 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่าง Data Sheet ของ Pressure Gauge 7

2.2 การจำแนกพื้นอันตรายตามมาตรฐาน NEC ในเทอมของระยะเวลา 1 ปี 10

2.3 การจำแนกพื้นอันตรายตามมาตรฐาน IEC ในเทอมของระยะเวลา 1 ปี 12

2.4 การจัดชั้นอุณหภูมิ (Temperature Class) ตามมาตรฐาน IEC 13

2.5 การแบ่งพื้นที่อันตรายตามมาตรฐาน IEC ของก๊าซไวไฟ 13

2.6 ประเภทการใช้งานของ PIG 15

2.7 คราบสกปรกที่ติดมากับตัว Pig ในขณะทำการล้างทำความสะอาดท่อ 16

2.8 Pig Launcher 17

2.9 Pig Receiver 18

2.10 เครื่องมือวัดระดับแบบแม่เหล็ก (Magnetic Level Gauge) 19

2.11 การทำงานของเครื่องมือวัดระดับแบบแม่เหล็ก 20

2.12 ลักษณะการโก่งตัวของโลหะ A และ B 20

2.13 ลักษณะของเทอร์โมเวลแบบต่าง ๆ 21

2.14 ชื่อแสดงความยาวในส่วนต่าง ๆ ของเทอร์โมเวลชนิดหัวเกลียว (Threaded) 21

2.15 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ (Bi-metal Thermometer) 22

2.16 การส่งสัญญาณของอุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์ 23

2.17 กราฟแสดงสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน 24

2.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของโลหะชนิดต่างๆ 25

2.19 โครงสร้างภายในของอาร์ทีดี 26

2.20 ส่วนประกอบของ RTD ชนิด Pt100 26

2.21 โครงสร้างภายนอกของอาร์ทีดี 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.22 การต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์แบบอาร์ทีดี 2 สาย 27

2.23 การต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์แบบอาร์ทีดี 3 สาย 27

2.24 การต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์แบบอาร์ทีดี 4 สาย 28

2.25 ชนิดของแผ่นออริฟิส (Orifice Plate) แบบต่าง ๆ 29

2.26 วาล์วควบคุม (Control Valve) 30

2.27 โปรแกรม AutoCAD เวอร์ชั่น 2016 33

3.1 แผนภาพกระบวนการผลิตบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 บริเวณจุด Tie-in 37

3.2 แผนภาพกระบวนการผลิตบริเวณ Pig Launcher ตัวที่ 1 38

3.3 แผนภาพกระบวนการผลิตบริเวณ Pig Launcher ตัวที่ 2 38

3.4 แผนภาพกระบวนการผลิตของ Pig Receiver บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 39

3.5 ส่วนของข้อมูลทั่วไปในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัดของเกจวัดระดับ 46

3.6 ข้อมูลด้านกระบวนการในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด 46

3.7 ข้อมูลด้านตัวอุปกรณ์ในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด 47

3.8 ข้อมูลเพิ่มเติมของตัวอุปกรณ์ในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด 47

3.9 การจัดทำแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 48

3.10 การจัดทำแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 49

3.11 การจัดทำแผนผังตำแหน่งสายไฟระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 50

3.12 การจัดทำแผนผังตำแหน่งสายไฟระบบเครื่องมือวัดที่ห้องควบคุมสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 50

3.13 การจัดทำแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 51

3.14 การจัดทำแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของเครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 52

3.15 การจัดทำแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 53

3.16 ตัวอย่างการจัดทำแผนภาพการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟของ FT,LT,FCV 55

3.17 ตัวอย่างการจัดทำแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ FT,LT,FCV 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.18 ตัวอย่างการจัดทำแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ TT,PT บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 57

3.19 ตัวอย่างการจัดทำรายละเอียดการติดตั้งของ Flow Transmitter 58

3.20 ตัวอย่างหน้าปกเอกสาร (Cover Page) ของรายการสารบัญเครื่องมือวัด 60

3.21 กล่อง Document Review 61

4.1 Instrument Index บริเวณ Wang Noi Metering Station 63

4.2 Instrument Index บริเวณ BV4.19 Station 63

4.3 เกจวัดอุณหภูมิชนิดแถบโลหะคู่ (Bimetallic Thermometer) 65

4.4 ตัวอย่างเกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ก 67

4.5 รายการแสดงตารางสายไฟ บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 69

4.6 รายการแสดงตารางสายไฟ บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 69

4.7 รายการอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียม บริเวณ Wang Noi Metering Station 70

4.8 รายการอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียม บริเวณ BV4.19 Station 71

4.9 แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 72

4.10 แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 73

4.11 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 74

4.12 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดที่ห้องควบคุมบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 74

4.13 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 75

4.14 แผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 75

4.15 แผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 76

4.16 ตัวอย่างแผนภาพการวางสายไฟบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 76

4.17 ตัวอย่างแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ FT,LT,FCV บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 77

4.18 ตัวอย่างแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ FT,LT,FCV บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย 77

4.19 ตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้งของ Flow Transmitter 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงข้อมูลกระบวนการในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID 34

3.2 แสดงข้อมูลของท่อในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID 35

3.3 แสดงข้อมูลของท่อในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID 35

3.4 แสดงข้อมูลของท่อในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID 36

3.5 แสดงรายการอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ 47

3.6 แสดงการเชื่อมต่อสายไฟของกล่องต่อสายไฟในพื้นที่ BV4.19 51

3.7 แสดงการเชื่อมต่อสายไฟของกล่องต่อสายไฟในพื้นที่ BV4.19 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2541 เพื่อให้บริการด้านงานการออกแบบวิศวกรรม การจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ และการก่อสร้างแบบครบวงจร โดยบริษัทฯ มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในด้านงานวางระบบท่อก๊าซธรรมชาติ การรับเหมาก่อสร้างโรงงานปิโตรเคมี งานโยธาและระบบงานสาธารณูปโภค ทั้งนี้บริษัทฯ ประกอบด้วย 4 ธุรกิจหลัก ดังนี้

1) ธุรกิจรับเหมาก่อสร้างงานวางระบบท่อในอุตสาหกรรมพลังงานและปิโตรเคมี
2) ธุรกิจรับเหมาก่อสร้างโรงงาน, ติดตั้งระบบวิศวกรรมในอุตสาหกรรมพลังงานและปิโตรเคมี
3) ธุรกิจพัฒนาโครงการและการลงทุน
4) ธุรกิจรับเหมาก่อสร้างงานโยธาและระบบสาธารณูปโภค

แผนกการออกแบบทางวิศวกรรม รับผิดชอบเกี่ยวกับการออกแบบและกำหนดรายละเอียดข้อมูลทางวิศวกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด โดยเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถและเทคนิคทางวิศวกรรม ให้เหมาะสมกับส่วนงานที่ได้รับมอบหมาย นอกจากนี้ยังต้องมีการประสานงานระหว่างผู้ออกแบบข้อมูลในแต่ละส่วนงาน เพื่อออกแบบโครงการให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด โดยความรับผิดชอบของแผนกออกแบบทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัด คือ การวิเคราะห์และออกแบบรายละเอียดข้อมูลทางวิศวกรรมของเครื่องมือวัด รวมถึงข้อมูลที่ใช้ในการจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องมือวัดตามความเหมาะสมในโครงการ

ทั้งนี้บริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Pipeline Inspection Gauge : PIG) ในสถานีควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) แห่งที่ 19 ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เส้นที่ 4 ของบริษัท ปตท. จำกัด เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทิศทางของก๊าซในท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เส้นที่ 4 ซึ่งนักศึกษาได้รับมอบหมายให้ศึกษาการวิเคราะห์และออกแบบรายละเอียดข้อมูลทางวิศวกรรม รวมไปถึงขั้นตอนการออกแบบข้อมูลทางวิศวกรรมของระบบเครื่องมือวัดโดยมีเครื่องมือวัดเพิ่มเติมสำหรับโครงการนี้ ได้แก่ Pressure Transmitter, Temperature Transmitter, Temperature Indicator, Flow Transmitter, Flow Control Valve, Level Transmitter, Level Indicator และ Level Switch สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบรายละเอียดข้อมูลทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดของโครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ในสถานีควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) แห่งที่ 19 ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เส้นที่ 4

1.2.2 เพื่อศึกษาขั้นตอนการดำเนินการออกแบบรายละเอียดข้อมูลทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดของโครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ในสถานีควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) แห่งที่ 19 ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เส้นที่ 4

1.2.3 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัด

1.2.4 เพื่อศึกษากระบวนการทำงานทางด้านการออกแบบทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดและหลักการทำงานของระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งแก๊สธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ออกแบบและกำหนดรายละเอียดทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัด ประกอบด้วย รายละเอียดระบบเครื่องมือวัด (Document) และแผนผังรายละเอียดเครื่องมือวัด (Drawing) ของเครื่องมือวัดที่เพิ่มเติมในโครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติในสถานีควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) แห่งที่ 19 ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เส้นที่ 4 (BV4.19 Pig Launcher and Pig Receiver Installation Project)

1.4 วิธีดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลและมาตรฐานต่าง ๆ รวมไปถึงความต้องการของผู้ประกอบการของโครงการเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการดำเนินงาน เช่น รายละเอียดของกระบวนการที่ต้องการและขอบเขตของการดำเนินการ, ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบ และรายชื่อผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายที่ต้องการ เป็นต้น

1.4.2 ศึกษาข้อมูลระบบเครื่องมือวัดของโครงการจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID)

1.4.3 ศึกษาเอกสารที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการออกแบบ เช่น รายละเอียดทั่วไปของโครงการ (Project Specification) รายละเอียดของสายไฟ (Cable Specification) เป็นต้น

1.4.4 จัดทำ Instrument Index & I/O List ของเครื่องมือวัดทั้งหมดในขอบเขตการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา เพื่อสะดวกต่อการใช้งานและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเอกสารอื่น ๆ

1.4.5 ออกแบบรายละเอียดเอกสาร (Document) และรายละเอียดการติดตั้ง (Drawing) ของระบบเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.6 จัดทำรายการแสดงอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ (Material Take Off : MTO) พร้อมรายละเอียดใบสั่งซื้อ (Requisition) ซึ่งใช้ประกอบร่วมกันในการจัดส่งไปยังผู้จัดจำหน่ายโดยอ้างอิงจากรายชื่อผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายที่ต้องการของผู้ประกอบการเพื่อทำการจัดซื้อ (Purchasing)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบรายละเอียดทางข้อมูลทางวิศวกรรมทั้งในส่วนรายละเอียดเอกสาร (Document) และรายละเอียดการติดตั้ง (Drawing) ของระบบเครื่องมือวัด

1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดเอกสาร (Document) และรายละเอียดการติดตั้ง (Drawing) ของระบบเครื่องมือวัดมากยิ่งขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดในการออกแบบรายละเอียดข้อมูลทางวิศวกรรมอื่น ๆ ได้

1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

1.5.4 ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานทางการออกแบบวิศวกรรมในบริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานของบริษัทรับเหมาก่อสร้างในอุตสาหกรรมพลังงาน และปิโตรเคมี หรือที่รู้จักกันภายใต้ชื่อ EPC เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดและรายละเอียดของเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง การจัดแบ่งพื้นที่อันตราย การทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่ใช้อุตสาหกรรมพลังงานและปิโตรเคมี รวมถึงโปรแกรมที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของการทำงานโดยแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย ดังนี้

2.2 การให้บริการด้านการออกแบบวิศวกรรม การจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ และการก่อสร้างแบบครบวงจร (Engineering Procurement and Construction, EPC)

การให้บริการในลักษณะการออกแบบวิศวกรรม การจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ และการก่อสร้างโรงงาน แบบครบวงจร (EPC) สามารถแบ่งส่วนของงานได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ งานออกแบบวิศวกรรม (Engineering) งานจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Procurement) และงานก่อสร้าง (Construction) โดยลูกค้าของ บริษัทฯ อาจว่าจ้างบริษัทฯ เพื่อให้บริการเฉพาะส่วนงานได้ โดยทั่วไปคู่ค้าจะกำหนดให้บริษัทฯ รับงานในลักษณะ แบบเบ็ดเสร็จในทุกส่วนงานหรือที่เรียกว่าการรับเหมางานแบบ Integrated EPC มากกว่า เนื่องจากคู่ค้าจะสามารถควบคุมคุณภาพและต้นทุนของโครงการโดยมอบให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับเหมา ตลอดจนสามารถประหยัดเวลาในการดำเนินงานจากความต่อเนื่องของงานในแต่ละส่วน โดยบริษัทเหล่านี้จะเน้นการให้บริการแก่คู่ค้าในกลุ่มอุตสาหกรรมพลังงาน, ปิโตรเคมี, เคมีภัณฑ์และอุตสาหกรรมใกล้เคียงทั้งในและต่างประเทศ โดยงาน 3 กลุ่มหลักมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 การออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design)

บริษัทให้บริการงานออกแบบวิศวกรรม ซึ่งบริษัทสามารถให้บริการออกแบบได้หลากหลายตั้งแต่ในส่วนของงานโครงสร้างโยธา ระบบสาธารณูปโภคในโรงงาน เช่น ไฟฟ้า ประปา เครื่องปรับอากาศ ระบบกำจัดขยะ และระบบบำบัดน้ำเสีย กระบวนการและขั้นตอนการผลิตโดยเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มปิโตรเลียม ปิโตรเคมี และเคมีภัณฑ์อื่นๆ ตลอดจนระบบควบคุมและตรวจวัดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในโรงงาน บริษัทมีทีมวิศวกรที่จำเป็นสำหรับงานออกแบบ ได้แก่ ทีมวิศวกรโยธา ทีมวิศวกรเครื่องกล ทีมวิศวกรไฟฟ้า ทีมวิศวกรระบบเครื่องมือวัด ทีมวิศวกรเคมี และอื่นๆ การที่บริษัทมีทีมงานวิศวกรที่ครบทุกสาขาทำให้บริษัทสามารถให้บริการแก่คู่ค้าแบบครบวงจรอย่างแท้จริง สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการว่าจ้างผู้อื่นในการออกแบบ และมีการประสานงานกันอย่างใกล้ชิดระหว่างผู้ออกแบบและทีมงานก่อสร้าง ซึ่งทำให้บริษัทฯสามารถควบคุมต้นทุนการก่อสร้างโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับขั้นตอนในการออกแบบวิศวกรรม บริษัทจะเริ่มจากการวิเคราะห์ถึงวัตถุประสงค์และข้อกำหนดของคู่ค้าในทุก ๆ ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะทำการออกแบบในรายละเอียด ซึ่งในการดำเนินการออกแบบ บริษัทจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญต่าง ๆ อาทิ ความปลอดภัยของโรงงานทั้งในภาพรวมและในแต่ละรายละเอียดของการใช้งาน ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะได้จากกระบวนการผลิต ความน่าเชื่อถือของระบบการผลิต เครื่องจักรและอุปกรณ์ ความง่ายและการประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาหรือการปรับเปลี่ยนในอนาคต ปัญหาและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนของการก่อสร้าง ซึ่งจะทำให้สามารถตระหนักล่วงหน้า และสามารถเตรียมมาตรการเพื่อรองรับ อันเป็นการลดความเสี่ยงในการดำเนินงาน

2.2.2 การจัดซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Procurement of Machinery and Equipment)

บริษัทจะให้บริการเป็นผู้จัดซื้อจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นต่อโครงการ โดยจัดซื้อและจัดหาจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยบริษัทจะเป็นผู้ดำเนินการเจรจาต่อรองราคา เงื่อนไข การสั่งซื้อและการส่งมอบ ตรวจสอบคุณภาพและคุณสมบัติของเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ผู้ออกแบบได้ระบุไว้ รวมทั้งประสานงานให้มีการจัดส่งตามกำหนดการซึ่งสอดคล้องกับแผนงานรวมของโครงการ

2.2.3 การก่อสร้าง (Construction)

ในส่วนงานรับเหมาก่อสร้าง บริษัทจะจัดทีมงานก่อสร้างที่เหมาะสมกับโครงการแต่ละประเภทเข้ารับผิดชอบดำเนินการ โดยแต่ละทีมจะประกอบไปด้วยวิศวกร ผู้ควบคุมงานในแต่ละระดับ และวิศวกรโครงการจากสาขาวิศวกรรมต่าง ๆ ทีมงานที่ได้รับมอบหมายจะร่วมกันรับผิดชอบในการดำเนินงานของโครงการนั้น ๆ ตั้งแต่ ขั้นตอนการวางแผน ดำเนินงาน ประสานงานระหว่างคู่ค้าหรือตัวแทนของคู่ค้า ผู้รับเหมาช่วง ผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายเครื่องจักรและอุปกรณ์ และวิศวกรผู้ออกแบบ การควบคุมและตรวจสอบงานก่อสร้างให้ได้คุณภาพและแล้วเสร็จตามแผนที่ได้วางไว้ การบริหารโครงการทั้งในส่วนของต้นทุน การเบิกจ่ายเงิน และการดูแลในเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ทั้งนี้ตลอดช่วงระยะเวลาการออกแบบ การจัดซื้อจัดหาและการก่อสร้าง บริษัทได้จัดให้มีฝ่ายควบคุมคุณภาพ (Quality Control Department) ซึ่งประกอบไปด้วยบุคลากรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านของบริษัทคอยตรวจสอบและติดตามผลงานในทุกขั้นตอนเพื่อให้มั่นใจว่างานในทุกรายละเอียดทำได้ตรงตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ ซึ่งการตรวจสอบนี้ บริษัทจะทำไปพร้อมกับตัวแทนของคู่ค้า

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

เอกสารการออกแบบทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือที่ใช้ในโครงการนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ

2.3.1 การจัดทำเอกสาร (Document)

2.3.1.1 สารบัญเครื่องมือวัด (Instrument Index & I/O List) คือ เอกสารที่ประกอบไปด้วยรายชื่อของเครื่องมือวัดทั้งที่อยู่ที่ฟิลด์ และมีการรับส่งสัญญาณในรูปของอินพุตและเอาท์พุตภายในแพลนท์ (Plant) สารบัญเครื่องมือวัดควรจะประกอบไปด้วยหมายเลขอุปกรณ์ (Tag Number) ของอุปกรณ์ที่อยู่ที่ฟิลด์ (Field), ทำหน้าที่เป็นสัญญาณเตือน (Alarm) หรือเป็นอินดิเคเตอร์ (Indicator) และอุปกรณ์เครื่องมือแฝงซึ่งมีการรับส่งสัญญาณเรียกว่า ซอฟท์แท็ก (Soft Tag) อย่างเช่นสัญญาณจากตัวควบคุมม อินดิเคเตอร์ หรือสัญญาณเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดทำสารบัญเครื่องมือวัด ควรทำขั้นแรกในตอนเริ่มต้นโปรเจ็คท์ (Project) ตั้งแต่ได้แผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) มาจากฝ่ายวิศวกรกระบวนการผลิต (Process Engineer) และเอกสารสารบัญเครื่องมือวัดยังเป็นเอกสารที่ต้องการการอัพเดท (Update) ตลอดเวลาถ้าแพลนท์มีการ ปรับเปลี่ยน เคลื่อนย้าย หรือปรับปรุงระบบใหม่ รวมถึงถ้าเอกสารแผนภาพกระบวนการผลิตยังไม่เป็นเอกสารที่พร้อมสำหรับการก่อสร้าง แล้วจำเป็นต้องแก้ไขเรื่อย ๆ จนกว่าเอกสารจะมีความถูกต้องสมบูรณ์ แผนภาพสารบัญเครื่องมือก็จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแผนภาพกระบวนการผลิตอยู่ตลอดเวลา

ข้อมูลหลักที่ควรใส่ในสารบัญเครื่องมือวัดได้แก่ Tag number, Loop Number, Type of instrument, Location, Service description, P&ID number, Line/Equipment number, I/O Type, Control system, Range or Set point, Manufacturer และ Model Number

เอกสารอ้างอิงที่ใช้ในการทำสารบัญเครื่องมือได้แก่ แผนภาพกระบวนการผลิตและข้อมูลกระบวนการผลิต (Heat and Material Balance: HMB)

จุดประสงค์ในการทำสารบัญเครื่องมือคือ เพื่อให้วิศวกรผู้ควบคุมงานหรือการก่อสร้างทราบว่าภายในแพล็นท์มีอุปกรณ์เครื่องมือวัดอยู่เป็นจำนวนเท่าไหร่ ติดตั้งอยู่ตรงไหนบ้าง และอุปกรณ์เครื่องมือวัดแต่ละตัวทำหน้าที่อะไร ทั้งนี้ก็เพื่อการจัดซื้ออุปกรณ์เกี่ยวกับการควบคุมด้วย โดยวิศวกรเครื่องมือวัดจะนำเอกสารสารบัญเครื่องมือวัดนี้ส่งให้กับผู้จัดจำหน่าย (Vendor) เกี่ยวกับระบบคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการคำนวณว่าจะต้องใช้ขนาดคอนโทรลเลอร์เป็นจำนวนเท่าไหร่ หรือใช้การ์ดอินพุต เอาท์พุต (I/O Card) เป็นจำนวนกี่การ์ด หรือมีไว้เพื่อค้นหา (Searching) หรือกรอง (Filtering) แท็กนัมเบอร์ในกรณีที่ต้องการใช้ข้อมูล

2.3.1.2 การกำหนดรายละเอียดเครื่องมือ (Instrument Specification) เป็นเอกสารที่แสดงถึงขอบเขตของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ถูกกำหนดภายใต้มาตรฐานสากล (International Standard) หรือ มาตรฐานของบริษัท (Company Standard) ในกรณีที่บริษัทนั้น ๆ มีข้อกำหนดเป็นของตนเอง ทั้งนี้ก็เพื่อให้อุปกรณ์เครื่องมือทั้งหมดที่ใช้งานมีความสอดคล้องกับกระบวนการผลิต (Process) ในขณะใช้งานเพื่อลดความผิดพลาด, ประหยัดเวลาและงบประมาณของบริษัท

2.3.1.3 รายละเอียดเครื่องมือ (Instrument Data Sheet) เป็นเอกสารที่บอกถึงข้อมูลคุณสมบัติของอุปกรณ์ในระบบเครื่องมือวัดซึ่งมีความละเอียดมากกว่า Instrument Specification ซึ่งรายละเอียดเครื่องมือจะบอกถึงคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์, รายละเอียดข้อมูลกระบวนการผลิต, เงื่อนไขความสามารถในการทำงาน, วัสดุในการผลิตและอุปกรณ์เสริมที่ติดตั้งพร้อมกับอุปกรณ์ เป็นต้น โดยมีการจัดข้อมูลออกเป็นหัวข้อให้สามารถพิจารณาคุณสมบัติของอุปกรณ์ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้ออุปกรณ์

เอกสารที่ต้องเตรียมสำหรับการจัดทำรายละเอียดเครื่องมือได้แก่ แผนภาพการผลิต (P&ID), ข้อมูลกระบวนการ (Process Data Sheet), เอกสารการกำหนดรายละเอียดเครื่องมือวัด (Instrument Specification) และ การจัดแบ่งพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) ซึ่งได้มาจากวิศวกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้า มีความจำเป็นในการเลือกใช้อุปกรณ์เนื่องจากถ้าอุปกรณ์นั้นๆ จัดอยู่ในพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) จำเป็นต้องมีการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีวงจรจำกัดพลังงาน (Intrinsically Safe) เพื่อป้องกันการจุดระเบิดหรือลุกไหม้

DATA SHEET FOR PRESSURE GAUGE

TRC

CLIENT :	PTT Public Company Limited (PTT)		PLANT AREA:	BV4.19	
PROJECT NO.	17297		FACILITY:	KAENG KHOI STATION	
PROJECT NAME :	BV4.19 PIG Launcher and Receiver Installation Project		MANUFACTURER:	TO BE CONFIRMED	
DOCUMENT NO.	DS-I-1704.01-010-001 Rev.1				
	1	Tag No.	0690 PI 0816	Rev.	
	2	P&ID Number	A3-1704.01-0690-002	1	
	3	Service	Pipeline PIG Launcher 0690-L-0801 (High Pressure)	1	
GENERAL DATA	4	Line / Equipment No.	0690-L-0801 (Pipe size : 42")	1	
	5	Area Classification	N/A		
	6	NACE MR 0175 (Latest) Yes/No	No		
	7	Manufacturer / Model No	(*)		
	8	Fluid Name	Natural Gas		
	9	Fluid State	Gas		
PROCESS	10	Design Pressure Psig	1044		
	11	Design Temperature Max °F	150		
	12	Operating Pressure Min / Max Psig	630 / 1037		
	13	Operating Temperature Min / Max °F	60 / 120		
	14	Type	Bourdon Tube 316		
	15	Pressure Element Material	Stainless Steel 316		
	16	Dial Size	4 "		
	17	Colour Background / Marking	Black marking on white background		
	18	Scale Unit	Dual scale, Psig / Barg		
	19	Accuracy	± 0.5% of Full Scale		
	20	Scale Range Psig	0 - 1500		
GAUGE	21	Case Material	Stainless Steel (*)		
	22	Blow-Out Back Disc Protection	Yes		
	23	Window Material	Safety Glass Window		
	24	Socket Material	Stainless Steel (*)		
	25	Process Connection Size	1/2" NPT M		
	26	Mounting	Bottom		
	27	Movement Material	Stainless Steel (Note c)		
	28	Protection Class	IP 65		
	29	Zero Adjustment	Yes		
	30				
	31	Diaphragm seal	N/A		
	32	Siphon Type	N/A		
	33	Snubber Type	N/A		
	34	Overrange Protection	Overrange protection to at least 130% the maximum scale reading shall be furnished.		
OPTIONS	35	Integral Mounting	Provided		
	36	Manifold Type	2 Valves manifold (Note d.)		
	37	- Material	Stainless Steel 316		
	38	- Connection	1/2" NPT-F/F		
	39	- Rating	(*)		
	40	- Manufacturer / Model No.	(*)		

NOTES :

a. (*) = Vendor to confirm data or add information as required.

b. N/A = Not Applicable

c. Movement part for wetted material :SS316

Movement part for non-wetted material ,SS304

d. Vent port installed with downward facing tubing fitted with bug screen.

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่าง Data Sheet ของ Pressure Gauge

2.3.1.4 ตารางสายไฟ (Instrument Cable Schedule) เป็นสารบัญสายไฟของอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดที่ใช้ในโปรเจ็คท์ ข้อมูลที่สำคัญที่ควรใส่ลงไปในตารางสายไฟได้แก่ Cable tag number, Cable type, Cable size, Cable length และ Source and destination of cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิงสำหรับการทำตารางสายไฟได้แก่ สารบัญเครื่องมือวัด, แผนภาพแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ (Instrument Equipment Layout) และ แผนภาพแสดงบล็อคสายไฟโดยรวม (Instrument Cable Block Diagram) จุดประสงค์ของการทำตารางสายไฟก็คือ การจัดซื้อสายไฟที่จะต้องใช้ในโครงการ

2.3.1.5 รายการอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียม (Instrument Bulk Material MTO) เป็นเอกสารที่แสดงถึงรายการอุปกรณ์เครื่องมือวัดพร้อมทั้งส่วนประกอบ (Accessories) ที่ต้องจัดซื้อ ซึ่งรายการอุปกรณ์ที่ต้องจัดซื้อเหล่านี้นำมาจาก (Instrument Index & I/O List), Instrument Data sheet, Instrument cable schedule และ (Typical Installation and Hook Up Details)

2.3.1.6 การประเมินรายละเอียดทางเทคนิค (Technical Bid Evaluation : TBE) เป็นเอกสารที่แสดงถึงการเปรียบเทียบข้อมูลทางเทคนิค (Technical) ของอุปกรณ์เครื่องมือวัด เมื่อผู้จัดจำหน่ายสินค้ามีการส่งข้อมูลทางเทคนิคมาให้ซึ่งในการขอข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์แต่ละตัว วิศวกรเครื่องมือวัดจะนิยมขอข้อมูลจากผู้จัดจำหน่ายหลายๆ รายคืออย่างน้อย 3 รายเพื่อนำมาเปรียบเทียบข้อมูลแล้วจึงคัดเลือกผู้จัดจำหน่ายที่มีข้อมูลตรงกับรายละเอียดที่กำหนดไว้ (Required Specification) มากที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้ววิศวกรเครื่องมือวัดจึงจะจัดส่งเอกสารการประเมินนี้ให้ฝ่ายจัดซื้อ (Procurement) ต่อรองราคาและทำการจัดซื้อต่อไป

2.3.2 การจัดทำรายละเอียดการติดตั้ง (Drawing)

2.3.2.1 แผนผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ (Instrument Equipment Layout) เป็นแผงผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์หลัก และอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดที่ต้องทำการติดตั้งจริงในการก่อสร้างตามที่ถูกแสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram: P&ID) โดยจะเป็นการแสดงสัญลักษณ์เครื่องมือวัดบนตำแหน่งจริงที่เป็นแผนผังอุปกรณ์ที่อยู่ในโรงงาน หรือแผนผังระบบท่อ (Piping General Arrangement Drawing) ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการจัดวางอุปกรณ์ให้ถูกต้องและเหมาะสมตามความต้องการ

2.3.2.2 แผนผังแสดงตำแหน่งสายไฟ (Instrument Cable Way Layout) เป็นแผงผังแสดงแนวทางการวางสายไฟที่เป็นสายไฟหลักจากห้องควบคุมไปยังกล่องต่อสาย โดยอ้างอิงตำแหน่งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดได้จาก แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์ (Instrument Equipment Layout) ซึ่งแผนผังการวางสายไฟ (Instrument Cable Way Layout) จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ Instrument Cable Block Diagram และการจัดทำรายการสายไฟของระบบเครื่องมือวัดต่อไป

2.3.2.3 แผนภาพบล็อคสายไฟ (Instrument Cable Block Diagram) เป็นแผนผังแสดงจำนวนสายไฟหลักๆ ของทั้งระบบควบคุม เพื่อให้ผู้ติดตั้งใช้เป็นแนวทางในการลากสายไฟให้ครบถ้วน โดยอ้างอิงเครื่องมือวัดจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram: P&ID) และศึกษารายละเอียดการลากสายได้จาก Instrument Cable Way Layout

2.3.2.4 แผนภาพฟังก์ชันการควบคุม (Instrument Loop Diagram) เป็นการแสดงการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบเครื่องมือวัดและควบคุมในฟังก์ชันควบคุม (Control Function) ทุกฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram: P&ID) เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบการทำงานของฟังก์ชันควบคุม

2.3.2.5 แผนภาพการเดินสายไฟเข้ากล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram) เป็นเอกสารที่แสดงการต่อสายไฟที่กล่องต่อสายไฟ (Junction Box) โดยจะแสดงรายละเอียดชื่อสายไฟและจำนวนสายไฟที่ต้องการทั้งสองด้าน ตำแหน่งและจำนวนจุดต่อ (Terminal) เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ติดตั้งในการต่อสายให้ถูกต้องครบถ้วน

2.3.2.6 รายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details) เป็นเอกสารที่แสดงรายละเอียดตัวอย่างการติดตั้งระบบเครื่องมือวัด เช่น การติดตั้งรางสายไฟ, การจัดตั้งส่วนจับยึดอุปกรณ์ (Support Detail) เพื่อให้ส่วนติดตั้งสามารถจัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบย่อยได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวกำหนดให้ผู้ติดตั้งอุปกรณ์ใช้วัสดุที่ได้จัดเตรียมไว้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2.4 พื้นที่อันตราย (Hazardous Area)

หมายถึง บริเวณที่มีโอกาสจะเกิดอุบัติเหตุของการระเบิดหรือไฟไหม้ขึ้นได้ง่าย โดยสภาวะที่จะเกิดเหตุดังกล่าวจะต้องครบองค์ประกอบร่วม 3 อย่าง ในระดับที่เหมาะสมได้แก่สารไวไฟที่มากพอ, ออกซิเจน และแหล่งจุดติดไฟ

การจำแนกพื้นที่อันตรายมีวิธีการจำแนก 2 วิธีที่แตกต่างกันคือ 1. การจำแนกเป็นประเภท (Class) และแบบ (Division) เป็นไปตามมาตรฐานของ NEC และ 2. การจำแนกเป็นโซน (Zone) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC (IEC 60079) แต่เมื่อมีการนำการจำแนกพื้นที่อันตรายมาใช้งาน ผู้ใช้ต้องไม่นำวิธีการในการจำแนกบริเวณอันตรายที่แตกต่างกันมาใช้ผสมกันในการจำแนกบริเวณอันตรายบริเวณเดียวกันอย่างเด็ดขาดเพราะนั้นเป็นการใช้มาตรฐานที่สับสนและจะขาดความเข้าใจอย่างแท้จริง จำเป็นต้องเลือกใช้มาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

2.4.1. การจำแนกเป็นประเภท (Class) และแบบ (Division) ตามมาตรฐาน NEC

The National Electrical Code Committee และThe National Fire Protection Association (NFPA) Publication 70 กำหนดพื้นที่อันตราย ดังนี้

2.4.1.1. บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 (Class 1) คือบริเวณที่ซึ่งมีก๊าซหรือไอระเหยของสารไวไฟ (Flammable vapors and gases) ผสมอยู่ในอากาศปริมาณมากเพียงพอที่จะทำให้เกิดการจุดระเบิดได้

1) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 (Class 1, Division 1) คือ บริเวณที่มีการใช้ก๊าซ หรือไอระเหยของสารไวไฟซึ่งสามารถรั่วไหลจากกระบวนการทำงานตามปกติการซ่อมบำรุง รวมทั้งการรั่วไหลจากเหตุหรืออุปกรณ์หรือเครื่องจักรทำงานผิดปกติและยังอาจทำให้เกิดประกายไฟหรือความร้อนที่ทำให้สารไวไฟรั่วไหลจุดติดไฟได้

2) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 2 (Class 1, Division 2) คือ บริเวณที่มีการใช้ก๊าซหรือของเหลวไวไฟในระบบปิดซึ่งไม่มีการรั่วไหล นอกจากเกิดความเสียหายของภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุหรือการทำงานที่ผิดพลาดของเครื่องมืออุปกรณ์ และยังรวมถึงบริเวณที่อยู่ใกล้กับพื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ซึ่งก๊าซหรือไอระเหยของสารไวไฟอาจถ่ายเทถึงกันได้ นอกจากนี้พื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ซึ่งเมื่อได้ติดตั้งระบบระบายอากาศเพื่อช่วยลดปริมาณสารไวไฟที่ผสมในอากาศอย่างเหมาะสม แต่อาจเกิดสภาพอันตรายได้เมื่อระบบระบายอากาศขัดข้องก็จัดเป็นพื้นที่อันตรายแบบที่ 2 ด้วย

2.4.1.2 **บริเวณอันตรายประเภทที่** 2 **(Class 2)** คือ บริเวณที่ซึ่งมีฝุ่นที่เผาไหม้ได้ (Combustible dust) ในปริมาณมากเพียงพอที่จะทำให้เกิดการจุดระเบิด

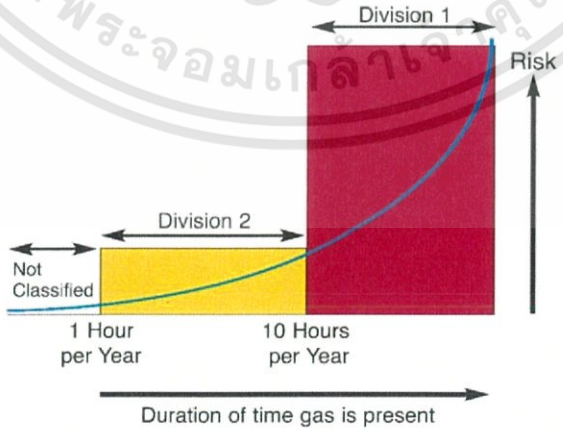
1) **บริเวณอันตรายประเภทที่ 2 แบบที่ 1 (Class 2, Division 1)** คือ บริเวณที่มีฝุ่นเผาไหม้ได้อยู่ในอากาศในปริมาณมากพอให้เกิดส่วนผสมที่จุดระเบิดได้ในกระบวนการทำงานปกติ และบริเวณที่มีฝุ่นที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีในปริมาณที่อาจทำให้เกิดอันตรายจากการระเบิด รวมทั้งกรณีที่ฝุ่นที่เผาไหม้ได้เกิดการรั่วไหลจากเหตุที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรทำงานผิดปกติ และอาจทำให้เกิดประกายไฟหรือความร้อนซึ่งทำให้ฝุ่นที่รั่วไหลออกมาเกิดการจุดระเบิด

2) **บริเวณอันตรายประเภทที่ 2 แบบที่ 2 (Class 2, Division 2)** คือ บริเวณที่มีฝุ่นที่เผาไหม้ได้อยู่ในอากาศในปริมาณไม่มากพอ ทำให้เกิดส่วนผสมที่จุดระเบิดได้ในกระบวนการทำงานปกติ รวมถึงบริเวณที่มีฝุ่นซึ่งอาจสะสมอยู่บนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอาจขัดขวางการระบายความร้อนของอุปกรณ์นั้นแต่ประกายไฟจากการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือจากการลัดวงจรไฟฟ้าอาจทำให้ฝุ่นเหล่านี้เกิดการจุดระเบิดได้

2.4.1.3. **บริเวณอันตรายประเภทที่ 3 (Class 1)** คือ บริเวณที่มีเส้นใยที่จุดติดไฟได้ง่าย (easily ignitible fibers or flyings) มีปริมาณมากเพียงพอที่จะทำให้เกิดอันตรายจากการจุดระเบิดได้

1) **บริเวณอันตรายประเภทที่ 3 แบบที่ 1 (Class 3, Division 1)** คือ บริเวณที่มีการผลิต การใช้หรือการขนถ่ายเส้นใยที่จุดติดไฟได้ง่ายในปริมาณที่เพียงพอให้เกิดการจุดระเบิดได้

2) **บริเวณอันตรายประเภทที่ 3 แบบที่ 2 (Class 3, Division 2)** คือ บริเวณที่มีการจัดเก็บหรือขนถ่ายเส้นใยที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ง่ายในปริมาณมาก



ภาพที่ 2.2 การจำแนกพื้นอันตรายตามมาตรฐาน NEC เป็น Class และ Division ในเทอมของระยะเวลาของการปรากฏของสารไวไฟใน 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การจำแนกเป็นโซน (Zone) ตามมาตรฐาน IEC

การแบ่งพื้นที่อันตรายตามมาตรฐาน The International Electrotechnical Commission (IEC); IEC 60079-10 และ CEC Section 18 ซึ่งครอบคลุมสารไวไฟที่เป็นก๊าซ, ไอระเหยและหมอกฝุ่น (Gases, Vapors and Mists) แต่ไม่รวมฝุ่นไวไฟ (Combustible or Electrically Conductive Dusts) โดยให้ความตระหนักถึงโอกาสความเป็นไปได้ที่จะมีการสะสมของสารไวไฟขึ้นได้

2.4.2.1 แบ่งโอกาสความเป็นไปได้ของการเกิดสภาพบรรยากาศที่จุดติดไฟได้ (Explosive Atmosphere) ออกเป็นโซน 0, โซน 1 และ โซน 2

1) โซน 0 (Zone 0) คือ พื้นที่อันตรายเนื่องจากมีก๊าซหรือไอระเหยของสารไวไฟ (flammable gases or vapors) ผสมอยู่ในบรรยากาศจนเกิดบรรยากาศที่จุดติดไฟได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน เช่น ถังเก็บน้ำมันใต้ดิน พื้นที่ใน Zone 0 จะมีโอกาสสูงที่ความเข้มข้นของไอระเหยของสารไวไฟเกินกว่า 100% ของค่า Lower Explosive Limit (LEL) ของสารนั้นในภาวะปกติมากกว่า 1,000 ชั่วโมงต่อปี อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ Zone 0 มักจะเป็นเครื่องมือวัดต่างๆ เช่น เครื่องมือวัดระดับของเหลวและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เป็นต้น อุปกรณ์เครื่องวัดดังกล่าวจะต้องเป็นประเภท Intrinsically Safe เท่านั้นเพราะอุปกรณ์ประเภทนี้จะใช้กำลังไฟฟ้าในระดับต่ำมากทำให้เมื่อมีการเกิดลัดวงจรในอุปกรณ์เครื่องมือวัดเหล่านี้ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจะไม่มากพอให้ก๊าซหรือไอระเหยไวไฟเกิดการจุดติดไฟได้

2) โซน 1 (Zone 1) คือ พื้นที่อันตรายเนื่องจากมีการรั่วไหลก๊าซหรือไอระเหยของสารไวไฟ (flammable gases or vapors) ออกมาผสมอยู่ในบรรยากาศที่จุดติดไฟได้อยู่บ่อยครั้งในกระบวนการทำงานตามปกติ หรือเมื่อทำการซ่อมแซมเครื่องมืออุปกรณ์ในบริเวณดังกล่าว เช่น บริเวณที่มีการเติมน้ำมันเข้าถังน้ำมันรถยนต์ซึ่งรถยนต์จะเข้ามาและวิ่งออกไปเมื่อเติมแล้วเสร็จ บริเวณรอบช่องเปิดของถังบรรจุ บริเวณรอบ Safety Valve และบริเวณใกล้กับ Seal ของ Pump หรือ Compressor จุดถ่ายเทสารไวไฟ บริเวณที่มีการถ่ายบรรจุก๊าซ บริเวณที่มีการใช้สารตัวทำละลาย (Solvent) พื้นที่ใน Zone 1 จะมีโอกาสที่จะมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารไวไฟเกินกว่า 100% ของค่า Lower Explosive Limit (LEL) ของสารนั้นในภาวะปกติระหว่าง 10 ถึง 1,000 ชั่วโมงต่อปี

3) โซน 2 (Zone 2) คือ พื้นที่อันตรายเนื่องจากมีการรั่วไหลของก๊าซหรือไอระเหยของสารไวไฟ (flammable gases or vapors) ออกมาผสมอยู่ในบรรยากาศจนเกิดบรรยากาศที่จุดติดไฟแทบไม่เกิดขึ้นในการทำงานปกติ หรือโอกาสเกิดขึ้นได้นาน ๆ ครั้ง เช่น เมื่อเกิดอุบัติเหตุในกระบวนการทำงานหรือการทำงานผิดปกติ หรือจะเกิดขึ้นเฉพาะภายในระยะเวลาสั้น ๆ ไม่ปล่อยให้เกิดการรั่วไหลเป็นเวลานาน พื้นที่ใน Zone 2 จะมีโอกาสที่จะมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารไวไฟเกินกว่า 100% ของค่า Lower Explosive Limit (LEL) ของสารนั้นในภาวะปกติ น้อยกว่า 10 ชั่วโมงต่อปี

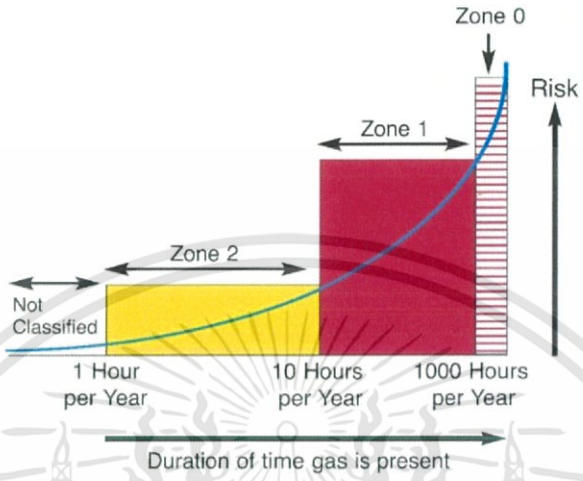
2.4.2.2 การจำแนกเป็นโซน (Zone) 2 ตามมาตรฐาน IEC การแบ่งบริเวณอันตรายตามมาตรฐาน IEC สำหรับฝุ่นไวไฟ (Combustible or Electrically Conductive Dusts) แบ่งจำแนกบริเวณเทียบเคียงกับ Zone 0, 1 และ 2 สำหรับก๊าซหรือไอระเหยของสารไวไฟ (flammable gases or vapors) แต่เพิ่มเลข 2 เข้าข้างหน้าเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Zone 20

2) Zone 21

3) Zone 22



ภาพที่ 2.3 การจำแนกพื้นอันตรายตามมาตรฐาน IEC เป็น ZONEในเทอมของระยะเวลาของการปรากฏของสารไวไฟใน 1 ปี

2.4.3 ปัจจัยสำคัญในการจัดแบ่งกลุ่มก๊าซ (Gas Grouping)

ตามมาตรฐาน IEC ก๊าซและไอระเหยแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จึงไม่สามารถออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อใช้ป้องกันการระเบิดสำหรับก๊าซแต่ละชนิดได้ครอบคลุมทุกชนิด ดังนั้นวิธีการที่ดีที่สุดในทางปฏิบัติก็คือการแบ่งกลุ่มก๊าซไวไฟตามลักษณะที่สำคัญ 2 ประการ ตาม IEC 60079-12 คือ

2.4.3.1. Minimum Ignition Current (MIC) คือ ค่ากระแสไฟฟ้าน้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดสปาร์กหรือประกายไฟจนเกิดการลุกติดไฟของก๊าซหรือไอระเหยจากการทดสอบในห้องทดลอง ถ้าก๊าซชนิดหนึ่งมีค่า MIC น้อย แสดงว่าก๊าซนั้นสามารถติดไฟได้ง่ายด้วยค่ากระแสไฟฟ้าน้อย ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำกว่าค่า MIC ของก๊าซหรือไอระเหยเพื่อติดตั้งในบริเวณที่มีของก๊าซหรือไอระเหยชนิดดังกล่าวเจือปนในบรรยากาศจะช่วยป้องกันการเกิดประกายไฟที่มีความร้อนสูงจนเกิดการจุดระเบิดขึ้นได้แม้จะเกิดความบกพร่องในวงจรไฟฟ้าก็ตาม ซึ่งค่านี้จะมีความสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบ Intrinsic safety ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) โดยมีหลักการเพื่อป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าจากการ เป็นต้น เหตุของการระเบิดในสภาพแวดล้อมที่อันตรายที่มีการปะปนผสมกันของก๊าซหรือไอระเหยและมีโอกาสระเบิดได้ง่าย เช่น การเกิดประกายไฟหรือเกิดความร้อนสูงจากการทำงานจนเป็นเหตุจุดระเบิดส่วนผสมของก๊าซหรือไอระเหยเหล่านั้น อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นระบบ Intrinsic safety จึงต้องได้รับการออกแบบและติดตั้งด้วยวิธีการที่ไม่ให้มีพลังงานสูงมากเพียงพอที่จะก่อให้เกิดการจุดประกายไฟหรือความร้อนที่จะเป็นสาเหตุให้ส่วนผสมของก๊าซหรือไอระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดระเบิดในพื้นที่อันตรายได้แม้ในกรณีที่เกิดการผิดพลาดก็ตาม ด้วยเหตุนี้อุปกรณ์ที่เป็นระบบ Intrinsic safety จะทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำและใช้พลังงานต่ำกว่า 1 วัตต์

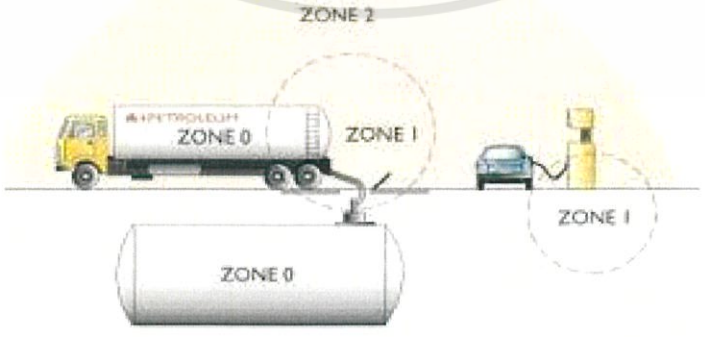
2.4.3.2 Maximum Experimental Safe Gap (MESG) คือ ค่าความกว้างของช่องเปิดมากที่สุดที่จะสามารถป้องกันการแพร่ขยายของเปลวไฟที่เกิดจากการจุดระเบิดของก๊าซ หรือไอระเหยชนิดหนึ่งผ่านช่องเปิดนั้นไปสู่ภายนอกที่มีก๊าซหรือไอระเหยชนิดเดียวกันเจือปนอยู่ ดังนั้น ถ้าก๊าซหรือไอระเหยชนิดใดมีค่า MESG มากในการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Explosion proof) หรืออุปกรณ์ป้องกันไฟ (Flame proof) ต้องเลือกอุปกรณ์ดังกล่าวที่มีค่า MESG น้อยกว่าค่า MESG ของก๊าซหรือไอระเหยนั้นเนื่องจากยิ่งช่องเปิดแคบลงเท่าไรก็จะมีโอกาสน้อยลงที่เปลวไฟจากการระเบิดภายในเครื่องห่อหุ้มจะแทรกออกสู่ภายนอก แต่ในขณะเดียวกันถ้าหากก๊าซหรือไอระเหยใดมีค่า MESG น้อยนั้นแสดงว่า เป็นก๊าซที่มีอันตรายสูงมากเพราะเมื่อมีการจุดติดไฟแล้วเปลวไฟสามารถลุกลามผ่านช่องเปิดแคบ ๆ ออกสู่ภายนอกได้ดีกว่า

2.4.4 การแบ่งชั้นอุณหภูมิ (Temperature Class)

เป็นการกำหนดอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดของชิ้นส่วนองค์ประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใต้การทำงานปกติหรือทำงานผิดปกติซึ่งอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดนี้ต้องมีค่าสูงไม่เกินจุดติดไฟหรือจุดระเบิด (Ignition temperature) ของสารไวไฟการกำหนด Temperature Class ภายใต้สภาวะอ้างอิงที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 °C หากเงื่อนไขสภาวะอ้างอิงต่างจากนี้ต้องมีการระบุ

Maximum Surface Temperature of Electrical Equipment		Temperature Class
450°C	842°F	T1
300°C	572°F	T2
200°C	392°F	T3
135°C	275°F	T4
100°C	212°F	T5
85°C	185°F	T6

ภาพที่ 2.4 การจัดชั้นอุณหภูมิ (Temperature Class) ตามมาตรฐาน IEC



ภาพที่ 2.5 การแบ่งพื้นที่อันตราย (Hazardous Area Classification) ตามมาตรฐาน IEC ของก๊าซไวไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Pipeline Pigging)

PIG หรือ Pipeline Inspection Gauge เป็นเครื่องมือที่ใส่เข้าไปในท่อโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความสะอาดท่อ, ตรวจสอบ เส้นผ่าศูนย์กลาง, ตรวจสอบท่อ, แบ่งแยกผลิตภัณฑ์ หรือนำสิ่งสกปรกออกจากระบบท่อ โดยสามารถ แยกตามประเภทการใช้งานได้ดังนี้

2.5.1 ชนิดและการใช้งาน Cleaning Pig

2.5.1.1 Foam Pig เป็น Pig ที่ใช้ในการกวาดพาเอาของเหลวหรือฝุ่นผงที่ตกค้างภายในท่อออกจากระบบ ซึ่งในระหว่างการสร้างท่อมักถูกใช้ในการขับเอาน้ำจากการทำ Hydrostatic Test ออกจากท่อ โดยทั่วไปแล้ว Foam Pig จะมีประสิทธิภาพดีในการดูดซับของเหลวหรือน้ำที่ตกค้างอยู่ภายใน

2.5.1.2 Cup Pig มักใช้เป็นตัวแบ่งแยกผลิตภัณฑ์ภายในท่อหรือใช้ในการกวาดพาเอาของเหลวเช่น Condensate ออกจากระบบ ในบางครั้งจะใช้ Cup Pig เพื่อการตรวจวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อโดยการติดตั้ง Gauge เข้าไปด้วย Gauge จะสามารถตรวจวัดการบุบและรัศมีความโค้งของท่อได้เนื่องจาก Cup จะเป็นตัวช่วยพยุงแกนกลางของ Pig และยืดหยุ่นกว่า 30% ให้สามารถผ่านรอยบุบไปได้

2.5.1.3 Bi-Directional Pig ซึ่งแกนกลางเป็นท่อกลมสามารถประกอบร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้อย่างหลากหลายเพื่อใช้ตามความประสงค์ต่าง ๆ เช่น การติดแปรงลวดเพื่อขัดเอาฝุ่นผงออกจากผนังท่อ ซึ่ง Pig ชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดมากเป็นพิเศษ

2.5.2 ชนิดและการใช้งาน Inline Inspection Pig (Instrument Pig)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานตรวจสอบสภาพท่อส่งก๊าซธรรมชาติ โดย ILI Pig นี้จะแตกต่างจาก Cleaning Pig ทั่วไปตรงที่ในตัว ILI Pig จะติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น Sensor สำหรับตรวจจับสิ่งผิดปกติ (Defect) หน่วยความจำ หน่วยประมวลผล Odometer wheel สำหรับวัดระยะทางที่ Pig วิ่งและแบตเตอรี่ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานเป็นต้นโดย ILI Pig ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนั้นมีด้วยกันมากมายหลายชนิดหลายขนาด ตั้งแต่สำหรับท่อ 3 นิ้ว จนถึง 56 นิ้ว และแต่ละชนิดจะมีวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบหาชนิดของสิ่งผิดปกติ (Defect) ที่แตกต่างกันไปเช่น ใช้เพื่อตรวจหาการผุกร่อน (Corrosion) ตรวจสภาพความกลม รอยท่อบุบ หรือตรวจหารอยแตกร้าว (Crack) เป็นต้น นอกจากนี้ ILI Pig บางตัวยังติดตั้งอุปกรณ์ Inertial Mapping Unit หรือ IMU ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกับ Gyro (เครื่องมือที่หมุนรอบตัวเองได้) ที่ใช้ในการนำทางในเครื่องบินทำให้เราทราบข้อมูลทิศทางและมุมองศาการเลี้ยวขณะที่ตัว Pig วิ่งในท่อโดยข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้แปลงเป็นพิกัดแนวท่อเพื่อมาประยุกต์ใช้ กับงานด้านต่าง ๆ ต่อไป เช่น การตรวจสอบหาตำแหน่งท่อโดยใช้เครื่อง GPS หรือใช้ในงานด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นต้น

2.5.2.1 Magnetic Flux Leakage Pig (MFL Pig) MFL Pig เป็น Pig ที่ใช้ในการตรวจสอบหาปริมาณเนื้อโลหะที่หายไปหรือก็คือการตรวจหา Corrosion นั่นเอง โดยหลักการที่ใช้คือการเหนี่ยวนำผนังท่อให้เกิดสนามแม่เหล็กโดยใช้แม่เหล็กถาวรที่ติดกับตัว Pig ทำให้ผนังท่ออิ่มตัวไปด้วย

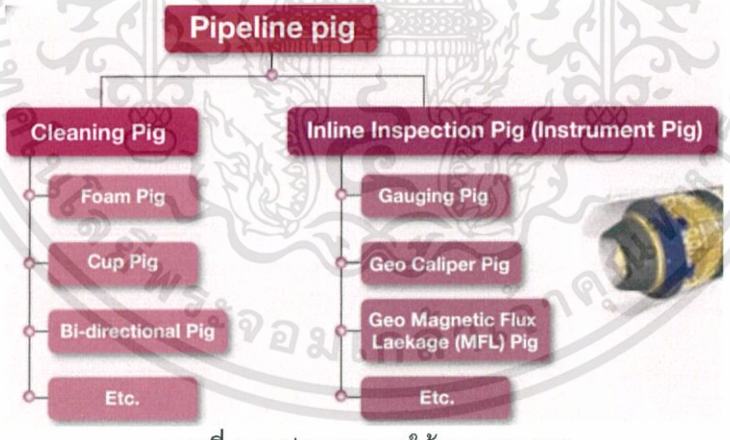
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นแรงแม่เหล็ก เมื่อตัว Pig วิ่งผ่านไปยังบริเวณที่ท่อเกิด Corrosion เส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการ Leak ออกมา และตัว Sensor จะตรวจจับเจอเส้นแรงแม่เหล็กที่ Leak ออกมาเหล่านี้ทำให้เราทราบถึงตำแหน่งที่เกิด Corrosion ขนาดความลึก กว้าง และยาว รวมถึงทราบว่า Corrosion ที่เกิดขึ้นนี้อยู่ภายในท่อ (Internal) หรือภายนอกตัวท่อ (External) จากนั้นข้อมูลที่บันทึกได้เหล่านี้จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อประเมินความแข็งแรงของท่อเพื่อหาจุดที่จำเป็นต้องขุดตรวจสอบซ่อมแซมต่อไป นอกจากนี้ MFL Pig บางตัวยังติดตั้งอุปกรณ์เสริมพิเศษเรียกว่า Speed Control Unit สำหรับควบคุมความเร็วขณะที่ Pig วิ่งให้คงที่ไม่เกิน 4 m/s ซึ่งเป็นความเร็วสูงสุดที่ตัว MFL Pig ยังสามารถทำงานได้ดี

2.5.2.2 Geometry Pig หรือ Caliper Pig เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจสภาพตัวท่อ เช่น ความกลมของท่อ รอยบุบ รอยย่น เป็นต้น โดย Sensor ที่ใช้ตรวจจับมีอยู่ 2 แบบ คือ

1) แบบ Electro-Mechanical มีลักษณะเป็นแขนที่มีสปริงคอยดันให้ตัวแขนติดกับผนังท่อตลอดเวลา เมื่อ Pig วิ่งผ่านบริเวณที่เกิดความผิดปกติของผนังท่อตัว Sensor จะทำการวัดค่ามุมของแขนที่ถูกผนังท่อดันเปลี่ยนแปลงไป

2) แบบ Eddy Current ทำงานโดยการส่ง Alternating magnetic field ไปยังผนังท่อและทำการวัดค่ากระแส Eddy Current ที่เกิดขึ้นเมื่อ Pig ผ่านบริเวณที่เกิดความผิดปกติของผนังท่อ ค่า Eddy Current นี้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปซึ่งข้อมูลที่ได้จาก Geometry Pig นั้น จะมีประโยชน์ในการวิเคราะห์หาอันตรายที่เกิดจากแรงภายนอกที่กระทำต่อตัวท่อ เช่น ดินทรุดจากธรรมชาติหรือการรุกล้ำแนวท่อจากบุคคลภายนอกเป็นต้น



ภาพที่ 2.6 ประเภทการใช้งานของ PIG

2.6 การปฏิบัติการทำความสะอาดท่อ (Run Cleaning Pig)

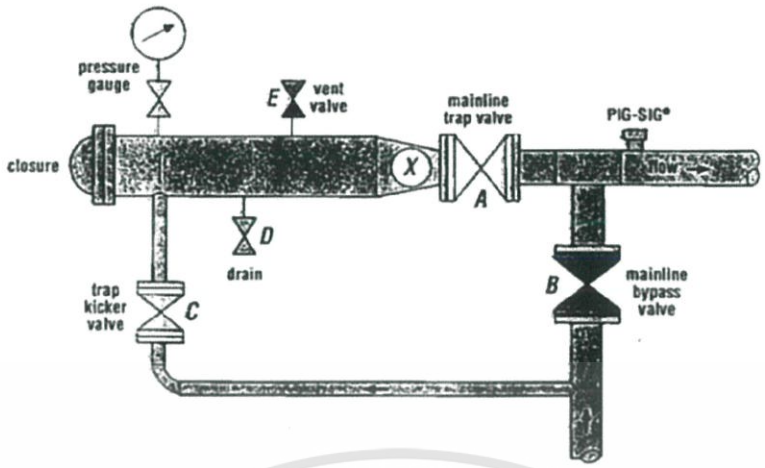
การส่ง - รับ Pig ต้องทำในขณะส่งก๊าซฯ และทั้งสองแบบก็ยังเป็นอุปกรณ์หลักในการบำรุงรักษาท่อส่งก๊าซให้มีประสิทธิภาพในการส่งก๊าซอย่างเต็มที่มีความมั่นคง แข็งแรง สามารถส่งก๊าซได้อย่างปลอดภัย ก่อนการปฏิบัติงาน Run Cleaning Pig ต้องทำการศึกษาความสามารถในการ Run Pig ของท่อนี้ว่าออกแบบให้สามารถ Run Pig ได้หรือไม่ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Run Pig มีการจัดทำการประเมินความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ศึกษาผลกระทบต่อการส่งก๊าซและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับคู่ค้า แล้วทำการแก้ไขจุดที่บกพร่องโดยมีการวางแผนกลยุทธ์ในการ Run Pig เพื่อเลือกใช้ Pig และลำดับการ Run อย่างถูกต้องเหมาะสมจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน หลังจากนั้นจะได้จัดหา Pig มาใช้งานตามแผนงาน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ และก่อนการปฏิบัติงานจริงจะเริ่มต้นต้องเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบท่อเตรียมพร้อม Spare Part ที่ต้องใช้และที่สำคัญจัดเตรียมทีมงานที่อยู่ ณ จุดส่งหรือที่เรียกว่า Launcher และจุดรับหรือที่เรียกว่า Receiver ทีมงานเหล่านี้ต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญในการ Run Pig เป็นอย่างดีสามารถแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที การนำ Pig ใส่เข้าไปในท่อส่งก๊าซจะทำการตัดแยกระบบของ Launcherและใส่ Pig เข้าไปในตำแหน่งที่เหมาะสม หลังจากนั้นจะ Pressurized จนมีความดันเท่ากับความดันของการส่งก๊าซ แล้วจึงส่ง Pig ซึ่งขับดันให้วิ่งได้ด้วยความแตกต่างของความดันด้านหน้าและหลัง Pig เมื่อ Pig วิ่งไปถึงปลายทางก็จะทำการตัดแยกระบบ De-Pressurize และนำ Pig ออกจาก Receiver ตามลำดับ กระบวนการของการ Run Pig ยังไม่ได้หมดเพียงเท่านี้ เศษฝุ่นผงหรือของเหลวที่ Pig ได้กวาดพามาด้วยนั้นต้องมีกระบวนการเก็บ และกำจัดอย่างถูกวิธีมีความปลอดภัย ไม่หกรั่วไหลไปสู่สิ่งแวดล้อม หลังจากการ Run Pig แต่ละครั้งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ประมาณฝุ่นผงและ Liquid ที่ Pig กวาดพาออกมาปริมาณการเปลี่ยน Filter และผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะนำมาใช้ในการประเมินและวางแผนการ Run Pig ครั้งต่อ ๆ ไป เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด

ภาพที่ 2.7 คราบสกปรกที่ติดมากับตัว Pig ในขณะทำการล้างทำความสะอาดท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 Pig Launcher

2.6.1 ขั้นตอนการส่ง Pig จากตัวปล่อย Pig (Pig Launcher)

1) ปิดวาล์ว A และ C ตามภาพที่ 2.8 Pig Launcher

2) ระบายก๊าซที่ตกค้างในตัว Pig Launcher ออกโดยเปิดวาล์ว D และ เปิดวาล์วระบาย E เพื่อให้อากาศเข้ามาให้ไม่มีความดันหลงเหลืออยู่ภายใน Pig Launcher

3) เมื่อระบายอากาศออกจนความดันเป็น 0 psig ในขณะที่วาล์ว E และ D เปิดอยู่ ทำการเปิดฝาท่อ (Closure Door) เพื่อใส่ Pig เข้าไปและดันให้ Pig เข้าไปถึงช่วง Reducer ที่จุด X เพื่อเตรียมปล่อย

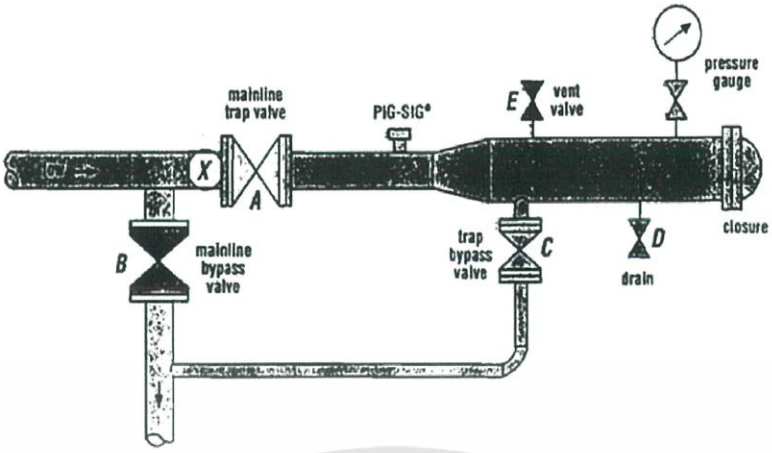
4) ปิด Closure Door ด้วยความระมัดระวัง จากนั้นปิดวาล์วระบาย (Drain Valve) D และเปิดวาล์ว C เพื่อให้ความดันในท่อหลัก (Mainline) ไหลเข้าตัว Trap จนก๊าซเข้าไปและไล่อากาศออกหมดแล้วแล้วจึงทำการแล้วปิดวาล์ว E เพื่อให้ความดันตกคร่อมตัว Pig เท่ากันแล้วจากนั้นจึงทำการปิดวาล์ว C

5) เปิดวาล์ว A ก่อนและจากนั้นจึงเปิดวาล์ว C ในขณะนี้ตัว Pig พร้อมสำหรับการปล่อย

6) จากนั้นค่อยๆ ปิดวาล์ว B จะทำให้ของเหลวหรือก๊าซเปลี่ยนทิศทางไปที่วาล์ว C และค่อยๆปิดวาล์ว B จนสนิท ก๊าซจะไหลไปทางวาล์ว C และพัดพา Pig ออกไป โดยบนตัวปิ๊กจะมีตัวส่งสัญญาณหรือ Pig Signaler เพื่อเป็นตัวบ่งบอกว่าตัว Pig ได้ถูกส่งออกไปจากตัวปล่อย (Launcher)

7) เมื่อ Pig ถูกส่งออกไปทางเส้นทางขนส่งก๊าซหลักแล้วจึงทำการเปิดวาล์ว B เป็นการเสร็จสิ้นขั้นตอนการส่ง Pig

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 Pig Receiver

2.6.2 ขั้นตอนการรับ Pig จากตัวรับ Pig (Pig Receiver)

1) จากภาพที่ 2.9 ในขณะที่ Pig กำลังเดินมาถึงตัวรับ (Receiver) ให้ทำการเปิดวาล์ว A เพื่อให้ก๊าซไหลผ่านทางท่อ Bypass จากนั้นเปิดวาล์ว E เพื่อระบายความดันออกแล้วจึงปิดเมื่อระบายอากาศออกไปแล้ว จากนั้นจึงทำการเปิดวาล์ว C

2) เมื่อ Pig เข้ามาและอยู่ในตำแหน่ง X แล้ว ค่อย ๆ ปิดวาล์ว B อย่างช้าๆ จะเป็นการบังคับให้ตัว Pig เข้าไปใน Trap โดยก๊าซจะไหลผ่านทางวาล์ว C

3) เมื่อตัว Pig เข้าไปในช่อง Trap แล้วจะมีสัญญาณเตือนจาก Pig Signaler จากนั้นเปิดวาล์ว B จนสุดและปิดวาล์ว A และ C ตามลำดับ

4) เปิดวาล์วระบาย D และวาล์วระบายอากาศ E เพื่อระบายความดันและก๊าซใน Trap

5) หลังจาก Trap มีการระบายจนความดันเท่ากับ 0 psig แล้วเปิดวาล์ D และวาล์วระบายอากาศ E เพื่อระบายความดันและอากาศในขณะที่วาล์ว D และ E ยังเปิดอยู่ เปิด Closure door แล้วนำ Pig ออกมา

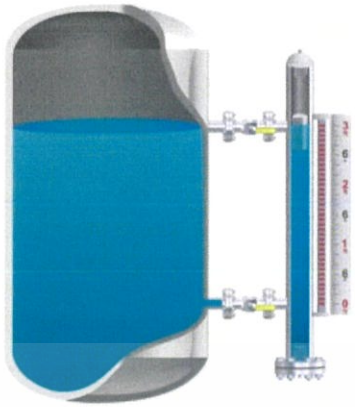
6) ปิด Closure door ด้วยความระมัดระวัง เป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการทำความสะอาดท่อผ่านทาง Pig Launcher และ Pig Receiver

2.7 ทฤษฎีของระบบเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 เครื่องมือใช้งานเฉพาะแห่ง (Local Instrument)

2.7.1.1 เกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ก (Magnetic Level Gauge) เป็นตัวชี้วัดระดับของเหลวในถังโดยไม่ต้องมีแหล่งจ่าย (Power supply) มีความปลอดภัย,เชื่อถือได้,บำรุงรักษาง่าย สามารถเพิ่มฟังก์ชั่นการเตือน (alarm) หรือควบคุมปั๊มและวาล์วได้ ลักษณะเป็นท่อแนวตั้งทำจากวัสดุที่ไม่ใช่แม่เหล็กติดตั้งด้านข้างของถัง เชื่อมกับถังบรรจุทั้งด้านบนและด้านล่าง ภายในท่อมีลูกลอยที่เป็นแม่เหล็กสามารถเคลื่อนขึ้นและลงตามการเปลี่ยนแปลงของระดับของเหลวภายในแชมเบอร์ (Chamber)

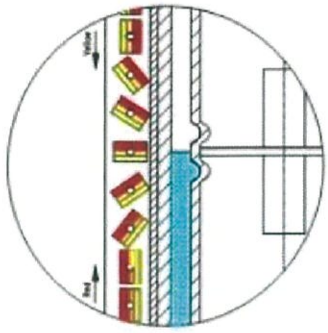
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 เครื่องมือวัดระดับแบบแม่เหล็ก (Magnetic Level Gauge)

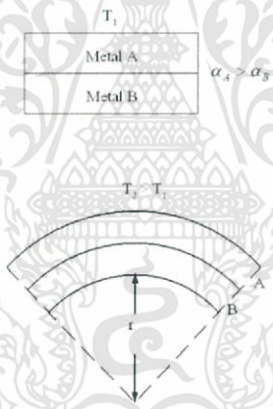
ในการวัดระดับนี้จะใช้หลักการของลูกลอย ลูกลอยเป็นอุปกรณ์วัดระดับที่นิยมใช้ เนื่องจากมีโครงสร้างที่ง่าย ใช้งานง่าย สามารถใช้งานภายใต้สภาวะอุณหภูมิ และความดันสูง (pressure) ได้สะดวกต่อการปรับเทียบ (calibration) และมีความเที่ยงตรง (precision) สูง สามารถวัดระดับได้ทั้งแบบจุดและแบบต่อเนื่องโดยขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบ และการเลือกใช้อุปกรณ์เพิ่มเติม ตัวอย่างการวัดระดับด้วยลูกลอยอย่างง่ายที่สุดเป็นการวัดระดับโดยตรง ผู้วัดสามารถอ่านค่าระดับของเหลวได้โดยตรงจากตำแหน่งของลูกลอยที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงของของเหลว ซึ่งเป็นการวัดเพื่อติดตามกระบวนการและการปฏิบัติงาน (monitoring processes and operations) การที่ลูกลอยสามารถลอยได้นิ่งอยู่บนของเหลวแสดงว่าแรงที่กดลงมาก็คือน้ำหนักของลูกลอย ซึ่งถูกกระทำด้วยแรงดึงดูดของโลกจะต้องมีค่าเท่ากับน้ำหนักของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่ลูกลอยจมอยู่ในของเหลว เมื่อระดับของเหลวเปลี่ยนแปลงจะทำให้ลูกลอยเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ตามไปด้วยโดยวัสดุที่ใช้ทำลูกลอยจะเป็นแม่เหล็ก ด้านนอกของท่อมีรางเป็นบานพับซึ่งบ่งชี้ระดับของเหลวเป็นสีแดงและสีเหลืองเป็นระดับน้ำที่ยังไม่มีของเหลว เมื่อลูกลอยผ่านบานพับ บานพับจะหมุนโดยใช้หลักการสนามแม่เหล็กของลูกลอย เกจวัดระดับแม่เหล็กสามารถติดตั้งบนแท้งค์ (Tank) ที่มีความสูงมากๆ ได้โดยในการต่อมักนำมาต่อสลับเป็นรูปฟันปลา ในกรณีที่แท้งค์นั้นๆ มีความสูงมากเกินกว่า 5 เมตร ข้อดีคือ ไม่มีความเสี่ยงของการรั่วไหล สำหรับของเหลวที่มีฤทธิ์กัดกร่อนและไม่กัดกร่อน,กันระเบิด,กันไวไฟและของเหลวที่เป็นพิษได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 การทำงานของเครื่องมือวัดระดับแบบแม่เหล็ก

2.7.1.2 เกจวัดอุณหภูมิ (Bi-metal Thermometer) เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงทางกล ประกอบด้วยแถบโลหะสองชนิด เช่น ชนิด A และ B ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากความร้อนไม่เท่ากัน (α_A และ α_B) นำมาทาบติดกันสนิท เมื่อได้รับความร้อนโลหะทั้งสองเกิดการขยายตัวอย่างไม่เท่ากันทำให้แถบโลหะเกิดการโก่ง โดยทั่วไปอุปกรณ์วัดอุณหภูมิชนิดนี้มีย่านอุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง -75 ถึง 550 องศาเซลเซียส



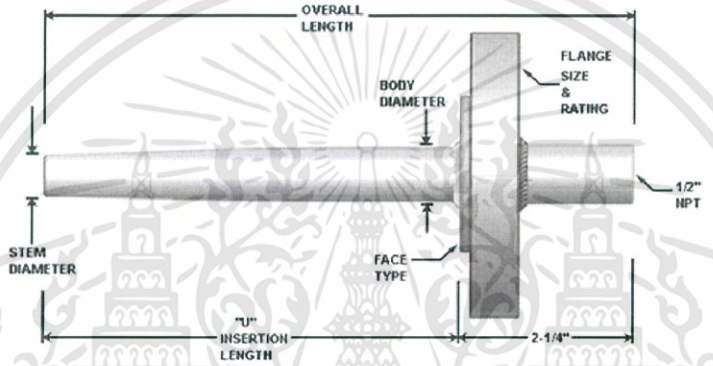
ภาพที่ 2.12 ลักษณะการโก่งตัวของโลหะ A และ B

- การเลือกช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermowell Selection)

ช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิ หรือ เทอร์โมเวล (Thermowell) มีไว้เพื่อป้องกันตัวตรวจวัดอุณหภูมิ (Sensor Element) ของเครื่องวัดอุณหภูมิหรือตัวเครื่องวัดอุณหภูมิจากความเสียหายเชิงกล (Mechanical Damage) จากความเค้นหรือการกัดกร่อนทางเคมีหรือการกัดกร่อนเชิงกล (Corrosion or Erosion) อีกทั้งสามารถนำตัวตรวจวัดอุณหภูมิของเครื่องวัดอุณหภูมิหรือตัวเครื่องวัดอุณหภูมิออกจากช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิได้ในภายหลังหากต้องการนำไปสอบเทียบ ซ่อมแซมตัวตรวจวัดอุณหภูมิหรือเครื่องวัด หรือต้องการเปลี่ยนตัวตรวจวัดอุณหภูมิหรือเครื่องวัดในการใช้งาน ลักษณะของเทอร์โมเวลแบบต่าง ๆ โดยเทอร์โมเวลจะถูกติดตั้งถาวรเข้ากับท่อหรือถังตวงแบบมาตราด้วยการเชื่อม (Welded), ขันเกลียว (Threaded), หรือหน้าแปลน (Flanged) หรือวิธีการอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.13 ลักษณะของเทอร์โมเวลแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 2.14 ชื่อแสดงความยาวในส่วนต่าง ๆ ของเทอร์โมเวลชนิดหัวเกลียว (Threaded)

- สิ่งที่ต้องคำนึงถึงการเลือกใช้เทอร์โมเวล คือ

1) อุณหภูมิและความดันใช้งาน (Temperature and Pressure Rating) ควรเลือกเทอร์โมเวลที่ได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถทนต่อความดันใช้งานและอุณหภูมิใช้งานได้อย่างปลอดภัยกับระบบที่ต้องการวัดอุณหภูมิ

2) การติดตั้ง (Mounting) ควรคำนึงถึงว่าการตติดตั้งเทอร์โมเวลเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานต่าง ๆ หรือตามความต้องการของผู้ผลิต ซึ่งการติดตั้งช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิอาจจะเป็นชนิดแบบเกลียว, แบบเชื่อมหรือแบบหน้าแปลน ขึ้นอยู่กับการออกแบบ ระยะความลึกของเทอร์โมเวล U length (Thermowell Immersion Depth) เข้าไปภายในท่อหรือถังตวงแบบมาตรควรมีระยะมากพอทำให้ภายหลังติดตั้งช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิแล้วอิทธิพลของการนำความร้อน (Effects of Thermal Conductivity) ของโลหะต้องมีมากเพียงพอต่อการลดหรือไม่ให้มีผลกระทบหรือผลผิดจากการนำความร้อน (Conduction Error) ด้วยเหตุนี้หลักการทั่วไปจึงกำหนดให้ระยะของช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิควร

i. มีค่าน้อยสุดเทท่ากับ 10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใช้ทำช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิ
ii. มีค่าน้อยสุดเท่ากับ 10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

iii. พิจารณายึดเอาความยาวของส่วนที่เป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิ (Sensor Element) บวก 75 มิลลิเมตร กำหนดเป็นระยะความลึกของช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิ

iv. ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของระยะ 1 ใน 3 ส่วนตรงกลาง

3) วัสดุ (Material) โดยปกติแล้ววัสดุที่ใช้ทำช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิต้องไม่ทำปฏิกิริยากับของเหลวที่ต้องการวัดอุณหภูมิอีกทั้งควรมีความสามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ดี โดยปกติแล้วในกิจกรรมทางด้านปิโตรเลียมมักจะใช้ Stainless Steel 304, 310, 316, 321, 347SS เป็นต้น

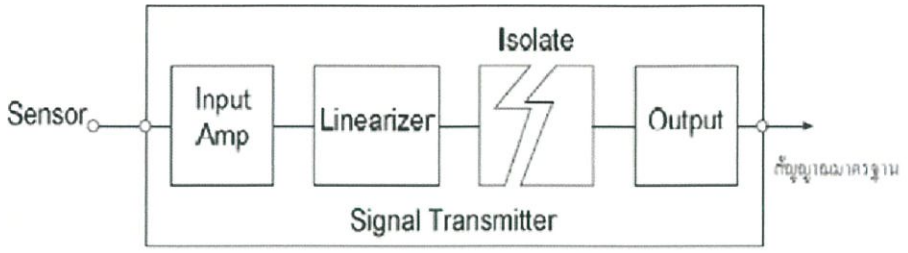
4) การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ในกรณีที่ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ไม่ได้สัมผัสโดยตรงกับผนังของเทอร์โมเวลควรเติมด้วยสารตัวกลางที่มีความสามารถนำความร้อน (Heat Conducting Media) ที่เหมาะสมจะช่วยให้มีการนำความร้อนระหว่างตัวตรวจวัดอุณหภูมิกับผนังของช่องเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิได้ดีขึ้น เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องวัดอุณหภูมิได้ทำการวัดอุณหภูมิของเหลวที่ต้องการวัดจริง ไม่ใช่เป็นการวัดอุณหภูมิของอากาศบริเวณภายในช่องเสียบอุณหภูมิแต่อย่างใด อีกทั้งช่วยลดระยะเวลาของการตอบสนองการวัด (Responds Time) ของตัวตรวจวัดอุณหภูมิ สุดท้ายในการเลือกและติดตั้งเทอร์โมเวลก็จะต้องดำเนินการคำนวณอย่างรอบคอบจากผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื่องจากต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยในการทำการติดตั้งเทอร์โมเวล เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและถูกต้องมากที่สุด

ภาพที่ 2.15 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ (Bi-metal Thermometer)

2.7.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณทางไฟฟ้า (Electronic Transmitter)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณวัดเซ็นเซอร์แบบต่าง ๆ มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน ชนิดของ Transmitters มีหลายชนิดและเรียกตามชื่อของเซ็นเซอร์ที่ Transmitters ใช้แปลงสัญญาณอุณหภูมิจาก Thermocouple มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน RTD Transmitter ใช้แปลงสัญญาณจากอุณหภูมิจาก RTD Sensor มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน PH Transmitter ใช้แปลงสัญญาณค่า PH จาก PH Sensor มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน โดยขั้นตอนการส่งสัญญาณแสดงในภาพที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 การส่งสัญญาณของอุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์

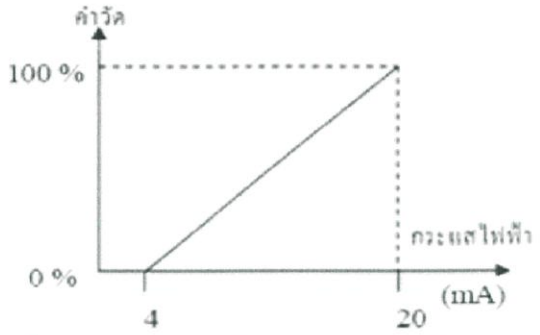
Input Amplifier เป็นส่วนที่ขยายสัญญาณจาก Sensor ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าค่าต่ำ ๆ ให้มีระดับสัญญาณแรงขึ้น Linearizer เนื่องจากคุณสมบัติของ Sensor เซ็นเซอร์แต่ละชนิดมีความไม่เชิงเส้น (Nonlinear) กับค่าวัดเช่น Thermocouple จะ Nonlinear กับค่าอุณหภูมิ ดังนั้นถ้าต้องการให้ค่าวัด Output ถูกต้องจึงต้องมีส่วน Linearizer ทำหน้าที่แก้ไข Nonlinear ของ Sensor แต่ละชนิด

Isolate ทำหน้าที่แยกสัญญาณไฟฟ้าระหว่างด้าน Sensor Input และสัญญาณไฟฟ้าด้าน Output เข้า Isolate นี้มีหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวนจาก Sensor ไม่ให้ออกไปทาง Output ป้องกันสัญญาณรบกวนอันเนื่องมาจากการเกิด Ground Loop และป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงทางด้าน Output ในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้นทางด้าน Sensor

Sensor Output เป็นส่วนที่แปลงสัญญาณจาก Isolate มาเป็นสัญญาณมาตรฐานโดยทั่วไป Signal Transmitter มีอยู่ 2 ชนิดตามจำนวนสายที่ต่อกับ Signal Transmitter คือ 1. 2-Wire Signal Transmitter Signal Transmitter แบบนี้ ใช้สายเพียง 2 เส้นซึ่งสายนี้เป็นสัญญาณ Output ของ Transmitter และเป็นสายของ Power Supply สำหรับจ่ายเลี้ยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน Signal Transmitter Output Signal ของ Transmitter แบบนี้เป็นสัญญาณ 4-20mA เท่านั้น ข้อดีของ Transmitter แบบนี้คือประหยัดสายในการติดตั้ง และ 2. 4-Wire Signal Transmitter Signal Transmitter แบบนี้จะใช้สายสัญญาณ 2 เส้น และสาย Power Supply อีก 2 เส้นแยกกันสัญญาณ Output ของ 4-Wire Signal Transmitter มีทั้งที่เป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน และสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน สัญญาณ Output ของ 4-Wire Signal Transmitter มีทั้งเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน และสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน สัญญาณจะแตกต่างกัน

เนื่องจากระบบควบคุมในอุตสาหกรรมประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมหลายชนิดต่อพ่วงกันเป็นระบบ และอปุกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการส่งและรับสัญญาวัดแบบ Analog ระหว่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานสัญญาณวัดแบบ Analog ให้เป็นสากล เพื่อที่บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมจะได้ยึดถือเป็นมาตรฐานในการออกแบบอุปกรณ์ของตน เพื่อให้สามารถต่อพ่วงกับอปุกรณ์อื่น ๆ ได้โดยทั่วไปสัญญาณมาตรฐานมี 2 ชนิดคือ สัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน และสัญญาณรงดันมาตรฐาน แต่ในรายงานฉบับนี้จะขอพูดถึงสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐานอย่างเดียวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 กราฟแสดงสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน

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

ข้อดีของการส่งสัญญาณเป็นกระแส คือสามารถส่งสัญญาณไปได้ระยะไกล ๆ ความต้านทานของสายส่งสัญญาณ จะไม่ทำให้ค่าวัดผิดพลาด และการถูกสัญญาณรบกวนจะน้อยกว่าการส่งสัญญาณจะไม่ทำให้ค่าวัดผิดพลาด และการถูกสัญญาณรบกวนจะน้อยกว่าการส่งเป็นแรงดันไฟฟ้า นอกจากมาตรฐาน 4-20mA แล้วยังมีมาตรฐานแบบอื่น ๆ อีก เช่น 0-20mA,10-50 mA,0-1 mA แต่ไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร

1) Pressure Transmitter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อ นำไปควบคุมกระบวนการต่างๆ Pressure Transmitter นั้นสามารถวัดได้ทั้งของของเหลว เช่น ก๊าซ น้ำ น้ำมัน เป็นต้น และรวมไปถึงการวัดความดันของ Pneumatic หรือลมนั่นเอง เพราะฉะนั้นการเลือกใช้งานควรเลือกให้ถูกประเภท เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง

2) Temperature Transmitter อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณอุณหภูมิจากหัววัดอุณหภูมิ ชนิดใดชนิดหนึ่งจากเทอร์โมคัปเปิล Type K, J, E, R, S และ T หรือ RTD Pt 100 Ω เพื่อส่งค่าอุณหภูมิผ่านสายไฟไปยังเครื่องควบคุมอุณหภูมิ เครื่องบันทึกอุณหภูมิ หรือดาต้าล็อกเกอร์, PLC, เทอร์โมมิเตอร์ และแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อ นำไปควบคุมกระบวนการต่างๆ ในที่นี้จะขอกล่าวถึง RTD ซึ่งผู้เขียนได้เลือกใช้ในการออกแบบ

Resistance Temperature Detector

อาร์ทีดี (Resistance Temperature Detector: RTD) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าของขดลวดโลหะที่เปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จัดเป็นทรานสดิวเซอร์ประเภท Passive Transducer ในการทำงานจะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกเพื่อจ่ายให้กับวงจร โดยค่าความต้านทานไฟฟ้าของขดลวดโลหะและอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผันตรงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานของโลหะจะมีค่าสูงขึ้น ในการใช้งานควรเลือกใช้โลหะที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานสูง เนื่องจากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไปเพียงเล็กน้อยค่าความต้านทานของโลหะจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานของขดลวดโลหะที่เปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เป็นดังนี้ ดังสมการที่ 1

$$R_T = R_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (1)$$

โดย R_T คือ ค่าความต้านทานของตัวนำที่อุณหภูมิ T °C ใด ๆ (Ω)

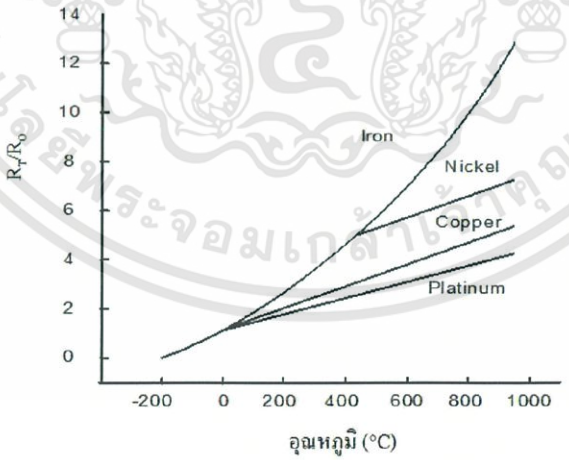
R_0 คือ ค่าความต้านทานของตัวนำที่อุณหภูมิอ้างอิง โดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิอ้างอิงที่ 0°C (Ω)

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ 1°C (Temperature Coefficient of Resistance) (Ω /Ω /°C)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ T °C ใดๆกับอุณหภูมิอ้างอิง (°C)

ค่าสัมประสิทธิ์ α จะเปลี่ยนไปตามชนิดของโลหะ เช่น แพลตทินัม จะมีค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ เท่ากับ 0.00392 Ω /Ω /°C ในขณะที่ทองแดงมีค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ เท่ากับ 0.00425 Ω /Ω /°C

โลหะที่นิยมนำมาใช้ทำอาร์ทีดี ได้แก่ แพลตทินัม (Platinum) นิกเกิล (Nickel) และทองแดง (Copper) ทองแดงและนิกเกิลเป็นวัสดุที่มีราคาถูก ประกอบง่าย จึงนิยมนำมาใช้งานในช่วงอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปการใช้งานในอุตสาหกรรมและในห้องปฏิบัติการจะนิยมใช้อาร์ทีดีที่ทำมาจากแพลตทินั่มมากที่สุด เนื่องจากมีความเที่ยงตรงและมีความเป็นเชิงเส้น (Linearity) สูงที่สุด แต่จะมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะชนิดอื่น



ภาพที่ 2.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของโลหะชนิดต่าง ๆ

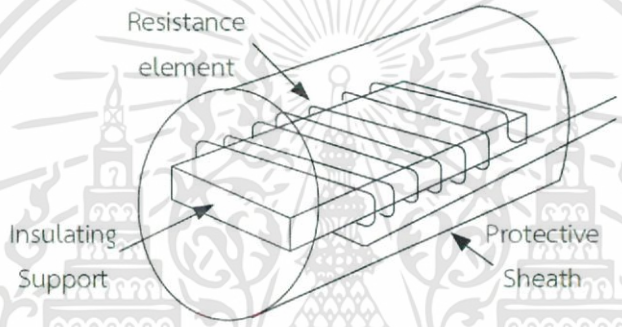
จากภาพที่ 2.18 จะเห็นได้ว่ากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของทองแดงและแพลตทินัม มีความเป็นเชิงเส้นในย่านของอุณหภูมิที่ค่อนข้างกว้าง และมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงเส้นอย่างชัดเจน แต่เนื่องจากทองแดงสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่าย จึงนิยมเลือกใช้อาร์ทีดีที่ทำมาจากแพลตทินัม โดยชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด คือ RTD PT100

เนื่องจากอาร์ทีดีเป็นทรานสดิวเซอร์ประเภท Passive ซึ่งจะต้องการแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก การวัดอุณหภูมิด้วยอาร์ทีดีจึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ โดยอุณหภูมิที่วัดได้อาจมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง ซึ่งเป็นผลมาจากความร้อนจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก

โครงสร้างของอาร์ทีดี ประกอบด้วย ลวดโลหะที่มีความยาวค่าหนึ่งพันอยู่บนแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้าซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อความร้อน โดยแกนที่ใช้เป็นสารประเภทเซรามิกหรือแก้ว เช่น อะลูมินาบริสุทธิ์ หรือแพลตทินัมที่เคลือบด้วยเซรามิก โดยแกนที่ใช้พันขดลวดต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวใกล้เคียงและสัมพันธ์กันกับสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเส้นลวด



ภาพที่ 2.19 โครงสร้างภายในของอาร์ทีดี

ภาพที่ 2.20 ส่วนประกอบของ RTD ชนิด Pt100

โดยทั่วไปอาร์ทีดีถูกนำไปใช้งานอยู่ในรูปของปลอกโลหะ (Metal Sheath) หรือโพรบ (Probe) หรืออาจติดตั้งไว้ในเทอร์โมเวลล์ (Thermowell) โดยนำแกนที่พันด้วยเส้นลวดมาติดตั้งที่บริเวณปลายของโพรบหรือเทอร์โมเวลล์ เพื่อใช้สัมผัสกับตัวกลางใดๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องมือวัด อุปกรณ์เสริมสำหรับการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลหรืออาร์ทีดี เพื่อวัดอุณหภูมิในกระบวนการ ได้แก่ หัวเชื่อมต่อ (Connecting Head) หรืออาจเรียกว่า หัวกะโหลก โดยช่วงเวลาการตอบสนอง (Response Time) ของ RTD ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมเวลล์หรือโพรบ ช่องว่างระหว่างโพรบและ RTD การติดตั้งและชนิดของของไหลที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เป็นต้น

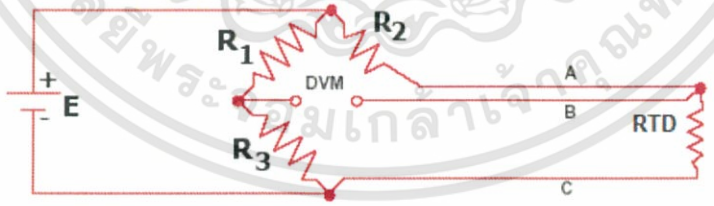
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.21 โครงสร้างภายนอกของอาร์ทีดี

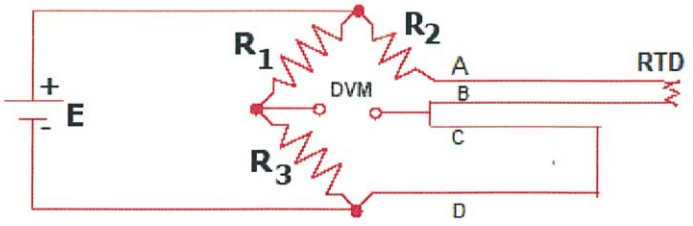
เนื่องจากอาร์ทีดีเป็นอุปกรณ์ประเภท Passive Element ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีค่ากำลังเอาต์พุตน้อยกว่าอินพุต ดังนั้นการนำเอาอาร์ทีดีไปประยุกต์ใช้งานจำเป็นต้องมีทรานส์มิตเตอร์ ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้การแปลงค่าความต้านทาน R_T เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐานเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณต่อไป ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเอาอาร์ทีดีกับทรานส์มิตเตอร์ต่ออยู่ร่วมกันภายในเครื่องมือวัดแล้ว

ลักษณะวงจรการต่อใช้งานของอาร์ทีดีมี 3 รูปแบบ คือการต่อแบบ 2 สาย, 3 สาย และ 4 สาย โดยต่อเป็นวงจรวีทสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge)

ภาพที่ 2.22 การต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์แบบอาร์ทีดี 2 สาย



ภาพที่ 2.23 การต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์แบบอาร์ทีดี 3 สาย



ภาพที่ 2.24 การต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์แบบอาร์ทีดี 4 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.22 อาร์ทีดีจะถูกติดตั้งอยู่ในจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ ส่วนความต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 จะอยู่ในอุณหภูมิบรรยากาศ ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่มีความถูกต้องสูงและมีค่าขยับเลื่อน (Drift) ต่ำมาก วงจรบริดจ์จะอยู่ในสภาวะสมดุล ดังสมการที่ 2

$$\frac{R_2}{RTD} = \frac{R_1}{R_3} \qquad (2)$$

เมื่ออาร์ทีดีอยู่ในอุณหภูมิ 0 °C มิเตอร์จะชี้ที่ 0 °C วงจรนี้ใช้ได้ในกรณีที่ตัวอาร์ทีดีอยู่ใกล้กับวงจรบริดจ์เท่านั้น เพราะถ้าอาร์ทีดีอยู่ไกลจากวงจรบริดจ์จะเกิดความผิดพลาดเนื่องจากค่าความต้านทานของสายต่อตัวนำ ดังนั้นจึงต้องมีการชดเชยความผิดพลาดที่เกิดจากสายต่อตัวนำ ในอุตสาหกรรมจึงนิยมใช้วงจรอาร์ทีดีแบบ 3 สาย ดังภาพที่ 2.23 โดยความยาวของสายทั้ง 3 เส้นคือ A, B และ C ที่เชื่อมต่อระหว่างอาร์ทีดีกับวงจรบริดจ์จะต้องมีความยาวเท่ากัน และอยู่ในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิเดียวกันตลอด เพื่อให้ค่าความต้านทานของทั้ง 3 สายเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน วงจรการวัดแบบ 3 สายนี้ เป็นแบบที่ให้ความเที่ยงตรงสูงและนิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรม ส่วนการต่อใช้งานอาร์ทีดีแบบ 4 สาย จะนิยมใช้กับห้องปฏิบัติการทดลอง โดยที่สายทั้ง 4 จะต้องมีขนาดและความยาวเท่ากันและอยู่ในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิเดียวกันตลอดเช่น เดียวกับการวัดแบบ 3 สาย

การเลือกใช้งานอาร์ทีดีมีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

I. ชนิดของ RTD ควรทราบว่าย่านการวัดว่างานที่เราจะใช้วัดนั้นมีช่วงอุณหภูมิเท่าไร ต้องการความละเอียดในการวัดมากน้อยเพียงใด ซึ่งชนิดของ RTD ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดคือ RTD Pt100 หรือถ้าต้องการความละเอียดมากขึ้นก็อาจจะเลือก RTD Pt500 หรือ Pt1000 แทน

II. Class of RTD Pt ควรทราบคลาสของอาร์ทีดีที่เราจะใช้งานให้ดูจากความต้องการในการวัดว่าเราต้องการความละเอียดในการวัดมากน้อยเพียงใด แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะนิยมเลือกใช้คลาส B ซึ่งแต่ละคลาสจะแบ่งได้ดังนี้

- คลาส AA ความแม่นยำในการวัด ± (0.10 + 0.0017 * |t|) °C
- คลาส A ความแม่นยำในการวัด ± (0.15 + 0.0020 * |t|) °C
- คลาส B ความแม่นยำในการวัด ± (0.30 + 0.0050 * |t|) °C
- คลาส C ความแม่นยำในการวัด ± (0.60 + 0.0100 * |t|) °C

หมายเหตุ |t| คือ อุณหภูมิใดๆ ที่จะเป็นค่าบวกเสมอ

III. วงจรการต่อ RTD การต่อวงจรอาร์ทีดีนั้นที่นิยมใช้กันในภาคอุตสาหกรรมจะเป็นแบบ 3 สาย

IV. ต้องทราบขนาดของ Protection Tube: ต้องทราบว่า Protection Tube เป็นชนิดใด เป็นแบบ Stainless หรือ Ceramic และต้องการขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของ Protection Tube เท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V. ควรสายขนาดของเกลียวและชนิดของสาย หากเซ็นเซอร์อาร์ทีดีที่เราเลือกมีเกลียว เราควรทราบขนาดของเกลียว และถ้าเป็นเซ็นเซอร์ที่เป็นแบบออกสายก็ให้ดูว่าเราต้องการชนิดสายแบบใด เป็นแบบ PVC, Teflon, Shield, Fibergass และต้องการความยาวสายเท่าไร

VI. อุปกรณ์เสริม ในงานบางอย่างต้องการการป้องกันไม่ให้ตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสัมผัสกับสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อเซ็นเซอร์ จำเป็นต้องใช้เทอร์โมเวลล์ (Thermowell) เพื่อป้องกันตัวเซ็นเซอร์ได้

3) Flow Transmitter อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณอัตราการไหลจากอุปกรณ์ช่วยวัดอัตราไหลชนิดใดชนิดหนึ่ง และแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่าง ๆ โดยอุปกรณ์ (Element) ที่มักจะใช้ร่วมกับทรานส์มิตเตอร์วัดอัตราการไหลเพื่อสร้างความดันแตกต่าง คือ แผ่นออริฟิส (Orifice Plate) โดยวัดการไหลได้ทั้งของเหลวและก๊าซ นิยมนำมาใช้งานเนื่องจากมีโครงสร้างที่ง่าย ราคาถูก สะดวกในการติดตั้งและการบำรุงรักษา แข็งแรงทนทาน และให้ค่าการวัดที่ถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับราคา

แผ่นออริฟิส (Orifice Plate) แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ ออริฟิสแบบจุดศูนย์กลางเดียวกัน (concentric orifice) ออริฟิสแบบเยื้องศูนย์ (eccentric orifice) และออริฟิสชนิดที่มีช่องตรงกลางเป็นส่วนของวงกลม โดยตำแหน่งของช่องออริฟิสจะอยู่ด้านบนหรือด้านล่างก็ได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ด้านล่าง

ภาพที่ 2.25 แสดงชนิดของแผ่นออริฟิส (Orifice Plate) แบบต่าง ๆ

โดยทั่วไปแผ่นออริฟิสทำด้วยโลหะมีช่องเปิดวงกลมอยู่ตรงกลาง โดยช่องออริฟิสทางด้านขาเข้าเป็นมุมฉากและทางด้านขาออกขยายทำมุม 30° ถึง 45° เพื่อลดแรงเสียดทานให้ของไหลสามารถไหลผ่านได้อย่างสะดวก ซึ่งการใช้แผ่นออริฟิสสำหรับวัดอัตราการไหลนี้สามารถวัดการไหลได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น โดยติดตั้งภายในท่อในลักษณะขวางทิศทางการไหล และติดตั้งเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (ΔP) ระหว่างความดันบริเวณด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิส ซึ่งอาจเลือกใช้เครื่องมือวัดความดันแตกต่างชนิดใดก็ได้

4) Level Transmitter อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณระดับของเหลว ส่วนใหญ่การวัดระดับโดยทั่วไปการใช้ความดันแตกต่างจะเป็นที่นิยมใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยจะอ่านค่าได้จากความสูงของเหลวที่ทำการวัด โดยทั่วไปด้าน HP (High Pressure) ของอุปกรณ์จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านต่ำสุดของถัง (Lower Nozzle) และด้าน LP (Low Pressure) หรือด้านที่มีความดันคงที่ จะถูก

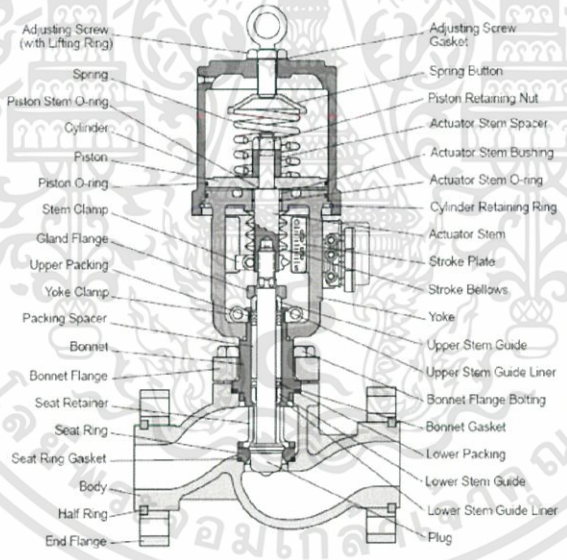
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ออยู่กับจุดต่อด้านสูงสุดของถัง (Upper Nozzle) โดยด้าน LP จะใช้เป็นจุดอ้างอิง ดังนั้น ความดันที่เกิดขึ้นที่ด้าน LP จะต้องมีค่าความดันที่คงที่อยู่ตลอดเวลา การทำให้ความดันด้าน LP ให้มีค่าคงที่ อาจทำได้หลายวิธีการดังนี้ บรรจุด้วยของเหลวที่เหมาะสมกับกระบวนการ (Filling Liquid) พิจารณาใช้การควบคุมระยะไกลกับการผนึกด้วยเคมี (Remote with Chemical seal) เมื่อได้ค่าของระดับความสูงจะทำการแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานเพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่าง ๆ

5) Level Switch เป็นสวิทช์ลูกลอยที่ใช้ควบคุมระดับของเหลวภายในถังโดยการติดตั้งแบบข้างถัง อาศัยการเปลี่ยนแปลงสถานะของหน้าคอนแทค NO/NC เมื่อลูกลอยเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ตามระดับของเหลว

2.7.3 วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในระบบควบคุมกระบวนการผลิตประเภทต่าง ๆ การเลือกวาล์วควบคุมที่เหมาะสมจะทำให้การควบคุมกระบวนการผลิตเป็นไปตามความต้องการ อายุการใช้งานยาวนานและมีความปลอดภัยในการใช้งาน ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ ตัววาล์ว (Valve Body) และ หัวขับ (Actuator) ดังภาพที่ 2.26



ภาพที่ 2.26 วาล์วควบคุม (Control Valve)

ตัววาล์วจะเป็นส่วนที่ต้องสัมผัสอยู่กับของไหลในกระบวนการผลิตตลอดเวลา ประกอบด้วยตัววาล์ว (Body), ชิ้นส่วนภายใน (Internal Trim) และ บอนเน็ต (Bonnet) ส่วนประกอบย่อย ๆ เหล่านี้ต้องมีความเหมาะสมกับความดันม อุณหภูมิ และความต้องการด้านการกัดกร่อนของระบบท่อที่วาล์วควบคุมติดตั้งอยู่ หัวขับมีส่วนประกอบที่จะทำให้วาล์วควบคุมเคลื่อนที่เพื่อการตอบสนองต่อสัญญาณเอาต์พุตจากตัวควบคุม นอกจากนั้นแล้วหัวขับยังต้องถูกพัฒนาให้มีแรงขับเพียงพอเพื่อทำให้ชนะแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียดทานภายในส่วนประกอบของตัววาล์วและในขณะเวลาเดียวกัน ยังต้องตอบสนองให้เพียงพอกับตำแหน่งของ Plug ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต

2.7.3.1 ตัววาล์ว (Valve Body)

การออกแบบตัววาล์วให้เหมาะสมต่อสภาวะความดันจะแสดงอยู่ในมาตรฐาน ANSI ทั้งค่าความดันและวัสดุในการสร้างวาล์วควบคุม เพื่อทำให้วาล์วควบคุมมีความเหมาะสมหรือดีกว่าความต้องการจากระบบท่อหรือจากกระบวนการผลิต จุดเชื่อมต่อกับวาล์วควบคุมและอัตราการทนความดันอย่างต่ำสุดต้องเป็นไปตามความต้องการของระบบท่อ วัสดุของวาล์วควบคุมต้องมีความเหมาะสมกับสภาวะกระบวนการผลิตที่จะนำไปใช้งาน วัสดุที่เป็น Nickel Alloy หรือ Stainless Steel ควรจะต้องถูกกำหนดให้นำไปใช้งานกับของไหลที่อุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาฟาเรนไฮต์ สำหรับวัสดุที่มีความแข็งดัง เช่น Chrome-Molybdenum ควรจะถูกนำไปใช้งานกับไอน้ำความดันสูง (High Pressure Steam), การใช้งานกับน้ำที่เป็นสภาวะ Flashing และน้ำที่จ่ายให้กับเครื่องกำเนิดไอน้ำที่มีความดันแตกต่างกัน 200 psig สำหรับงานที่เกี่ยวกับกรดกำมะถัน หรือก๊าซเปรี้ยว (Sour Service) วัสดุที่ใช้ต้องมีความเหมาะสมกับความต้องการของมาตรฐาน NACE MR0175-90 วัสดุภายในของวาล์วควบคุมควรจะเป็นมาตรฐานของผู้ผลิต ถ้าเป็นที่ยอมรับได้ Harded Trim อาจมีความต้องการสำหรับการนำไปใช้งานในบริเวณที่มีการกัดกร่อน (Corrosive), การกัดเซาะ (Erosive), Cavitation หรือ Flashing และที่มีความดันแตกต่างกันมากกว่า 200 psig

2.7.3.2 วาล์วควบคุมแบบหน้าแปลน

วาล์วควบคุมแบบหน้าแปลนมีให้เลือกใช้ 2 แบบ คือ 1. หน้าแปลนที่รวมกับตัววาล์วควบคุม (Integral Flange) โดยการขึ้นรูปร่วมตัววาล์วด้วยการหล่อแบบ (Casting) หรือการหลอมละลาย (Forge) การเชื่อมหน้าแปลนเข้ากับตัววาล์ว หรือ 2. แบบแยกหน้าแปลนออกมาเป็น 2 ชิ้น แล้วทำการล็อกหรือยึดภายหลัง ขนาดของตัววาล์วควรจะมีขนาดไม่น้อยกว่าขนาดท่อ 2 ขนาด วาล์วควบคุมขนาดเล็กต้องมีการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าทนต่อแรงทางกลของระบบท่อได้ การคำนวณขนาดของวาล์วควรจะถูกตรวจสอบโดยผู้ผลิต ซีลแบบเกลียวควรจะต้องมีการหลีกเลี่ยงถ้าเป็นไปได้ เพราะว่าการกัดกร่อนบ่อยครั้งทำให้การถอดเปลี่ยนยาก

2.7.3.3 Bonnets

ควรจะเป็นแบบสลักเกลียว (Bolted) วัสดุที่ใช้ทำสลักเกลียวควรจะเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A193/194/320 และต้องมีความเหมาะสมกับตัววาล์วและ Bonnets ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) สำหรับอุณหภูมิระหว่าง -50 และ 1,000 องศาฟาห์เรนไฮต์ สลักเกลียวควรเหมาะสมกับรายละเอียด ASTM A193 Grade B7

2) สำหรับอุณหภูมิระหว่าง 1,000 และ 1,100 องศาฟาห์เรนไฮต์ สลักเกลียวควรเหมาะสมกับรายละเอียด ASTM A193 Grade B16

3) สำหรับอุณหภูมิระหว่าง -50 และ -150 องศาฟาห์เรนไฮต์ สลักเกลียวควรเหมาะสมกับรายละเอียด ASTM A320 Grade B7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สำหรับ Nuts ควรจะเป็น ASTM A194 Grade 2H เพื่อใช้งานกับสลักเกลียวทั้งหมดข้างบน

5) สำหรับตัววาล์วที่เป็น Stainless Steel ต้องการสลักเกลียวที่เป็น Stainless Steel ส่วนวัสดุที่สูงขึ้นไปต้องการสลักเกลียวที่เป็น Stainless Steel 316 เป็นอย่างต่ำ

6) ปะเก็น (Gasket) สำหรับ Bonnets ควรจะเป็นแบบ 316 SST Spiral Wound พร้อมกับ Polytetrafloroethelene หรือ Graphite filter ปะเก็นหน้าเรียบที่ทำจาก PTFE สามารถยอมรับได้ถ้ามีความเหมาะสมกับสภาวะที่ใช้งาน ส่วนเสริมความแข็งแรงควรจะเป็น 316 SST หรือวัสดุที่เหมาะสมตามความต้องการ

2.7.3.4 Packing

ช่องของ Packing ควรจะอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย เพื่อความสะดวกในช่วงเวลาที่ต้องเข้าไปปรับตั้ง วัสดุที่ใช้ทำ Packing ควรจะเป็นดังนี้

1) ยืดหยุ่นได้และเปลี่ยนรูปได้ง่าย
2) ไม่มีปฏิกิริยาตอบโต้กับสารเคมี
3) สามารถทนต่อการใช้งานที่สภาวะของกระบวนการ
4) มีความต้านทานต่อการไหม้ไฟ
5) มีแรงเสียดทานต่ำ
6) ช่วยลดการรั่วระยะสั้น ๆ (Fugitive Emission) ที่ตรงกับข้อกำหนด

2.7.3.5 Sizing

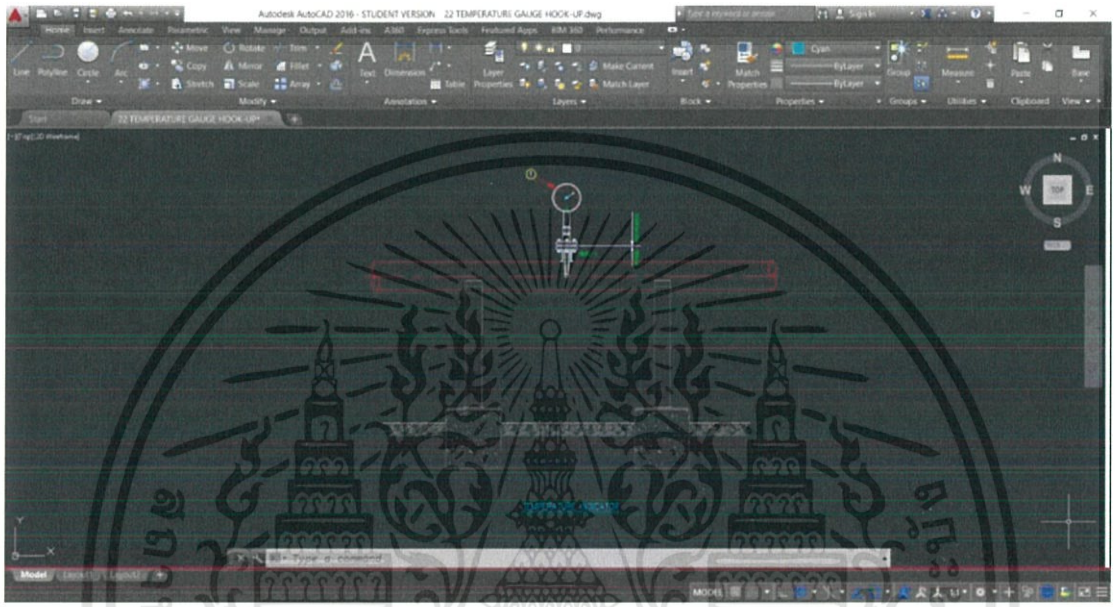
สมการสำหรับการคำนวณหาขนาดวาล์วจะใช้พื้นฐานจากมาตรฐาน ISA S75.01 การทดสอบความสามารถของวาล์วควบคุม ค่าที่ยอมรับได้สำหรับค่า Cv (Valve Flow Coefficient) ของการทดสอบวาล์วควบคุมเป็นที่ 5 เปอร์เซ็นต์ของการเปิดสูงสุดค่ายอมรับได้สำหรับการเปิดบางส่วนไม่ได้แสดงไว้ ข้อมูลของวาล์วควบคุมอยู่บนพื้นฐานของการทดสอบด้วยของไหลที่เป็นน้ำกับการจำกัดจำนวนชุดของขนาดของวาล์วควบคุม การคำนวณจะมีความแม่นยำต่ำในกรณีต่าง ๆ ดังนี้ สำหรับของไหลที่มีความแตกต่างอย่างมากจากน้ำ สำหรับวาล์วควบคุมขนาดใหญ่และเล็กมาก และสำหรับสภาวะที่แตกต่างจากสภาวะในห้องทดลอง

2.8 โปรแกรม AutoCAD

AutoCAD เป็นซอฟท์แวร์ที่ช่วยออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Drafting/Design, CAD) ที่สามารถรองรับการทำงานทั้งใน 2 มิติและ 3 มิติ บริษัทผู้พัฒนาคือ Autodesk แม้ในตลาดซอฟท์แวร์จะมีโปรแกรมประเภท CAD หลายโปรแกรม แต่ในงานออกแบบด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรมและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของหน่วยงาน องค์กรทั้งของรัฐบาลและเอกชนทั่วโลกส่วนใหญ่จะนิยมใช้ AutoCAD เนื่องจากเป็นซอฟท์แวร์ที่มีขีดความสามารถสูงในการสร้างแบบจำลองทั้ง 2 มิติอละ 3 มิติ นักออกแบบสามารถควบคุมการวาด เปลี่ยนมุมมองได้ในทุกทิศทางรอบแบบ กำหนดคุณสมบัติของภาพวาดได้ตามต้องการ ด้วยคำสั่งและเครื่องมือช่วยที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AutoCAD เป็นตัวเลือกที่ดีในงานที่มีความละเอียดและความต้องการแม่นยำสูง นอกจากนี้ AutoCAD ยังมีชุดคำสั่งสำหรับสร้างให้แบบจำลองมีแสง เงา สีสันที่ดูเสมือนจริงได้อีกด้วย นับตั้งแต่เปิดตัว AutoCAD ได้มีเวอร์ชันต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับถึงเวอร์ชันล่าสุด แต่ในการทำโปรเจ็คท์นี้ ผู้เขียนได้เลือกใช้ AutoCAD เวอร์ชั่น 2016 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ทางบริษัท ทีอาร์ซี คอนสรัคชั่น จำกัด (มหาชน) เลือกใช้และเป็นโปรแกรมที่ถูกต้องตามลิขสิทธิ์



ภาพที่ 2.27 โปรแกรม AutoCAD เวอร์ชั่น 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัด

3.1 บทนำ

การออกแบบและกำหนดรายละเอียดทางวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัด สำหรับโครงการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติในสถานีควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) แห่งที่ 19 ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติเส้นที่ 4 (BV4.19 Pig Launcher and Pig Receiver Installation Project) ประกอบด้วย การดำเนินการ 4 ส่วน คือ การศึกษาขอบเขตของการดำเนินการของโครงการ การจัดทำรายละเอียดระบบเครื่องมือวัด (Document) การออกแบบแผนผังรายละเอียดเครื่องมือวัด (Drawing) และการจัดเตรียมเอกสารการจัดซื้อ ซึ่งวิธีการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนจะแบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

3.2 ศึกษาขอบเขตของการดำเนินงาน (Scope of Work)

จากการศึกษาขอบเขตของการดำเนินงาน ได้ว่า มีการติดตั้งระบบส่งอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซฯ (PIG Launcher) จำนวน 2 ตัว ในบริเวณสถานีควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) แห่งที่ 19 ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เส้นที่ 4 และปรับเปลี่ยนระบบส่งอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซฯ (PIG Launcher) ในสถานีก๊าซธรรมชาติวังน้อย (Wang Noi Metering Station) เป็นระบบรับอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซฯ (PIG Receiver) พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ท่อ เครื่องมือวัด และระบบควบคุม เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องปรับแก้ระบบควบคุม DCS, SIS, SCADA และระบบนิรภัยเดิมให้สอดคล้องกับโครงการ และเพื่อให้ตอบรับกับการเปลี่ยนแปลงทิศทางของก๊าซในท่อส่งก๊าซฯเส้นทางวังน้อย-แก่งคอย โดยการออกแบบเครื่องมือวัดและระบบควบคุมต้องอ้างอิงตามข้อกำหนดรายละเอียดจาก บริษัท ปตท. จำกัด (PTT Specification)

3.3 ศึกษาข้อมูลจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID)

จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานจาก P&ID โดยแสดงข้อมูลกระบวนการดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลกระบวนการในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID

ผลิตภัณฑ์		ก๊าซธรรมชาติ	
สถานะผลิตภัณฑ์		ก๊าซ	
ความดันที่ออกแบบ		1,044	ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
อุณหภูมิที่ออกแบบ		150	องศาฟาเรนไฮต์
อัตราการไหลที่ออกแบบ		1,300	ล้านลูกบาศก์ฟุต
ความดันที่ใช้งาน	ความดันสูงสุด	1,038	ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
	ความดันต่ำสุด	630	ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
อุณหภูมิที่ใช้งาน	อุณหภูมิสูงสุด	120	องศาฟาเรนไฮต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อุณหภูมิต่ำสุด	60	องศาฟาเรนไฮต์
อัตราการไหลที่ใช้งาน	อัตราการไหลสูงสุด	1,300	ล้านลูกบาศก์ฟุต
	อัตราการไหลต่ำสุด	440	ล้านลูกบาศก์ฟุต

จากการศึกษาข้อมูล Pipe Class ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานจาก P&ID ได้ว่า G-084-36"-D61-2 สำหรับท่อส่งก๊าซธรรมชาติเส้นหลักในสถานีควบคุมก๊าซ แห่งที่ 19 ซึ่งสามารถสรุปความหมายได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลของท่อในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID

ผลิตภัณฑ์ภายในท่อ	ก๊าซธรรมชาติ
เลขที่ (ท่อ)	084
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	36 นิ้ว
วัสดุ	เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)
พิกัดความดันตามมาตรฐาน ANSI B16.5	600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
ค่าเผื่อสำหรับการกัดกร่อนจากการใช้งาน	1.5 มิลลิเมตร
ความดันสูงสุดที่ท่อสามารถใช้งานได้	1,044 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

จากการศึกษาข้อมูล Pipe Class ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานจาก P&ID ได้ว่า G-092-36"-D60-2 สำหรับท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่ออกจากจุดส่งอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อตัวที่ 1 (0690-L-0801) ในสถานีควบคุมก๊าซแห่งที่ 19 ซึ่งสามารถสรุปความหมายได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลของท่อในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID

ผลิตภัณฑ์ภายในท่อ	ก๊าซธรรมชาติ
เลขที่ (ท่อ)	092
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	36 นิ้ว
วัสดุ	เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)
พิกัดความดันตามมาตรฐาน ANSI B16.5	150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
ค่าเผื่อสำหรับการกัดกร่อนจากการใช้งาน	ไม่มี
ความดันสูงสุดที่ท่อสามารถใช้งานได้	1,044 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูล Pipe Class ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานจาก P&ID ได้ว่า G-102-36"-D60-2 สำหรับท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่ออกจากจุดส่งอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อตัวที่ 2 (0690-L-0802) ในสถานีควบคุมก๊าซ แห่งที่ 19 ซึ่งสามารถสรุปความหมายได้ดังดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลของท่อในโครงงานจากการศึกษาจาก P&ID

ผลิตภัณฑ์ภายในท่อ	ก๊าซธรรมชาติ
เลขที่ (ท่อ)	102
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	36 นิ้ว
วัสดุ	เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)
พิกัดความดันตามมาตรฐาน ANSI B16.5	150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
ค่าเผื่อสำหรับการกัดกร่อนจากการใช้งาน	ไม่มี
ความดันสูงสุดที่ท่อสามารถใช้งานได้	1,044 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

3.4 จัดทำสารบัญรายการของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Index)

หลังจากผ่านขั้นตอนการศึกษาแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) มาแล้วจากนั้นก็เป็นขั้นตอนการนำเอาเครื่องมือวัดทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ใน P&ID ประกอบกับเอกสารข้อมูลกระบวนการผลิต (Process Data Sheet) ซึ่งถูกสร้างโดยวิศวกรฝ่ายกระบวนการผลิต (Process Engineer) ลงในเอกสารสารบัญเครื่องมือวัด

ซึ่งในเอกสารนี้แสดงข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือวัดเบื้องต้น เช่น แสดงจำนวนอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งที่อยู่ใน (Field) และทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณ (I/O List) ทั้งหมดของโครงการที่ดำเนินการให้กับผู้ดำเนินการออกแบบ โดยในเอกสารสารบัญเครื่องมือวัดนี้ได้ระบุข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์เครื่องมือวัดในแต่ละตัว เช่น หมายเลขประจำเครื่องมือวัด (Tag Number), (Loop Number), ประเภทของอุปกรณ์ (Instrument Type), ชื่อสายสัญญาณ (Signal Soft Tag), คำอธิบายเครื่องมือวัด (Service Description), สถานที่ตั้งของอุปกรณ์ (Location), ลักษณะของสัญญาณ (Signal) และเหมายเลขหน้าเอกสารบน P&ID (P&ID Number)

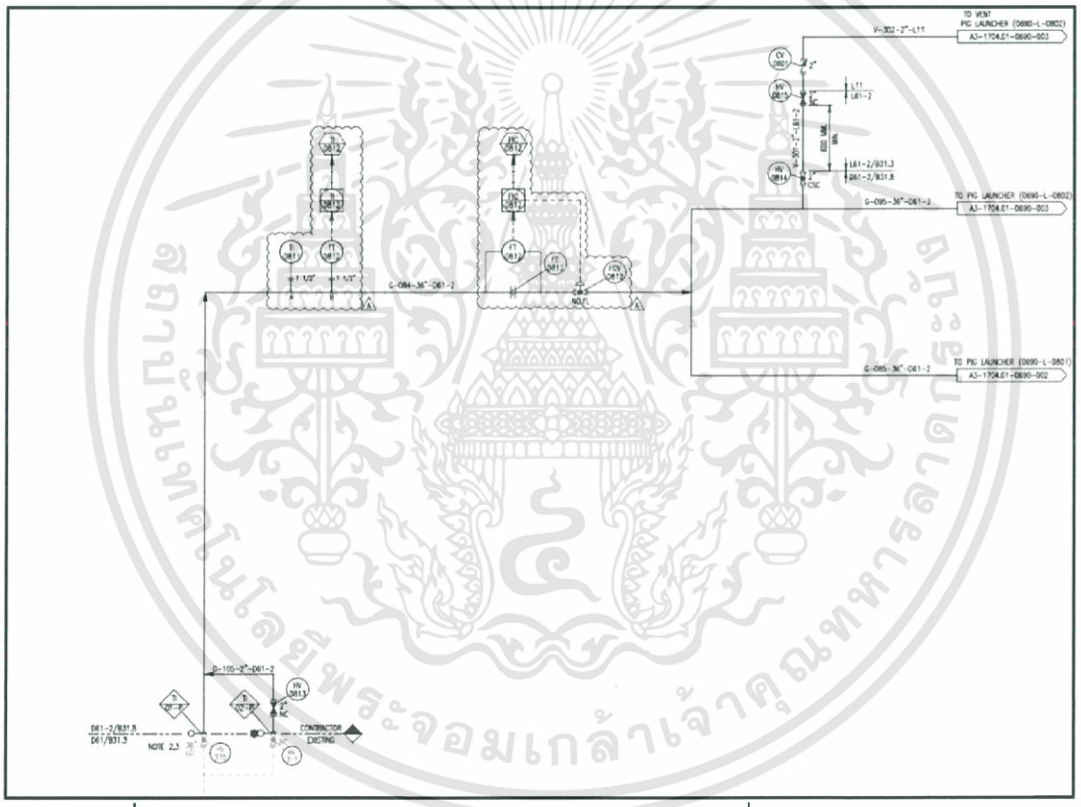
เอกสารสารบัญเครื่องมือวัดนี้ทำเพื่อใช้ในเวลาที่ต้องการค้นหา (Searching) ลิสต์รายชื่ออุปกรณ์ (Listing) หรือคัดกรองข้อมูล (Filtering) เพื่อดำเนินการจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องมือวัด และเพื่อจัดส่งเอกสารนี้ส่งไปให้ผู้จัดจำหน่ายตู้ควบคุม (Control Vendor) ซึ่งจะดำเนินออกแบบระบบควบคุมโดยคำนวณขนาดของตู้ควบคุม หรือจำนวนการ์ดอินพุต/เอาท์พุต (I/O Card) เพื่อทำการจัดหาขนาดตู้ที่เพียงพอและเหมาะสมกับการรองรับอุปกรณ์เครื่องมือวัดและระบบควบคุมทั้งหมดในโครงการ และผู้จัดจำหน่ายจะทำการเสนอราคาต่อไป โดยอุปกรณ์เครื่องมือวัดใหม่ที่ได้ทำการบันทึกลงในเอกสารสารบัญเครื่องมือวัดแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในโครงการนี้ได้เป็น 2 แห่ง (Project Area) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 บริเวณพื้นที่โครงการ จุดที่ 1 สถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 (Block Valve Station 4.19) มีอุปกรณ์ใหม่ที่ต้องการบันทึกลงเอกสารสารบัญเครื่องมือวัด โดยแบ่งตามเอกสารควบคุมการผลิต (P&ID) ดังนี้

3.4.1.1 บริเวณจุดเชื่อมต่อของท่อส่งก๊าซเส้นที่ 4 เข้าสถานีควบคุมก๊าซธรรมชาติ (Block Valve Station 4.19) ก่อนจะเข้าตัว Pig Launcher (0690-L-0801) และ (0690-L-0802) ทั้ง 2 ตัว ซึ่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ได้ทำการเพิ่มขึ้นมีดังนี้

- TI-0811
- TT-0812
- FCV-0812
- FT-0812

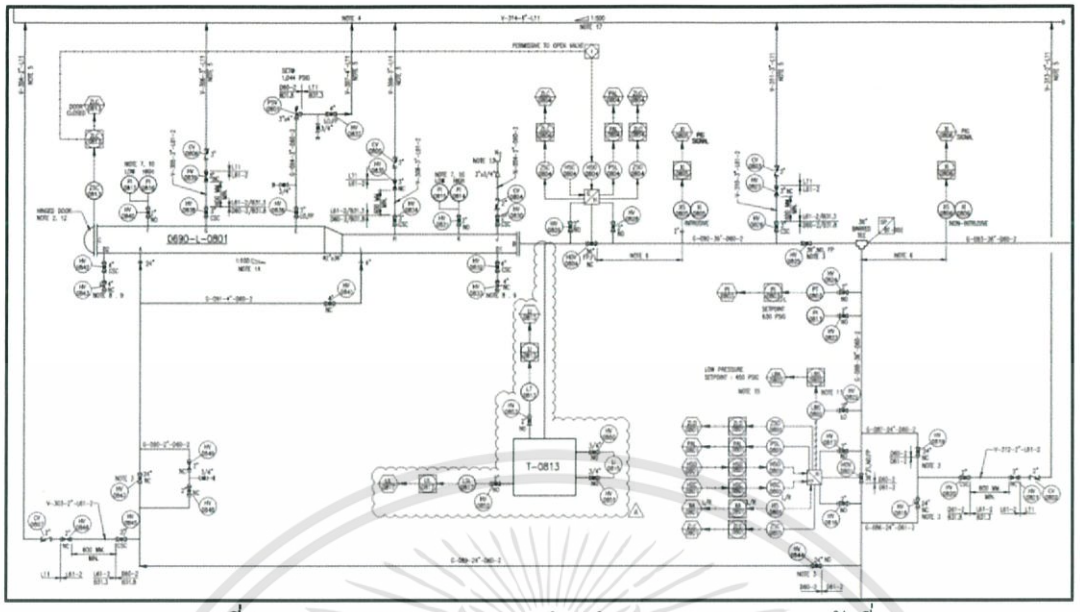


ภาพที่ 3.1 แผนภาพกระบวนการผลิตบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 บริเวณจุด Tie-in

3.4.1.2 บริเวณ Pig Launcher ตัวที่ 1 ที่สถานีควบคุมก๊าซธรรมชาติ (Block Valve Station 4.19) ซึ่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ได้ทำการเพิ่มขึ้นมีดังนี้

- LI-0815
- LT-0813
- LS-0817

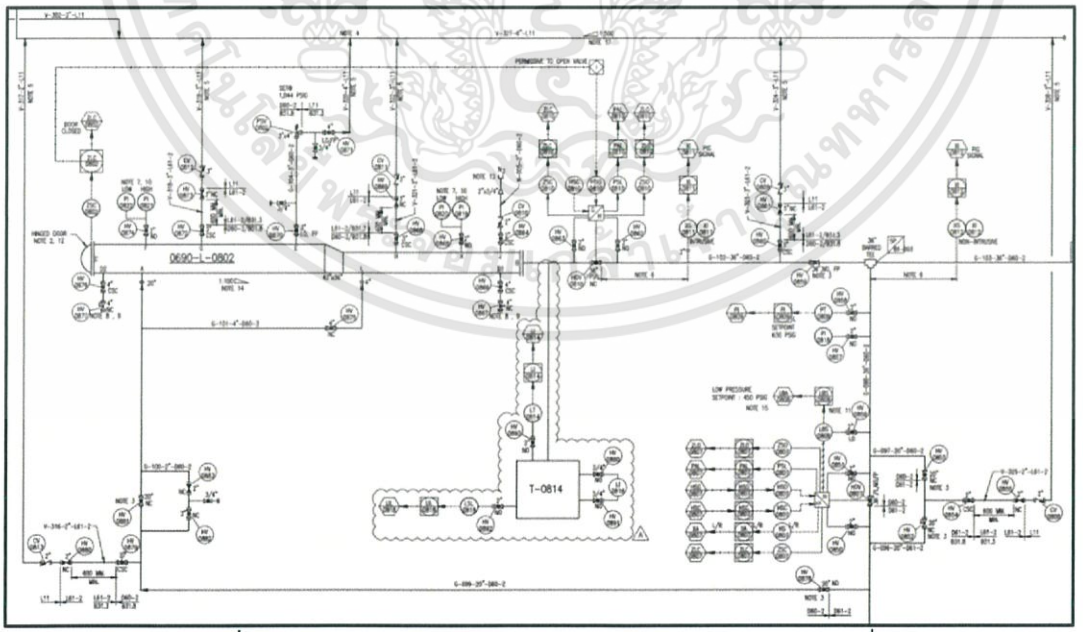
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แผนภาพกระบวนการผลิตบริเวณ Pig Launcher ตัวที่ 1

3.4.1.3 บริเวณ Pig Launcher ตัวที่ 2 ที่สถานีควบคุมก๊าซธรรมชาติ (Block Valve Station 4.19) ซึ่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ได้ทำการเพิ่มขึ้นมีดังนี้

- LI-0816
- LT-0814
- LS-0818



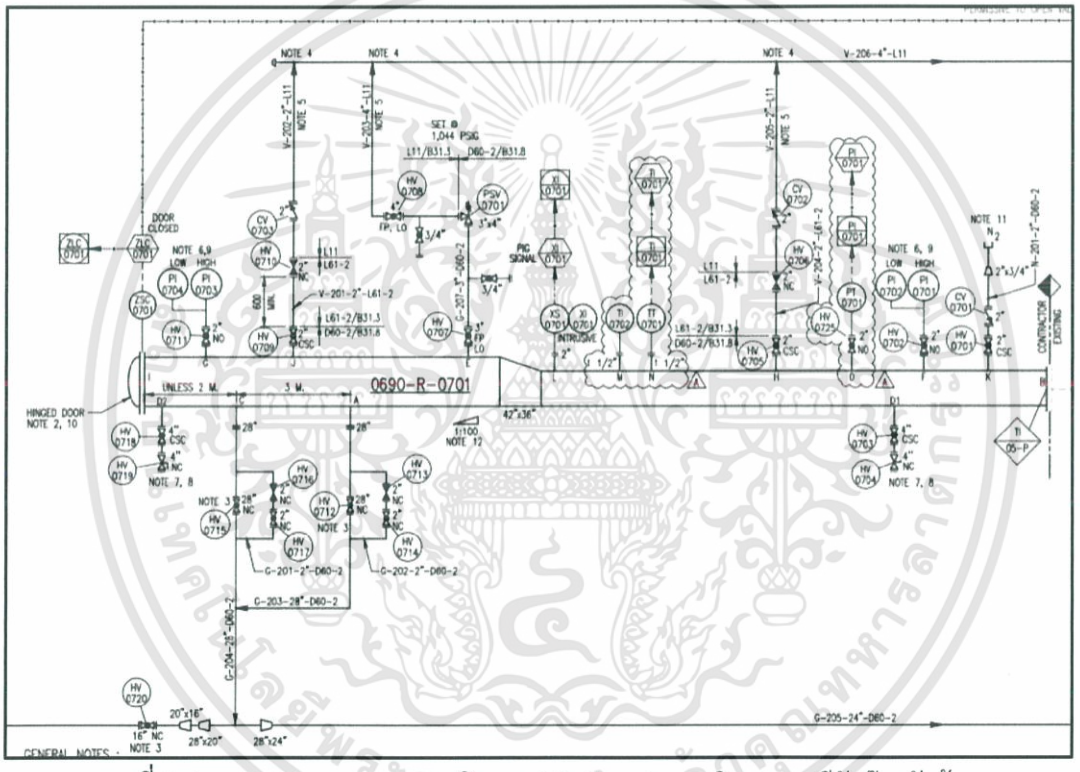
ภาพที่ 3.3 แผนภาพกระบวนการผลิตบริเวณ Pig Launcher ตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 บริเวณพื้นที่โครงการจุดที่ 2 สถานีวัดก๊าซวังน้อย (Wang Noi Metering Station) มีอุปกรณ์ใหม่ที่ต้องการบันทึกลงเอกสารสารบัญเครื่องมือวัดโดยแบ่งตามเอกสารแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) ดังนี้

3.4.2.1 บริเวณ Pig Receiver (0690-R-0701) สถานีวัดก๊าซวังน้อย (Wang Noi Metering Station) ซึ่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ได้ทำการเพิ่มขึ้นมีดังนี้

- TI-0702
- TT-0701
- PT-0701



ภาพที่ 3.4 แผนภาพกระบวนการผลิตของ Pig Receiver บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

โดยการกรอกข้อมูลต่าง ๆ ลงในเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัดมีข้อมูลหลัก ๆ ที่ต้องการใส่ลงไปดังนี้

1) Loop Number เป็นการแสดงวงรอบการควบคุมของอุปกรณ์ที่มีการรับ-ส่งสัญญาณ

2) Area Code เป็นการระบุรหัสของโครงการดำเนินการซึ่งบริษัทผู้ว่าจ้าง (Owner) โดยในโครงการนี้ได้กำหนดเป็นรหัส 0690

3) Field Tag Number เป็นการระบุหมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่าง ๆ ที่ถูกแสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Instrument Type เป็นการระบุชนิดของอุปกรณ์เครื่องมือวัด เช่น ทรานส์มิตเตอร์, เกจ, วาล์วควบคุม หรือ สวิตช์ เป็นต้น

5) Signal Tag (soft) ใช้ในกรณีที่อุปกรณ์เครื่องมือวัดมีการรับ-ส่งสัญญาณไปยังห้องควบคุม เช่น ทรานส์มิตเตอร์ วาล์วควบคุม หรือ สวิตช์ เป็นต้น

6) Service Description เป็นการอธิบายหน้าที่และประโยชน์ สำหรับอุปกรณ์หลักในกระบวนการ เช่น อุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์วัดความดันทำหน้าที่วัดความดันของของไหลภายในท่อ Pig Launcher หมายเลข 0690-L-0801 เป็นต้น

7) Line Number / Equipment Number เป็นการระบุหมายเลขท่อหรืออุปกรณ์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดภายในกระบวนการของโครงการ

8) Location เป็นการแสดงพื้นที่บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดนั้น ๆ โดยในโครงการนี้มีพื้นที่รับผิดชอบ 2 แห่ง คือ บริเวณสถานีควบคุมก๊าซธรรมชาติ (BV4.19) หรือ สถานีวัดก๊าซวังน้อย (WNMR)

9) System เป็นการบอกต้นทาง/ปลายทางสัญญาณของอุปกรณ์เครื่องมือวัด โดยแสดงการรับ-ส่งของสัญญาณนั้น ๆ

10) Alarm / Trip เป็นการระบุค่าที่กำหนดสำหรับการแจ้งเตือน / การหยุดการทำงานในสถานการณ์ฉุกเฉิน สำหรับกรณีที่อุปกรณ์เครื่องมือวัดตัวนั้นมีฟังก์ชัน Alarm หรือ Trip ซึ่งสามารถศึกษาได้ จากแผนภาพกระบวนการผลิต เช่น Pressure Safety Valve มีฟังก์ชัน Alarm High High โดยกำหนดค่า PAHH ที่ 1,044 psig เป็นต้น

11) Range เป็นการระบุย่านการวัดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดและหน่วยการวัด

12) Signal เป็นการระบุสัญญาณของอุปกรณ์เครื่องมือวัด กรณีที่อุปกรณ์นั้น ๆ ไม่มีการรับ-ส่งสัญญาณ ชนิดการรับส่งสัญญาณของอุปกรณ์ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ Analog Input, Analog Output, Digital Input และ Digital Output หรือการระบุ Serial สำหรับเครื่องมือวัดที่มีการรับ-ส่งสัญญาณกับระบบควบคุม DCS และ SCADA

13) P&ID Number เป็นการระบุหน้าเอกสารแผนภาพกระบวนการผลิตที่แสดงอุปกรณ์เครื่องมือวัดตัวนั้น ๆ

14) Status เป็นการแสดงสถานะของอุปกรณ์เครื่องมือวัด ได้แก่ Indicator, Equipment, Alarm หรือ Command

3.5 การจัดทำเอกสารข้อกำหนดของเครื่องมือวัด (Instrument Specification)

เมื่อผ่านขั้นตอนการนำอุปกรณ์เครื่องมือวัดจากแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) ลงสารบัญเครื่องมือวัดแล้ว ขั้นตอนต่อมาเป็นการออกแบบข้อกำหนดเครื่องมือวัด ซึ่งเอกสารนี้จะกล่าวถึงการออกแบบการกำหนดขอบเขตให้กับอุปกรณ์เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตภายในโครงการนั้น ๆ

3.5.1 กรณีที่บริษัทมีมาตรฐานข้อกำหนดเครื่องมือวัดเป็นของตนเอง ในการเขียนข้อกำหนดนี้ก็จะเป็นการนำมาตรฐานที่บริษัทให้มาเขียน โดยใช้เอกสารจากในครั้งการประมูลเข้าร่วมโครงการ (Invitation To Bid: ITB) หรือที่เรียกว่า TOR: Term of Reference ซึ่งจะเป็นเอกสารที่ถูกเขียนหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างขึ้นโดยผู้ว่าจ้าง (Owner) มีการบอกรายละเอียดการกำหนดขอบเขตพื้นฐานของอุปกรณ์เครื่องมือวัดในส่วนต่าง ๆ เช่น มาตรฐานการใช้ความดัน เกรดของวัสดุในการใช้งานขั้นต่ำ สัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน หรือแม้แต่ระเบียบการเก็บรักษาอุปกรณ์ เป็นต้น

3.5.2 กรณีที่บริษัทไม่มีข้อกำหนดในเรื่องของการใช้งานเครื่องมือวัด ในกรณีนี้วิศวกรจะนำมาตรฐานนานาชาติ (International Standard) มาใช้ เช่น มาตรฐาน API551: Process Measurement Instrumentation ซึ่งจะกล่าวถึงมาตรฐานรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ การเลือกใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับกระบวนการ เป็นต้น ซึ่งมาตรฐานนานาชาติเหล่านี้มีมากมายขึ้นอยู่กับหัวข้อที่เลือกใช้ โดยสามารถนำมาใช้งานกับโครงการนั้น ๆ เพราะถือว่ามีความถูกต้องและเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

การออกแบบการกำหนดขอบเขตเครื่องมือวัดของผู้จัดทำโครงงานนั้น ได้ยึดเอามาตรฐานเครื่องมือวัดของบริษัทผู้ว่าจ้างมาปรับใช้ในส่วนของโครงการสร้างท่อส่งก๊าซเส้นที่ 4 ร่วมกับมาตรฐานนานาชาติและมาตรฐานจากโครงการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตหรือจัดส่งก๊าซมาเป็นบางส่วน ซึ่งการออกแบบขอบเขตข้อกำหนดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ใช้ในโครงการจะถูกจำแนกเป็นดังนี้

i. การออกแบบข้อกำหนดโดยทั่วไปของเครื่องมือวัดในโครงการ (General Instrument Specification)

1) ผู้รับเหมา (Contractor) ควรจัดทำสารบัญเครื่องมือที่ประกอบไปด้วยรายชื่อเครื่องมือวัดทั้งหมดที่ถูกจัดหาโดยผู้รับเหมาเองสำหรับโครงการติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติจุดที่ 19 ของท่อส่งก๊าซเส้นที่ 4 สารบัญเครื่องมือนี้ควรประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้เป็นหลักได้แก่ หมายเลขประจำตัวเครื่องมือวัด (Tag Number) , เลขหมายประจำเครื่อง (Serial Number), ผู้ผลิต (Manufacturer), หน้าที่ในการทำงานของอุปกรณ์ (Service), ขนาดหรือย่านการวัด (Size or range), เอกสารรายละเอียดของเครื่องมือวัด (Specification Sheet) และข้อมูลอื่น ๆ ที่บ่งบอกถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ตัวนั้น ๆ และสถานที่ที่อุปกรณ์ถูกติดตั้งอยู่

2) หมายเลขประจำตัวของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ถูกกำหนดไว้ในแผนภาพกระบวนการ (P&ID) นั้นจะถูกนำมาใช้ตลอดการทำงานยกเว้นอุปกรณ์นั้นถูกเอาออกไปหรือไม่ได้ใช้งานแล้ว หมายเลขประจำตัวอุปกรณ์นั้นก็จะถูกยกเลิกโดยไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้อีก

3) ความดันมาตรฐานที่ใช้ในการควบคุมนิวเมติกส์และการส่งสัญญาณคือ 3-15 psig. ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ความดันสูงเกินกว่านี้ รีเลย์หรือ positioner ควรใช้ความดันอินพุตที่ 3-15 psig. และให้ใช้ความดันเอาท์พุตตามที่ต้องการ

4) ข้อต่อ (Tube fittings) ควรจะเป็นชนิดบีบ (Compression type) วัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม 316 (Stainless Steel 316) ยี่ห้อ Swagelok หรือเทียบเท่า

5) เคสที่ห่อหุ้มอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ถูกติดตั้งภายในพื้นที่ปฏิบัติงาน ควรจะทนต่อฝนและแดด โดยรูของอุปกรณ์หรือเครื่องมือใด ๆ ที่ไม่ได้ใช้งานควรมีการอุด (Plugged) ให้ปิดสนิท

6) การเชื่อมต่อเกลียวของอุปกรณ์ควรเป็นเกลียวสโลป tapered NPT

7) การเชื่อมต่อสำหรับการจ่ายอากาศ (Air supply), การส่งสัญญาณนิวเมติกส์และสัญญาณควบคุมของอุปกรณ์เครื่องมือโดยปกติควรเป็นขนาด ¼" FNPT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ทรานส์มิตเตอร์ควรถูกติดตั้งให้ใกล้กับจุดเชื่อมต่อกระบวนการ (Process tap connection) เพื่อลดความยาวของท่อ (Process tubing) ที่ไม่จำเป็น

9) ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ที่จะต้องสัมผัสกับอากาศควรถูกออกแบบให้ทนต่อความชื้นและความเค็มที่พบในบริเวณชายฝั่งใกล้กับทะเล

10) ไม่ใช้วัสดุที่ก่อให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อรา

11) อุปกรณ์เครื่องมือวัดจะต้องจัดอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทมิดชิด และต้องมีสารดูดความชื้น

12) อุปกรณ์เครื่องมือวัดจะต้องได้รับการป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่ง

13) สัญญาณที่เข้าและออกจากห้องควบคุมทั้งหมดจะต้องเป็นสัญญาณไฟฟ้า

14) สัญญาณอนาลอกมาตรฐานจะต้องส่งสัญญาณในรูปแบบ 4-20 mA HART หรือ Foundation Fieldbus

15) สายสัญญาณจะต้องเป็นชนิด 2 สายแบบมีฉนวนหุ้ม (2-Wire)

16) ไม่อนุญาติให้ท่อหรือทิวบ์ที่ต่อจากกระบวนการเข้าห้องควบคุมโดยตรง

17) แรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ส่งไปยังแผงควบคุม และส่งออกมาจากแผงผควบคุมจะต้องไม่เกิน 24 VDC (ตามที่ระบุไว้)

18) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินจากฟ้าผ่า (Surge Protection) ต้องมีการติดตั้งบริเวณพื้นที่ที่มีอุปกรณ์เครื่องมือวัดตั้งอยู่และที่ตัวควบคุมของลูปเครื่องมือวัด

19) อุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์ อุปกรณ์บันทึกผล อุปกรณ์แสดงผล และอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ทั้งหมดต้องมีการปรับตั้งค่าศูนย์ (Zero) และช่วงการวัด (Span) ได้

20) อุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์ที่พื้นที่ใช้งาน (Field) ทุกตัวจะต้องมีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD

21) หน้าจอแสดงผลของทรานส์มิตเตอร์แบบระยะไกล (Remote) ควรจะมีการเลือกใช้เมื่อพื้นที่การใช้งานยากต่อการเข้าถึง

22) ไม่อนุญาติให้ใช้มิเตอร์ที่มีการเคลื่อนที่แบบอนาล็อก

23) การอ่านค่าจริงของกระบวนการให้ใช้เป็นหน่วยทางวิศวกรรมคือค่า 0-100% และ 4-20 mA

24) สัญญาณอนาล็อกจะต้องเป็นแบบ 2-wire (Loop Powered)

25) ข้อกำหนดโดยทั่วไปของอุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์ อุปกรณ์บันทึกผล อุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ ควรมีความแม่นยำที่ +/-0.5% of Span หรือมากกว่านี้

26) อุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์ทุกตัวต้องใช้วงจรจำกัดพลังงาน (Intrinsically Safe)

27) อุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์และเครื่องมือวัดที่ไม่สามารถใช้งานในรูปแปบบวงจำจำกัดพลังงานได้จะต้องได้รับการรับรองให้ใช้งานได้ในเขตพื้นที่อันตรายที่อุปกรณ์นั้น ๆ ตั้งอยู่

ii. การออกแบบเกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ก (Magnetic Level Gauge)

1) เกจวัดระดับชนิดแม่เหล็กต้องใช้หน้าแปลนที่มีขนาดอย่างน้อย 2 นิ้วและขนาดตัวเรือนของลูกลอยที่น้อยที่สุด 2 ½ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สวิทช์วัดระดับชนิดลูกลอย หรือ ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับชนิดลูกลอยไม่อนุญาติให้ใช้ยกเว้นในกรณีพิเศษ

3) เครื่องหมายแสดงการบอกระดับ (Level Marking) สำหรับเกจวัดระดับชนิดแม่เหล็กต้องเป็นแบบอะคริลิกหรือใช้การกัดลงบนสเตนเลสในหน่วยของ SI เท่านั้น

4) เกจวัดระดับชนิดแม่เหล็กควรใช้ในกรณีที่เกจวัดระดับแบบแก้ว (Sight Glass) ไม่สามารถใช้งานได้

5) ในกรณีที่ระดับการวัดมีขนาดสูงมากควรมีการใช้เกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ดต่อกันหลายอัน

6) เกจวัดระดับต้องมีจุดระบายอากาศด้านบน (Vent) และจุดระบายด้านล่าง (Drain) แบบหน้าแปลนที่มีขนาด ¾ นิ้วและต้องถูกอุดด้วย Cap หรือ Blind

7) ห้ามใช้ลูกลอยที่มีความดันในเกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ก

8) ลูกลอยต้องมีการใส่จากทางด้านล่างเท่านั้น

9) เกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ก

10) วัสดุที่ใช้ทำเกจวัดระดับชนิดแม่เหล็กต้องเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด316 เป็นอย่างต่ำ

iii. การออกแบบเกจวัดอุณหภูมิ (Temperature Gauge)

1) เกจวัดอุณหภูมิที่พื้นที่ใช้งานต้องมีความทนทานและทนต่อสภาพอากาศ

2) หน้าปัดของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดแถบโล และหะคู่ (Bi-metallic Thermometers) ต้องมีขนาด 5 นิ้วและความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านของเซนเซอร์ (Stem) ควรมีขนาด 0.25 นิ้ว หน้าปัดมีพื้นหลังสีขาวและตัวอักษรสีดำ

3) เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบ Filled System อนุญาติให้ใช้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของกระบวนการในระหว่างการทำงานอยู่ระหว่าง -50 °F ถึง 32 °F

iv. การออกแบบเทอร์โมเวล (Thermowell)

1) ตัวอุปกรณ์เซนเซอร์วัดอุณหภูมิทุกตัวจะต้องมีการติดตั้งเทอร์โมเวลเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ในระหว่างการใช้งาน เว้นเสียแต่ว่ามีข้อกำหนดพิเศษที่ให้ใช้อุปกรณ์ป้องกันเป็นชนิดอื่น

2) เทอร์โมเวลทุกตัวต้องทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316 และเป็นแบบ Steel Bar Stock

3) เทอร์โมเวลล์ควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.26 นิ้วและมีการเชื่อมต่อกับกระบวนการเป็นแบบเกลียวขนาด ½" NPT Female สำหรับเทอร์โมเวลล์ที่เชื่อมต่ออยู่กับกระบวนการจะต้องเป็นแบบหน้าแปลนขนาด 1½" ASME flanged

4) เทอร์โมเวลล์สำหรับเทอร์โมมิเตอร์แบบแก้ว (Glass Thermometers) จะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 0.385 นิ้ว

5) ซอง (Socket) แยกสำหรับติดตั้งกับกระเปาะของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบ Filled Thermal จะต้องมีการจัดเตรียมโดยผู้ผลิต

v. การออกแบบทรานส์มิตเตอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

1) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิชนิดเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) จะถูกนำใช้งานก็ต่อเมื่ออุณหภูมิใช้งานมีค่ามากกว่า 500°F (260°C) และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI MC 96.1 และ ASTM E 230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เซนเซอร์บนทรานส์มิตเตอร์วัดอุณหภูมิชนิด RTD จะถูกใช้วัดอุณหภูมิในขณะที่อุณหภูมิมีค่าไม่เกิน 500°F (260°C) อุปกรณ์เซนเซอร์อาจเป็นวงจรแบบ 2,3 หรือ 4 สายขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้

3) ไม่อนุญาตให้มีการเดินสายไฟจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิชนิด RTD และ Thermocouple โดยตรงเข้าแผงควบคุม

4) ทรานส์มิตเตอร์วัดอุณหภูมิที่ถูกติดตั้งบริเวณใช้งานต้องส่งสัญญาณแบบ 2 สาย (2-wire) ไปยังแผงควบคุม

vi. การออกแบบทรานส์มิตเตอร์วัดระดับชนิดเรดาร์ (Radar Level Transmitter)

1) ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับชนิดเรดาร์จะถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ของการตรวจสอบ (Monitoring) เท่านั้น โดยจะไม่ถูกใช้สำหรับระบบ SIS หรือการควบคุมอื่นๆ เว้นแต่จะได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างเท่านั้น

2) หน้าแปลนของทรานส์มิตเตอร์วัดระดับชนิดเรดาร์ควรมีขนาดอย่างน้อย 2 นิ้ว ทนความดันได้ 150#RF ปอนด์

vii. การออกแบบทรานส์มิตเตอร์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter)

1) แผ่นออริฟิสที่ใช้จะต้องเป็นแบบจุดศูนย์กลางร่วม (Concentric or Square edged) และวัสดุที่ใช้ทำควรเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด 316 เป็นอย่างต่ำ

2) มิเตอร์วัดการไหลชนิดออริฟิสเป็นอุปกรณ์หลักสำหรับการวัดอัตราการไหลและลูปการควบคุม

3) สัญญาณการไหลจากเครื่องมือวัดความดันแตกต่างจะต้องถูกส่งในหน่วยของการวัดทางวิศวกรรม

4) มิเตอร์วัดความดันแตกต่างจะถูกใช้ร่วมกับแผ่นออริฟิสชนิดจุดศูนย์กลางร่วม ในกรณีที่ใช้วัดก๊าซและของเหลว

5) การแท็บ (Flow Tapping Orientation) สำหรับการวัดของไหลในแนวนอนใช้ได้ทั้ง Side Tap และ Tap Point Down

6) สำหรับท่อที่มีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว ต้องมีการดัดหรือปรับแต่งท่อเพื่อให้มิเตอร์ที่มีขนาด 2 นิ้ว เพื่อให้สามารถทำการวัดได้

7) ความยาวทางตรงของท่อด้าน Upstream และ Downstream ขึ้นอยู่กับค่า Beta Ratio ที่กำหนดให้เป็น 0.7

8) ทรานส์มิตเตอร์วัดความดันแตกต่างต้องมีการติดตั้งไดอะแฟรมเพื่อป้องกันการ Overrange และป้องกันการเสียหายของตัวทรานส์มิตเตอร์

9) ถ้าพื้นที่การใช้งานมีการเข้าถึงได้และมีความสั่น (Vibration) น้อยสามารถติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ท่อได้

10) มิเตอร์วัดอัตราการไหลของก๊าซจะต้องติดตั้งอยู่ด้านบนของท่อเพื่อให้ Condensate ระบายออกทางด้านล่าง (Drain Back)

11) มิเตอร์วัดอัตราการไหลของของเหลวจะถูกติดตั้งที่ด้านล่างของท่อ เพื่อป้องกันแก๊สหรือไอน้ำ ซึ่งอาจมีอยู่ในท่อซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดพลาดเนื่องจากความดันสถิตมีค่าไม่คงที่ (Unequal Static Heads)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การจัดทำเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet)

หลังจากการจัดทำเอกสารข้อกำหนดเครื่องมือวัด (Instrument Specification) จากนั้นก็จะเป็นจัดทำเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet) ให้กับอุปกรณ์ที่มีอยู่ในโปรเจ็คท์ ซึ่งเอกสารนี้จะเป็นการระบุรายละเอียดโดยละเอียดของเครื่องมือวัดตัวนั้น ๆ โดยจะแบ่งออกเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดส่งไปให้ผู้จัดจำหน่าย (vendor) เพื่อทำการจัดซื้อของหรือนำไปใช้เพื่อดูข้อมูลต่าง ๆ

3.6.1 รวบรวมอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ต้องการ สำหรับใช้ในการจัดทำเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัดทั้งหมดจากเอกสารสารบัญเครื่องมือวัด (Instrument Index & I/O List)

3.6.2 ประสานงานขอข้อมูลประกอบ การจัดทำเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัดกับแผนก ดังต่อไปนี้

3.6.2.1 ติดต่อกับแผนกกระบวนการ (Process Engineer) โดยติดต่อขอเอกสารแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) และ เอกสารข้อมูลกระบวนการ (Process Data Sheet) เพื่อนำข้อมูลของกระบวนการผลิตมาใช้ในเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัด

3.6.2.2 ติดต่อกับแผนกไฟฟ้า (Electrical Engineer) โดยติดต่อขอเอกสารการจัดแบ่งพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) ของพื้นที่ที่มีอุปกรณ์เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่ เนื่องจากพื้นที่โซนอันตรายมีความจำเป็นต่อการเลือกซื้อและเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัด โดยอุปกรณ์เครื่องมือวัดตัวใดจัดอยู่ในโซนอันตรายวิศวกรจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เป็นวงจรจำกัดพลังงาน (Intrinsically Safe) วงจรนี้จะทำให้อุปกรณ์ที่เป็นไฟฟ้ามีการจำกัดกระแสและความร้อนไม่ให้มากเพียงพอที่จะเกิดการจุดระเบิดหรือ สปาร์คกับก๊าซในกระบวนการผลิตที่อาจเกิดการระเหยออกมาจนทำให้เกิดการจุดระเบิดได้

3.6.2.3 ติดต่อกับแผนกงานท่อ (Piping Engineer) โดยติดต่อขอเอกสารที่เรียกว่า Piping Material Class ซึ่งภายในนี้จะมีเอกสารที่เกี่ยวกับท่อซึ่ง วิศวกรเครื่องมือวัดจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดเข้าไปกับท่อนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องรู้ข้อมูลเกี่ยวกับงานท่อในหลาย ๆ ด้านเช่น ขนาดของท่อที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (Process Connection) วัสดุที่ใช้ทำท่อเพราะการเลือกอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ต้องติดตั้งกับท่อนั้นจำเป็นต้องเลือกวัสดุที่มีมาตรฐานเท่ากับหรือดีกว่าวัสดุที่ใช้ทำท่อ รวมไปถึงการเชื่อมต่อหน้าแปลนต่าง ๆ ระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดกับท่อกระบวนการผลิต ซึ่งจะบอกถึงอัตราการทนความดันและรูปแบบของหน้าแปลนที่วิศวกรเครื่องมือวัดจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมด้วย เป็นต้น

3.6.3 จัดทำเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet) โดยกรอกรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดอย่างละเอียด โดยส่วนหนึ่งอ้างอิงถึงขอบเขตของข้อมูลมาจากเอกสารข้อกำหนดของเครื่องมือวัด (Instrument Specification) ในการกำหนดขอบเขตให้กับอุปกรณ์เครื่องมือวัดตัวนั้น ๆ ซึ่งเอกสารตัวนี้จะใช้สำหรับการส่งให้ผู้จัดจำหน่าย (vendor) เพื่อทำการเลือกซื้ออุปกรณ์เครื่องมือวัดต่อไป ซึ่งเอกสารข้อมูลเครื่องมือประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

3.6.3.1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลส่วนนี้นำมาจากแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) และ การจัดแบ่งพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) เป็นการระบุข้อมูลพื้นฐานของตัวอุปกรณ์ เช่น หมายเลขประจำตัวอุปกรณ์,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขที่หน้าเอกสารที่เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่, สถานที่ติดตั้งตัวอุปกรณ์, การติดตั้งอุปกรณ์ในเขตพื้นที่อันตราย, มาตรฐานการป้องกันการกัดกร่อน, ผู้ผลิตอุปกรณ์และหมายเลขประจำตัวอุปกรณ์ตัวนั้นๆ

GENERAL DATA	1	Tag No.		Rev.
	2	P&ID Number		
	3	Service		
	4	Line / Equipment No.		
	5	Area Classification		
	6	NACE MR 0175 (Latest): Yes/No		
	7	Manufacturer / Model No.		

ภาพที่ 3.5 ส่วนของข้อมูลทั่วไปในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัดของเกจวัดระดับ

3.6.3.2 ข้อมูลด้านกระบวนการ

ข้อมูลในส่วนนี้นำมาจากฝ่ายวิศวกรกระบวนการ ซึ่งจะใช้ทั้งแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) และแผนภาพการไหลของกระบวนการ (Process Flow Diagram) ประกอบกันซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะบอกถึงชื่อและสถานะของของไหลในกระบวนการ ความดันออกแบบและในขณะทำงานที่เวลาสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิออกแบบและในขณะทำงานที่เวลาสูงสุดและต่ำสุด อัตราการไหลออกแบบและในขณะทำงานที่เวลาสูงสุดและต่ำสุด การสั่นในกระบวนการ (ถ้ามี)

PROCESS	8	Fluid Name			
	9	Fluid State			
	10	Design Pressure	Psig		
	11	Design Temperature Max	°F		
	12	Design Flowrate	MMSCFD		
	13	Operating Pressure Min / Max	Psig		
	14	Operating Temperature Min / Max	°F		
	15	Operating Flowrate Min / Max	MMSCFD		
	16	Vibrations			

ภาพที่ 3.6 ข้อมูลด้านกระบวนการในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด

3.6.3.3 ข้อมูลด้านอุปกรณ์เครื่องมือวัด

ข้อมูลในส่วนนี้จะบอกถึงตัวอุปกรณ์เครื่องมือวัดโดยละเอียด ซึ่งส่วนใหญ่จะอ้างอิงมาจากเอกสารข้อกำหนดเครื่องมือวัด (Instrument Specification) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่เหมาะสมกับกระบวนการมากที่สุด ผู้ออกแบบจะต้องมีความระมัดระวังในการเลือกใช้เครื่องมือแต่ละชนิด เนื่องจากเครื่องมือวัดแต่ละตัวมีการทำงานและการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เช่น แหล่งจ่ายไฟที่ใช้ ระดับการป้องกันฝุ่นละอองและน้ำ หรือข้อต่อที่ต่อเข้ากับท่อกระบวนการการผลิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSMITTER	17	Mounting		
	18	Enclosure Protection		
	19	Process Connection		
	20	Protection Method		
	21	Power / Output Signal		
	22	Accuracy		
	23	Adjustable Span/zero		
	24	Housing Material		
	25	Local Indicator		
	26	EMC Compliance		
	27	Mounting Bracket		

ภาพที่ 3.7 ข้อมูลด้านตัวอุปกรณ์ในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด

3.6.3.4 ข้อมูลเพิ่มเติม

ในกรณีที่ตัวอุปกรณ์ต้องมีอุปกรณ์เสริมหรือ การทดสอบจากทางผู้จัดจำหน่ายก่อนใช้งานจริง โดยข้อมูลในส่วนนี้จะอยู่ในตอนสุดท้ายของเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด

TESTS	48	Hydro Pressure	Required	
	49	ANSI / FCI Leakages	Required	

ภาพที่ 3.8 ข้อมูลเพิ่มเติมของตัวอุปกรณ์ในเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด

3.7 ออกแบบแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout)

3.7.1 ศึกษาแผนภาพที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) และแผนผังระบบท่อ (Piping General Arrangement Drawing) จากส่วนงานระบบท่อ (Piping Engineer) เพื่อใช้แผนผังระบบท่อเป็นพื้นหลังของแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดโดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2016

3.7.2 จัดวางสัญลักษณ์อุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่

จัดวางสัญลักษณ์อุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ลงบนตำแหน่งเชื่อมต่อในแผนผังระบบท่อ (Piping General Arrangement Drawing) โดยอ้างอิงตำแหน่งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) ซึ่งรายการอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงรายการอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่

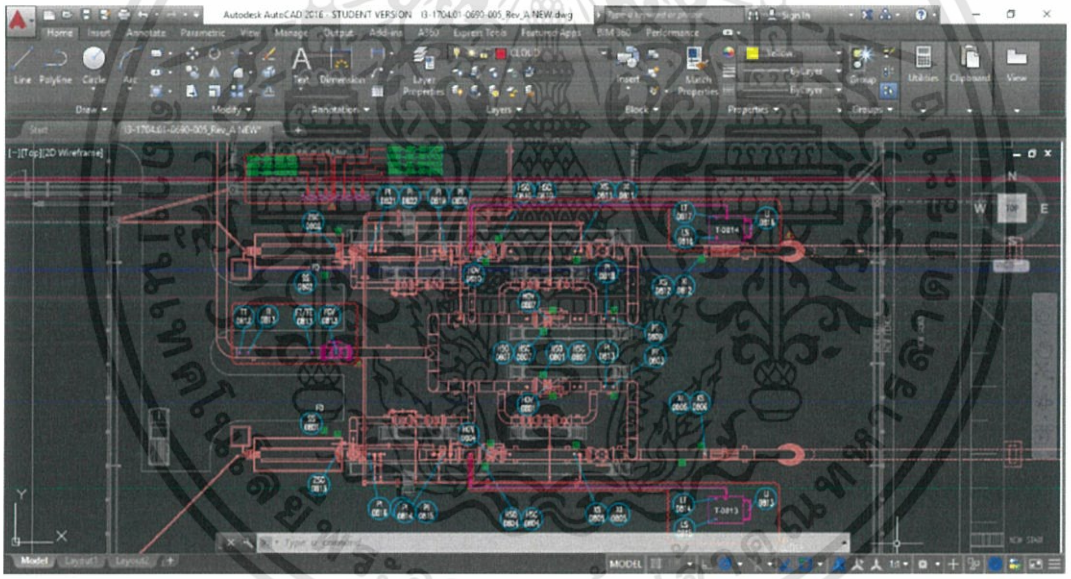
ลำดับ	อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	จำนวน
1	Pressure Transmitter	1
2	Temperature Transmitter	2
3	Temperature Indicator	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	Flow Transmitter	1
5	Flow Control Valve	1
6	Level Transmitter	2
7	Level Indicator	2
8	Level Switch	2
9	Junction Box	3

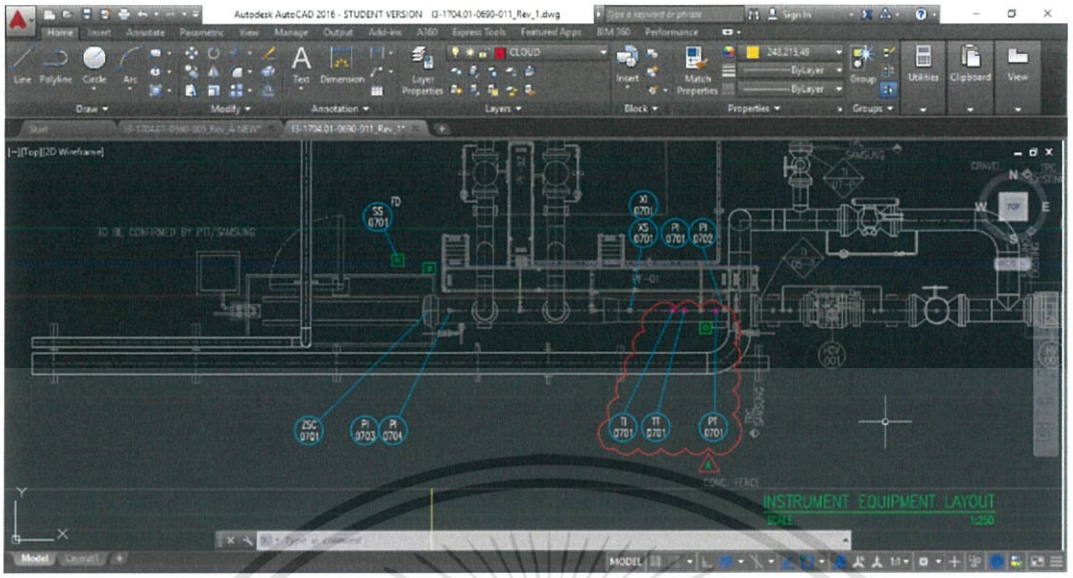
3.7.3 Revision Clouds

เลือกคำสั่ง Revision Clouds โดยครอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ที่ถูกเพิ่มในแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) ในโปรแกรม AutoCAD 2016 เพื่อเป็นการแสดงขอบเขตอุปกรณ์และเครื่องมือวัดสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในโครงการนี้ สำหรับบริเวณที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3.7 และภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.9 การจัดทำแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 การจัดทำแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

3.8 ออกแบบแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout)

3.8.1 ศึกษาแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout)

เพื่อเป็นแนวทางในการวางสายไฟ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2016

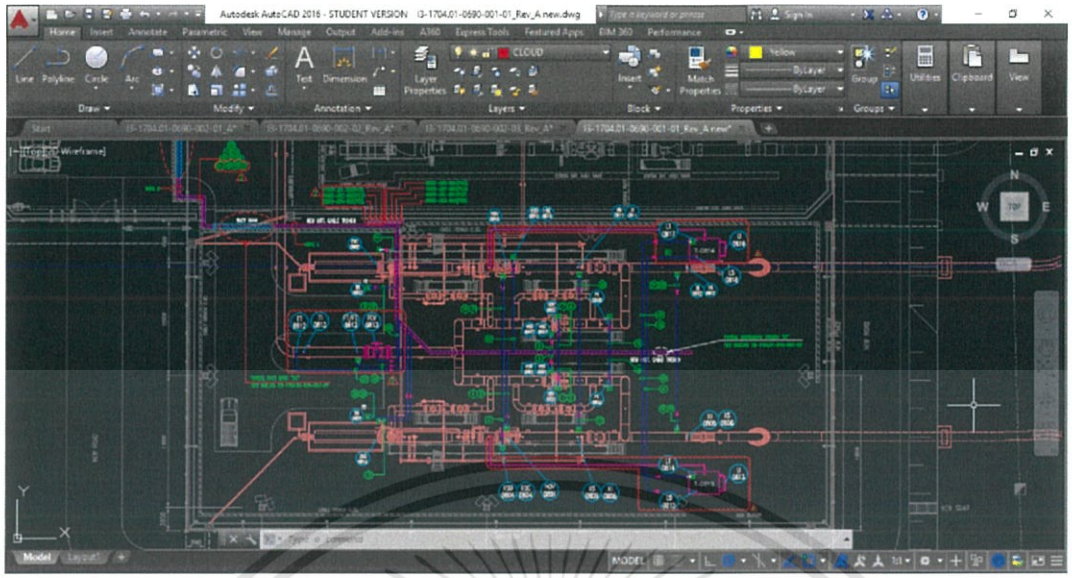
3.8.2 จัดวางสายไฟที่เป็นสายไฟเส้นหลัก

จัดวางสายไฟที่เป็นสายไฟเส้นหลักจากเครื่องมือวัดโดยผ่านกล่องต่อสาย (Junction Box) ตามชนิดการป้องกันสำหรับนำไปใช้งานในพื้นที่อันตราย (Hazardous Area) ของสายไฟไปตามแนวต่าง ๆ และจัดวางสายไฟจากกล่องต่อสาย (Junction Box) ไปยังห้องควบคุม โดยอ้างอิงตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดจากแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout)

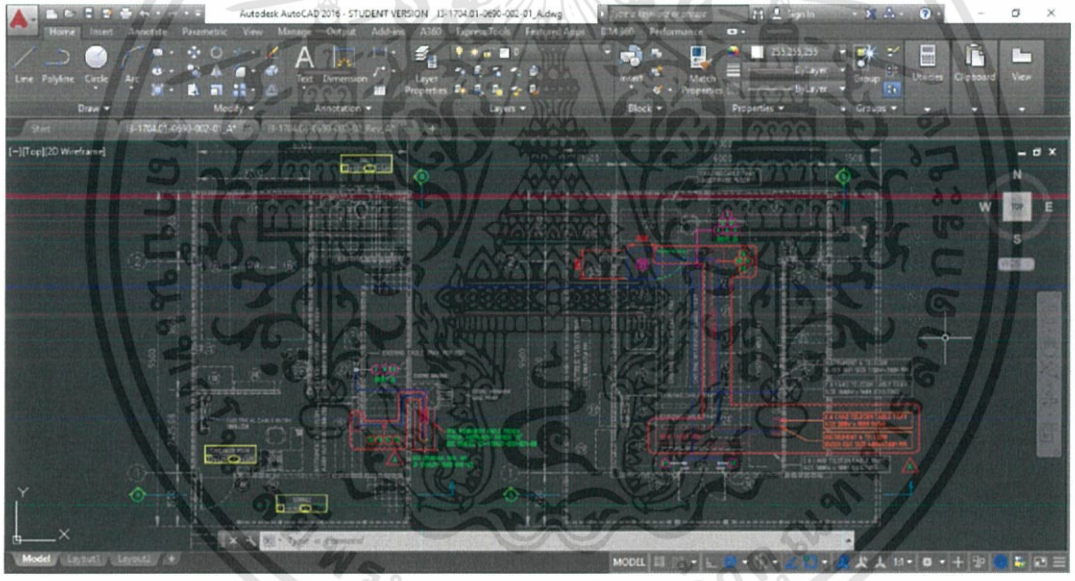
3.8.3 Revision Clouds

เลือกคำสั่ง Revision Clouds โดยครอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ที่ถูกเพิ่มในแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) ในโปรแกรม AutoCAD 2016 เพื่อเป็นการแสดงขอบเขตอุปกรณ์และเครื่องมือวัดสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในโครงการนี้ ซึ่งแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดในโครงการนี้ แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนเครื่องมือวัดในโครงการ และส่วนห้องควบคุมบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 รวมถึงส่วนเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย ดังภาพที่ 3.9, ภาพที่ 3.10 และภาพที่ 3.11 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

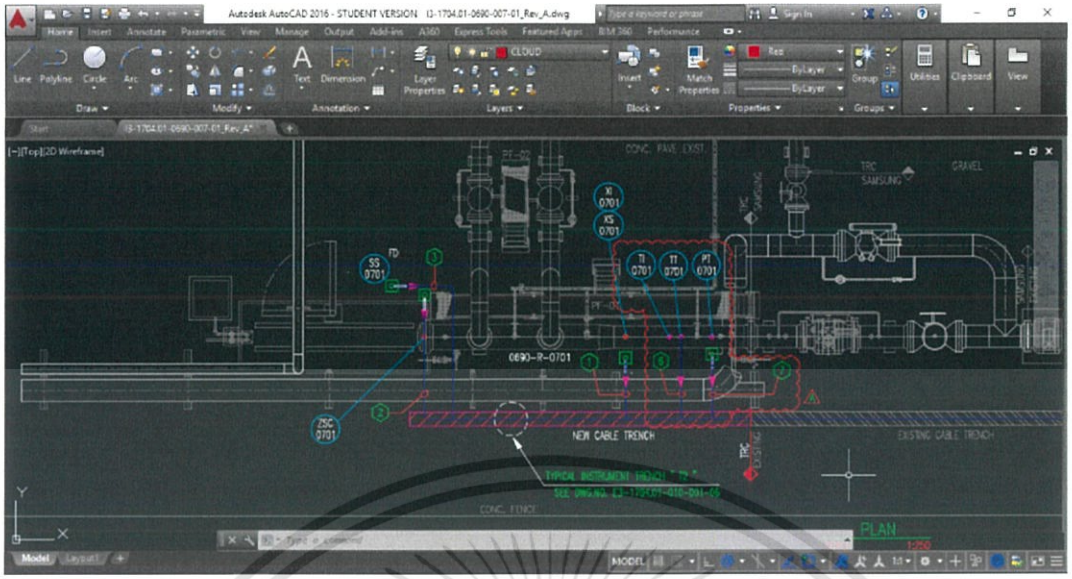


ภาพที่ 3.11 การจัดทำแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19



ภาพที่ 3.12 การจัดทำแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดที่ห้องควบคุมบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 การจัดทำแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

3.9 ออกแบบแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram)

3.9.1 ศึกษาแผนภาพที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) และแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout) เพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับการออกแบบแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram) โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2016

3.9.2 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout)

โดยแสดงการเชื่อมต่อสายไฟของเครื่องมือวัดไปยังกล่องต่อสายไฟดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงการเชื่อมต่อสายไฟของกล่องต่อสายไฟในพื้นที่ BV4.19

ลำดับ	อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	กล่องต่อสายไฟเลขที่
1	Temperature Transmitter	0690-JBA-002
2	Flow Transmitter	0690-JBiA-002
3	Flow Control Valve	0690-JBiA-002
4	Level Transmitter	0690-JBiA-002
5	Level Switch	0690-JBiC-002

จากการศึกษาแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout) แสดงการเชื่อมต่อสายไฟจากกล่องต่อสายไฟชนิดต่าง ๆ ไปยังห้องควบคุม ดังตารางที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงการเชื่อมต่อสายไฟของกล่องต่อสายไฟในพื้นที่ BV4.19

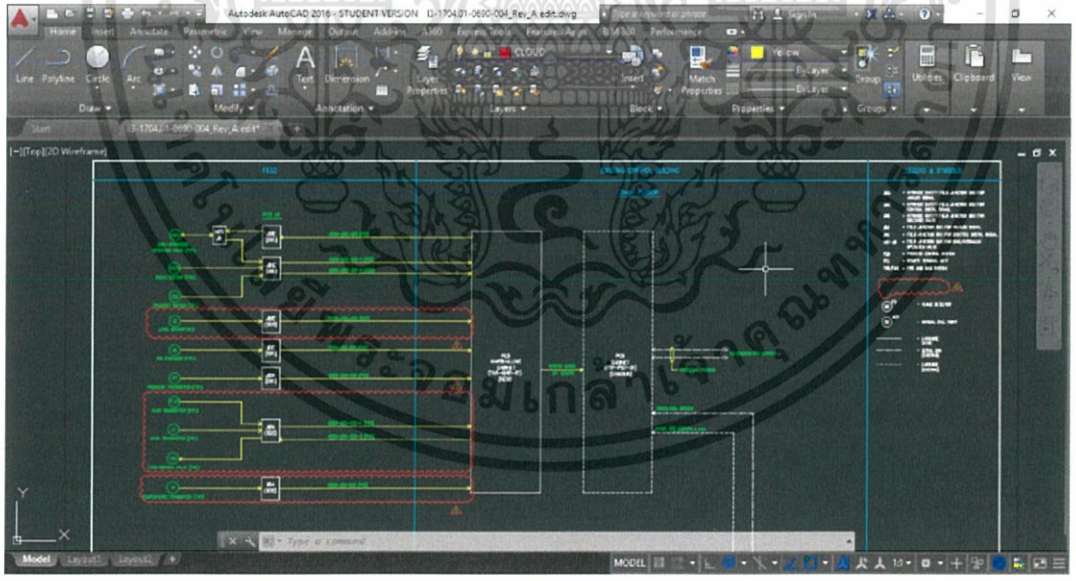
ลำดับ	กล่องต่อสายไฟเลขที่	ตู้ควบคุมเลขที่
1	0690-JBA-002	FAR-MAR-01
2	0690-JBiA-002	FAR-MAR-01
3	0690-JBiC-002	FAR-MAR-01

3.9.3 ออกแบบแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด

โดยแสดงจำนวนสายไฟเส้นหลักๆ โดยรวมของทั้งระบบควบคุมในโครงการ เริ่มด้วยการวางสายไฟจากระบบเครื่องมือวัดไปยังกล่องต่อสายไฟในส่วนของพื้นที่กระบวนการ (Filed) และวางสายจากกล่องต่อไฟไปยังตู้ควบคุมในส่วนของตึกควบคุม (Control Building) โดยอ้างอิงข้อมูลการเชื่อมต่อของสายไฟแต่ละเส้นจากข้อมูลดังตารางที่ 3.6 และ 3.7

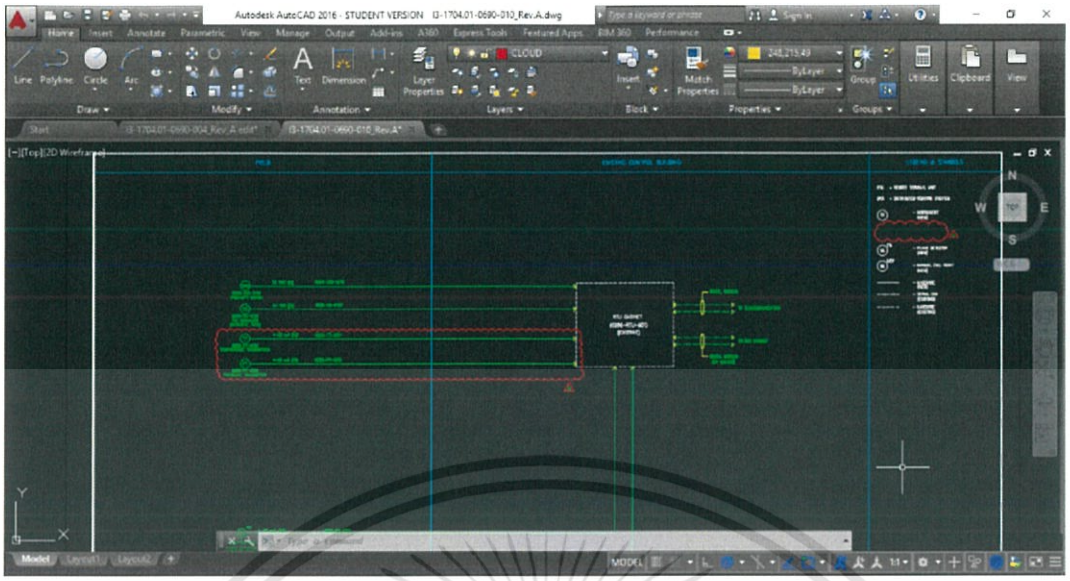
3.9.4 Revision Clouds

เลือกคำสั่ง Revision Clouds โดยครอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ที่ถูกเพิ่มในแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) ในโปรแกรม AutoCAD 2016 เพื่อเป็นการแสดงขอบเขตอุปกรณ์และเครื่องมือวัดสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในโครงการนี้ สำหรับบริเวณที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3.12 และภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.14 การจัดทำแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด
บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 การจัดทำแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

3.10 การจัดทำรายการสายไฟของเครื่องมือวัด (Cable Schedule)

หลังจากมีการวางแผนผังแสดงตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout) และออกแบบแผนผังการเชื่อมต่อสายไฟโดยรวมของระบบ (Instrument Cable Block Diagram) จากนั้นวิศวกรผู้ดำเนินการจึงจัดทำรายการแสดงรายละเอียดของสายไฟทั้งหมดที่ใช้ในโครงการ ซึ่งในรายการสายไฟ ประกอบด้วย จำนวนสายไฟทั้งหมดที่มีในโครงการ ชนิด และรายละเอียดของสายไฟที่ใช้ทั้งสายย่อย และสายหลัก (Main Cable) ต้นทางและปลายทางของสายไฟเส้นนั้น ๆ เชื่อมต่ออยู่ ความยาวโดยประมาณของสายไฟเส้นนั้น ๆ โดยทำการวัดออกจากโปรแกรม AutoCAD เทียบกับสเกลจริง และขนาดของเคเบิลแกลนด์ (Cable Gland) ที่จะต้องใช้กับสายไฟเส้นนั้น ๆ ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบจะนำรายการสายไฟนี้ไปใช้สำหรับการจัดซื้อสายไฟ รวมถึงประมาณความยาวของสายไฟและคำนวณความยาวสำรอง (Spare) ให้ตรงกับข้อกำหนดของโครงการนั้น ๆ

ซึ่งในรายการสายไฟของเครื่องมือวัดมีหัวข้อหลัก ๆ ที่ต้องบันทึกลงไปดังนี้

1. Cable Number เป็นการระบุหมายเลขประจำตัวของสายไฟ โดยแสดง code ตามด้วยหมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์ที่ใช้สายไฟเส้นนั้น ๆ เช่น 0690-TT-0701

2. Cable Type เป็นการระบุชนิดของสายไฟ โดยส่วนใหญ่จะใช้ 3 ขนาดคือ AWG #14, 16, 18 โดยสายแพร์ (Pair) จะใช้สำหรับอุปกรณ์ที่มีการรับ-ส่งสัญญาณแบบอนาล็อก และสายเส้นเดี่ยว (Core) จะใช้กับอุปกรณ์ที่มีการรับ-ส่งสัญญาณเป็นแบบดิจิตอล

3. Cable Description เป็นการอธิบายถึงรายละเอียดของสายเคเบิล เช่น แรงดันไฟฟ้าที่สามารถทน พื้นที่โซนอันตรายสำหรับสายไฟเส้นนั้น ๆ และส่วนประกอบในสายไฟ โดยตัวอย่างการระบุรายละเอียดของสายไฟ ได้แก่ 300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COLOR มีความหมายว่าสายเคเบิลเส้นนี้ทนความดันได้ต่ำสุด 300 โวลต์ ทนความดันได้ 500 โวลต์ เป็นสายเคเบิลของอุปกรณ์เครื่องมือวัดซึ่งจัดอยู่ในพื้นที่อันตรายตาม Project Specification ให้ใช้สายไฟสีฟ้า (Blue Color) บนสายไฟมีสารหน่วงการติดไฟเคลือบอยู่ และส่วนประกอบของสายไฟ 6 ชั้นเรียงจากชั้นในไปชั้นนอกเป็นดังนี้ (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP)

4. From เป็นการระบุอุปกรณ์และพื้นที่ต้นทางของสายไฟ

5. To เป็นการระบุปลายทางของสายไฟเส้นนั้น ๆ เช่น กล่องต่อสายไฟ หรือตู้ควบคุมที่ห้องควบคุม

6. Cable Length เป็นการระบุความยาวของสายไฟที่ใช้ โดยใช้การวัดจากโปรแกรม AutoCad โดยตรงโดยการเทียบอัตราส่วนออกมา 1:10

7. Overall Diameter Approximation เป็นการระบุขนาดของเส้นรอบวงของสายไฟโดยการดูจากรายการสินค้า (Catalog) ของผู้จัดจำหน่ายสายไฟ

8. Cable Gland Size เป็นการระบุขนาดของ Cable Glang ที่ใช้กับสายไฟโดยดูจากรายการสินค้า (Catalog) ของผู้จัดจำหน่ายสายไฟ

3.11 ออกแบบแผนภาพการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram)

3.11.1 ศึกษาแผนผังและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram) และรายการสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Cable Schedule) เพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับการออกแบบแผนภาพการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram) โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2016

3.11.2 ออกแบบแผนภาพสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram)

โดยแสดงการต่อสายไฟที่กล่องต่อสายไฟ (Junction Box) โดยออกแบบสายไฟย่อยจากอุปกรณ์และเครื่องมือวัดเป็นสายไฟขาเข้าและสายไฟขาออกเป็นสายหลัก จากกล่องต่อสายไฟไปยังตู้ควบคุม โดยจัดวางสายไฟของระบบเครื่องมือวัดพร้อมทั้งระบุข้อมูลของสายไฟ โดยอ้างอิงรายละเอียดข้อมูลต้นทาง ปลายทาง และชนิดของสายไฟแต่ละเส้นจากรายการสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Cable Schedule)

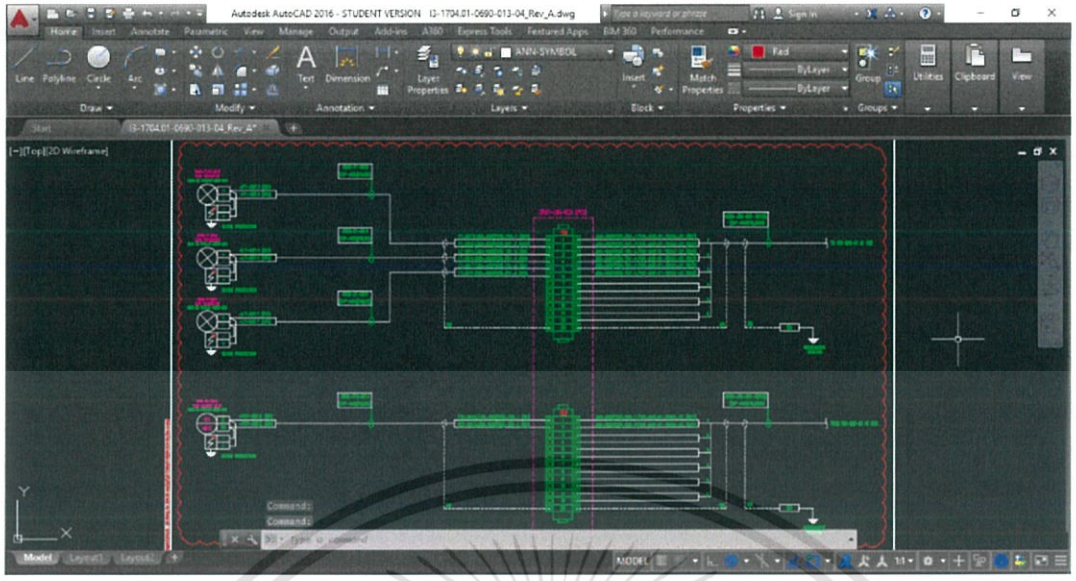
3.11.3 ตรวจสอบตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์

ตรวจสอบตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์โดยรวมรวมถึงข้อมูลการเชื่อมต่อของสายไฟเส้นหลักในโครงการจากแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram)

3.11.4 Revision Clouds

เลือกคำสั่ง Revision Clouds โดยครอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ที่ถูกเพิ่มในแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) ในโปรแกรม AutoCAD 2016 เพื่อเป็นการแสดงขอบเขตอุปกรณ์และเครื่องมือวัดสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในโครงการนี้ โดยได้แสดงตัวอย่างการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟของ Flow Transmitter, Level Transmitter และ Flow Control Valve บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 ดังภาพที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างการจัดทำแผนภาพการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟของ Flow Transmitter, Level Transmitter และ Flow Control Valve บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

3.12 ออกแบบแผนภาพฟังก์ชันการควบคุม (Instrument Loop Diagram)

3.12.1 ศึกษาแผนผังและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาฟังก์ชันควบคุมจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) แผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram) และแผนภาพการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบแผนภาพฟังก์ชันการควบคุม (Instrument Loop Diagram) โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2016

3.12.2 ออกแบบแผนภาพฟังก์ชันการควบคุม (Instrument Loop Diagram)

โดยอ้างอิงตามฟังก์ชันควบคุมที่แสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) โดยจัดวางสายไฟของระบบเครื่องมือวัดพร้อมทั้งระบุข้อมูลของสายไฟ ซึ่งอ้างอิงตามรายละเอียดข้อมูลต้นทาง ปลายทาง และชนิดของสายไฟแต่ละเส้น จากรายการสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Cable Schedule) สำหรับรายละเอียดสัญลักษณ์และหมายเลขจุดที่เชื่อมต่อของเครื่องมือวัด รวมถึงตำแหน่งจุดเชื่อมต่อในกล่องต่อสายไฟสามารถอ้างอิงข้อมูลการเชื่อมต่อที่กล่องต่อสายไฟ จากแผนภาพการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram) และในส่วนข้อมูลของระบบควบคุมต้องนำมาจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายตัวควบคุมของโครงการ เช่น หมายเลขจุดเชื่อมต่อสายสัญญาณ ตำแหน่งอินพุต/เอาท์พุต และตำแหน่งของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม เป็นต้น

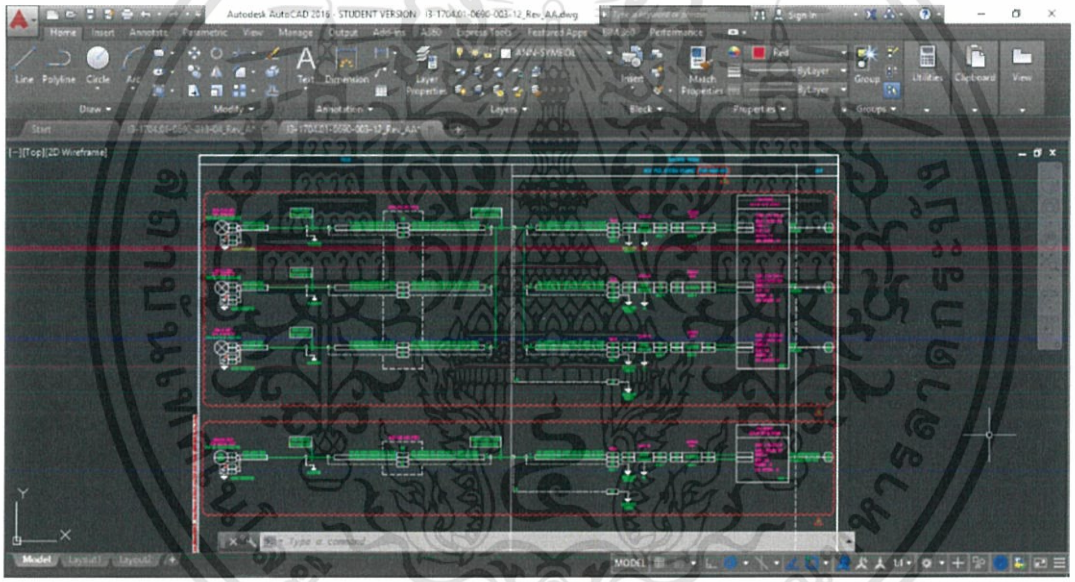
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.3 ตรวจสอบตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์

ตรวจสอบตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์โดยรวมและข้อมูลการเชื่อมต่อของสายไฟเส้นหลักในโครงการจากแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram)

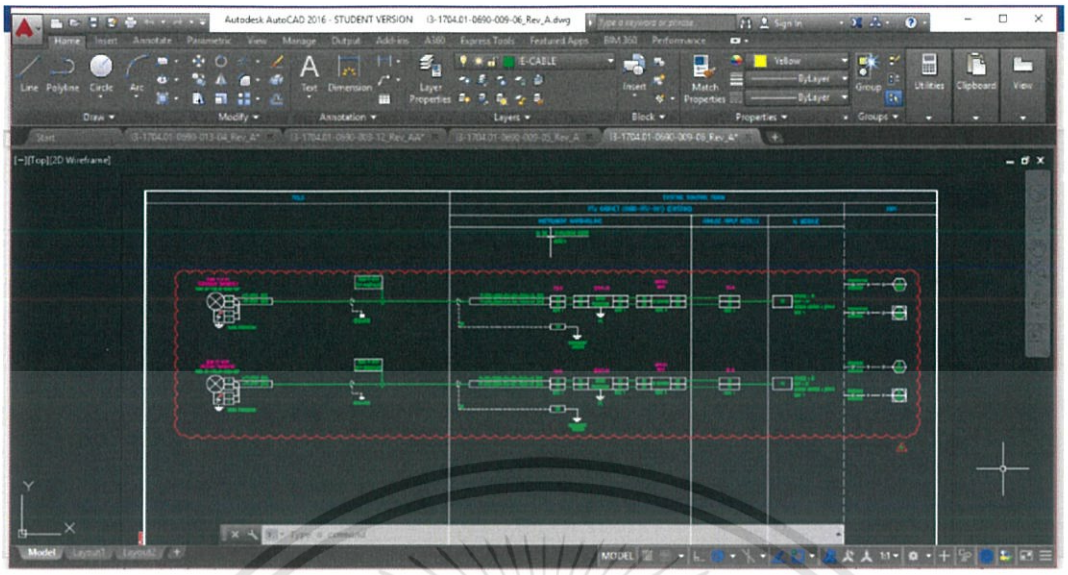
3.12.4 Revision Clouds

เลือกคำสั่ง Revision Clouds โดยครอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ที่ถูกเพิ่มในแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) ในโปรแกรม AutoCAD 2016 เพื่อเป็นการแสดงขอบเขตอุปกรณ์และเครื่องมือวัดสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในโครงการนี้ โดยได้แสดงตัวอย่างการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟของ Flow Transmitter, Level Transmitter และ Flow Control Valve บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 และตัวอย่างแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ Temperature Transmitter และ Pressure Transmitter บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย ดังภาพที่ 3.15 และ ภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างการจัดทำแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ Flow Transmitter, Level Transmitter และ Flow Control Valve บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างการจัดทำแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ Temperature Transmitter และ Pressure Transmitter บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

3.13 จัดทำตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details)

3.13.1 ศึกษาแผนผังและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาข้อมูลกระบวนการของโครงการจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) รายละเอียดข้อกำหนดของเครื่องมือวัด (Instrument Specification) และเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details) โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2016

3.13.2 ออกแบบรายละเอียดตัวอย่างการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details)

โดยแต่ละอุปกรณ์จะมีตัวอย่างการติดตั้งแตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถพิจารณาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) ฐานอุปกรณ์เครื่องมือวัด ข้อมูลของไหล และวัสดุอุปกรณ์ของกระบวนการ โดยอ้างอิงจากข้อมูลกระบวนการของโครงการจากแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping and Instrument Diagram: P&ID) ดังตารางที่ 3.1

2) ข้อกำหนดทั่วไปของเครื่องมือวัด (Instrument Specification) ดังที่ได้กล่าวไปในหัวข้อที่ 3.5

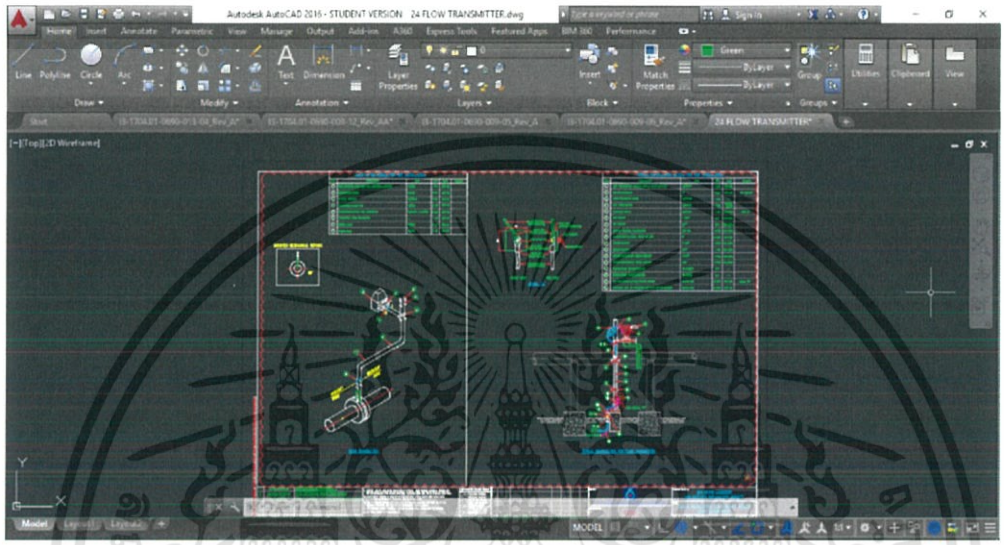
3) การจัดทำรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุในเอกสารข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet) ของแต่ละอุปกรณ์ เช่น ชนิดของเครื่องมือวัด ลักษณะการติดตั้ง และอุปกรณ์เสริม เป็นต้น พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งบนตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details)

4) ออกแบบรายละเอียดอุปกรณ์เสริมที่ใช้ในการติดตั้งสายไฟ โดยอ้างอิงจากรายการสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Cable Schedule) เช่น ความยาวท่อร้อยสายไฟ (Conduit) เคเบิลแกน (Cable Gland) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13.3 Revision Clouds

เลือกคำสั่ง Revision Clouds โดยครอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดใหม่ที่ถูกเพิ่มในแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout) ในโปรแกรม AutoCAD 2016 เพื่อเป็นการแสดงขอบเขตอุปกรณ์และเครื่องมือวัดสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในโครงการนี้ ซึ่งแสดงตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้งของ Flow Transmitter ในโครงการนี้ ดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.19 ตัวอย่างการจัดทำรายละเอียดการติดตั้งของ Flow Transmitter

3.14 การจัดทำรายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องจัดเตรียม (Instrument Bulk Material MTO)

หลังจากการจัดทำเอกสารการออกแบบทางวิศวกรรมเสร็จสิ้น วิศวกรผู้ออกแบบก็จะทราบถึงจำนวนอุปกรณ์รวมถึงจำนวนที่ต้องสำรองไว้ตามข้อกำหนดของโครงการ (Spare) ขนาด วัสดุของอุปกรณ์นั้น ๆ และผู้ผลิตอุปกรณ์ รายละเอียดเหล่านี้จำเป็นจะต้องใช้ในโครงการทั้งหมดโดยการส่งให้กับผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ว่าจ้างว่ามีคุณภาพและได้มาตรฐานตามที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ (Vendor List) ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบจะต้องตรวจนับด้วยความระมัดระวังเนื่องจากอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในการจัดซื้อ เช่น อุปกรณ์ที่ซื้อมาอาจจะผิดขนาดทำให้ใช้งานไม่ได้ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อบริษัทผู้รับเหมาเอง และสิ้นเปลืองงบประมาณโดยไม่จำเป็น โดยในรายละเอียดรายการอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเตรียมจะแบ่งออกเป็นหัวข้อหลัก เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบและจัดซื้อ ดังนี้

3.14.1 อุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Devices)

ในส่วนนี้จะพูดถึงจำนวนและรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดหลัก ๆ ที่จะต้องใช้ เช่น จำนวนเกจ ทรานส์มิตเตอร์ หรือวาล์วควบคุม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้วิศวกรผู้ออกแบบจำนำมาจากเอกสารสารบัญเครื่องมือวัด (Instrument Index) เพื่อนับจำนวนอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ต้องทำการจัดเตรียมและเอกสารรายละเอียดเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet) เพื่อดูรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ต้องจัดซื้อในเรื่องของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดและย่านการวัดที่ใช้รวมถึงรายละเอียดย่อยอื่น ๆ ที่ผู้จัดจำหน่ายจำเป็นต้องทราบในการจัดซื้อ โดยเอกสารนี้จะพูดถึงจำนวนอุปกรณ์หลัก ๆ เท่านั้น อุปกรณ์ซัพพอร์ทอื่น ๆ จะไม่ถูกนำมารวมอยู่ด้วย

3.14.2 สายไฟฟ้าของเครื่องมือวัด (Instrument Cable)

ในส่วนนี้จะแสดงรายละเอียดสายไฟของอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดที่ต้องใช้ในโครงการ โดยข้อมูลในส่วนนี้ได้มาจากการสรุปผลในตารางแสดงรายการสายไฟ (Instrument Cable Schedule) ซึ่งบอกว่าจะต้องซื้อสายไฟชนิดใดบ้างและซื้อเป็นความยาวจำนวนกี่เมตร โดยยอดการซื้อสายไฟทั้งหมดได้รวมกับจำนวนสายไฟสำรอง (Spare) ตามข้อกำหนดของโครงการแล้ว

3.14.3 เคเบิลแกรนด์ของเครื่องมือวัด (Instrument Cable Gland)

ในส่วนนี้จะแสดงรายละเอียดทั้งขนาดและจำนวนของเคเบิลแกรนด์ทั้งหมดที่ใช้ในโครงการ โดยข้อมูลในส่วนนี้นำมาจาก เอกสารรายละเอียดการติดตั้ง (Typical & Hook Up Details)

3.14.4 เครื่องมือป้องกันอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Protection Devices)

ในส่วนนี้แสดงถึงอุปกรณ์ป้องกันไฟเกินของเครื่องมือวัด (Surge Protection) ซึ่งจะแสดงถึงชนิดและจำนวนที่จะต้องใช้กับอุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์หรือวาล์วควบคุมที่ใช้ในโครงการ โดยข้อมูลในส่วนนี้นำมาจากเอกสารรายละเอียดการติดตั้ง (Typical & Hook Up Details)

3.14.5 ท่อและข้อต่อ (Tubing & Fitting)

ในส่วนนี้แสดงถึงชนิดและความยาวท่อ (pipe) ชนิดและจำนวนของข้อต่อ (Fitting) วาล์วหัวเข็ม (Needle Valve) ที่ใช้ในการต่อท่อ Impulse Line ออกมาจากกระบวนการรวมถึงอุปกรณ์ที่ไว้ใช้อุด (Plug) และครอบ (Cap) ตัวท่อที่ไม่ได้ใช้งานอีกด้วย โดยข้อมูลในส่วนนี้นำมาจากเอกสารรายละเอียดการติดตั้ง (Typical & Hook Up Details)

3.14.6 กล่องต่อสายไฟ (Junction Box)

ในส่วนนี้แสดงถึงขนาดและจำนวนของกล่องต่อสายไฟ (Junction Box) ที่ใช้ทั้งหมดในโครงการ โดยข้อมูลในส่วนนี้นำมาจากเอกสารรายละเอียดการติดตั้ง (Typical & Hook Up Details)

3.14.7 ท่อร้อยสายไฟและอุปกรณ์เสริม (Conduit & Accessories)

เป็นส่วนที่บอกถึงชนิดและจำนวนความยาวของท่อร้อยสายไฟ (Conduit) ทั้งหมดที่ใช้ร้อยสายไฟจากอุปกรณ์เครื่องมือวัดลงดิน และเข้าห้องควบคุมกลาง (Central Control Room: CCR) และอุปกรณ์เสริมที่ประกอบไปด้วยตัว Bushing มีลักษณะคล้ายฝาแกลลอนใช้ครอบบริเวณปากท่อร้อยสายไฟเพื่อป้องกันความคมของท่อร้อยสายไฟบาดหรือเกิดการเสียดสีสายเคเบิลและ Conduit Clamp เพื่อใช้ยึดท่อร้อยสายไฟโดยข้อมูลในส่วนนี้นำมาจากเอกสารรายละเอียดการติดตั้ง (Typical & Hook Up Details)

3.14.8 อุปกรณ์เสริม (Stanchion, Steel Support, Accessories)

เป็นส่วนที่แสดงถึงอุปกรณ์ซัพพอร์ทตัวอุปกรณ์เครื่องมือวัดให้ตั้งอยู่อย่างมั่นคง เช่น ตัวตอม่อ (Stanchion), Base Plate ที่เป็นส่วนฐานใช้รองรับแรงจากตัวตอม่อ, อุปกรณ์ยึดสายร้อยสายไฟเข้ากับท่อเช่นตัว Unistrut, น็อตรูปตัวยู (U-Bolt) หรือโครงสร้างที่ไว้ซัพพอร์ทตัวกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

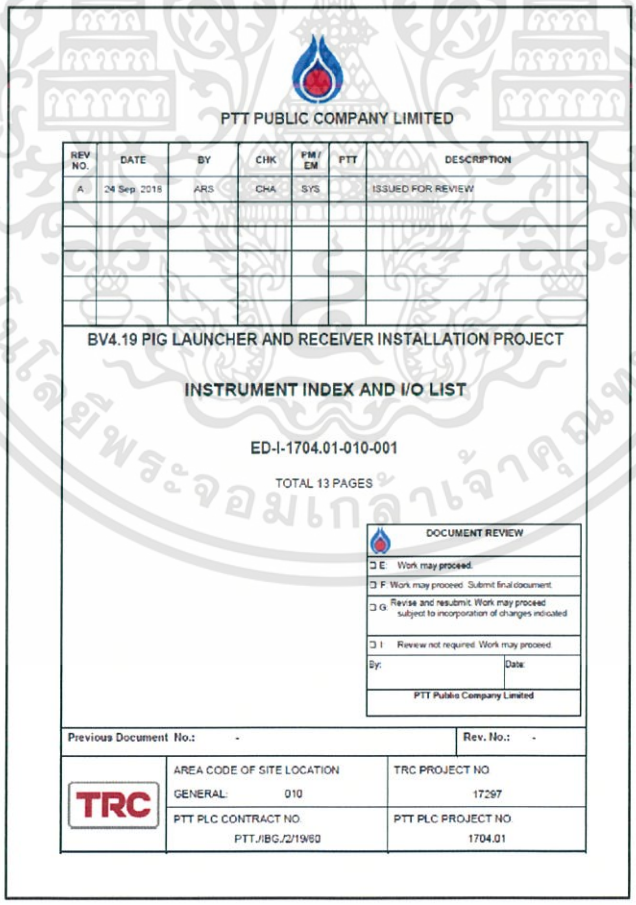
ต่อสายไฟเช่น C-Chanel โดยข้อมูลในส่วนนี้นำมาจากเอกสารรายละเอียดการติดตั้ง (Typical & Hook Up Details)

3.14.9 อุปกรณ์อื่น ๆ (Miscellaneous)

เป็นอุปกรณ์ที่เป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ อยู่นอกเหนือจากอุปกรณ์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเช่น น็อตตัวผู้ (Bolt), น็อตตัวเมีย (Nut), วงแหวนสปริงหรือชื่อที่รู้จักกันโดยทั่วไปคืออีแปะ (Washer), หางปลา (Cable Lug), แท็กสายไฟ (Equipment Tag Number) หรือปากกาเขียนสายเคเบิล (Wire Marker) ซึ่งในการซื้อนิยมสั่งเป็นล็อต (Lot) เนื่องจากมีจำนวนการใช้งานมากและราคาถูก โดยข้อมูลในส่วนนี้นำมาจากเอกสารรายละเอียดการติดตั้ง (Typical & Hook Up Details)

3.15 การจัดทำหน้าปกเอกสาร (Cover page)

เมื่อทำรายละเอียดต่าง ๆ ในเอกสารเสร็จแล้ว วิศวกรผู้ออกแบบจำเป็นที่จะต้องทำหน้าปกเอกสารของเอกสารแต่ละชนิดเพื่อให้หัวหน้าวิศวกร (Lead Engineer) ของโครงการนั้น ๆ ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร หลังจากนั้นจึงส่งให้ผู้จัดการโครงการ (Project Manager) ลงชื่อเพื่ออนุมัติความถูกต้องของเอกสารเป็นครั้งสุดท้ายก่อนที่จะทำการส่งมอบเอกสารให้กับผู้ว่าจ้าง (Owner) ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารต่อไป



PTT PUBLIC COMPANY LIMITED

REV NO.	DATE	BY	CHK	PM / EM	PTT	DESCRIPTION
A	24 Sep. 2018	ARS	CHA	SYS		ISSUED FOR REVIEW

BV4.19 PIG LAUNCHER AND RECEIVER INSTALLATION PROJECT

INSTRUMENT INDEX AND I/O LIST

ED-I-1704.01-010-001

TOTAL 13 PAGES

DOCUMENT REVIEW

- ☐ E: Work may proceed.
- ☐ F: Work may proceed. Submit final document.
- ☐ G: Revise and resubmit. Work may proceed subject to incorporation of changes indicated
- ☐ I: Review not required. Work may proceed.

By: Date:

PTT Public Company Limited

Previous Document No.: -	Rev. No.: -
TRC	AREA CODE OF SITE LOCATION GENERAL 010
	TRC PROJECT NO. 17297
	PTT PLC CONTRACT NO. PTT/IBG/2/19/60
	PTT PLC PROJECT NO. 1704.01

ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างหน้าปกเอกสาร (Cover Page) ของรายการสารบัญเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวิศวกรผู้ออกแบบมีการจัดทำเอกสารรวมถึงหน้าปกเอกสารเรียบร้อยแล้ว จะทำการจัดส่งเอกสารให้กับฝ่ายควบคุมงานเอกสาร (Document Controller) ประจำแผนกเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของเอกสาร และออกแบบฟอร์มการส่งเอกสาร (Document Transmittal Form) แนบกับเอกสารเพื่อจัดส่งให้กับผู้ว่าจ้างต่อไป

3.16 รหัสการตรวจสอบเอกสารจากผู้ว่าจ้าง (Return Code)

เมื่อทำการส่งเอกสารไปหาผู้ว่าจ้างโครงการ (บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)) จากนั้นวิศวกรตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารที่บริษัทของผู้ว่าจ้างโครงการจะทำการตรวจสอบเอกสารภายใระยะเวลาหนึ่ง อาจจะเป็น 7 วัน หรือ 7 วันตามแต่ข้อตกลงของแต่ละโครงการ เมื่อวิศวกรผู้ทำการตรวจสอบตรวจสอบเอกสารและทำการจัดส่งเอกสารกลับมาภายในระยะเวลาที่กำหนด ผู้ว่าจ้างจะส่งเอกสารกลับมาในรูปของรหัส (Return Code) กลับมาซึ่งปรากฏอยู่ในกล่อง Document Review ที่ปรากฏอยู่บนหน้าปกเอกสาร (Cover Page) ว่าเอกสารที่จัดส่งไปนั้นมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดที่จะมีความพร้อมสำหรับการนำไปใช้ก่อสร้าง โดยรายละเอียดรหัส (Code) ที่ทางผู้ว่าจ้างตอบกลับมาในกล่อง Document Review จะเป็นดังนี้

I. **รหัส** E หมายถึงเอกสารมีความสมบูรณ์สามารถนำไปใช้ในการก่อสร้าง พร้อมขึ้นเป็น Revision. 0 (Issued for Construction) ได้ทันที

II. **รหัส** F หมายถึงเอกสารมีคอมเม้นท์ (Comment) เล็กน้อยแต่ก็สามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้

III. **รหัส** G หมายถึงเอกสารมีคอมเม้นท์ (Comment) ต้องมีการปรับแก้ใหม่ และต้องส่งไปให้ผู้ว่าจ้างโครงการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

IV. **รหัส** I หมายถึงเอกสารเป็นข้อมูล (Information) เท่านั้นไม่มีความจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบความถูกต้อง

DOCUMENT REVIEW	
❑ E: Work may proceed.	
❑ F: Work may proceed. Submit final document.	
❑ G: Revise and resubmit. Work may proceed subject to incorporation of changes indicated.	
❑ I: Review not required. Work may proceed.	
By:	Date:
PTT Public Company Limited	

ภาพที่ 3.21 กล่อง Document Review

3.17 การอัพเดทเอกสาร (Revision Update)

เมื่อผู้ว่าจ้างทำการส่งรหัส (Return Code) กลับมาแล้ว ทางผู้ดำเนินโครงการจึงจะทำการอัพเดทเอกสาร (Revision Update) ซึ่งในการอัพเดทเอกสารในแต่ละครั้งนั้น เมื่อวิศวกรผู้ทำการออกแบบสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารขึ้นเป็นครั้งแรกจะเริ่มต้นที่ Revision. A คือ การจัดทำเอกสารเพื่อการตรวจสอบ (Issued for Review) แต่ถ้าเอกสารนั้นเมื่อส่งไปให้ผู้ว่าจ้างตรวจเช็คแล้วยังมีความไม่ถูกต้อง (ดูได้จาก Return Code ที่ได้รับ) และจำเป็นที่จะต้องทำการแก้ไขก่อนที่จะทำการจัดส่งไปให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งจะใช้ Revision. B คือ การจัดทำเอกสารเพื่อการแก้ไข (Issued for Revise) แต่ถ้าเอกสารยังไม่ถูกต้องและจำเป็นต้องแก้ไขต่อไปอีก Revision Number ของเอกสารก็จะเพิ่มเป็น C, D, E, ..., Z ต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าเอกสารนั้นจะได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องพร้อมสำหรับเป็น Revision. 0 คือ Issued for Construction หมายความว่า เอกสารมีความถูกต้องสมบูรณ์พร้อมนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ทันที

อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าบางเอกสารก็ยังปรากฏให้เห็น Revision. 1,2,3... อยู่นั้น เป็นเพราะว่าในการนำไปก่อสร้างจริง เรื่องของการออกแบบอาจไม่ตรงกับการก่อสร้างจึงจำเป็นที่จะต้องมีการแก้ไขเอกสาร ในขณะที่กำลังก่อสร้างอยู่โดยทำควบคู่ไปพร้อมกันจนกว่าการก่อสร้างจะเสร็จสิ้นจึงจะเอาการแก้ไขครั้งสุดท้าย เช่น ในบางโครงการการอัพเดทเอกสารอาจถึง Revision.5 เอกสารฉบับนั้นจึงคงไว้ที่ Revision5. หมายถึงมีการแก้ไขแบบถึง 5 ครั้ง การก่อสร้างจึงแล้วเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินการออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัด

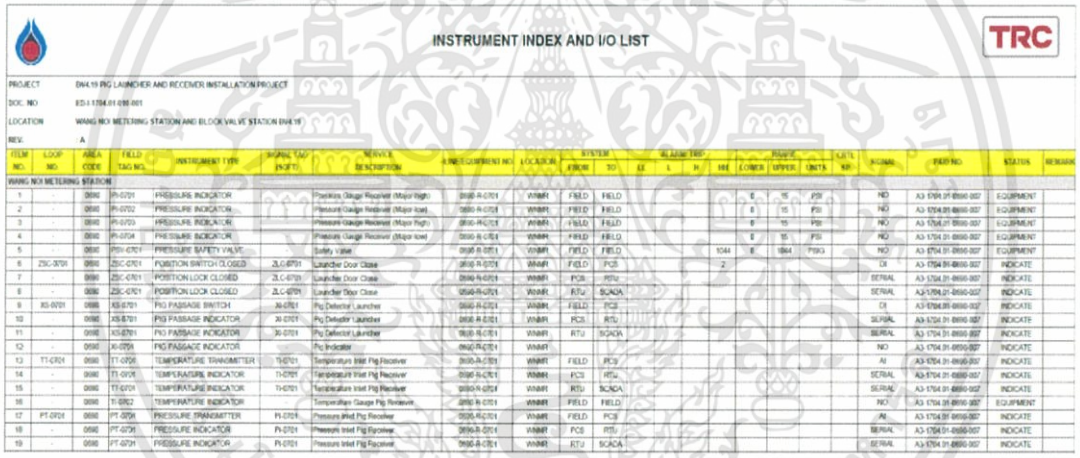
4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินการออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องมือวัด ของโครงการที่ได้รับมอบหมาย โดยแบ่งผลการดำเนินการออกเป็นรายละเอียดของระบบเครื่องมือวัด (Document) และแผนผังรายละเอียดเครื่องมือวัด (Drawing)

4.2 รายละเอียดระบบเครื่องมือวัด (Document)

4.2.1 สารบัญรายการของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Index)

เป็นเอกสารที่กล่าวถึงรายละเอียดและจำนวนอุปกรณ์ที่ได้ทำการเพิ่มขึ้นมาใหม่ สำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่บริเวณ BV4.19 คือบริเวณที่ติดตั้งตัวอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อ ตัวส่งทั้ง 2 ตัว และบริเวณสถานีวังน้อยจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อ ตัวรับ 1 ตัว ดังภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2



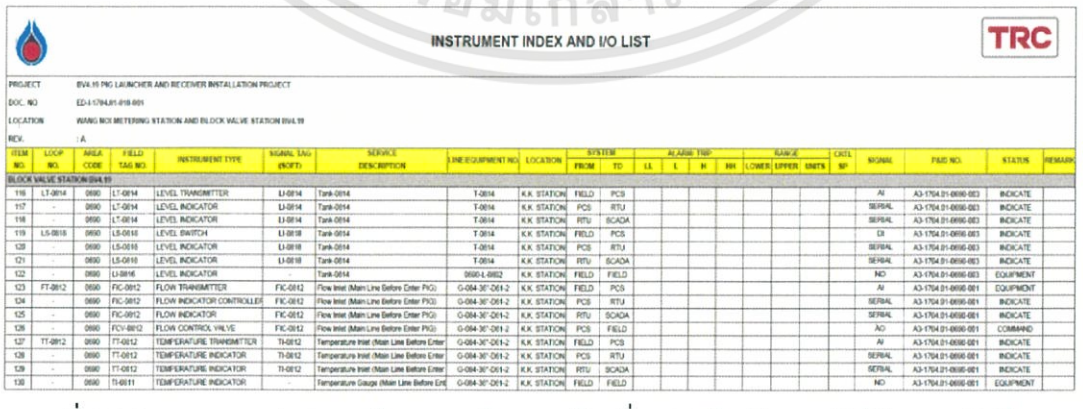
INSTRUMENT INDEX AND I/O LIST

TRC

PROJECT	BV4.19 PIG LAUNCHER AND RECEIVER INSTALLATION PROJECT
DOC. NO	ED-I-1704.01-010-001
LOCATION	WANG NOI METERING STATION AND BLOCK VALVE STATION BV4.19
REV.	A

ITEM NO.	LOOP NO.	AREA CODE	FIELD TAG NO.	INSTRUMENT TYPE	SIGNAL TAG (SOFT)	SERVICE DESCRIPTION	LINE/EQUIPMENT NO.	LOCATION	SYSTEM FROM	SYSTEM TO	ALARM TRIP LL	ALARM TRIP L	ALARM TRIP H	ALARM TRIP HH	RANGE LOWER	RANGE UPPER	RANGE UNITS	CNTL SP	SIGNAL	P&ID NO.	STATUS	REMARK
WANG NOI METERING STATION																						
1	-	0690	PI-0701	PRESSURE INDICATOR		Pipeline Gauge Receiver (Major high)	0690-R-0701	WNMR	FIELD	FIELD					0	15	PSI		NO	A3-1704.01-0690-007	EQUIPMENT	
2	-	0690	PI-0702	PRESSURE INDICATOR		Pressure Gauge Receiver (Major low)	0690-R-0701	WNMR	FIELD	FIELD					0	15	PSI		NO	A3-1704.01-0690-007	EQUIPMENT	
3	-	0690	PI-0703	PRESSURE INDICATOR		Pressure Gauge Receiver (Major high)	0690-R-0701	WNMR	FIELD	FIELD					0	15	PSI		NO	A3-1704.01-0690-007	EQUIPMENT	
4	-	0690	PI-0704	PRESSURE INDICATOR		Pressure Gauge Receiver (Major low)	0690-R-0701	WNMR	FIELD	FIELD					0	15	PSI		NO	A3-1704.01-0690-007	EQUIPMENT	
5	-	0690	PSV-0701	PRESSURE SAFETY VALVE		Safety Valve	0690-R-0701	WNMR	FIELD	FIELD				1044	0	1064	PSIG		NO	A3-1704.01-0690-007	EQUIPMENT	
6	ZSC-0701	0690	ZSC-0701	POSITION SWITCH CLOSED	ZLC-0701	Launcher Door Close	0690-R-0701	WNMR	FIELD	PCS				2					DI	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
7	-	0690	ZSC-0701	POSITION LOCK CLOSED	ZLC-0701	Launcher Door Close	0690-R-0701	WNMR	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
8	-	0690	ZSC-0701	POSITION LOCK CLOSED	ZLC-0701	Launcher Door Close	0690-R-0701	WNMR	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
9	XS-0701	0690	XS-0701	PIG PASSAGE SWITCH	XS-0701	Pig Detector Launcher	0690-R-0701	WNMR	FIELD	PCS									DI	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
10		0690	XS-0701	PIG PASSAGE INDICATOR	XI-0701	Pig Detector Launcher	0690-R-0701	WNMR	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
11	-	0690	XS-0701	PIG PASSAGE INDICATOR	XI-0701	Pig Detector Launcher	0690-R-0701	WNMR	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
12	-	0690	XI-0701	PIG PASSAGE INDICATOR		Pig Indicator	0690-R-0701	WNMR											NO	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
13	TT-0701	0690	TT-0701	TEMPERATURE TRANSMITTER	TI-0701	Temperature Inlet Pig Receiver	0690-R-0701	WNMR	FIELD	PCS									AI	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
14	-	0690	TT-0701	TEMPERATURE INDICATOR	TI-0701	Temperature Inlet Pig Receiver	0690-R-0701	WNMR	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
15	-	0690	TT-0701	TEMPERATURE INDICATOR	TI-0701	Temperature Inlet Pig Receiver	0690-R-0701	WNMR	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
16	-	0690	TI-0702	TEMPERATURE INDICATOR		Temperature Gauge Pig Receiver	0690-R-0701	WNMR	FIELD	FIELD									NO	A3-1704.01-0690-007	EQUIPMENT	
17	PT-0701	0690	PT-0701	PRESSURE TRANSMITTER	PI-0701	Pressure Inlet Pig Receiver	0690-R-0701	WNMR	FIELD	PCS									AI	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
18	-	0690	PT-0701	PRESSURE INDICATOR	PI-0701	Pressure Inlet Pig Receiver	0690-R-0701	WNMR	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	
19	-	0690	PT-0701	PRESSURE INDICATOR	PI-0701	Pressure Inlet Pig Receiver	0690-R-0701	WNMR	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-007	INDICATE	

ภาพที่ 4.1 Instrument Index บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย สำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา



INSTRUMENT INDEX AND I/O LIST

TRC

PROJECT	BV4.19 PIG LAUNCHER AND RECEIVER INSTALLATION PROJECT
DOC. NO	ED-I-1704.01-010-001
LOCATION	WANG NOI METERING STATION AND BLOCK VALVE STATION BV4.19
REV.	A

ITEM NO.	LOOP NO.	AREA CODE	FIELD TAG NO.	INSTRUMENT TYPE	SIGNAL TAG (SOFT)	SERVICE DESCRIPTION	LINE/EQUIPMENT NO.	LOCATION	SYSTEM FROM	SYSTEM TO	ALARM TRIP LL	ALARM TRIP L	ALARM TRIP H	ALARM TRIP HH	RANGE LOWER	RANGE UPPER	RANGE UNITS	CNTL SP	SIGNAL	P&ID NO.	STATUS	REMARK
BLOCK VALVE STATION BV4.19																						
116	LT-0814	0690	LT-0814	LEVEL TRANSMITTER	LI-0814	Tank-0814	T-0814	K.K. STATION	FIELD	PCS									AI	A3-1704.01-0690-003	INDICATE	
117	-	0690	LT-0814	LEVEL INDICATOR	LI-0814	Tank-0814	T-0814	K.K. STATION	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-003	INDICATE	
118	-	0690	LT-0814	LEVEL INDICATOR	LI-0814	Tank-0814	T-0814	K.K. STATION	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-003	INDICATE	
119	LS-0818	0690	LS-0818	LEVEL SWITCH	LI-0818	Tank-0814	T-0814	K.K. STATION	FIELD	PCS									DI	A3-1704.01-0690-003	INDICATE	
120	-	0690	LS-0818	LEVEL INDICATOR	LI-0818	Tank-0814	T-0814	K.K. STATION	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-003	INDICATE	
121	-	0690	LS-0818	LEVEL INDICATOR	LI-0818	Tank-0814	T-0814	K.K. STATION	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-003	INDICATE	
122	-	0690	LI-0816	LEVEL INDICATOR		Tank-0814	0690-L-0802	K.K. STATION	FIELD	FIELD									NO	A3-1704.01-0690-003	EQUIPMENT	
123	FT-0812	0690	FIC-0812	FLOW TRANSMITTER	FIC-0812	Flow Inlet (Main Line Before Enter PIG)	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	FIELD	PCS									AI	A3-1704.01-0690-001	EQUIPMENT	
124	-	0690	FIC-0812	FLOW INDICATOR CONTROLLER	FIC-0812	Flow Inlet (Main Line Before Enter PIG)	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-001	INDICATE	
125	-	0690	FIC-0812	FLOW INDICATOR	FIC-0812	Flow Inlet (Main Line Before Enter PIG)	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-001	INDICATE	
126	-	0690	FCV-0812	FLOW CONTROL VALVE	FIC-0812	Flow Inlet (Main Line Before Enter PIG)	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	PCS	FIELD									AO	A3-1704.01-0690-001	COMMAND	
127	TT-0812	0690	TT-0812	TEMPERATURE TRANSMITTER	TI-0812	Temperature Inlet (Main Line Before Enter	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	FIELD	PCS									AI	A3-1704.01-0690-001	INDICATE	
128	-	0690	TT-0812	TEMPERATURE INDICATOR	TI-0812	Temperature Inlet (Main Line Before Enter	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	PCS	RTU									SERIAL	A3-1704.01-0690-001	INDICATE	
129	-	0690	TT-0812	TEMPERATURE INDICATOR	TI-0812	Temperature Inlet (Main Line Before Enter	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	RTU	SCADA									SERIAL	A3-1704.01-0690-001	INDICATE	
130	-	0690	TI-0811	TEMPERATURE INDICATOR	-	Temperature Gauge (Main Line Before Ent	G-084-36"-001-2	K.K. STATION	FIELD	FIELD									NO	A3-1704.01-0690-001	EQUIPMENT	

ภาพที่ 4.2 Instrument Index บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19 สำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ข้อกำหนดของเครื่องมือวัด (Instrument Specification)

การออกแบบข้อกำหนดของเครื่องมือวัด ได้มีการอ้างอิงตามข้อกำหนดของโครงการการสร้างท่อส่งก๊าซธรรมชาติเส้นที่ 4 ของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เป็นหลัก ดังแสดงการออกแบบอุปกรณ์ทั้งหมดสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้แก่ ข้อกำหนดสำหรับการติดตั้งทั่วไปของอุปกรณ์เครื่องมือวัด ข้อกำหนดสำหรับการเลือกใช้เกจวัดอุณหภูมิ เกจวัดระดับ ทรานส์มิตเตอร์วัดอุณหภูมิ ทรานส์มิตเตอร์วัดความดัน ทรานส์มิตเตอร์วัดอัตราการไหล ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ และวาล์วควบคุมการไหล ดังแสดงไว้ในบทที่ 3

4.2.3 ข้อมูลเครื่องมือวัด (Instrument Data Sheet)

สำหรับการออกแบบข้อมูลเครื่องมือวัดได้มีการออกแบบตามข้อกำหนดที่ได้ทำการเขียนไว้ในบทที่ 3 โดยอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดที่ได้มีการจัดทำเอกสารข้อมูลประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ถูกเพิ่มขึ้นมาใหม่สำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้แก่ เอกสารข้อมูลของเกจวัดอุณหภูมิ, เกจวัดระดับ, ทรานส์มิตเตอร์วัดอุณหภูมิ, ทรานส์มิตเตอร์วัดความดัน, ทรานส์มิตเตอร์วัดอัตราการไหล, ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ, และวาล์วควบคุมการไหล ซึ่งในที่นี้จะขอยกมา 3 ชนิดได้แก่ เกจวัดอุณหภูมิ, ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ และ วาล์วควบคุมอัตราการไหล ซึ่งรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ในบริเวณนี้ ได้แก่

4.2.3.1 อุปกรณ์เกจวัดอุณหภูมิ TI-0811 (Temperature Gauge)

รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เลือกใช้เป็นดังนี้

1) ชนิดของเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่ได้เลือกใช้คือ ชนิดแถบโลหะคู่ (Bi-Metallic) ตัวเกจหมุนได้ 360 องศา (Every Angle)

2) ย่านการวัดที่ใช้คือ 0-200 °F ซึ่งคลอบคลุมย่านการวัดอุณหภูมิในขณะทำงานของกระบวนการ (Operating Temperature) ที่ขณะอุณหภูมิสูงสุดคือ 120 °F และต่ำสุดคือ 60 °F และควบคุมย่านอุณหภูมิการวัดออกแบบ (Design Temperature Max) คือ 150 °F

3) ขนาดหน้าปัดและสีของตัวอักษรบนหน้าปัด ได้เลือกใช้ตาม Instrument Specification คือ มีขนาด 4 นิ้ว และเป็นตัวอักษรสีดำบนพื้นหลังสีขาว

4) ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำของตัว (Sealed Case) ที่เลือกใช้ คือ IP65 ป้องกันฝุ่นอย่างสมบูรณ์แบบและป้องกันน้ำจากทุกทิศทาง เป็นขั้นต่ำ

5) วัสดุ Case ของตัว Temperature Gauge คือ Aluminum เนื่องจากวัสดุส่วนนี้ไม่ได้สัมผัสกับตัวกระบวนการ จึงเป็นการประหยัดต้นทุนแทนการเลือกใช้ Stainless Steel

6) ตัววัสดุที่ใช้ทำก้านของเกจวัดอุณหภูมิ (Stem Material) เลือกใช้เป็น Stainless Steel 316 เป็นอย่างต่ำ เนื่องจากมีการกำหนดไว้ใน Project Specification และตัว Stem ยังเป็นส่วนที่สัมผัสอยู่กับกระบวนการอยู่ตลอดเวลา และบริเวณที่ก้าน stem ติดอยู่คือด้านหลังของเกจวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) วัสดุที่ใช้ทำเลนส์ของเกจวัดอุณหภูมิเป็นเลนส์ Safety Glass เนื่องจากอุปกรณ์จัดอยู่ใน Hazardous Area Zone ซึ่งอาจเกิดการระเบิดจากก๊าซในกระบวนการได้

8) ความแม่นยำของเครื่องมือวัด (Accuracy) เลือกใช้เป็น +/-0.05% of Full Scale ตามข้อกำหนดใน Project Specification

9) เทอร์โมเวลล์ของอุปกรณ์เกจวัดอุณหภูมิ (Thermowell of Temperature Gauge)

10) จุดที่เชื่อมต่อกับกระบวนการเลือกใช้เป็นหน้าแปลนขนาด 1 ½ นิ้วตามมาตรฐาน ASME

11) ชนิด Raised Face ทนความดันได้ 600 ปอนด์ ตาม Project Specification

12) วัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมเวลล์เลือกใช้เป็น Stainless Steel 316 เป็นขั้นต่ำตามมาตรฐานทั่วไปสำหรับกระบวนการผลิตก๊าซ

13) ชนิดของเมอร์โมเวลล์เลือกเป็นแบบ Tapered Drilled Bar Stock ตาม Project Specification

ภาพที่ 4.3 เกจวัดอุณหภูมิชนิดแถบโลหะคู่ (Bimetallic Thermometer)

4.2.3.2 ทรานส์มิตเตอร์วัดอุณหภูมิ TT-0812 (Temperature Transmitter) รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เลือกใช้เป็นดังนี้

- **สำหรับตัวทรานส์มิตเตอร์**

1) ลักษณะการติดตั้งเป็นแบบติดตั้งโดยตรงกับท่อพร้อมกับเทอร์โมเวลล์ (Direct Thermowell Mounted)

2) ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำของตัว (Sealed Case) ที่เลือกใช้คือ IP65 ป้องกันฝุ่นอย่างสมบูรณ์แบบและป้องกันน้ำจากทุกทิศทาง เป็นขั้นต่ำ

3) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้าตัวทรานส์มิตเตอร์คือ ไฟกระแสตรงขนาด 24 โวลต์ และสัญญาณเอาท์พุตคือ 4-20 mA เป็นมาตรฐานโดยใช้การรับส่งสัญญาณแบบ HART Protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) วัสดุที่ใช้ทำตัวเรือนเลือเป็น Aluminum

5) มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD ในตัวที่บริเวณใช้งาน (Field)

6) ตัวติดตั้ง (Mounting Bracket) เลือกใช้เป็นวัสดุ Stainless Steel 316

- **สำหรับ Element**

1) เลือกใช้เป็น RTD ชนิด Pt100 แบบ 2 สายเนื่องจากมีความแม่นยำในช่วงการวัด

2) สอดคล้องกับช่วงอุณหภูมิในกระบวนการผลิต

3) ขนาดจุดต่อสายไฟ (Cable entry) เท่ากับ M20x1.5

- **สำหรับ Thermowell**

1) เลือกใช้เหมือนกับเทอร์โมเวลล์ของเกจวัดอุณหภูมิเนื่องจากมีความเหมาะสมกับเงื่อนไขของกระบวนการผลิต

4.2.3.3 ทรานส์มิตเตอร์วัดอตราการไหล FT-0812 (Flow Transmitter)

รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เลือกใช้เป็นดังนี้

1) วัสดุที่เป็น Element เลือกใช้เป็น Diaphragm

2) ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำของตัว (Sealed Case) ที่เลือกใช้คือ IP65 ป้องกันฝุ่นอย่างสมบูรณ์แบบและป้องกันน้ำจากทุกทิศทาง เป็นขั้นต่ำ

3) วิธีการป้องกันอุปกรณ์ทรานส์มิตเตอร์ (Protection Method) เป็นวงจรจำกัดพลังงาน (Intrinsically Safe) เนื่องจากตัวอุปกรณ์จัดอยู่ในพื้นที่โซนอันตราย (Hazardous Area) จึงเลือกใช้วงจรที่ก่อให้เกิดความร้อนที่น้อยมาก ๆ และไม่ก่อให้เกิดการจุดประกายไฟ

4) ความแม่นยำของเครื่องมือวัด (Accuracy) เลือกใช้เป็น +/-0.05% of Full Scale ตามข้อกำหนดใน Project Specification

5) วัสดุที่ใช้ทำทรานส์มิตเตอร์เลือกเป็น (Body Material) Stainless Steel 316 เป็นอย่างต่ำ และวัสดุที่ใช้ทำตัวเรือน (Housing Material) เลือเป็น Stainless Steel 304

6) เลือกวัสดุที่ใช้สร้างความดันแตกต่างเป็น 5 Valves Manifold ติดตั้งติดกับตัวทรานส์มิตเตอร์

7) โอริงเป็นชนิดเทฟลอน (PTFE) และ Fill Fluid ที่ใช้เป็น Silicone เนื่องจากสามารถทนความร้อนได้สูง

8) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้าตัวทรานส์มิตเตอร์คือ ไฟกระแสตรงขนาด 24 โวลต์ และสัญญาณเอาท์พุตคือ 4-20 mA เป็นมาตรฐานโดยใช้การรับส่งสัญญาณแบบ HART Protocol

- **สำหรับ Orifice**

1) ออริฟิสเป็นชนิดมีจุดศูนย์กลางร่วม (Concentric) เนื่องจากของไหลในกระบวนการผลิตสถานะเป็นก๊าซ และตรงตาม Project Specification

2) วัสดุที่เลือกใช้ทำออริฟิสเป็น Stainless Steel 316 เป็นอย่างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ค่า Bata Ratio อยู่ในช่วง 0.2-0.75 ตามมาตรฐานของออริฟิส

4) รู Vent hole จำเป็นจะต้องมีสำหรับหน้าแปลนที่ใช้กับออริฟิส วัสดุที่ใช้ต้องเป็น Stainless Steel 316 เป็นอย่างต่ำ

5) ปะเก็นตามแต่ผู้จัดจำหน่าย (Vendor) จะเลือกใช้ลักษณะ Taps Type เป็น Flange Tapping

4.2.3.4 เกจวัดระดับ LI-0815 และ LI-0816 (Level Gauge)

รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เลือกใช้เป็นดังนี้

1) ชนิดของเกจวัดระดับที่เลือกใช้คือแบบแม่เหล็ก (Magnetic Level Gauge) เนื่องจากเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสำหรับการวัด Condensate ทั้งยังไม่ต้องการการบำรุงรักษาบ่อยและให้ค่าการวัดที่แม่นยำ

2) วัสดุที่ใช้ทำตัว Chamber เลือกเป็น Carbon Steel ตัวปะเก็นเลือกเป็นเทฟลอน PTFE

3) การติดตั้งเป็นแบบด้านข้างติดกับตัวแท้งค์ (Side-Side Mount)

4) ตัวแสดงผลใช้เป็นแบบ Bar Graph และมาตรวัดเป็นสเกลแบบเมตริก ตาม Project Specification ระยะ Center to center เป็น 3.5 เมตร

5) มาตรฐานการป้องกันระเบิด (Explosion Protection) เป็นมาตรฐาน ATEX Exd

6) จุดต่อกับกระบวนการเป็น 1 ½ นิ้วทนความดันได้ 600 ปอนด์ ตาม Project Specification

7) จุด Vent Valve มีจุดต่อกับกระบวนการเป็น 1 ½ นิ้วทนความดันได้ 600 ปอนด์ ปิดด้วย End Cap และ จุด Drain Valve มีขนาดเท่ากันกับ Vent Valve และถูกปิดด้วยหน้าแปลนแบบ Blind Flange วัสดุที่ใช้ทำหน้าแปลนเป็นแบบ Carbon Steel

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างเกจวัดระดับชนิดแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.5 ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ LT-0813 และ LT-0814 (Level Transmitter) รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เลือกใช้เป็นดังนี้

1) ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับชนิดที่เลือกใช้เป็นแบบ Radar Level Transmitter เนื่องจากไม่มีส่วนที่ต้องสัมผัสกับของเหลวทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและไม่เสียค่าซ่อมบบำรุงที่มาก

2) ลักษณะการติดตั้งอยู่ด้านบนของแท้งค์

3) ลักษณะของ Antenna เป็นแบบ cone ชนิด non-contact วัสดุที่ใช้ทำเป็น Stainless Steel 316

4) Dead Zone คือระยะ 1.5 เมตร และจุดต่อไฟฟ้าเป็นขนาด M20x1.5

5) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้าตัวทรานส์มิตเตอร์คือ ไฟกระแสตรงขนาด 24 โวลต์ และสัญญาณเอาท์พุตคือ 4-20 mA เป็นมาตรฐานโดยใช้การรับส่งสัญญาณแบบ HART Protocol

6) ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำของตัว (Sealed Case) ที่เลือกใช้คือ IP65 ป้องกันฝุ่นอย่างสมบูรณ์แบบและป้องกันน้ำจากทุกทิศทาง เป็นขั้นต่ำ

4.2.3.6 สวิตช์วัดระดับ LS-0817 และ LT-0818 (Level Switch) รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เลือกใช้เป็นดังนี้

1) ชนิดของสวิตช์ที่เลือกใช้เป็นแบบแม่เหล็ก

2) วัสดุที่ใช้ทำตัวเรือนเป็นแบบ Aluminum

3) ขนาดหน้าแปลนที่ใช้เชื่อมต่อกับกระบวนการมีขนาด 2 นิ้ว ทนความดันได้ 300 ปอนด์ตาม Project Specification

4) ไฟที่จ่ายให้กับตัวสวิตช์เป็นแบบไฟกระแสตรงขนาด 24 โวลต์

5) ตัว Contact วัสดุที่ใช้ทำคือ Silver Alloy ลักษณะของ Contact เป็นแบบ NO (Normally Open) Type

6) ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำของตัว (Sealed Case) ที่เลือกใช้คือ IP65 ป้องกันฝุ่นอย่างสมบูรณ์แบบและป้องกันน้ำจากทุกทิศทาง เป็นขั้นต่ำ

7) จุดต่อไฟฟ้าเป็นขนาด M20x1.5

8) มาตรฐานการป้องกันการระเบิดเป็นแบบ ATEX Exi

4.2.3.7 วาล์วควบคุมอัตราการไหล FCV-0812 (Flow Control Valve) รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เลือกใช้เป็นดังนี้

- **สำหรับตัววาล์วและบอนเน็ท (Valve Body / Bonnet)**

1) ชนิดของวาล์วเป็นแบบ Globe วาล์วและเป็น Single Port

2) วัสดุตัววาล์วและบอนเน็ทเป็น Carbon Steel

3) ชนิดของ Bonnet เป็นแบบ Plain, Bolted

4) วัสดุที่ใช้ทำก้านวาล์ว (Stem) เป็น Stainless Steel

5) วัสดุที่ใช้ทำ Packing เป็น เทฟลอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) จุดต่อตรงด้านในและด้านนอกของวาล์วเป็นแบบ Raised Face

7) ลักษณะของวาล์วเป็นแบบ Equal Percentage

- **สำหรับตัว Actuator**

1) ชนิด Pneumatic Spring Diaphragm

2) มี Handwheel

3) ช่วงของสปริง 6-30 psig

4) วัสดุที่ใช้ทำไดอะแฟรมเป็นแบบ Nylon Reinforced Neoprene

- **สำหรับตัว Positioner**

1) เป็นแบบ Pneumatic

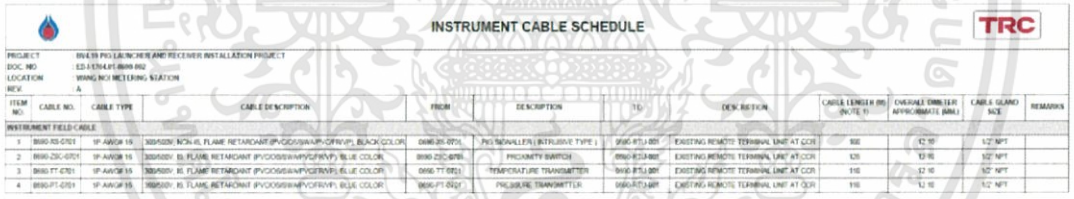
2) สัญญาณอินพุตเป็นแบบ 4-20 mA Smart type กับ HART Protocol

3) สัญญาณเอ้าท์พุตเป็นแบบ 3-15 psig

4) มีตัว Gauge ชี้บอกสเกลของตัว Positioner

4.2.4 รายการสายไฟของเครื่องมือวัด (Cable Schedule)

เป็นเอกสารที่แสดงถึงรายละเอียดพร้อมทั้งความยาวของสายไฟสำหรับอุปกรณ์ใหม่ ที่ได้ทำการเพิ่มเข้ามาสำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ทั้งที่บริเวณสถานีวังน้อย และ บริเวณ BV4.19 Pig Launcher and Receiver Installation Project ดังภาพที่ 4.5 และ 4.6



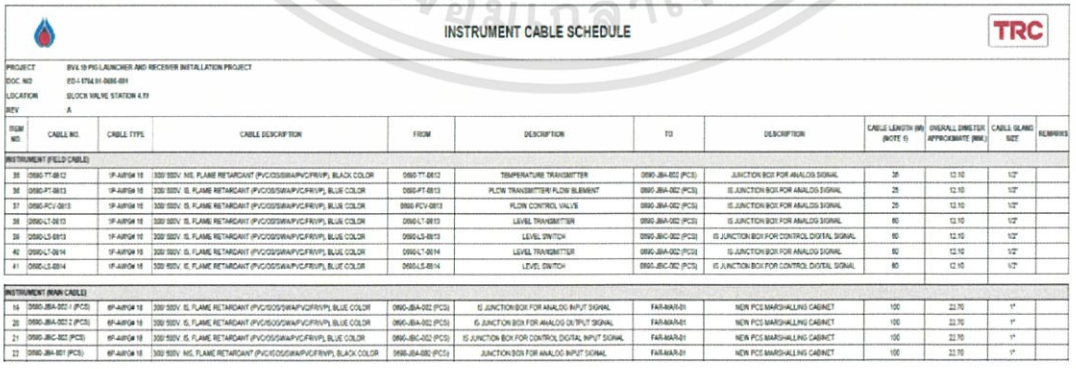
INSTRUMENT CABLE SCHEDULE

TRC

PROJECT : BV4.19 PIG LAUNCHER AND RECEIVER INSTALLATION PROJECT
DOC. NO : ED-I-5764.01-0000-002
LOCATION : WANG NOI METERING STATION
REV. : A

ITEM NO.	CABLE NO.	CABLE TYPE	CABLE DESCRIPTION	FROM	DESCRIPTION	TO	DESCRIPTION	CABLE LENGTH (M) (NOTE 1)	OVERALL DIMETER APPROXIMATE (MM.)	CABLE GLAND SIZE	REMARKS
INSTRUMENT FIELD CABLE											
1	0990-TE-0701	1P-AWG# 16	300/500V, NON-IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLACK COLOR	0990-PT-0701	PIG SIGNALLER (INTRUSIVE TYPE)	0990-RTU-001	EXISTING REMOTE TERMINAL UNIT AT CCR	500	12.10	1/2" NPT	
2	0990-ZSC-0701	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-ZSC-0701	PROXIMITY SWITCH	0990-RTU-001	EXISTING REMOTE TERMINAL UNIT AT CCR	535	12.10	1/2" NPT	
3	0990-TT-0701	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-TT-0701	TEMPERATURE TRANSMITTER	0990-RTU-001	EXISTING REMOTE TERMINAL UNIT AT CCR	515	12.10	1/2" NPT	
4	0990-PT-0701	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-PT-0701	PRESSURE TRANSMITTER	0990-RTU-001	EXISTING REMOTE TERMINAL UNIT AT CCR	515	12.10	1/2" NPT	

ภาพที่ 4.5 รายการแสดงตารางสายไฟที่ใช้กับอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย



INSTRUMENT CABLE SCHEDULE

TRC

PROJECT : BV4.19 PIG LAUNCHER AND RECEIVER INSTALLATION PROJECT
DOC. NO : ED-I-5764.01-0000-001
LOCATION : BLOCK VALVE STATION 4.19
REV. : A

ITEM NO.	CABLE NO.	CABLE TYPE	CABLE DESCRIPTION	FROM	DESCRIPTION	TO	DESCRIPTION	CABLE LENGTH (M) (NOTE 1)	OVERALL DIMETER APPROXIMATE (MM.)	CABLE GLAND SIZE	REMARKS
INSTRUMENT (FIELD CABLE)											
35	0990-TT-0812	1P-AWG# 16	300/500V, NS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLACK COLOR	0990-TT-0812	TEMPERATURE TRANSMITTER	0990-JBA-002 (PCS)	JUNCTION BOX FOR ANALOG SIGNAL	35	12.10	1/2"	
36	0990-FT-0813	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-FT-0813	FLOW TRANSMITTER/ FLOW ELEMENT	0990-JBA-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR ANALOG SIGNAL	25	12.10	1/2"	
37	0990-FCV-0813	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-FCV-0813	FLOW CONTROL VALVE	0990-JBA-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR ANALOG SIGNAL	25	12.10	1/2"	
38	0990-LT-0813	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-LT-0813	LEVEL TRANSMITTER	0990-JBA-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR ANALOG SIGNAL	80	12.10	1/2"	
39	0990-LS-0813	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-LS-0813	LEVEL SWITCH	0990-JBC-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR CONTROL DIGITAL SIGNAL	80	12.10	1/2"	
40	0990-LT-0814	1P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-LT-0814	LEVEL TRANSMITTER	0990-JBA-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR ANALOG SIGNAL	80	12.10	1/2"	
41	0990-LS-0814	1P-AWG# 16	300/500V, IE, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-LS-0814	LEVEL SWITCH	0990-JBC-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR CONTROL DIGITAL SIGNAL	80	12.10	1/2"	
INSTRUMENT (MAIN CABLE)											
19	0990-JBA-002-1 (PCS)	6P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-JBA-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR ANALOG INPUT SIGNAL	FAR-MAR-01	NEW PCS MARSHALLING CABINET	100	22.70	1"	
20	0990-JBA-002-2 (PCS)	6P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-JBA-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR ANALOG OUTPUT SIGNAL	FAR-MAR-01	NEW PCS MARSHALLING CABINET	100	22.70	1"	
21	0990-JBC-002 (PCS)	6P-AWG# 16	300/500V, IS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLUE COLOR	0990-JBC-002 (PCS)	IS JUNCTION BOX FOR CONTROL DIGITAL INPUT SIGNAL	FAR-MAR-01	NEW PCS MARSHALLING CABINET	100	22.70	1"	
22	0990-JBA-001 (PCS)	6P-AWG# 16	300/500V, NS, FLAME RETARDANT (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), BLACK COLOR	0990-JBA-001 (PCS)	JUNCTION BOX FOR ANALOG INPUT SIGNAL	FAR-MAR-01	NEW PCS MARSHALLING CABINET	100	22.70	1"	

ภาพที่ 4.6 รายการแสดงตารางสายไฟที่ใช้กับอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 รายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องจัดเตรียม (Instrument Bulk Material MTO)

แสดงถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จะต้องจัดซื้อ และใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดที่บริเวณสถานีวังน้อย และ บริเวณ BV4.19 Pig Launcher and Receiver Installation Project ดังภาพที่ 4.7 และ 4.8

MATERIAL TAKE OFF
(WANG NOI METERING STATION)

TRC

PROJECT : BV4.19 PIG LAUNCHER AND RECEIVER INSTALLATION PROJECT
DOC. NO : MTO-I-1704.01-010-001
LOCATION : WANG NOI METERING STATION
REV : A

ITEM NO.	DESCRIPTION	RANGE/ SIZE	MATERIAL	BRAND	QUANTITY			UNIT	REMARK
					ESTIMATE	25 % SPARE	NET		
A	**INSTRUMENT DEVICE**								
1	Temperature Indicator	0-200 °F / 1 1/2" RF	316 SS	TBC	1	-	1	Ea	Refer to Datasheet No. DS-I-1704.01-010-007
2	Temperature Transmitter	0-100% / 1 1/2" RF	316 SS	TBC	1		1	Ea	Refer to Datasheet No. DS-I-1704.01-010-008
3	Pressure Transmitter	0 - 1500 PSIG	316 SS	TBC	1		1	Ea	Refer to Datasheet No. DS-I-1704.01-010-002
B	**INSTRUMENT CABLE**								
1	300/500V, I5, Flame Retardant (PVC/OS/SWA/PVC/FRVP), Blue Color	1P-AWG# 16		TBC	220	44	264	M	
2	Ground Cable, THW CU, PVC Insulated, Green/ Yellow Color	1C-AWG# 11 (4 sq.mm.)		TBC	4	1	5	M	Supply by Electrical
3	Ground Cable, THW CU, PVC Insulated, Green/ Yellow Color	1C-AWG# 2 (35 sq.mm.)		TBC	10	2	12	M	Supply by Electrical
C	**INSTRUMENT CABLE GLAND**								
1	Ex'd' Cable Gland for armoured cable, Industrial Type, IP65 (Min.) Accessories Including Locknut, Sealing Washer	1/2" NPT	Nickel Plated Brass	TBC	2	1	3	Ea	
D	**INSTRUMENT PROTECTION DEVICES**								
1	Surge Protection Devices for Signal, 2 Wire	1/2" NPTM	316 SS	TBC	2	1	3	Ea	
E	**TUBING & FITTING**								
1	Seamless Stainless Steel Tube Thickness 0.065"	1/2"OD x 0.065" THK	316 SS	TBC	6	1	7	M	
2	Seamless Stainless Steel Tube Thickness 0.049"	1/4"OD x 0.049" THK	316 SS	TBC	1	1	2	M	
3	Male Connector	1/2" NPTM x 1/2" OD	316 SS	TBC	2	1	3	Ea	
4	Male Connector	1/2" NPTM x 1/4" OD	316 SS	TBC	1	1	2	Ea	
5	Female Connector	1/4" NPTF x 1/4" OD	316 SS	TBC	1	1	2	Ea	
6	Vent Protector (SS Wire Screen Assembly)	1/4" NPTM	316 SS	TBC	1	1	2	Ea	
7	Compression Union Tee	1/2" OD	316 SS	TBC	1	1	2	Ea	
8	Needle Valve	1/2" OD	316 SS	TBC	1	1	2	Ea	
9	Tubing Cap	1/2" OD	316 SS	TBC	1	1	2	Ea	
F	**CONDUIT & ACCESSORIES**								
1	RSC Conduit	1-1/2"	HD-GALV	TBC	4	1	5	M	
2	RSC Conduit	3/4"	HD-GALV	TBC	2	1	3	M	
3	Conduit Clamps	1-1/2"	HD-GALV	TBC	6	1	7	Set	
4	Conduit Clamps	3/4"	HD-GALV	TBC	2	2	4	Set	
5	Conduit Bushing w/ Silicon Sealant	1-1/2"	HD-GALV	TBC	8	2	10	Ea	
6	Conduit Bushing w/ Silicon Sealant	3/4"	HD-GALV	TBC	4	1	5	Ea	
G	**STANCHION, SUNSHADE, STEEL SUPPORT & ACCESSORIES**								
1	Pipe Schedule 40	2" (L=1500 mm.)	HD-GALV	TBC	2	1	3	Ea	Stanchion Type-1
2	Unistrut Channel	41.2 x 41.2 x 2t (L=200 mm.)	HD-GALV	TBC	6	1	7	PCS	
3	Reinforcing Plate	100(W) x 150(H) x 10t mm.	HD-GALV	TBC	8	2	10	Ea	
4	Base Plate	250(W) x 250(H) x 15t mm.	HD-GALV	TBC	2	1	3	Ea	
5	Ground Pad Flat Bar	50(W) x 50(H) x 5t mm.	HD-GALV	TBC	2	1	3	Ea	
6	Cap	2"	HD-GALV	TBC	2	1	3	Ea	
7	U Bolt Nuts w/ Flat, Spring Washer	2"	316 SS	TBC	6	1	7	Set	
8	Sunshade		304 SS	TBC	1	1	2	Set	
9	Flat Bar	300(W) x 150(H) x 5t mm.	HD-GALV	TBC	1	1	2	Set	
H	**MISCELLANEOUS**								
1	Hex Bolt/ Nuts w/ Flat, Spring Washer Type	M6 x 25L mm.	316 SS	TBC	4	1	5	Set	
2	Expansion Bolt Pin Type/ Nuts w/ Flat, Spring Washer	M8 x 70L mm.	316 SS	TBC	4	1	5	Set	
3	Expansion Bolt Pin Type/ Nuts w/ Flat, Spring Washer	M12 x 80L mm.	316 SS	TBC	8	2	10	PCS	
4	Equipment Tag number w/ Mounting Holes Dia. 3 mm.	70(W) x 20(H) x 1t. mm.	304 SS	TBC	3	1	4	Ea	
5	Cable Tag number	100(W) x 10(H) x 0.7t mm.	304 SS	TBC	-	-	1	Lot	
6	Cable Tie Type 316SS w/ PVC Covered	-	316 SS	TBC	-	-	1	Lot	
7	Cable Lug	AWG# 11, Dia. 6.4 mm.	-	TBC	-	-	1	Lot	
8	Cable Lug	AWG# 2, Dia. 6.4 mm.	-	TBC	-	-	1	Lot	

ภาพที่ 4.7 รายการอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียมสำหรับอุปกรณ์ใหม่ของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATERIAL TAKE OFF
(BLOCK VALVE STATION BV4.19)

TRC

PROJECT : BV4.19 PIG LAUNCHER AND RECEIVER INSTALLATION PROJECT
DOC. NO : MTO-I-1704.01-010-001
LOCATION : BLOCK VALVE STATION 4.19 (KAENG KHOI)
REV : A

ITEM NO.	DESCRIPTION	RANGE/ SIZE	MATERIAL	BRAND	QUANTITY			UNIT	REMARK
					ESTIMATE	20 % SPARE	NET		
A	**INSTRUMENT DEVICE**								
1	Temperature Indicator	0-200 °F / 1 1/2" #RF	316 SS	TBC	1	-	1	Ea	Refer to Datasheet No.DS-I-1704.01-010-007
2	Temperature Transmitter	0-100% / 1 1/2" #RF	316 SS	TBC	1	-	1	Ea	Refer to Datasheet No.DS-I-1704.01-010-008
3	Flow Transmitter	0-100%	316 SS	TBC	1	-	1	Ea	Refer to Datasheet No.DS-I-1704.01-010-009
4	Flow Control Valve	0-100%	316 SS	TBC	1	-	1	Ea	Refer to Datasheet No.DS-I-1704.01-010-014
5	Level Indicator	0-100% / 3/4"-600#RF	316 SS	TBC	2	-	2	Ea	Refer to Datasheet No.DS-I-1704.01-010-012
6	Level Transmitter	0-100% / 2"-150#RF	316 SS	TBC	2	-	2	Ea	Refer to Datasheet No.DS-I-1704.01-010-011
7	Level Switch	2"-300#RF	316 SS	TBC	2	-	2	Ea	Refer to Datasheet No.DS-I-1704.01-010-013
B	**INSTRUMENT CABLE**								
1	300/500V, IS, Flame Retardant (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), Blue Color	1P-AWG# 16	-	TBC	260	58	348	M	
2	300/500V, IS, Flame Retardant (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), Blue Color	6P-AWG# 18	-	TBC	100	20	120	M	
3	300/500V, IS, Flame Retardant (PVC/SOS/SWA/PVC/FR/VP), Blue Color	6P-AWG# 18	-	TBC	200	40	240	M	
4	300/ 500V, NIS, Flame Retardant (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), Black Color	1P-AWG# 16	-	TBC	35	7	42	M	
5	300/ 500V, NIS, Flame Retardant (PVC/OS/SWA/PVC/FR/VP), Black Color	6P-AWG# 18	-	TBC	100	20	120	M	
6	Ground Cable, THW CU, PVC Insulated, Green/ Yellow Color	1C-AWG# 11 (4 sq.mm.)	-	TBC	27	5	32	M	Supply by Electrical
7	Ground Cable, THW CU, PVC Insulated, Green/ Yellow Color	1C-AWG# 2 (35 sq.mm.)	-	TBC	35	7	42	M	Supply by Electrical
C	**INSTRUMENT CABLE GLAND**								
1	Ex'd' Cable Gland for armoured cable, Industrial Type, IP65 (Min.) Accessories Including Locknut, Sealing Washer	1" NPT	Nickel Plated Brass	TBC	8	2	10	Ea	
2	Ex'd' Cable Gland for armoured cable, Industrial Type, IP65 (Min.) Accessories Including Locknut, Sealing Washer	1/2" NPT	Nickel Plated Brass	TBC	14	3	17	Ea	
D	**INSTRUMENT PROTECTION DEVICES**								
1	Surge Protection Devices for Signal, 2 Wire	1/2" NPTM	316 SS	TBC	6	1	7	Ea	
E	**TUBING & FITTING**								
1	Seamless Stainless Steel Tube thickness 0.065"	1/2"OD x 0.065" THK	316 SS	TBC	12	2	14	M	
2	CONDUIT & ACCESSORIES	1/2" NPTM x 1/2" OD	316 SS	TBC	7	1	8	Ea	
3	Male Connector	1/4" NPTM x 1/2" OD	316 SS	TBC	1	1	2	Ea	
4	Compression Unions	1/2" OD	316 SS	TBC	2	1	3	Ea	
5	Compression Unions Tees	1/2" OD	316 SS	TBC	2	1	3	Ea	
6	Needle Valve	1/2" OD	316 SS	TBC	3	1	4	Ea	
7	Tubing Plug	1/2" OD	316 SS	TBC	2	1	3	Set	
F	**JUNCTION BOX, ROUND BOX**								
1	STANCHION, SUNSHADE, STEEL SUPPORT & ACCESSORIES	420(W) x 270(H) x 240(D) mm	316 SS	TBC	2	-	2	Set	Earth Bar, Cable Duct, Din Rail, Group Marker, Plu
2	Ex'e' Junction Box, IP65 (Minimum) with Terminal Block and Accessories	610(W) x 320(H) x 275(D) mm	316 SS	TBC	1	-	1	Set	Earth Bar, Cable Duct, Din Rail, Group Marker, Plu
G	**CONDUIT & ACCESSORIES**								
1	RSC Conduit	1-1/2"	HD-GALV	TBC	30	6	36	M	
2	RSC Conduit	3/4"	HD-GALV	TBC	20	4	23	M	
3	Conduit Clamps	1-1/2"	HD-GALV	TBC	21	4	25	Set	
4	Conduit Clamps	3/4"	HD-GALV	TBC	24	5	29	Set	
5	Conduit Bushing w/ Silicon Sealant	1-1/2"	HD-GALV	TBC	36	7	43	Ea	
6	Conduit Bushing w/ Silicon Sealant	3/4"	HD-GALV	TBC	34	7	41	Ea	
H	**STACNCHION, STEEL SUPPORT & ACCESSORIES**								
1	Pipe Schedule 40	2" (L=1500 mm.)	HD-GALV	TBC	3	1	4	Ea	Stanchion Type-1
2	C- Channel	100 x 50 x 5 mm. (L=1500 mm.)	HD-GALV	TBC	2	1	3	Set	Stanchion for Junction Box
3	C- Channel	100 x 50 x 5 mm. (L=3000 mm.)	HD-GALV	TBC	2	1	3	Set	Stanchion for Junction Box
4	Angle Steel	50 x 50 x 5t mm. (L=300 mm.)	HD-GALV	TBC	10	2	12	Set	
5	Unistrut Channel	41.2 x 41.2 x 2t (L=200 mm.)	HD-GALV	TBC	21	4	25	PCS	
6	Unistrut Channel	41.2 x 41.2 x 2t (L=3000 mm.)	HD-GALV	TBC	4	1	5	PCS	
7	Reinforcing plate	100(W) x 150(H) x 10t mm.	HD-GALV	TBC	24	5	29	Ea	
8	Base plate	250(W) x 250(H) x 15t mm.	HD-GALV	TBC	6	1	7	Ea	For Stanchion Type-1
9	Ground pad flat bar	50(W) x 50(H) x 5t mm.	HD-GALV	TBC	10	2	12	Ea	
10	Cap	2"	HD-GALV	TBC	3	1	4	Ea	
11	U-Bolt/ Nuts w/ Flat, Spring Washer	2"	316 SS	TBC	17	3	20	Set	
I	**MISCELLANEOUS**								
1	Hex Bolt/ Nuts w/ Flat, Spring Washer Type	M8 x 25L mm.	316 SS	TBC	10	2	12	Set	
2	Expansion Bolt Pin Type/ Nuts w/ Flat, spring washer	M8 x 70L mm.	316 SS	TBC	22	4	26	Set	
3	Expansion Bolt Pin Type/ Nuts w/ Flat, spring washer	M12 x 80L mm.	HD-GALV	TBC	24	5	29	PCS	
4	Equipment Tag number w/ Mounting Holes Dia. 3 mm.	70(W) x 20(H) x 1t mm.	304 SS	TBC	13	3	16	Ea	
5	Cable Tag number	100(W) x 10(H) x 0.7t mm.	304 SS	TBC			1	Lot	
6	Cable Tie Type 316SS w/ PVC Covered	-	316 SS	TBC	-	-	1	Lot	
7	Cable Lug	AWG# 11, Dia. 6.4 mm.	-	TBC	-	-	1	Lot	
8	Cable Lug	AWG# 2, Dia. 6.4 mm.	-	TBC	-	-	1	Lot	
9	Pin Type Isolated Terminal	-	-	TBC	-	-	1	Lot	
10	Wire Marker	-	-	TBC	-	-	1	Lot	

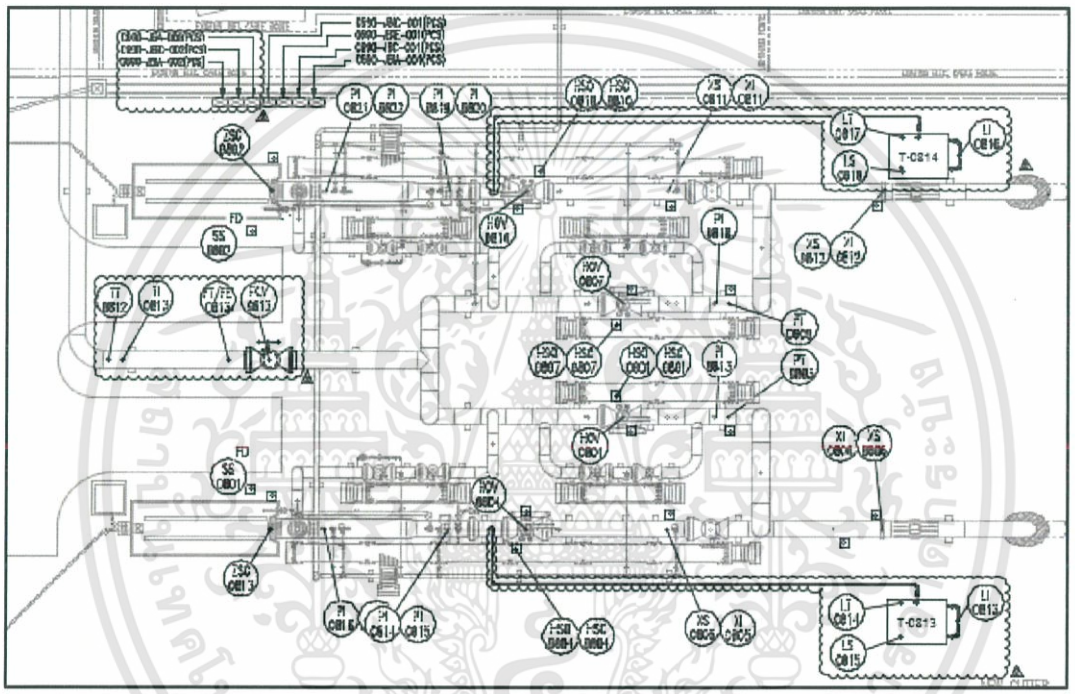
ภาพที่ 4.8 รายการอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียมสำหรับอุปกรณ์ใหม่ของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 แผนผังรายละเอียดเครื่องมือวัด (Drawing)

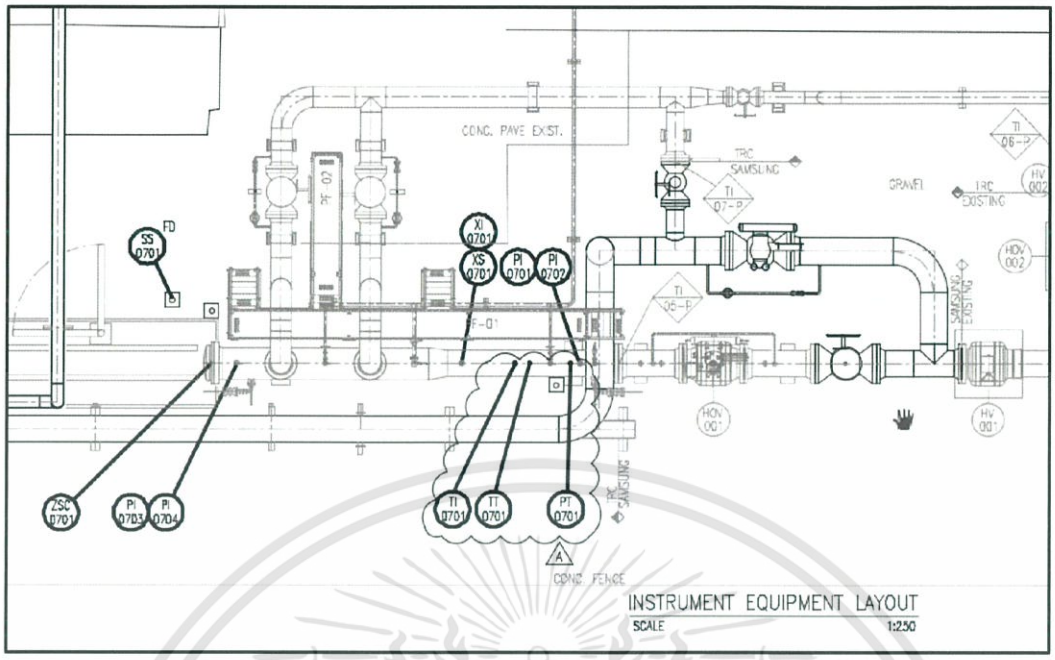
4.3.1 แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Instrument Equipment Layout)

เป็นการแสดงตำแหน่งอุปกรณ์หลักและเครื่องมือวัดทั้งหมดที่ต้องการทำการติดตั้งจริง ดังที่แสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) โดยจะเป็นการแสดงสัญลักษณ์เครื่องมือวัดบนตำแหน่งจริงที่เป็นแผนผังระบบท่อ (Piping General Arrangement Drawing) ซึ่งจัดเตรียมโดยแผนกวิศวกรรมระบบท่อ ดังนั้นการออกแบบแผนผังนี้จึงต้องมีการประสานงานกับแผนกที่รับผิดชอบในส่วนนั้น ๆ เพื่อนำแผนผังระบบท่อมาอ้างอิงตำแหน่งจริงของอุปกรณ์ต่าง ๆ โครงการ ดังภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.9 แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

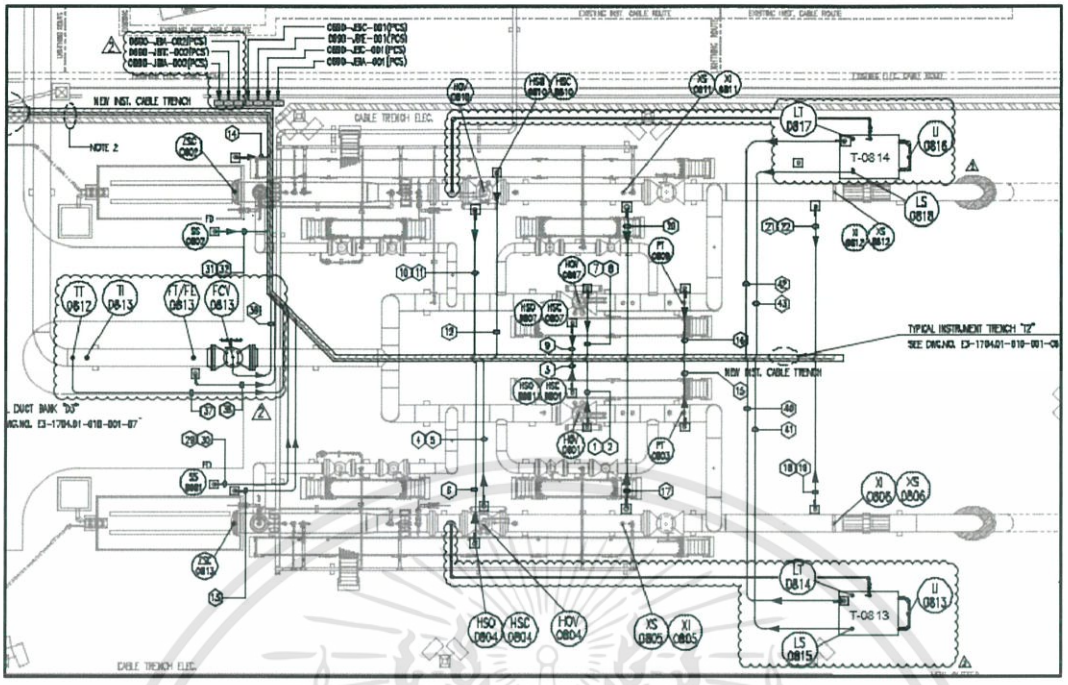


ภาพที่ 4.10 แผนผังตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

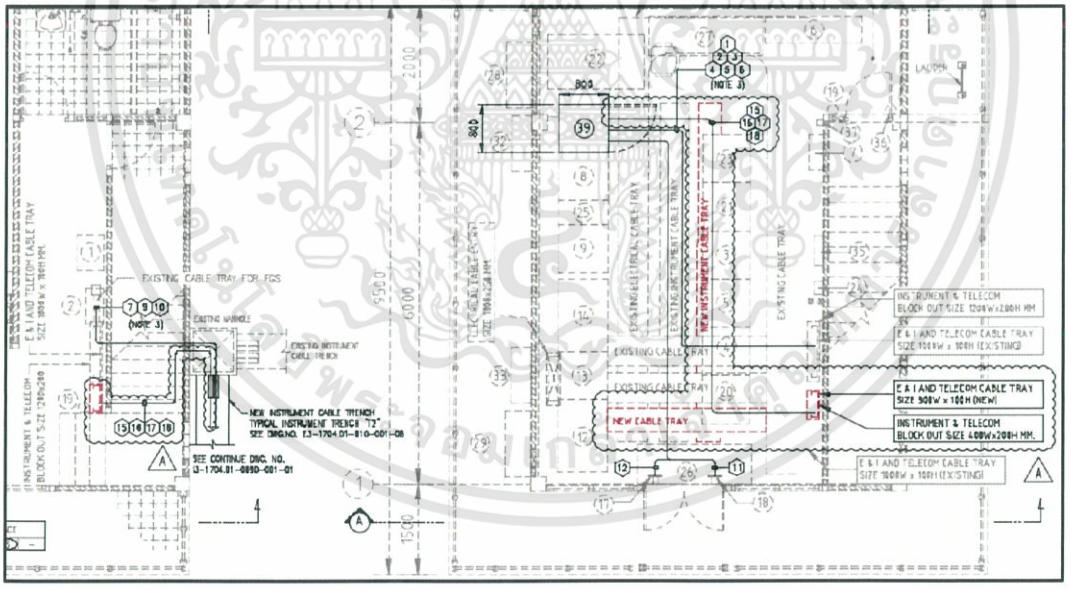
4.3.2 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout)

เป็นการแสดงแนวทางการวางสายไฟที่เป็นสายไฟเส้นหลักที่เชื่อมต่อจากเครื่องมือวัดไปยังกล่องต่อสายไฟ และจากกล่องต่อสายไปยังห้องควบคุม ซึ่งอ้างอิงตำแหน่งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดจากแผนผังตำแหน่งอุปกรณ์ (Instrument Equipment Layout) โดยแผนผังการวางสายไฟจะแสดงรายละเอียดตำแหน่งของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ถูกเชื่อมต่อ ตำแหน่งของกล่องต่อสายไฟ รวมถึงระบุหมายเลขของสายไฟที่แสดงในแผนผังการวางสายไฟ นอกจากนี้แผนผังการวางสายไฟ (Instrument Cable Way Layout) ยังใช้เป็นแนวทางอ้างอิงการออกแบบแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram) และการจัดทำรายการสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Cable Schedule) ต่อไป ดังภาพที่ 4.11, ภาพที่ 4.12 และภาพที่ 4.13 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

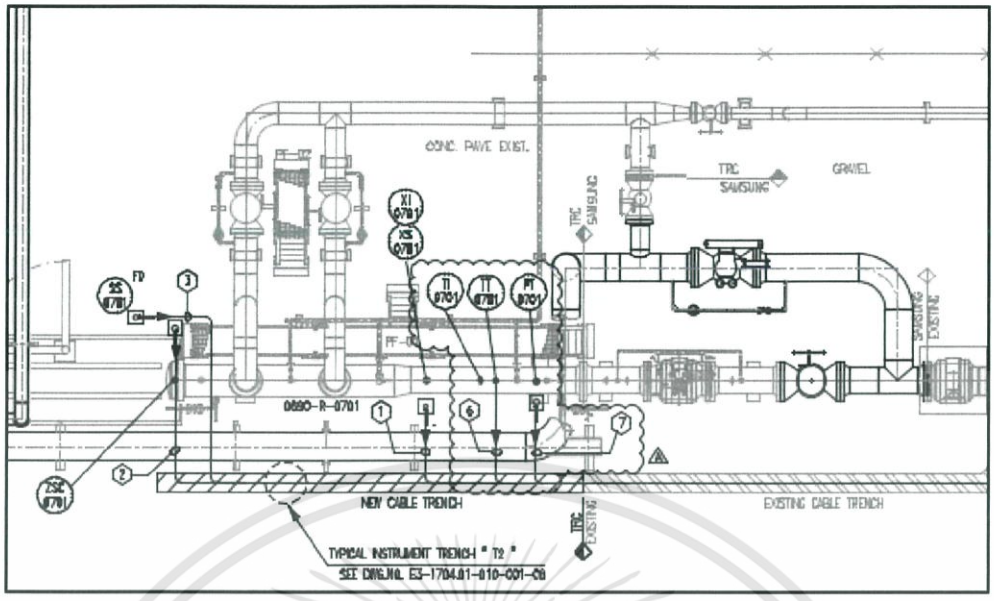


ภาพที่ 4.11 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19



ภาพที่ 4.12 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดที่ห้องควบคุมบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

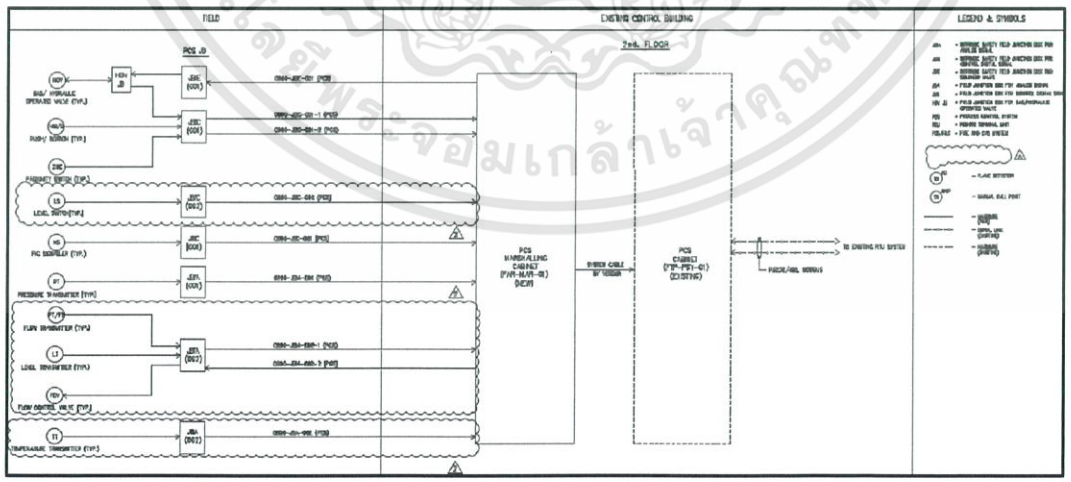
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 แผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

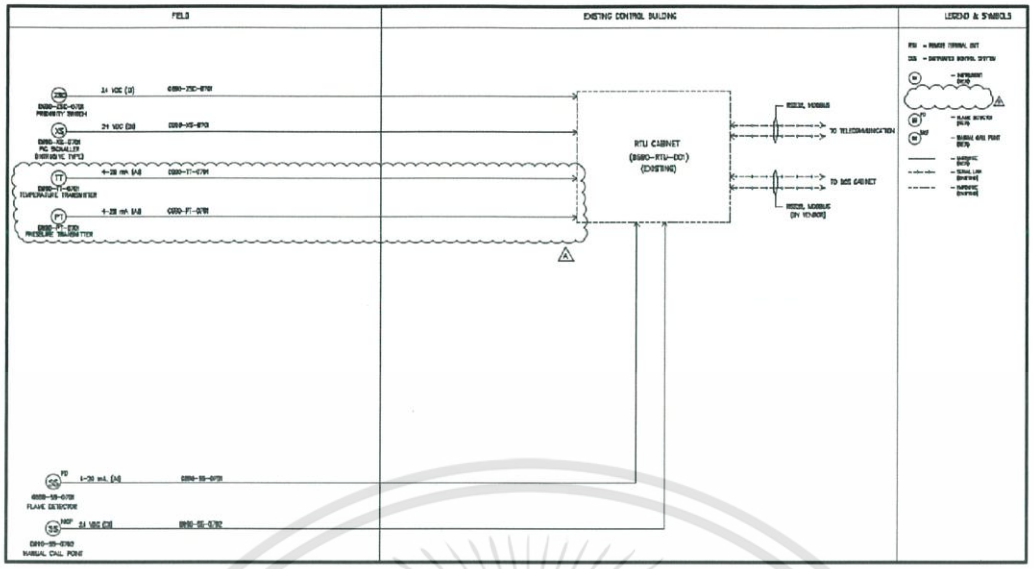
4.3.3 แผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Block Diagram)

เป็นแผนผังแสดงการเชื่อมต่อโดยรวมระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดแต่ละตัว กล่องต่อสาย และตู้ควบคุม โดยทำการศึกษารายละเอียดของเครื่องมือวัดจากแผนภาพกระบวนการผลิต (P&ID) และข้อมูลการเชื่อมต่อสายไฟของเครื่องมือวัดจากแผนผังตำแหน่งสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Instrument Cable Way Layout) ซึ่งแผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัด จะมีการระบุรายละเอียดหมายเลขของสายไฟ และจำนวนสายไฟหลักของทั้งระบบควบคุม เพื่อให้ผู้ติดตั้งใช้เป็นแนวทางในการลากสายไฟให้ครบถ้วน ดังภาพที่ 4.14 และภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.14 แผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

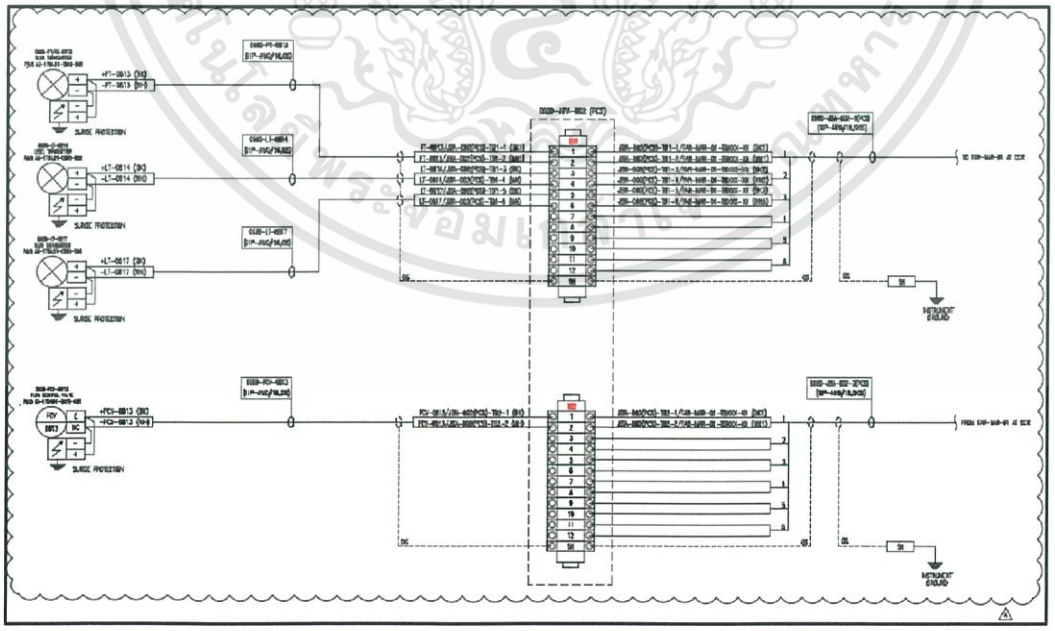
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 แผนผังการเชื่อมต่อโดยรวมของระบบเครื่องมือวัดบริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

4.3.4 แผนภาพการวางสายไฟสำหรับกล่องต่อสายไฟ (Instrument Junction Box Wiring Diagram)

เป็นเอกสารที่แสดงการต่อสายไฟที่กล่องต่อสายไฟ (Junction Box) โดยจะแสดงรายละเอียดชื่อสายไฟ ตำแหน่งและจำนวนจุดต่อ (Terminal) รวมทั้งจำนวนสายไฟที่ต้องการทั้งสองด้าน ซึ่งด้านขาเข้าของกล่องต่อสายไฟจะเป็นจุดต่อสายย่อยจากอุปกรณ์เครื่องมือวัด และขาออกจะเป็นจุดต่อของสายหลักที่ออกจากกล่องต่อสายไฟไปยังห้องควบคุม โดยการระบุข้อมูลต่าง ๆ ของสายไฟจะอ้างอิงรายละเอียดของสายไฟแต่ละเส้นจากรายการสายไฟของระบบเครื่องมือวัด (Cable Schedule) เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ติดตั้งในการต่อสายให้ถูกต้องครบถ้วน ดังภาพที่ 4.16

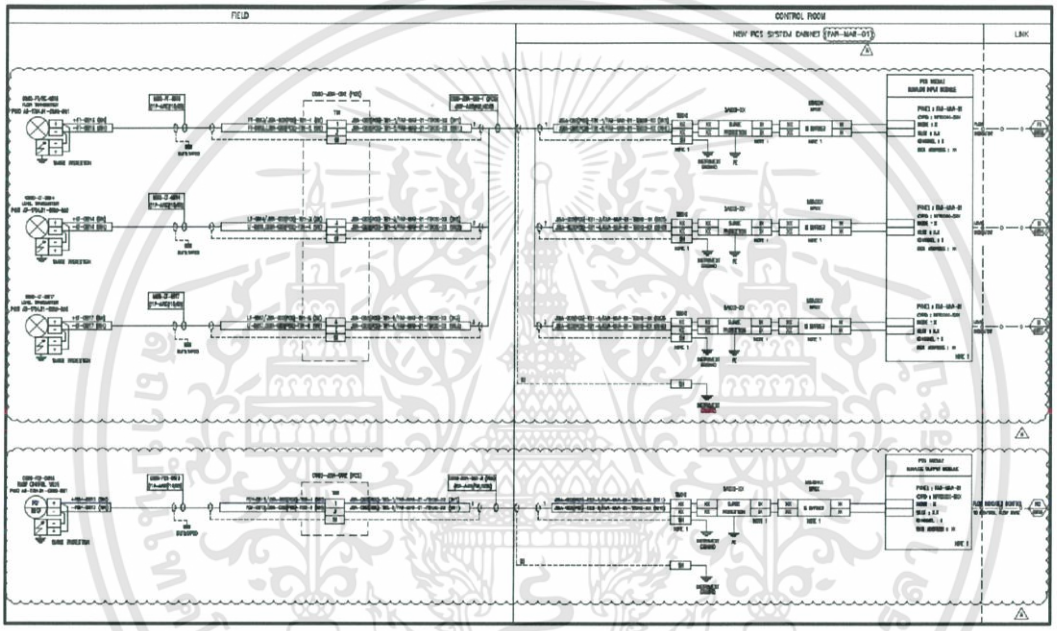


ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างแผนภาพการวางสายไฟบริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19

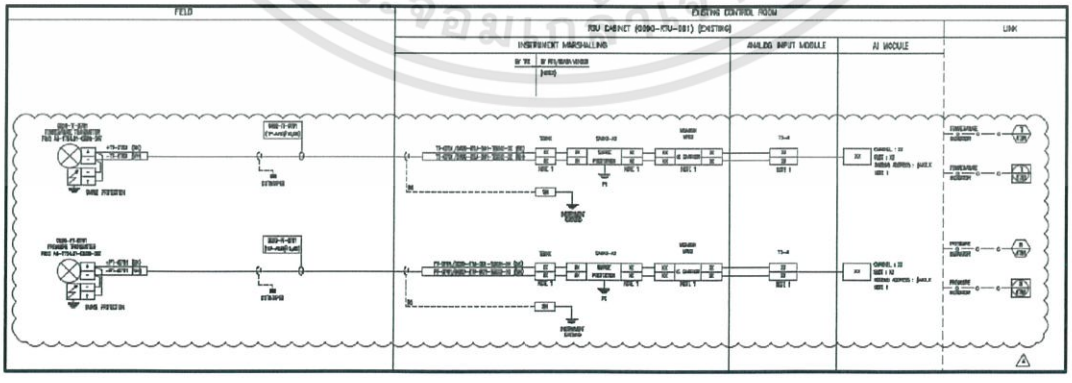
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 แผนภาพฟังก์ชันการควบคุม (Instrument Loop Diagram)

เป็นการแสดงการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบเครื่องมือวัดในฟังก์ชันควบคุม (Control Function) ทุกฟังก์ชันที่แสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID) โดยแสดงหมายเลขจุดต่อ (Terminal Number) ที่ใช้เชื่อมต่อ เช่น หมายเลขสายไฟของเครื่องมือวัด หมายเลขของกล่องต่อสายไฟ เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลในส่วนของระบบควบคุมเป็นข้อมูลที่ได้รับมาจากผู้ผลิตระบบควบคุม เช่น ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในตู้ควบคุม และตำแหน่งจุดต่ออินพุต/เอาท์พุต เป็นต้น หลังจากมีการติดตั้งระบบควบคุมแล้วเสร็จ แผนภาพฟังก์ชันการควบคุม (Instrument Loop Diagram) จะถูกนำไปใช้ในการตรวจสอบการทำงานของฟังก์ชันควบคุมของโครงการ ดังภาพที่ 4.17 และภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ Flow Transmitter, Level Transmitter และ Flow Control Valve บริเวณสถานีควบคุมก๊าซที่ 4.19



ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างแผนภาพฟังก์ชันการควบคุมของ Temperature Transmitter และ Pressure Transmitter บริเวณสถานีวัดก๊าซวังน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 ตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Installation and Hook Up Details)

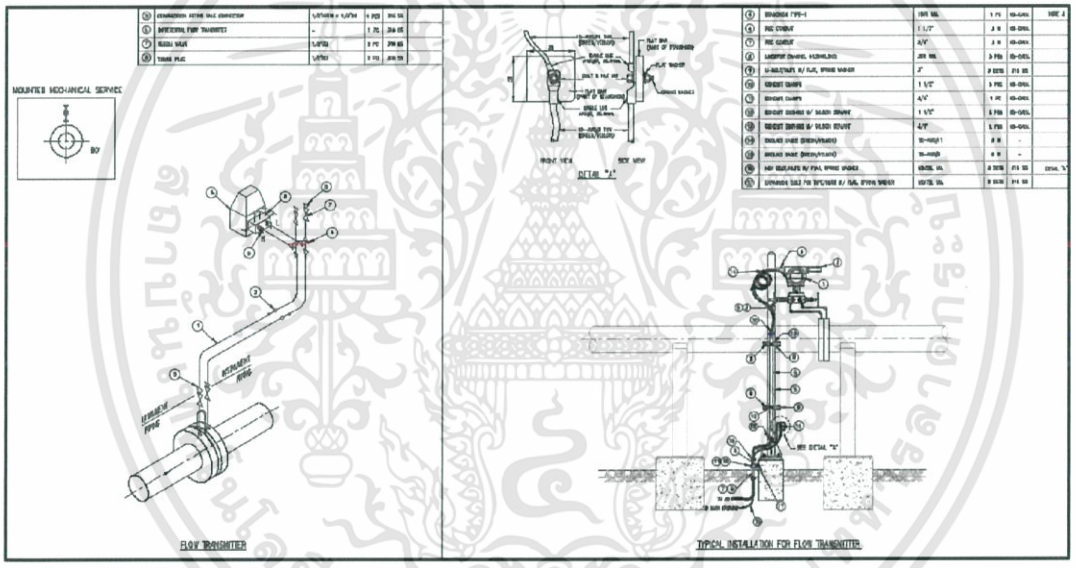
เป็นการแสดงรายละเอียดการติดตั้งระบบเครื่องมือวัด รวมไปถึงรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งในแต่ละตัวอย่าง เพื่อให้ส่วนติดตั้งสามารถจัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบย่อยได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวกำหนดให้ผู้ติดตั้งอุปกรณ์ ใช้วัสดุที่ได้จัดเตรียมไว้อย่างถูกต้องและอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.6.1 ตัวอย่างการติดตั้ง (Typical Installation)

เป็นเอกสารที่แสดงรายละเอียดตัวอย่างการติดตั้งระบบเครื่องมือวัด และอุปกรณ์เสริมที่ใช้ในการจัดตั้งส่วนจับยึดอุปกรณ์ (Support Detail) เพื่อให้ส่วนติดตั้งสามารถจัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบย่อยได้อย่างถูกต้อง

4.3.6.2 รายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือวัด (Instrument Hook Up Details)

เป็นเอกสารที่แสดงรายละเอียดและลักษณะที่ถูกต้องในการติดตั้งสำหรับระบบเครื่องมือวัดที่เชื่อมต่อกับกระบวนการ เพื่อให้เครื่องมือวัดทำงานได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างรายละเอียดการติดตั้งของ Flow Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานที่ผ่านมา ทำให้มีความเข้าใจในวิธีการออกแบบทางวิศวกรรมของวิศวกรเครื่องมือวัดเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (PIG) มากยิ่งขึ้น ได้เรียนรู้หน้าที่ของวิศวกรเครื่องมือวัดสำหรับการจัดเตรียมเอกสารและขั้นตอนในการจัดส่งเอกสาร จนเอกสารนั้นสามารถใช้ในงานก่อสร้างในโครงการนั้น ๆ รวมไปถึงทฤษฎีและการทำงานของอุปกรณ์การวัดที่อยู่ในระบบซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ อุปกรณ์วัดความดัน อุปกรณ์วัดระดับ อุปกรณ์ส่งสัญญาณคือทรานส์มิตเตอร์ชนิดต่าง ๆ วาล์วควบคุม สวิตช์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่มีสอนในห้องเรียนแต่ในการทำงานเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งเช่น วิธีการเดินสายไฟ วิธีการติดตั้งทรานส์มิตเตอร์ การเลือกใช้อุปกรณ์ท่อและข้อต่อ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในระบบด้วย เช่น อุปกรณ์ทำความสะอาดท่อส่งก๊าซธรรมชาติเป็นต้น

เครื่องมือวัดที่ได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบประกอบไปด้วย เกจวัดอุณหภูมิจำนวน 2 ตัว เกจวัดระดับจำนวน 2 ตัว ทรานส์มิตเตอร์วัดอุณหภูมิจำนวน 2 ตัว ทรานส์มิเตอร์วัดความดันจำนวน 2 ตัว ทรานส์มิตเตอร์วัดอัตราการไหลจำนวน 1 ตัว ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับจำนวน 2 ตัว วาล์วควบคุมอัตราการไหลจำนวน 1 ตัว และสวิตช์วัดระดับจำนวน 1 ตัว ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ได้ถูกกำหนดขึ้นมาบนโปรเจ็คท์เดิมเพื่อเป็นขอบเขตของโปรแกรมสหกิจศึกษา และในการศึกษาได้จัดทำเอกสารที่วิศวกรเครื่องมือวัดจะต้องจัดทำขึ้นเพื่อส่งให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบและยอมรับให้มีการนำเอกสารไปทำการก่อสร้างได้ ขึ้นใหม่ทั้งหมด

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 การปรับตัวร่วมกับผู้อื่น เนื่องจากช่วงอายุที่แตกต่างกันระหว่างนักศึกษาและพนักงาน

5.2.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ไม่มากพอ

5.2.3 ไม่มีประสบการณ์ในการทำงานที่ได้รับมอบหมายบางอย่าง จึงทำให้เกิดความผิดพลาดและเกิดความล่าช้าในตอนแรก

5.2.4 ไม่มีความเข้าใจถึงหน้าที่ของวิศวกรแต่ละฝ่ายในการรับผิดชอบต่อโครงการหนึ่ง ๆ ทำให้เวลาทำงานเกิดปัญหาเกี่ยวกับการหาที่มาของแหล่งข้อมูล

5.2.5 สถานที่ทำงานมีความห่างไกลจากที่พักและไม่มีรถโดยสารผ่าน ทำให้การเดินทางไปทำงานมีความยากลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไข

5.3.1 ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้มากยิ่งขึ้น

5.3.2 หมั่นซักถามผู้นิเทศก์งานให้เข้าใจถึงกระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำงาน

5.3.3 ศึกษาการจัดทำเอกสารจากโครงการอื่น ๆ ที่ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์แล้วเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายมากยิ่งขึ้น

5.3.4 ควรมีการพูดคุยกับวิศวกรแต่ละแผนก เนื่องจากในการทำโปรเจ็คท์ต้องมีการทำงานร่วมกับวิศวกรในสาขาอื่น ๆ และต้องใช้เอกสารจากหลาย ๆ ฝ่าย จะทำให้รู้ว่าถ้าต้องการข้อมูลแบบนี้สามารถไปหาข้อมูลได้จากที่ใด

5.3.5 ควรมีการเข้าประชุมร่วมกับผู้นิเทศก์งาน และผู้จำหน่ายสินค้าในกรณีที่ผู้จำหน่ายเข้ามาเสนอขายสินค้าให้กับบริษัท เพื่อให้มีประสบการณ์และเรียนรู้การเจรจาระหว่างผู้จำหน่ายสินค้ากับทีมวิศวกร

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษามีระยะเวลาจำกัด (4 เดือน) ทำให้การศึกษาเกี่ยวกับวิธีการออกแบบของอุปกรณ์เครื่องมือวัดได้ไม่หลากหลาย โดยในช่วงเวลาที่นักศึกษาเข้าไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา บริษัทได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบโครงการใหม่ ๆ เป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้นิเทศก์งานไม่มีเวลาสอนงานและไม่สามารถตรวจสอบงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายอย่างละเอียดถี่ถ้วน และนักศึกษาไม่มีโอกาสที่ไปศึกษาดูงานก่อสร้างโครงการที่ทำการศึกษาในพื้นที่จริง ดังนั้นหากมีระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มมากขึ้น คาดว่านักศึกษาจะได้ปรับปรุงแก้ไขงานที่ได้รับมอบหมายให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ได้รับความรู้ความเข้าใจในการทำงานจนจบกระบวนการอย่างครบขั้นตอน และได้มีโอกาสไปศึกษาที่หน้างานจริงมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] การทำงานของ Pig Launcher และ Pig Receiver; แหล่งที่มา: http://www.piping-engineering.com/pig-launching-receiving-procedure-for-liquid-gas-services.html (สืบค้นวันที่ 4 ธันวาคม 2561)

[2] การปฏิบัติงาน Run Cleaning Pig; แหล่งที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(jya3pogu2poioghywvlbdu3t))/Files/Notes/KNOWLEDGES_166.pdf (สืบค้นวันที่ 5 ธันวาคม 2561)

[3] ทวิช ชูเมือง (2549) การออกแบบเครื่องมือวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม เล่ม 2 การเลือกใช้และการออกแบบเครื่องมือวัด กรุงเทพ: เอช เอ็น กรุ๊ป.

[4] ทวิช ชูเมือง; วาล์วควบคุมในอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมัน; แหล่งที่มา: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=9660 (สืบค้นวันที่ 5 ธันวาคม 2561)

[5] ธุรกิจก่อสร้างและให้บริการทางด้านวิศวกรรม; แหล่งที่มา: https://sites.google.com/site/lpg-khux-xari (สืบค้นวันที่ 5 ธันวาคม 2561)

[6] ผศ.ดร. นวภัทรา หนูนาค; แผ่นออริฟิส; แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7248/orifice-plate-แผ่นออริฟิส (สืบค้นวันที่ 6 ธันวาคม 2561)

[7] ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์; เทอร์โมมิเตอร์แบบแถบโลหะคู่; แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4267/bi-metal-thermometer (สืบค้นวันที่ 6 ธันวาคม 2561)

[8] ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์; RTD; แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4260/rtd (สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2561)

[9] พื้นที่อันตราย (Hazardous Area Classification); แหล่งที่มา: http://www.cbwmthai.org /test/Activity_Detail.aspx?id=14 (สืบค้นวันที่ 4 ธันวาคม 2561)

[10] วิธีการเลือก Temperature RTD; แหล่งที่มา: https://www.factomart.com/th/factomartblog/how-to-select-temperature-rtd/ (สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2561)

[11] สุพัฒชัย สังวาลวงศ์; อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐาน; แหล่งที่มา: http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=119 (สืบค้นวันที่ 4 ธันวาคม 2561)

[12] โปรแกรม Autocad; แหล่งที่มา: http://www.hinomotogroup.com/สาระน่ารู้/AutoCAD-คืออะไร.html (สืบค้นวันที่ 4 ธันวาคม 2561)

[13] Thermowell Selection; แหล่งที่มา: http://www.pakoengineering.com/blog/2017 (สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปิยะธิดา ทาอินทร์
วัน เดือน ปีเกิด	23 ตุลาคม 2539
ที่อยู่	13/1 ม.2 ต.ห้วยแก้ว อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่ 50130
Email	Piyathida.ins38@hotmail.com
โทรศัพท์	082-8988790

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2552 – 2557 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่
- พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน ส่วนบริหารเสถียรภาพโรงกลั่น (Reliability And Integrity Division)
  ฝ่ายวิศวกรรมโรงกลั่น บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Commissioning Division
  บริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวอริสา ตะเภาพงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	20 กรกฎาคม 2540
ที่อยู่	40/5 ม.10 ต.หน้าพระธาตุ อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี 20140
Email	infinity_cartoon22@hotmail.co.th
โทรศัพท์	086-8259475

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2555 – 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา
- พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Maintenance and Inspection (PMI/R)
  บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Commissioning Division
  บริษัท ทีอาร์ซี คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้