รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง
Designing DCS for Flare System

นางสาวชวาลักษณ์ สิงห์ชัย

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง

Designing DCS for Flare System

นางสาวชวาลักษณ์ สิงห์ชัย

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวชวาลักษณ์ สิงห์ชัย

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ. ดร. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายบุญยิ่ง อิ่มแย้ม

สถานประกอบการ บริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จะอธิบายถึงการศึกษา และออกแบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS) ของกระบวนการเผาก๊าซทิ้งในโครงการปรับโครงสร้างโรงงานโอเลฟินส์ เพื่อควบคุมการกำจัดแก๊สและของเหลวที่จะต้องปล่อยออกจากระบบ เพื่อความปลอดภัยของโรงงานและลดผลกระทบด้านมลภาวะให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยได้ทำการศึกษากระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้อง การศึกษา Piping and Instrument Diagram (P&I Diagram) เพื่อจัดทำรายการอินพุตและเอาท์พุต การจัดทำเอกสารลูปควบคุมที่ซ้ำซ้อน (Complex Loop) และการจัดทำเอกสารด้านความปลอดภัยของกระบวนการ (Interlock Logic Diagram)

คำสำคัญ : ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน, ลูปควบคุมที่ซ้ำซ้อน, ระบบความปลอดภัยของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Designing DCS for Flare System
Student intern name: Ms. Chawaluk Singchai
Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering
Advisor name: Assoc. Prof. Dr. Kaset Sirisantisamrid
Mentor name: Mr. Boonying Imyam
Company: TTCL Public Company Limited

ABSTRACT

This cooperative educational report describes studying and designing a distributed control system (DCS) for flare system in reconstruction project of olefins plant to control the removal gases and release liquid from system. This is due to give safety plant and reduce the pollution to minimum as possible. The student was studied involving process, P&I diagram and prepared the input and output list, documents of control loop redundant and documents of safety process or interlock logic diagram.

Keyword: DCS, complex loop, Interlock logic diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากทางบริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน) ได้เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมปฏิบัติสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคเรียน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณพี่ณัฐกิตติ์ รองผู้จัดการแผนกอินสตรูเมนต์ พี่บุญยิ่ง อิ่มแย้ม ผู้นิเทศงาน ที่คอยให้คำปรึกษา ให้ความรู้ ความเข้าใจในการทำงาน ตลอดจนคำแนะนำและทักษะต่างๆในการปฏิบัติงาน อีกทั้งพี่ๆทุกคนในแผนกอินสตรูเมนต์ที่ช่วยให้คำอธิบาย และชี้แนะแนวทางเกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมายจนทำให้การปฏิบัติสหกิจศึกษาสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ. ดร. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์นิเทศ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาพร้อมทั้งแก้ไขปัญหาต่างๆระหว่างการปฏิบัติสหกิจศึกษา จนทำให้โครงการและรายงานฉบับนี้สามารถบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

นางสาวชวาลักษณ์ สิงห์ชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูปภาพ VII
สารบัญตาราง X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 วิธีการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหอเผาทิ้งและพื้นฐานระบบควบคุม 3
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหอเผาทิ้ง 3
2.1.1 ความหมายของหอเผาทิ้ง 3
2.1.2 นิยามคำศัพท์ 3
2.1.3 ส่วนประกอบของหอเผาทิ้ง 7
2.1.3.1 Flare Header 9
2.1.3.2 Knock-out Drum 10
2.1.3.3 Water Seal Pot หรือ Liquid Seal 10
2.1.3.4 Gas Barrier 11
2.1.3.5 Pilot Burners 12
2.1.3.6 Ring Steam Burner 14
2.1.3.7 Flare Stack 15
2.1.3.8 Flare Tip หรือ Burner Tip 17
2.1.4 การตรวจเช็คและปรับแต่งหอเผาทิ้งให้อยู่ในสภาวะปกติ 17
2.1.5 เทคโนโลยีเพื่อลดการใช้หอเผาทิ้ง 19
2.1.5.1 Flare Gas Recovery 19
2.1.5.2 Smokeless Flare 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3 การใช้เทคโนโลยีร่วมระหว่าง Enclosed Ground Flare และ Elevated Flare 23
2.1.5.4 Steamizer 23
2.1.6 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้หอเผาทิ้ง 24
2.1.6.1 Flare Minimization 24
2.1.6.2 การปรับตัวแปร (Parameter) ต่างๆเพื่อลดการเกิดควันของหอเผาทิ้ง 25
2.2 พื้นฐานระบบควบคุม 28
2.2.1 คำนิยามและโครงสร้างพื้นฐานของระบบควบคุม 28
2.2.2 รูปแบบของการควบคุม 30
2.2.2.1 ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด 30
2.2.2.2 ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด 31
2.2.2.3 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบวงรอบปิดและวงรอบเปิด 32
2.3 ทฤษฎีระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน 33
2.3.1 พัฒนาการของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน 33
2.3.2 ส่วนประกอบของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน 34
2.3.2.1 ส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน (Human Interface Station) 34
2.3.2.2 ส่วนหน่วยวิศวกรรม (Engineering Station) 35
2.3.2.3 ส่วนในการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station) 35
2.3.2.4 ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก (Backbone Network) 36
2.3.2.5 ส่วนตู้ต่อสาย (Marshalling Cabinet) 37
2.3.3 อินพุตและเอาต์พุตของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน 37
2.3.3.1 อินพุตแบบอนาล็อก (Analogue Input) 37
2.3.3.2 เอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analogue output) 38
2.3.3.3 อินพุตแบบดิจิตอล (Digital Input) 38
2.3.3.4 เอาต์พุตแบบดิจิตอล (Digital Output) 38
2.3.3.5 Pulse Input 38
2.3.4 หลักการควบคุมในระบบควบคุมแบบกระจายส่วน 38
2.3.4.1 การควบคุมแบบ Loop Control (Regulatory Control) 38
2.3.4.2 การควบคุมแบบลำดับขั้นตอน (Sequence Control) 39
2.3.5 ข้อดี/ข้อเสียของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ 42
3.1 การจัดทำเอกสารจัดซื้อ 42
3.1.1 เอกสารสำหรับการจัดซื้อ 43
3.2 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ 44
3.2.1 ศึกษาแผนงานของระบบควบคุม 44
3.2.2 ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการเผาแก๊สทิ้ง 45
3.2.3 ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมของระบบเผาแก๊สทิ้ง 50
3.2.4 ศึกษาเอกสาร P&ID ของกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง 54
3.2.5 ศึกษาและวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผลกระทบของเครื่องมือวัด
(Cause & Effect Diagram) 56
3.3 การจัดเตรียมเอกสารสำหรับ Feed ให้กับผู้ผลิต 62
3.3.1 การจัดทำเอกสารรายการเครื่องมือวัด (Instrument Index 62
3.3.2 การจัดทำ Interlock Logic Diagram 64
3.3.3 การจัดทำเอกสาร Complex Loop Description 70

บทที่ 4 ผลดำเนินการ 73
4.1 เอกสารรายการเครื่องมือวัด (Instrument Index) 73
4.2 Interlock Logic Diagram 75
4.2.1 Interlock I-4601 76
4.2.2 Interlock I-1303-01 79
4.2.3 Interlock I-1303-02 81
4.3 Complex Loop Description 84

บทที่ 5 สรุปผลดำเนินการ 86
5.1 สรุปผล 86
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 86
5.3 แนวทางแก้ไข 87
5.4 ข้อเสนอแนะ 87
เอกสารอ้างอิง 88
ประวัติผู้เขียน 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่างส่วนประกอบของหอเผาทิ้ง 8
2.2 ตัวอย่างแผนภาพระบบหอเผาทิ้ง 8
2.3 ตัวอย่าง Flare Header 9
2.4 ตัวอย่างและการทำงานของ Knock–Out Drum 10
2.5 ตัวอย่างและการทำงานของ Liquid Seal 11
2.6 ตัวอย่าง Velocity Seal 12
2.7 หลักการทำงานของ Density Seal 12
2.8 ตัวอย่าง Pilot Burners 13
2.9 ตัวอย่าง Pilot Gas Ignition System 14
2.10 ตัวอย่างส่วนประกอบของ Pilot Burners และ Ring Steam Burner 15
2.11 ตัวอย่าง Self–supported 15
2.12 ตัวอย่าง Derrick–supported 16
2.13 ตัวอย่าง Guy–supported 16
2.14 ตัวอย่าง Flare Tip หรือ Burner Tip 17
2.15 ตัวอย่าง Flare Gas Recovery Systems 20
2.16 ตัวอย่างสารจำพวก Paraffin 21
2.17 ตัวอย่างสารจำพวก Olefin 21
2.18 ตัวอย่างสารจำพวก Aromatic 21
2.19 ตัวอย่างของ Smokeless Flare แบบเพิ่มอากาศ (Air-assisted Flare) 22
2.20 ตัวอย่างของ Smokeless Flare แบบเพิ่มไอน้ำ (Steam-assisted Flare) 22
2.21 ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีร่วมระหว่าง Enclosed Ground Flare และElevated Flare 23
2.22 รูปประกอบ Steamizer 24
2.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างไอน้ำ (Steam) กับไฮโดรคาร์บอน 26
2.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างไอน้ำ (Steam) กับไฮโดรคาร์บอนของ
หอเผาทิ้งเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ 27
2.25 ภาพร่างหอเผาทิ้งที่ใช้การเพิ่มอากาศ 28
2.26 การเปรียบเทียบของการเผาไหม้เมื่อใช้อากาศช่วยเพื่อการเผาไหม้ 28
2.27 ส่วนประกอบของระบบควบคุม 28
2.28 ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด 30
2.29 ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.30 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ 32
2.31 โครงสร้างระบบควบคุมแบบกระจายส่วน 34
2.32 ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก 37
3.1 ตัวอย่าง Technical Bid-Evaluation 44
3.2 แผนงานที่จะต้อง Feed เอกสารให้ผู้ผลิต 45
3.3 การ Feed สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเข้าสู่กระบวนการเผาทิ้ง 45
3.4 กระบวนการผลิตไอแมทานอล 46
3.5 การผลิตแก๊สเผาทิ้งแบบแห้ง 47
3.6 การผลิตแก๊สเผาทิ้งแบบเปียก 47
3.7 การ Feed แก๊สเผาทิ้งที่มีความดันสูงให้เข้าไปยังถัง HP Flare Drum 48
3.8 HP Flare Drum 49
3.9 Flare Stack Package 50
3.10 แผนภาพกระบวนการควบคุมที่ Branch-2 51
3.11 แผนภาพกระบวนการควบคุมที่ Branch-3 52
3.12 ตัวอย่างสัญลักษณ์ต่างๆใน P&ID 54
3.13 ตัวอย่าง P&ID ของกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง 55
3.14 P&ID ที่มี Interlock I-4601(1) 56
3.15 P&ID ที่มี Interlock I-4601(2) 57
3.16 แผนภาพสำหรับ Interlock I-4601 การเปิดปิดปั๊ม P-84601A/R
ของการเผาไหม้แบบเปียก 57
3.17 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(1) 58
3.18 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(2) 59
3.19 แผนภาพสำหรับ Interlock I-1303-01 การเปิดปิดปั๊ม P-1303A แบบอัตโนมัติ
ของถังเผาไหม้ความดันสูง 59
3.20 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (1) 60
3.21 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (2) 61
3.22 แผนภาพสำหรับ Interlock I-1303-02 การเปิดปิดปั๊ม P-1303A/S แบบอัตโนมัติ
ของถังเผาไหม้ความดันสูง 61
3.23 ตัวอย่างเอกสารรายการเครื่องมือวัด 63
3.24 ตัวอย่าง P&ID 63
3.25 P&ID ของลูปซับซ้อนหน้าที่ 1 71
3.26 P&ID ของลูปซับซ้อนหน้าที่ 2 72
4.1 ตัวอย่างเอกสารเครื่องมือวัด 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ตัวอย่างเอกสารสรุปจำนวนอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุม 75
4.3 P&ID ที่มี Interlock I-4601(1) 76
4.4 P&ID ที่มี Interlock I-4601(2) 76
4.5 Interlock I-4601 78
4.6 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(1) 79
4.7 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(2) 79
4.8 Interlock I-1303-01 80
4.9 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (1) 81
4.10 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (2) 82
4.11 Interlock I-1303-02 83
4.12 การควบคุมอุณหภูมิที่ถัง Dry Flare Drum (ลูปซับซ้อน) 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 คำศัพท์และคำจำกัดความ 3
2.2 การตรวจเช็คและปรับแต่งให้อยู่ในสภาวะปกติ 17
3.1 สัญลักษณ์ต่างๆ 67
3.2 สัญลักษณ์ที่ตั้งของอุปกรณ์ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัททีทีซีแอล จำกัด (มหาชน) ประกอบธุรกิจการให้บริการด้านการออกแบบวิศวกรรม การจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมทั้งการก่อสร้างโรงงานแบบครบวงจร โดยบริษัทฯเป็นผู้ให้บริการที่มีความสามารถในการให้บริการอย่างครบวงจรด้วยตนเอง (Integrated EPC) บริษัทมีความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design) การจัดซื้อจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Procurement of Machinery and Equipment) และการรับเหมาก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรม (Construction of Turn-key Projects for Industrial and Process Plants) ซึ่งครอบคลุมถึงระบบการผลิต ระบบสาธารณูปโภคของโรงงานและระบบการจัดเก็บ ลำเลียง และขนส่งผลิตภัณฑ์ สำหรับหัวข้อโครงงานที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเป็นการออกแบบระบบควบคุมที่ใช้ในกระบวนการเผาแก๊สทิ้งของโครงการปรับโครงสร้างโรงงานผลิตโอเลฟินส์ ซึ่งอยู่ภายใต้ขอบเขตของบริษัทพีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) โครงการนี้กำลังอยู่ในช่วงเริ่มก่อสร้างเพื่อขยายความจุและปรับปรุงระบบเก่าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งโครงการนี้มีบริษัท Samsung Engineering ของประเทศเกาหลี เป็นผู้จัดทำหลักและบริษัททีทีซีแอล จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ร่วมด้วย โดยมีการแบ่งขอบเขตของงานกันอย่างชัดเจน คือ ทางบริษัท Samsung Engineering จะเป็นผู้จัดทำในส่วนของผลิตภัณฑ์หลัก เช่น โรงผลิตโอเลฟินส์ เป็นต้น ส่วนทางบริษัททีทีซีแอล จำกัด (มหาชน) เป็นผู้จัดทำในส่วนของส่วนย่อยอื่นๆ เช่น ระบบทำความเย็น ระบบการขนส่ง ระบบการเผาทิ้ง เป็นต้น

โอเลฟินส์เป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมีซึ่งเป็นแหล่งพลัง งานที่สำคัญของโลก การผลิตโอเลฟินส์สารที่ใช้ผลิตส่วนใหญ่จะเป็นประเภทของเหลวและแก๊สทำให้ในกระบวน การผลิตมีแก๊สที่ระบายออก (Flare Gas) และของเหลวที่จะต้องถูกปล่อยออกจากระบบการผลิตจะถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์เพื่อความปลอดภัยของโรงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่โรงงานมีความดันเกิดขึ้นในระบบการผลิตอย่างกะทันหันจากเหตุฉุกเฉิน อาทิเช่น ไฟฟ้าดับ หรือกระบวนการผลิตขัดข้องและจำเป็นต้องมีการระบายความดันดังกล่าว ซึ่งในสถานการณ์เช่นนี้ การทำงานที่ถูกต้องและเหมาะสมของระบบหอเผาทิ้งจะช่วยป้องกันความเสียหายรุนแรงในโรงงานได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ดังนั้นการออกแบบระบบควบคุมของกระบวนการเผาแก๊สทิ้งจึงเป็นสิ่งสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมสำหรับกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง
2. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง

1.3 ขอบเขตโครงงาน

รายงานฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ การออกแบบระบบควบคุมของกระบวนการเผาแก๊สทิ้งในโรงงานผลิตโอเลฟินส์ เพื่อเป็นการเตรียมเอกสารสำหรับใช้จัดทำโปรแกรมของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS) ต่อไป โดยจะทำการศึกษารายละเอียดของโครงการ กระบวนการควบคุม และ Piping and Instrument Diagram (P&I Diagram) จัดทำรายการอินพุตและเอาท์พุตของกระบวนการ การจัดทำเอกสารอธิบายลูปควบคุมที่ซับซ้อน และการออกแบบ Interlock Logic Diagram สำหรับระบบป้องกันความเสียหายจากความผิดพลาดของกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง รวมไปถึงการจัดทำเอกสารการจัดซื้อเพื่อสั่งซื้อของจากผู้ผลิต

1.4 วิธีการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบเผาแก๊สทิ้ง
2. ศึกษาอินพุตและเอาท์พุตของระบบเผาแก๊สทิ้ง
3. ศึกษาและออกแบบระบบควบคุมสำหรับระบบเผาแก๊สทิ้ง
4. ศึกษาและออกแบบ Interlock Logic Diagram สำหรับระบบป้องกันความเสียหายจากความผิดพลาดของกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง
5. จัดทำเอกสารการสั่งซื้อของของระบบควบคุมกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจการทำงานของอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆในกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง
2. สามารถอธิบายได้ว่าอุปกรณ์ชนิดไหนเป็นอนาล็อกอินพุต/เอาท์พุต หรือดิจิตอลอินพุต/เอาท์พุต
3. สามารถออกแบบระบบควบคุมของกระบวนการเผาแก๊สทิ้งได้
4. สามารถออกแบบระบบป้องกันความเสียหายจากความผิดพลาดในกระบวนการเผาแก๊สทิ้งได้
5. ทราบถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำระบบ DCS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหอเผาทิ้งและพื้นฐานระบบควบคุม

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหอเผาทิ้ง

2.1.1 ความหมายของหอเผาทิ้ง

หอเผาทิ้งมีความสำคัญอย่างมากต่อโรงงานในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยที่สร้างความมั่นใจว่าการระบายและกำจัดแก๊สที่ระบายออก (Flare Gas) และของเหลวที่จะต้องถูกปล่อยออกจากระบบการผลิตจะถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เพื่อความปลอดภัยของโรงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่โรงงานมีความดันเกิดขึ้นในระบบการผลิตอย่างกะทันหันจากเหตุฉุกเฉิน อาทิ ไฟฟ้าดับหรือกระบวนการผลิตขัดข้องและจำเป็นต้องมีการระบายความดันดังกล่าว ซึ่งในสถานการณ์เช่นนี้ การทำงานที่ถูกต้องและเหมาะสมของระบบหอเผาทิ้งจะช่วยป้องกันความเสียหายรุนแรงในโรงงานได้ ในขณะเดียวกันจะสามารถลดผลกระทบด้านมลภาวะให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

โดยทั่วไประบบหอเผาทิ้งในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมีสามารถใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อเตรียมรับการขัดข้องในกระบวนการผลิตซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบระบบหอเผาทิ้งที่เหมาะสม และการมีมาตรการการใช้งานและการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง จึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งในการสร้างความมั่นใจต่อความปลอดภัยของบุคคลากรในโรงงานและของชุมชนโดยรอบโรงงานด้วย

ระบบหอเผาทิ้งที่ดีตามมาตรฐานสากล เช่น API 521 และ API 537 กำหนดว่าระบบหอเผาทิ้งควรถูกออกแบบให้สามารถทำหน้าที่ ดังต่อไปนี้อย่างมีประสิทธิภาพ

- กำจัดสารที่เป็นอันตราย (Hazardous Materials) ที่เกิดจากกระบวนการผลิตโดยการเผาอย่างปลอดภัย
- ระบายสารไวไฟ (Flammable Materials) ออกจากระบบการผลิตโดยการเผา
- ลดการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) และสารไฮโดรคาร์บอนออกสู่บรรยากาศโดยการบำบัดด้วยการเผาไหม้

2.1.2 นิยามคำศัพท์

ตารางที่ 2.1 คำศัพท์และคำจำกัดความ

คำศัพท์	คำจำกัดความ
Air Seal	อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอากาศเข้าสู่หอเผาทิ้ง (Flare) ด้านปลายปล่อง
Assist Gas	ก๊าซเชื้อเพลิง (Fuel Gas) ที่ถูกป้อนเข้าไปในก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ก่อนและระหว่างการเผาไหม้ เพื่อเพิ่มค่าความร้อน (Heating

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Value) ทำให้เผาไหม้สมบูรณ์
Blow Off	การสูญเสียเสถียรภาพของเปลวไฟที่ลอยอยู่เหนือหัวเผาไหม้ (Burner) เกิดขึ้นเมื่อความเร็วของก๊าซเชื้อเพลิงนั้นมากกว่าความเร็วของเปลวไฟ
การเผาไหม้ย้อนกลับ (Burnback)	การเผาไหม้ภายในปลายปล่อง ซึ่งเกิดจากการที่อากาศไหลย้อนกลับเข้าสู่หัวเผาไหม้ของหอเผาทิ้ง (Flare Burner) ในช่วงที่ Purge หรืออัตราการไหลของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ต่ำ
ความเร็วของการเผาไหม้ (Burning Velocity)	ความเร็วที่เปลวไฟ (Flame Front) เคลื่อนที่ไปยังส่วนผสมที่ติดไฟได้แต่ส่วนผสมที่ติดไฟได้ยังไม่เกิดการเผาไหม้
Coanda Flare	หัวเผาไหม้ของหอเผาทิ้ง (Flare Burner) ที่ออกแบบโดยอาศัย Aero-dynamic Effect ซึ่งของไหลจะไหลตามพื้นผิวที่โค้ง หอเผาทิ้งชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้ไอน้ำหรือความดันเพื่อทำให้ไม่เกิดควัน
Combustion Air	อากาศที่ต้องใช้ในการเผาไหม้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas)
ประสิทธิภาพการเผาไหม้ Combustion Efficiency	เปอร์เซ็นต์ของของไหลที่ติดไฟได้ซึ่งถูกเผาไหม้ที่หัวเผาไหม้ (Burner) หรือเท่ากับเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของคาร์บอนในของไหลที่กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์
Condensable Gas	ก๊าซที่สามารถควบแน่นได้ที่อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมของ Flare Header ระหว่างหรือหลังจากการเผาไหม้
Derrick Support	โครงเหล็กที่รองรับ Elevated Flare มักจะใช้กับหอเผาทิ้งที่สูงมากหรือมีพื้นที่จำกัด รูปแบบของ Derrick Support มีหลายแบบ เช่น ระบบโครงสร้างถาวร ระบบ Demounted Derrick ที่แบ่งโครงสร้างเป็นส่วน ซึ่งสามารถถอดออกเพื่อลดระดับ Flare Burner ลงจนถึงระดับพื้นดิน
Design Flare Capacity	ปริมาณมากที่สุดในการกาจัดก๊าซของหอเผาทิ้งที่ถูกออกแบบ ซึ่งวัดด้วยหน่วย กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ ปอนด์ต่อชั่วโมง
ประสิทธิภาพในการทำลาย (Destruction Efficiency)	เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของไอของของไหลที่ถูกออกซิไดซ์ สำหรับไฮโดรคาร์บอนนั้น ซึ่ง Destruction Efficiency จะเป็นเปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของคาร์บอนในไอของของไหลที่ถูกออกซิไดซ์ไปเป็น CO และ CO2
Detached Stable Flame	เปลวไฟที่ลุกไหม้ลอยอยู่ใกล้หัวเผาไหม้ของหอเผาทิ้ง (Flare Burner) และมีเปลวไฟเสถียร
การจุดไฟโดยตรง (Direct Ignition)	การจุดไฟที่ Pilot โดยทาให้เกิดประกายไฟที่หัว Pilot แทนที่จะเกิดที่ Flame Front Generator
การแพร่กระจาย	การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์โดยการเผาไหม้เป็นบริเวณกว้างเพื่อลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Dispersion)	ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้บริเวณระดับพื้นดิน
Enclosed Flare	หอเผาทิ้งที่มีระบบปิดครอบหัวเผาไหม้ (Burner) ซึ่งมีตั้งแต่หนึ่งหัวหรือมากกว่า เพื่อไม่ให้มองเห็นเปลวไฟได้โดยตรง
Endothermic Flare	หอเผาทิ้งที่ใช้พลังงานจากภายนอกมักเป็นก๊าซ เช่น ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ก๊าซธรรมชาติ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Combustion Reaction) อย่างต่อเนื่อง
Enrichment	กระบวนการเพิ่มก๊าซช่วย (Assist Gas) เข้าไปยังหอเผาทิ้ง เพื่อช่วยในการเผาไหม้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas)
Elevated Flare	หอเผาทิ้งที่หัวเผาไหม้ (Burner) ถูกยกระดับขึ้นมาเหนือพื้นดินเพื่อลดผลกระทบของรังสีและช่วยในการกระจายไอเสีย
Excess Air	อากาศส่วนเกินที่ป้อนสู่เปลวไฟขณะมีการเผาไหม้
ระบบตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detection System)	ระบบที่ใช้ตรวจการติดของเปลวไฟที่ Flare Tip
Flame Front Generator	อุปกรณ์ช่วยในการจุดไฟที่ Pilot บริเวณปลายปล่องโดยใช้ท่อนำไฟจากฐานของหอเผาทิ้งเข้าท่อนำไฟ และส่วนผสมที่เหลือจะถูกจุดที่ด้านบน วิธีการทำงาน: เปลวไฟจะติดจากด้านล่างของท่อนำไฟและลามตามท่อไปจนถึงหัว Pilot
Flame Retention Device	เครื่องมือที่ใช้ป้องกันเปลวไฟไม่ให้ออกห่างจากหัวเผาไหม้ของ หอเผาทิ้ง (Flare Burner) (การ Blow Off)
Flare	คำทั่วไปที่ใช้ในการเรียกสำหรับอุปกรณ์หรือระบบที่ใช้ในการกำจัดก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) อย่างปลอดภัย
Flare Burner	ส่วนปลายของหอเผาทิ้งที่เชื้อเพลิงและอากาศ (อาจรวมถึงไอน้ำ) ผสมกันที่ความเร็ว ความปั่นป่วน และความเข้มข้น ที่สามารถคงการติดไฟอย่างเหมาะสมและเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความหมายเช่นเดียวกับ Flare Tip
Flare Header Flashback	ระบบส่วนที่มีการรวมก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ไปสู่หอเผาทิ้ง ปรากฏการณ์ที่เปลวไฟไหลย้อนกลับเข้าไปในท่อที่มีส่วนผสมของอากาศและก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ซึ่งไวไฟ
Ground Flare	ระบบเผาไหม้ที่อยู่ในระดับพื้นดิน โดยมากมักเป็นระบบการเผาไหม้แบบปิด แต่อาจหมายถึง Ground Multi-burner Flare หรือ Burn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Pit
Guyed Flare	หอเผาทิ้งสูง (Elevated Flare) ที่มีสายเคเบิลช่วยพยุงโครงสร้างไว้
Heat Release	ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ซึ่งขึ้นอยู่กับค่า Lower Heating Value (LHV) โดยแสดงเป็นหน่วยกิโลวัตต์
Heating Value, Higher (HHV)	ค่าความร้อนทั้งหมดที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ 16 องศาเซลเซียส แสดงในหน่วยกิโลจูล (Kilojoules) ต่อกิโลกรัมหรือต่อลูกบาศก์เมตร โดยรวมความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของก๊าซไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง Higher Heating Value มีความหมายเหมือนกับ Gross Heating Value
Heating Value, Lower (LHV)	ค่าความร้อนสูงสุด (Higher Heating Value) ลบด้วยค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของก๊าซไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง อาจเรียกว่าค่าความร้อนสุทธิ (Net Heating Value) โดยมีหน่วยกิโลจูล (Kilojoules) ต่อกิโลกรัมหรือต่อลูกบาศก์เมตร
Ignition Air	อากาศส่วนที่ถูกใช้ผสมกับก๊าซเชื้อเพลิง เช่น Instrument Air ใช้เฉพาะช่วงการจุดไฟ Pilot โดย Flame Front Generator
Ignition Gas	ก๊าซเชื้อเพลิงซึ่งใช้เฉพาะช่วงการจุดไฟ Pilot โดย Flame Front Generator
Knock-out Drum	อุปกรณ์ที่ใช้แยกของเหลวออกจากก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ลักษณะเป็นถังเหล็กทรงกระบอก
Liquid Seal	อุปกรณ์ที่ยอมให้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ไหลผ่านของเหลว (น้ำ) เข้าสู่หอเผาทิ้งเพื่อป้องกันการไหลกลับเข้าไปในท่อหอเผาทิ้ง หรือ Flare Header
Multi-burner Flare	กลุ่มของหัวเผาไหม้ (Burner) ที่ออกแบบเพื่อเผาไหม้ทั้ง Design Flow Capacity หรือเฉพาะบางส่วน หัวเผาไหม้ (Burner) มักเรียงเป็นชั้น ข้อดีคือ มี Smokeless Flow Rate สูง และมีการแผ่รังสีในระดับต่ำ
Pilot	หัวเผาไหม้ (Burner) ขนาดเล็กที่มีการจุดไฟไว้ตลอดเวลาที่ปลายปล่องเพื่อใช้ในการจุดก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas)
Purge Gas	ก๊าซเชื้อเพลิง (Fuel Gas) หรือก๊าซเฉื่อย (Inert Gas) ที่ถูกฉีดไปในท่อของหอเผาทิ้ง เพื่อป้องกันอากาศและการเผาไหม้ย้อนกลับเข้าไปในท่อของหอเผาทิ้ง
ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas)	ก๊าซที่ปล่อยหรือระบายเข้าสู่ Flare Header เพื่อนาไปยังหอเผาทิ้ง บางครั้งอาจเรียก Waste Gas Relief Gas หรือ Waste Vapor

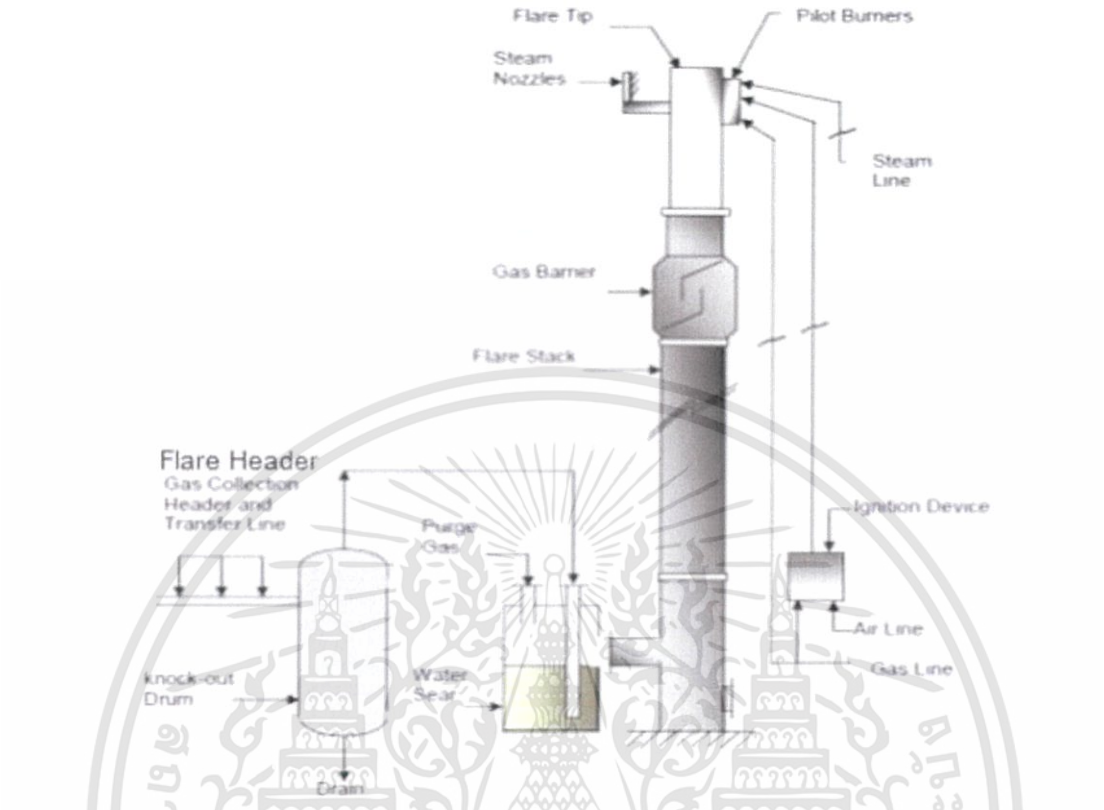
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ringelmann Number	มาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดระดับของความขาว เทา ดำ มักใช้กับความเข้มของควัน มี 5 ระดับคือ ขาวเท่ากับ 1 เทาเท่ากับ 1-4 และดำเท่ากับ 5
Riser	ท่อที่นาก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ไปยังหัวเผาไหม้ของ หอเผาทิ้ง (Flare Burner) ของ Elevated Flare
Smokeless Capacity	อัตราการไหลสูงสุดก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่เข้าสู่ระบบ หอเผาทิ้งที่สามารถเผาไหม้โดยไม่เกิดควัน แสดงในหน่วย kg/hr
Supplemental Gas	ก๊าซเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ภายนอกหัวเผาไหม้ของหอเผาทิ้ง (Flare Burner) เพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้ก๊าซที่ระบายออกที่มีค่า ความร้อนต่ำ (Low Heating Value Flare Gas)
Thermocouples	อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ใช้ในการตรวจสอบความร้อนที่เกิดจากเปลวไฟ Pilot
Wind Fence	โครงสร้างรอบหอเผาทิ้งแบบปิด (Enclosed Flame Flare) เพื่อแก้ไขผลกระทบจากกระแสลมในกระบวนการเผาไหม้และ/หรือเพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ระบบ
Windshield	อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสลมพัดปะทะกับเปลวที่บริเวณหัวเผาไหม้ (Burner)

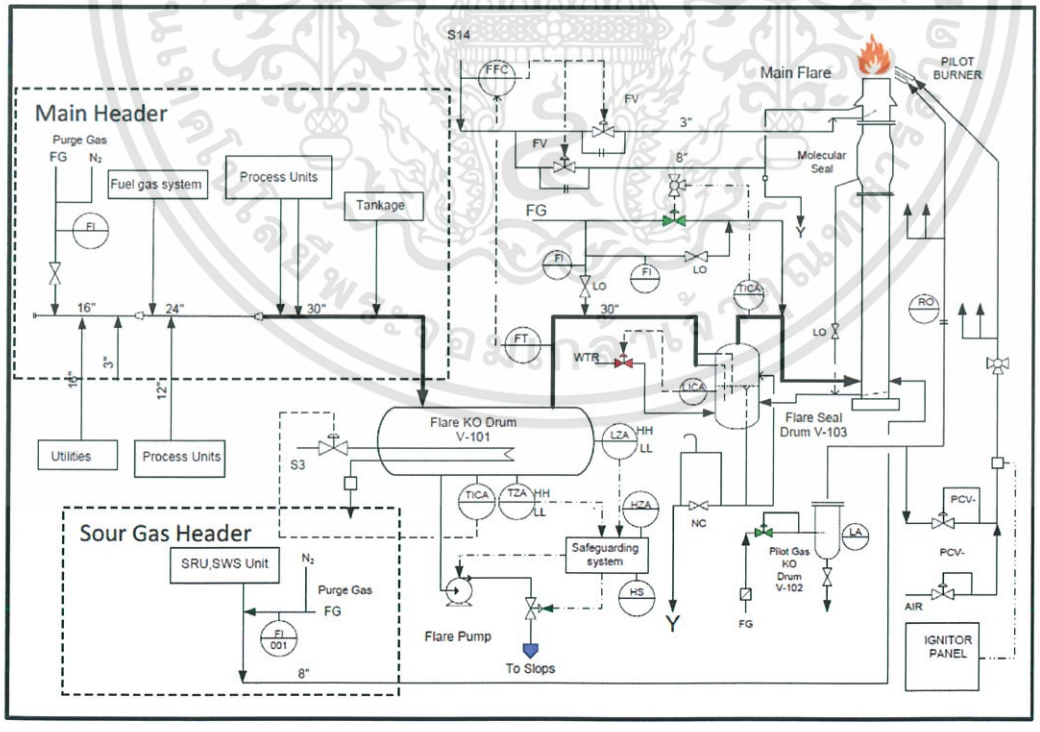
2.1.3 ส่วนประกอบของหอเผาทิ้ง

ส่วนประกอบต่างๆ ของหอเผาทิ้งนั้นประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิด เช่น Knock-out Drum, Liquid Seal, Pilot Burners Ring, Steam Burner, Flare Stack, Gas Seal และ Burner Tip เป็นต้น ส่วนประกอบต่างๆของหอเผาทิ้งนั้น มีไว้เพื่อลดและป้องกันผลกระทบจากการเผาไหม้ต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมลง ตัวอย่างของส่วนประกอบของระบบหอเผาทิ้งแสดงดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของหอเผาทิ้ง ได้แก่ Flare Header, Knock-out Drum, Pilot Burners, Flare Tip ในขณะที่อุปกรณ์ป้องกันอากาศไหลย้อนเข้าปากปล่องของหอเผาทิ้ง (Flare Tip) จะแตกต่างกันออกไปตามคุณสมบัติของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ตัวอย่างอุปกรณ์ป้องกันอากาศไหลย้อนเข้าปากปล่องของหอเผาทิ้ง (Flare Tip) หรือป้องกันการเกิดไฟลามย้อนกลับ (Backfire) เช่น Water Seal Density Seal Velocity Seal เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างส่วนประกอบของหอเผาทิ้ง



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภาพระบบหอเผาทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 Flare Header

Flare Header คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รวม Flare Gas จากกระบวนการผลิตเพื่อส่งเข้าสู่ระบบหอเผาทิ้ง มีลักษณะเป็นท่อรวมขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ในระบบหอเผาทิ้งอาจมีหนึ่งหรือหลาย Flare Header ก็ได้ Flare Header แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ Main Header, Sub-header และ Sour Gas Header

1) Main Header คือ ท่อรวมของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มาจากหน่วยผลิตต่างๆ ซึ่งปล่อยออกมาทั้งในช่วงปกติและหรือกรณีฉุกเฉิน ในสภาวะปกติจะมีก๊าซปล่อยออกสู่ระบบหอเผาทิ้งในปริมาณน้อยมาก ดังนั้นจึงมี Purge Gas หรือก๊าซไนโตรเจน (N2) ฉีดเข้าที่ต้นทางของ Main Header ตลอดเวลาเพื่อป้องกันการเกิดสุญญากาศเนื่องจากเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำมันและป้องกันอากาศที่จะไหลเข้าสู่ท่อ Main Header

2) Sub-Header คือ ท่อรวมของก๊าซจากแต่ละหน่วยผลิตก่อนที่จะรวม เข้าสู่ Main Header แต่ละ Sub-header จะมี Purge Gas หรือก๊าซไนโตรเจน (N2) ฉีดเข้าที่ต้นทางเพื่อป้องกันการเกิดสุญญากาศ (Vacuum) หรือใช้กำจัดอากาศออกจากระบบ

3) Sour Gas Header คือ ท่อรวมที่รวบรวบเอาก๊าซที่มีความเป็นกรด เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H2S) ก๊าซแอมโมเนีย (NH3) ซึ่งเจือปนมาจากหน่วยผลิตกำมะถันและและหน่วยบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง Flare Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 Knock-out Drum

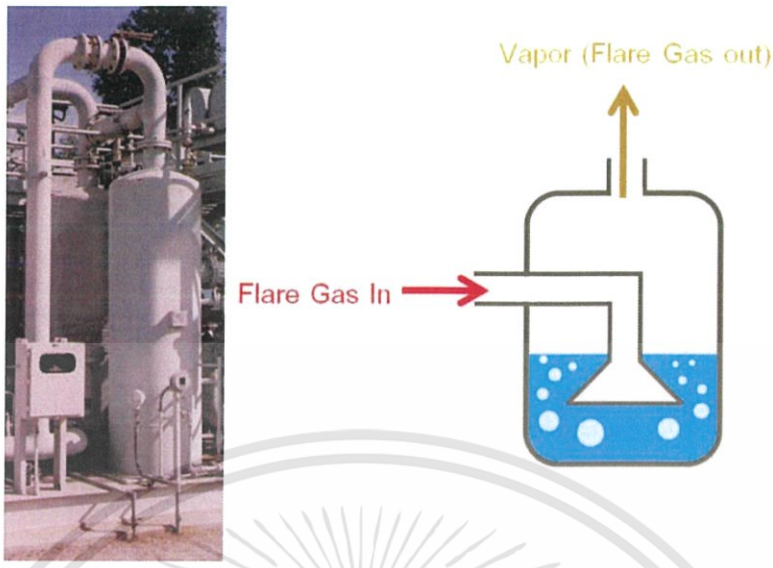
Knock-out Drum หรือ Knock-out Vessel คือ อุปกรณ์ที่ทาหน้าที่แยกและรองรับของเหลวซึ่งอาจปนมากับก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่ปล่อยออกจากกระบวนการผลิต เนื่องจากหากของเหลวติดขึ้นไปที่ยอดหอเผาทิ้งอาจติดไฟและกระจายตัวเป็นลูกไฟออกมารอบๆ หอเผาทิ้งได้ ด้วยเหตุนี้จะต้องติดตั้ง Knock-out Drum เพื่อรองรับของเหลวเหล่านี้และป้องกันเหตุดังกล่าว ของเหลวจะถูกแยกออกและนำไปเก็บที่ถังเก็บเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการอีกครั้งหรือนำไปเป็นเชื้อเพลิง ส่วนไอจะถูกส่งไปยังหอเผาทิ้งดังแสดงในรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างและการทำงานของ Knock–Out Drum

2.1.3.3 Water Seal Pot หรือ Liquid Seal

Water Seal Pot คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้ระบบท่อของหอเผาทิ้ง (Flare Line) เป็นสุญญากาศและช่วยป้องกันการไหลย้อนกลับของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas)ในกรณีที่ก๊าซระบายออกมาในปริมาณน้อย เนื่องจากหากปริมาณของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) มามีปริมาณน้อยหรือระบบท่อของ หอเผาทิ้งเป็นสุญญากาศความดันภายนอกปล่องจะสูงกว่าความดันภายในปล่อง ส่งผลให้อากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ปล่อง และอาจเกิดการเผาไหม้ภายในปล่องขึ้นได้ ดังนั้นปลายสุดของท่อ (Dip Tube) ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) จะจุ่มอยู่ใต้ระดับน้ำในระยะที่กำหนดไว้เพื่อรักษาความดันให้ความดันภายในปล่องสูงกว่าความดันภายนอกปล่อง ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) จากปล่องของหอเผาทิ้งหรืออากาศจากภายนอกจึงไม่สามารถไหลย้อนกลับไปสู่ปล่องได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างและการทำงานของ Liquid Seal

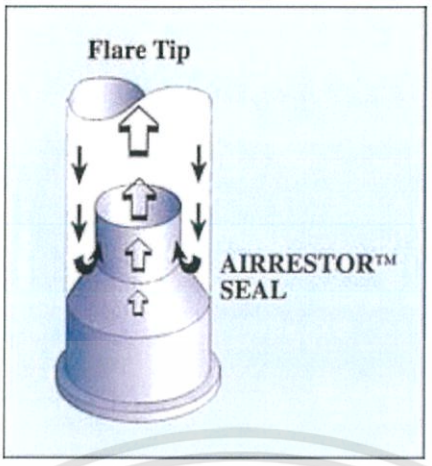
2.1.3.4 Gas Barrier

Gas Barrier หรือ Gas Seal บางครั้งเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Purge Reduction Seal คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันการไหลย้อนกลับของอากาศเข้าสู่หอเผาทิ้งเนื่องจากลมหรือความแตกต่างของอุณหภูมิ ทำให้อากาศไหลเข้าไปภายในระบบ ซึ่งระบบอาจเกิดการระเบิดขึ้นมาได้ เพื่อป้องกันเหตุนี้จะต้องติดตั้ง Gas Seal ซึ่งทำหน้าที่เป็น Orifice เพื่อลดปริมาณ Purge Gas ที่ไหลผ่านและทาให้ก๊าซมีความเร็วสูงขึ้น ส่งผลให้ความดันของก๊าซสูงกว่าความดันของอากาศจึงป้องกันการไหลของอากาศเข้าสู่หอเผาทิ้งได้ การใช้ Purge Gas มากๆ จะทำให้สูญเสียค่าใช้จ่าย เกิดความร้อนสูงอาจทาความเสียหายแก่ Flare Tip และทำให้เกิดการแพร่กระจายของมลภาวะโดยไม่จำเป็น ดังนั้น Gas Seal จึงเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดปริมาณการใช้ Purge Gas ได้

Gas Seal สามารถแบ่งโดยลักษณะการทำงานออกได้เป็น 2 ประเภทคือหลักการของความเร็วที่แตกต่าง ได้แก่ Velocity Seal และความแตกต่างของความหนาแน่น ได้แก่ Density Seal หรือ Molecular Seal

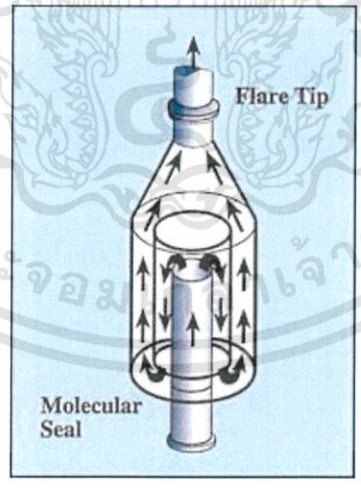
หลักการทำงานของความเร็วที่แตกต่างซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.6 นั้น คือการที่อากาศที่ไหลเข้ามาในหอเผาทิ้งนั้นจะถูกดักแล้วทำให้เปลี่ยนทิศทาง แล้วหลังจากนั้นจะถูกดูดออกไปกับ Purge Gas หรือก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่จะถูกเผาไหม้ ข้อดีของ Velocity Seal คือมีขนาดเล็ก มีเงินลงทุนต่ำ และช่วยลดปริมาณความต้องการของ Purge Gas ลงได้ แต่เมื่อเทียบกับ Density Seal และ Velocity Seal ต้องการ Purge Gas มากกว่า อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของ Velocity Seal จะตกลงเมื่อปริมาณ Purge Gas ถูกรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่าง Velocity Seal

หลักการทำงานของ Density Seal หรือ Molecular Seal คือ การทำให้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่จะถูกเผาไหลผ่านตัวกั้นที่ทำให้ทิศทางของก๊าซเปลี่ยนแปลงไป 180 องศา ทำให้ก๊าซที่เบากว่าหรือหนักกว่าอากาศนั้นจะถูกกั้นไว้ไม่ให้เข้าไปในหอเผาทิ้งได้ดังรูปที่ 2.7 ซึ่ง Purge Gas มีผลต่อประสิทธิภาพของ Density Seal หาก Purge Gas เป็นก๊าซที่เบามากขึ้นหรือหนักกว่าอากาศมากขึ้นประสิทธิภาพของ Density Seal จะยิ่งสูงขึ้น อีกทั้ง Density Seal ใช้ Purge Gas ในปริมาณน้อยและมีค่า Operating Cost ต่ำ โดยปริมาณ Purge Gas ที่น้อยลงส่งผลให้ความร้อนบริเวณปากปล่องของหอเผาทิ้ง (Flare Tip) ลดลง



รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของ Density Seal

2.1.3.5 Pilot Burners

Pilot Burners คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จุดเปลวไฟให้ติดอยู่ตลอดเวลาบริเวณปลายปล่องหอเผาทิ้ง เพื่อจุดไฟก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่ปล่อยออกมา เนื่องจากถ้าไฟเกิดดับไปนั้นจะเกิดการสะสมตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) และอาจเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดขึ้นมาซึ่งเป็นอันตรายอย่างมาก อีกทั้งอาจเกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย การออกแบบ Pilot Burners อยู่ภายใต้เงื่อนไขคือ ต้องมีระบบจุดไฟ Ignition ที่เชื่อถือได้ ไม่ว่าจะมีลมแรงหรือฝนตกไฟ Pilot ต้องไม่ดับ มีไฟตลอดเพื่อจุดให้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ลุกไหม้เมื่อมีการระบายออก ก๊าซที่ใช้ในการจุดเปลวไฟอาจเป็นก๊าซมีเทน หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวจุดเปลวไฟดังแสดงในรูปที่ 2.8 ในการจุดเปลวไฟนั้นจะเป็นแบบใช้คนจุดหรือแบบอัตโนมัติโดยมีตัวรับสัญญาณ เช่น Thermocouple Infrared Sensor หรือ Ultraviolet Sensor ในการตรวจสอบสถานะของเปลวไฟ หากเปลวไฟดับเครื่องจะส่งสัญญาณไปยังห้องควบคุมเพื่อทำการจุดไฟทันที

รูปที่ 2.8 ตัวอย่าง Pilot Burners

Pilot Burners สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ Pilot Gas Ignition System และส่วนที่ 2 คือ Pilot Gas System

1) Pilot Gas Ignition System

Pilot Gas Ignition System คือ ระบบที่ใช้ในการจุดไฟ Pilot บริเวณปากปล่องของหอเผาทิ้ง (Flare Tip) ที่ตั้งอยู่สูง ส่วนมากจะใช้ Flame-Front Generator (FFG) เป็นตัวจุดโดยใช้ท่อนำไฟ หลักการทำงานคือ Fuel Gas ส่วนที่สองจาก Pilot Gas Knock-out Drum จะแยกไปเข้า Pilot Gas Ignition System โดยมีตัวควบคุมความดันก่อนที่จะเข้าผสมกับอากาศในตัว Mixer หรือ Ignition Chamber เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่ถูกต้องในการเกิด Fire Ball ส่วนผสมนี้จะถูกบรรจุเข้าสู่ Ignition Chamber และจุดประกายไฟเพื่อให้ส่วนผสมระหว่าง Pilot Gas และอากาศ ติดไฟเป็น Fire Ball วิ่งไปตามท่อนำไฟและจุด Pilot Gas อีกส่วนหนึ่งซึ่งไหลไปรอที่ Pilot Burners จนติด ดังแสดงในรูปที่ 2.9

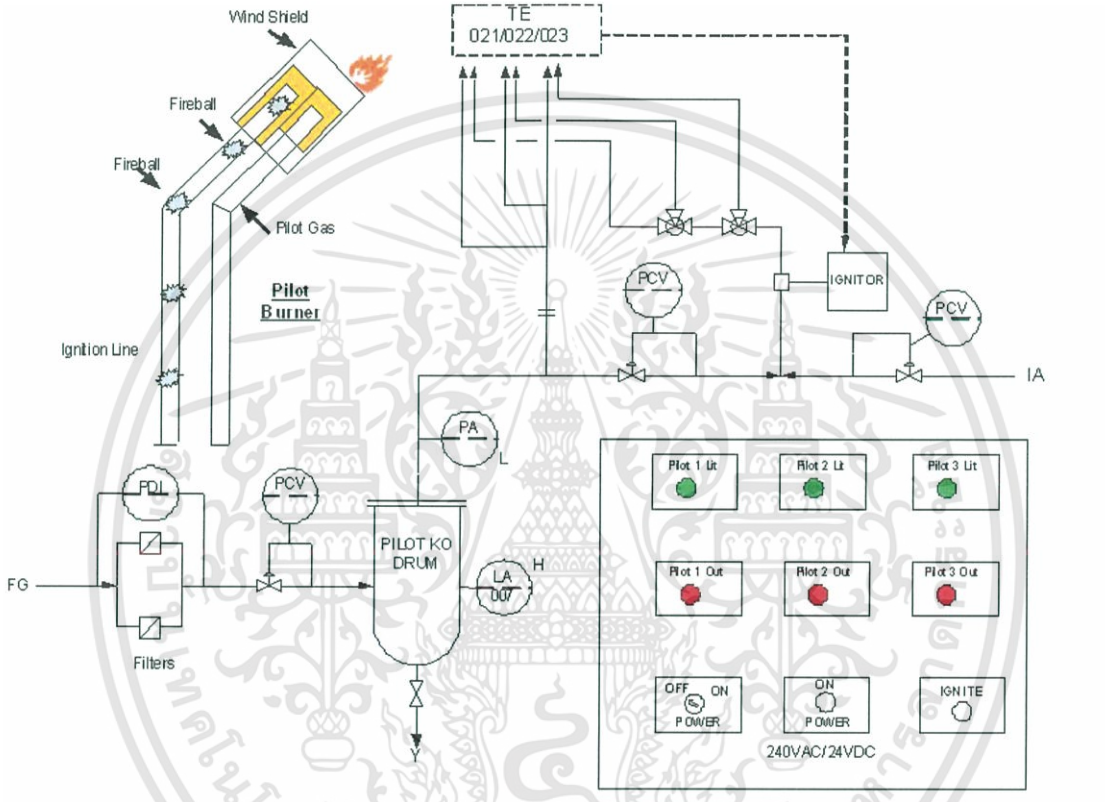
2) Pilot Gas System

Pilot Gas System ประกอบด้วย Pilot Gas Knock-out Drum และ Pilot Gas มีรายละเอียดดังนี้

- Pilot Gas Knock-out Drum ทำหน้าที่แยกของเหลวที่อาจติดมากับ Fuel Gas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Pilot Gas เป็นก๊าซมาจากระบบก๊าซเชื้อเพลิง (Fuel Gas) ของโรงงาน ผ่านการกรองเอาสิ่งสกปรกออกโดยหม้อกรองและมีการควบคุมความดันเมื่อผ่าน Pilot Gas Knock Out Drum ก๊าซขาออกจะถูกแยกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งเรียกว่า Pilot Gas ซึ่งถูกส่งต่อไป Pilot Burners โดยมี Gas Orifice เป็นตัวควบคุมอัตราการไหล และส่วนที่สองจะแยกไปเข้า Pilot Gas Ignition System



รูปที่ 2.9 ตัวอย่าง Pilot Gas Ignition System

2.1.3.6 Ring Steam Burner

Ring Steam Burner หรือ Steam Ring คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ฉีดไอน้ำเข้าสู่เปลวไฟบริเวณปลายปล่องของหอเผาทิ้ง ทำให้เกิดการผสมกันระหว่างก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) และอากาศส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยไอน้ำจะทำหน้าที่เหนี่ยวนำให้อากาศรอบๆ บริเวณไหลเข้าสู่ Burning Zone เกิดเป็นการผสมแบบปั่นป่วน (Turbulent Mixing) ทำให้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ซึ่งมีสารไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบผสมกับอากาศได้ดีขึ้น อีกทั้งช่วยปรับแต่งเปลวไฟให้ตั้งตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างส่วนประกอบของ Pilot Burners และ Ring Steam Burner

2.1.3.7 Flare Stack

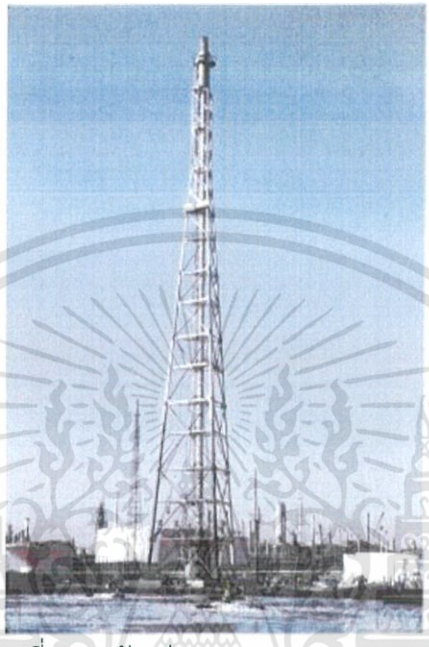
Flare Stack คือท่อส่วนที่ช่วยยกระดับตำแหน่งการเผาไหม้ให้สูงขึ้นรวมถึงโครงสร้างที่ช่วยรองรับน้ำหนักต่างๆ การออกแบบระบบความมั่นคงแข็งแรงของ Flare Stack สามารถทำได้หลายรูปแบบ อาทิ Self-supported Derrick-supported และ Guy-supported เป็นต้น

Self-supported คือ การออกแบบ Flare Stack ที่มีความมั่นคงแข็งแรงด้วยโครงสร้างของตัวท่อของหอเผาเอง ซึ่งตามปกติจะใช้ในกรณีหอเผาทิ้งที่มีความสูงประมาณ 9–30 เมตร แต่สามารถที่จะออกแบบให้สูงกว่า 76 เมตรได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 หอเผาทิ้งแบบนี้จะตั้งอยู่ได้ด้วยตัวเองโดยใช้ฐานที่มีขนาดใหญ่ เพื่อรองรับทั้งน้าหนักของหอเผาทิ้งและแรงกระทำจากภายนอก เช่น ฝน ลม พายุ ที่เกิดขึ้นจากภายนอก อีกทั้งพื้นที่ติดตั้งต้องเป็นพื้นดินที่แข็งพอที่จะรับน้ำหนักของปล่อง (Stack) ได้ หอเผาทิ้งแบบนี้จึงมีราคาค่อนข้างสูง

รูปที่ 2.11 ตัวอย่าง Self–supported

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Derrick–supported เป็นหอเผาทิ้งที่มีโครงเหล็กทำหน้าที่เป็นโครงยึดปล่องของหอเผาทิ้ง ทำให้สามารถสร้างหอเผาทิ้งได้สูงมากกว่า 61 เมตร เนื่องจากโครงเหล็กช่วยรับน้ำหนัก รับแรงลมและรับแรงดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ตัวอย่าง Derrick–supported

Guy-supported คือหอเผาทิ้งที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกับ Self-supported แต่มีลวดสลิงดึงให้ให้ตั้งตรงอยู่ได้โดยทั่วไปสามารถออกแบบให้มีความสูงถึง 91 เมตร แต่การออกแบบ Guy-supported จะต้องคำนึงถึงพื้นที่สาหรับการขึงลวดสลิง โดยต้องมีรัศมีเท่ากับความสูงของหอเผาทิ้งดังแสดงในรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ตัวอย่าง Guy–supported

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.8 Flare Tip หรือ Burner Tip

Flare Tip หรือ Burner Tip คือ อุปกรณ์ปลายปล่องที่เป็นจุดเผาก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่มีสารไฮโดรคาร์บอนเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ การออกแบบ Flare Tip ต้องพิจารณาถึงตัวแปรดังนี้คือ เสถียรภาพของเปลวไฟ ความน่าเชื่อถือของตัวจุดไฟและการลดเสียง ปริมาณสูงสุดและต่ำสุดของปริมาณก๊าซที่จะเผาไหม้ที่ยังทำให้เปลวไฟมีความเสถียร ความเสถียรของเปลวไฟ โดยส่วนใหญ่ Flare Tip จะถูกออกแบบให้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ออกที่ปลายมีอัตราการไหล 0.3–180 m/s อัตราการปล่อยก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) สูงสุดของหอเผาทิ้งนั้นขึ้นอยู่กับความดันของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่ระบายออกและความต้านทานของระบบท่อของหอเผา แสดงดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 ตัวอย่าง Flare Tip หรือ Burner Tip

2.1.4 การตรวจเช็คและปรับแต่งหอเผาทิ้งให้อยู่ในสภาวะปกติ (Monitoring and Maintaining Steady State)

การตรวจเช็คและปรับแต่งให้อยู่ในสภาวะปกติ มีวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติดังนี้

1) ควบคุมการปล่อยก๊าซออกหอเผาทิ้งน้อยที่สุด
2) ปรับแต่งการเผาไหม้ไม่ให้มีควันและเสียง
3) ป้องกันไม่ให้อากาศเข้าสู่ระบบหอเผาทิ้งขณะหอเผาทิ้งทำงาน
4) ดูแลปรับแต่ง Pilot Burners ให้จุดติดตลอดเวลา
5) ดูแลและควบคุมการทำงานของ Flare Knock-out Drum
6) ดูแลและควบคุมการทำงานของ Liquid Seal

ตารางที่ 2.2 การตรวจเช็คและปรับแต่งให้อยู่ในสภาวะปกติ

ลักษณะการปฏิบัติ	รายละเอียดในการปฏิบัติ
1) ควบคุมการปล่อยก๊าซออกหอเผาทิ้ง	• ควรกำหนดให้มี KPI ในการปล่อยก๊าซออกหอเผาทิ้งให้น้อยที่สุด ตามเกณฑ์กำหนดของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยที่สุด (Minimum Flaring)	• ลดปริมาณ Purging Gas ให้น้อยที่สุดหรือไม่เปิดหากไม่จำเป็น • ลดกำลังการผลิตซึ่งหากผลิตเกินกำลังทำให้มีก๊าซส่วนเกินออกหอเผาทิ้ง • หมั่นตรวจเช็คการรั่วไหลจากSafety Valve/Process Central Valve • ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามปล่อยก๊าซออกสู่ Flare ก่อนจุด Pilot Gas
2) ปรับแต่งการเผาไหม้ไม่ให้มีควันและเสียง	• ควรติดตั้งกล้อง CCTV เพื่อตรวจเช็คการเผาไหม้ • ปรับแต่งไม่ให้มีควันด้วย Steam หรือ Air เพื่อลดควันและต้องไม่ก่อให้เกิดระดับเสียงที่สร้างความรำคาญต่อชุมชน • หากจำเป็นจะต้อง Drain หรือ Vent ก๊าซออกหอเผาทิ้งให้ทำอย่างระมัดระวังเพื่อลดควันและเสียง
3) ป้องกันไม่ให้อากาศเข้าสู่ระบบหอเผาทิ้งขณะหอเผาทิ้งทำงาน (ซึ่งทำให้มีส่วนผสมที่ก่อให้เกิดการระเบิดได้ (Explosive Mixture) และ/หรือเกิดไฟไหม้ย้อนกลับ (Burn Back) เกิดขึ้นในระบบ)	• ไม่ Purge Oxygen จาก Process Plant Equipment ออกสู่หอเผาทิ้ง • ไม่เปิดหน้าแปลนหรือท่อ Drain ในระบบท่อของหอเผาทิ้ง ซึ่งอาจเป็นเหตุให้อากาศถูกดูดเข้าหอเผาทิ้ง • รักษาให้มี Purge Gas ไหลเล็กน้อยอยู่ตลอดเวลา • หากถอด Relief Valve เพื่อซ่อมบำรุง จะต้องปิด Valve ทั้งสองด้านเสมอ • บำรุงรักษาอุปกรณ์ดักอากาศ เช่น Density Seal หรือ Molecular Seal และ Air Seal (หากมี) • รักษาระดับน้ำใน Liquid Seal ให้อยู่ในระดับปกติ
4) ดูแลปรับแต่ง Pilot Burners ให้จุดติดตลอดเวลา	• ตรวจเช็คให้แน่ใจว่า Pilot Gas จุดติดตลอดเวลา โดยดูที่ CCTV Flame Detectors หรือ Temperature Indicators อนึ่งหาก Pilot Gas ดับ จะต้องมีสัญญาณเตือน (Alarm) • ตรวจเช็คให้แน่ใจว่า Pilot Gas Supply มีพอเพียงและพร้อมจ่ายตลอดเวลา • กรณี Process Plant Shutdown เป็นสาเหตุให้ไม่มี Pilot Gas ควรจัดหา Pilot Gas สำรอง เช่น LPG bottle ฯลฯ
5) ดูแลและควบคุมการทำงานของ Flare Knock-out Drum	• Flare Knock-out Drum ทำหน้าที่ในการดักจับของเหลวออกจากก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) หากมีของเหลวล้นออกสู่หอเผาทิ้ง จะมีปัญหาเรื่องลูกไฟในลักษณะฝนไฟ (Raining Fire) ส่งผลให้เกิดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

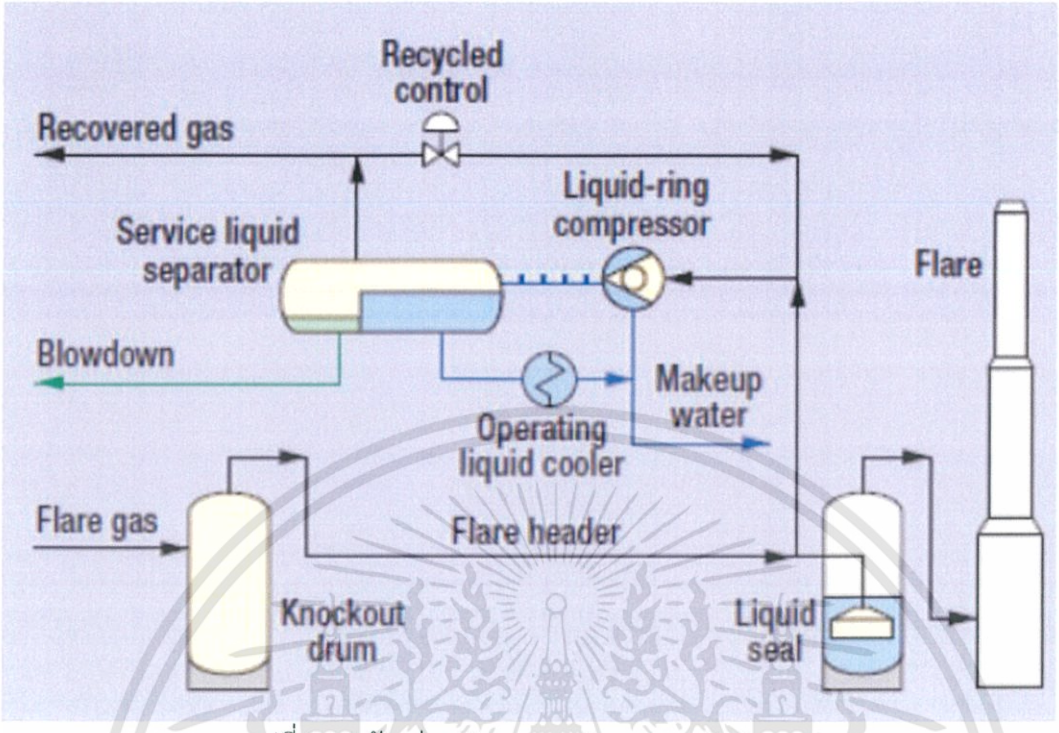
(เพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวไหลขึ้นสู่ปล่องของหอเผาทิ้ง และป้องกันไม่ให้ก๊าซที่เย็นจัดไหลเข้าสู่ Liquid Seal ซึ่งผลที่ตามมาคือน้ำใน Liquid Seal จะกลายเป็นน้ำแข็ง)	ไหม้บริเวณที่ลูกไฟตกลงมา • ตรวจเช็ค Level Indicators/Level Switches ให้ทำงานถูกต้องอยู่เสมอ เพื่อที่จะเดินเครื่องสูบ (Pump) เอาของเหลวไปสู่ถังเก็บ • ตรวจเช็คระบบ Heating Coils/Heaters ให้ทำงานถูกต้องในการทำให้ของเหลวที่อุณหภูมิต่ำที่ติดลบมาก (-90°C) กลายเป็นไอและอยู่ในสภาวะอุณหภูมิปกติ มิฉะนั้นน้ำใน Liquid Seal จะกลายเป็นน้ำแข็งทำให้ก๊าซไม่สามารถไหลขึ้นสู่ปล่องได้ ผลตามมาคือเกิดความดันย้อนกลับ (Back Pressure) ในระบบหอเผาทิ้ง ซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบที่จะเกิด Overpressure และนำไปสู่การเกิดระเบิด • ตรวจเช็คเครื่องสูบ (Pump) ของ Knock-out Drum ให้พร้อมใช้งานตลอดเวลาหากมีของเหลวต้องสูบของเหลวเพื่อเก็บในถังได้ทันที
6) ดูแลและควบคุมการทำงานของ Liquid Seal (เพื่อให้ทำหน้าที่เป็น Vacuum Breaker และป้องกันไฟย้อนกลับ)	• ตรวจเช็คและปรับแต่งระดับน้ำให้อยู่ในระดับตามที่ตั้งค่าไว้ (Level Controller Set Point) • หากไม่มีตัวควบคุมระดับ ต้องตรวจเช็คให้มั่นใจว่ามีน้ำล้นทางท่อระบายรูปคอห่านตลอดเวลา • น้ำที่ระบายออกจาก Liquid Seal ต้องได้รับการบำบัดเรื่องกลิ่นให้เป็นไปตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อม

2.1.5 เทคโนโลยีเพื่อลดการใช้หอเผาทิ้ง

2.1.5.1 Flare Gas Recovery

Flare Gas Recovery คือกระบวนการการนำก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) กลับมาใช้ใหม่โดยการติดตั้งระบบ Flare Gas Recovery เนื่องจากก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) นั้นจะถูกปล่อยออกจากกระบวนการผลิตทั้งในสภาวะปกติ สภาวะหยุดระบบเพื่อการซ่อมบำรุง (Maintenance Shutdown) สภาวะเริ่มดำเนินการผลิต (Start-up) และการหยุดเครื่องฉุกเฉิน (Emergency Shutdown) โดยจะสะสมในท่อแล้วจะถูกส่งเข้าหอเผาทิ้ง เพื่อความปลอดภัยในการกำจัดก๊าซตามที่ได้กล่าวมาแล้วในการนำก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) กลับมาใช้ใหม่นั้น จะติดตั้งระบบ Flare Gas Recovery ระหว่าง Knock-out Drum และ Liquid Seal เพื่อทำหน้าที่ดึงก๊าซก่อนที่จะถูกส่งเข้าหอเผาทิ้งเพื่อนำกลับมาควบแน่น ระบบ Flare Gas Recovery ทำงานโดยอาศัยหลักการอัดความดันโดยใช้ Compressor และลดอุณหภูมิลงโดยใช้สารทำความเย็นเพื่อนำสารไฮโดรคาร์บอนกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตดังแสดงรูปที่ 2.15 อนึ่ง สารทำความเย็นนั้นอาจจะเป็นน้ำหรืออากาศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารไฮโดรคาร์บอนและสารไฮโดรคาร์บอนที่ถูกควบแน่นนั้นจะถูกนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตหรือเป็นเชื้อเพลิงต่อไป ซึ่งจะเป็นการลดการสูญเสียวัตถุดิบ สารตั้งต้น ลดการเผาไหม้ ลดควัน และมลภาวะอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

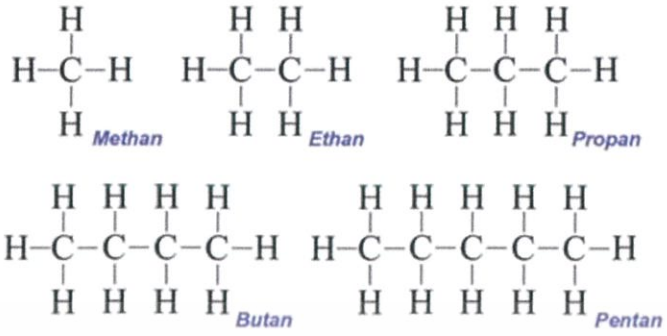


รูปที่ 2.15 ตัวอย่าง Flare Gas Recovery Systems

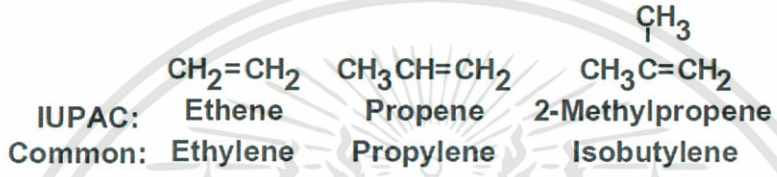
2.1.5.2 Smokeless Flare

แนวทางอีกหนึ่งแนวทางในการลดผลกระทบของการเผาก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) คือ การลดการเกิดควันดำโดยการใช้ระบบ Smokeless Flare ระบบนี้สามารถลดการเกิดควันได้ในทุกช่วงอัตราการไหลของก๊าซ โดยการใช้แรงดันอากาศไอน้ำ (Steam) หรืออุปกรณ์อื่นที่สามารถทำให้เกิดการผสมแบบปั่นป่วน (Turbulence Mixing) และนำพาอากาศเข้าไปในกระแสของก๊าซ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยปกติแล้ว ปัจจัยหลักของการเกิดควันคือค่าความร้อนของก๊าซ หรือโครงสร้างพันธะภายในโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนของก๊าซที่ถูกเผา เช่น ไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะจับกับเป็นโซ่ตรง (Paraffin) ดังแสดงในรูปที่ 2.16 มีแนวโน้มที่จะเกิดควันดำน้อย แต่ไฮโดรคาร์บอนชนิดโอเลฟินส์ (Olefin) คือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ระหว่างโมเลกุลและอโรมาติก (Aromatic) คือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่จับกันเป็นวงหกเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 2.17 และรูปที่ 2.18 ตามลำดับนั้น มีแนวโน้มที่เมื่อเผาไหม้แล้วจะเกิดควันดำขึ้นได้

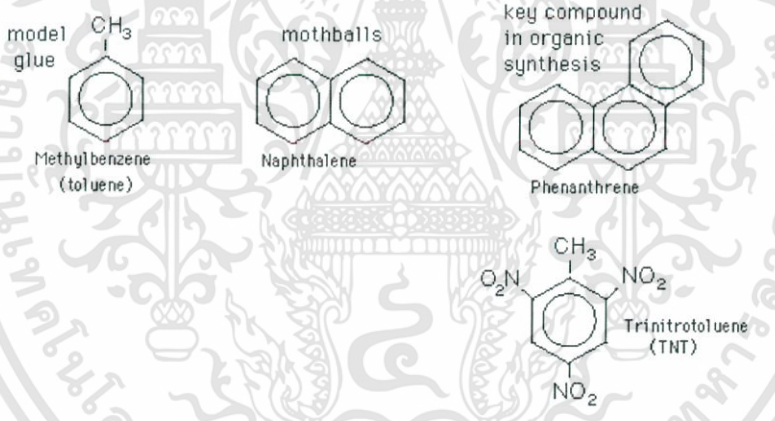
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างสารจำพวก Paraffin



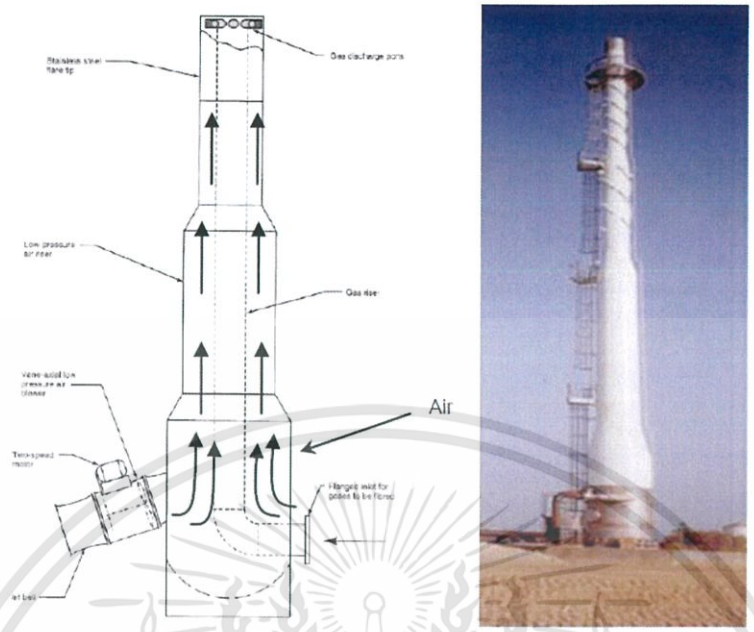
รูปที่ 2.17 ตัวอย่างสารจำพวก Olefin



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างสารจำพวก Aromatic

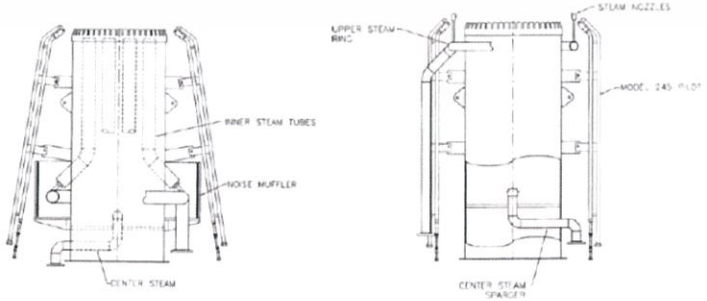
Smokeless Flare จะช่วยทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์โดยการเพิ่มตัวช่วย เช่น อากาศหรือไอน้ำ (Steam) สังเกตได้ว่า ใน Smokeless Flare แบบเพิ่มอากาศนั้นจะมีท่อสำหรับอัดอากาศเข้าสู่หอเผาทิ้ง ดังลูกศรในในรูปที่ 2.19 ซึ่งแสดงทิศทางการไหลของอากาศภายในปล่องของหอเผาทิ้ง โดยอากาศทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้เกิดการผสมระหว่างออกซิเจนและก๊าซที่ระบายออกในตำแหน่งปากปล่องของหอเผาทิ้งมากขึ้นโดยอาศัยอัตราการไหลที่เร็ว ส่งผลให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนเมื่อออกซิเจนเพียงพอกับปริมาณของสารไฮโดรคาร์บอนในก๊าซที่ระบายออกจึงทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์โดยไม่เกิดควันดำและเขม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างของ Smokeless Flare แบบเพิ่มอากาศ (Air-assisted Flare)

Smokeless Flare แบบเพิ่มไอน้ำ (Steam) ตัวอย่างดังรูปที่ 2.20 ใช้หลักการในการลดควันเช่นเดียวกับแบบเพิ่มอากาศ แต่เปลี่ยนตัวช่วยเป็นไอน้ำลักษณะการเพิ่มไอน้ำจะเพิ่มเข้าในหลายจุดในบริเวณปากปล่องของหอเผาทิ้งโดยการติดตั้งหัวฉีด (Nozzle) เพื่อเพิ่มอัตราการไหลของไอน้ำทำให้ดึงออกซิเจนเข้าไปผสมกับก๊าซที่ระบายออก ส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

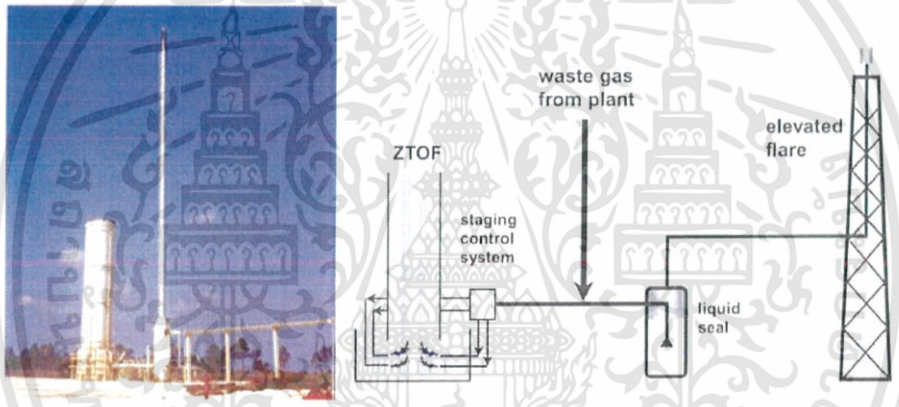


รูปที่ 2.20 ตัวอย่างของ Smokeless Flare แบบเพิ่มไอน้ำ (Steam-assisted Flare)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3 การใช้เทคโนโลยีร่วมระหว่าง Enclosed Ground Flare และ Elevated Flare

การสร้างหอเผาทิ้ง (Flare) ในบางกรณีจำเป็นต้องสร้างหอเผาทิ้งที่ปกปิดอย่างมิดชิด เนื่องจากต้องการลดผลกระทบที่เกิดจากความร้อน เสียง และแสง ต่อชุมชนรอบข้าง ซึ่ง Enclosed Ground Flare ถูกออกแบบเพื่อป้องกันผลกระทบด้านรังสีความร้อน เสียง และแสง ทำให้ไม่มีการกระจายรังสีความร้อนออกไปไกลเนื่องจากเกิดการเผาไหม้ที่ระดับใกล้พื้นดิน และมีผนังซึ่งสร้างด้วยวัสดุกันความร้อนปกปิดอย่างมิดชิด สามารถที่จะซ่อมบำรุงได้ง่าย ลดการเกิดแสงสว่างระหว่างการเผาไหม้ (ชนิดที่มีผนังคลุมหัวเผา) และช่วยสร้างภาพลักษณ์อันดีต่อชุมชนรอบข้างโรงงาน อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ Enclosed Ground Flare คือ ปริมาณของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ที่ส่งไปเผาที่หอเผาทิ้งไม่สูงมากนัก แต่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการใช้เทคโนโลยีร่วมระหว่าง Enclosed Ground Flare และ Elevated Flare (ดังรูปที่ 2.21) เพื่อให้เกิดการใช้งานได้อย่างเหมาะสมและช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากการใช้ Elevated Flare เพียงอย่างเดียว

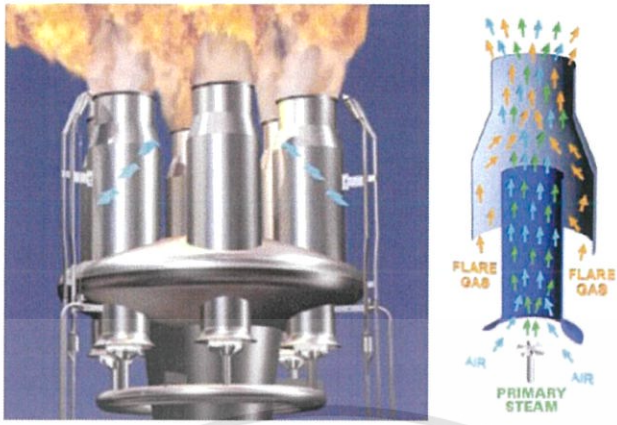


รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีร่วมระหว่าง Enclosed Ground Flare และElevated Flare

2.1.5.4 Steamizer

ระบบ Steamizer นั้นถูกออกแบบให้มีการฉีดไอน้ำความดันสูง (High Pressure Steam Jet) เพื่อให้มีปริมาณของไอน้ำ (Steam) และอากาศที่เพียงพอในการเผาไหม้ลดการเกิดควันดำ โดยที่มีระบบควบคุมปริมาณและความดันของ Steam Jet ให้พอเหมาะกับอัตราการไหลของก๊าซที่ถูกส่งไปเข้าหอเผาทิ้ง Steamizer ประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนการฉีดไอน้ำ (Steam) ที่ส่วนบนและส่วนล่างของหัวเผาไหม้ดังแสดงในรูปที่ 2.22 ไอน้ำ (Steam) ที่มีความดันและความเร็วสูงนี้จะทำหน้าที่ดูดอากาศเข้าไปช่วยให้ของผสมที่จะเผาไหม้เกิดการผสมแบบปั่นป่วน (Turbulent Mixing) นอกจากนี้รูปแบบของท่อที่ปลายแคบลงส่งผลให้ก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ไหลตัดกับไอน้ำ (Steam) และอากาศ ส่งผลให้เกิดการผสมกันดีขึ้น ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และลดการเกิดควันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .



รูปที่ 2.22 รูปประกอบ Steamizer

2.1.6 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้หอเผาทิ้ง

2.1.6.1 Flare Minimization

การลดการใช้หอเผาทิ้ง (Flare Minimization) เป็นความพยายามในการใช้หอเผาทิ้งให้น้อยที่สุดและใช้ในกรณีจำเป็นเท่านั้น ความพยายามลดการใช้หอเผาทิ้งดังกล่าวสามารถทำได้ทั้งในลักษณะโครงการสมัครใจโดยภาคอุตสาหกรรม (Voluntary Program) หรือโดยการออกระเบียบปฏิบัติจากภาครัฐ (Regulatory Program) เช่น การออกระเบียบปฏิบัติในการใช้หอเผาทิ้งโดย Bay Area Air Quality Management District: BAAQM) ของมลรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ในบทบัญญัติที่ 12 หัวข้อที่ 12 ที่กำหนดให้โรงกลั่นน้ำมันในพื้นที่ควบคุมจะต้องใช้ความพยายามในการลดจำนวนครั้ง และลดปริมาณของการเผาไหม้ของหอเผาทิ้งและมีการห้ามใช้หอเผาทิ้งสำหรับกรณีที่ไม่ใช่เหตุฉุกเฉิน (Non-emergency) ยกเว้นแต่การใช้ดังกล่าวสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ได้รับการอนุมัติไว้ล่วงหน้าแล้ว ภายใต้กรอบของแผนการพิจารณาการลดการใช้หอเผาทิ้ง (Flare Minimization Plan FMP) นอกเหนือจากนั้น ข้อบัญญัติยังมีการกำหนดให้โรงกลั่นน้ำมันจะต้องทำรายงานสถิติการใช้หอเผาทิ้งในอดีต และจัดทำแผนการลดการใช้หอเผาทิ้งในอนาคตที่สะท้อนถึงการใช้ความพยายามอย่างเต็มที่ของโรงงานในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการอนุมัติของคณะกรรมการกำกับดูแลแผน (FMP Committee) ด้วย

แนวปฏิบัติของหน่วยงานในการลดการใช้หอเผาทิ้ง เช่น

- การกำหนดนโยบายการใช้หอเผาทิ้งอย่างชัดเจน
- การกำหนดเป้าหมายจำนวนครั้งและลดปริมาณของการเผาไหม้ในการใช้หอเผาทิ้งแต่ละปล่อง
- การแจ้งเหตุของการใช้หอเผาทิ้งและการรายงานถึงสาเหตุและความจำเป็นในการใช้หอเผาทิ้งทุกครั้งต่อเจ้าพนักงานมีการใช้หอเผาทิ้งเกินข้อกำหนด
- การจัดทำรายงานและการจดบันทึกตัวแปรที่สำคัญของการใช้หอเผาทิ้งตลอดเวลา อาทิ ระดับน้ำใน Water Seal ปริมาณก๊าซที่ส่งเข้าเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การจัดทำและการส่งรายงานประเมินผลประจำปี (Assessment Report) ต่อคณะกรรมการควบคุมการใช้หอเผาทิ้ง ซึ่งบ่งบอกถึงความพยายามของโรงงานในการปฏิบัติตามแผนการลดการใช้ที่โรงงานได้ให้ไว้
- การเพิ่ม Recovery Unit สำหรับการเก็บสารก่อนเข้าสู่หอเผาทิ้ง เช่น
- การแยก Knock-out Drum ที่รับความดัน (Pressure) สูงและต่ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการแยกชั้น (Phase) หรือคำนึงถึงขนาดของ Knock-out Drum ที่เพียงพอ เพื่อสามารถดึงสารส่วนที่เป็นของเหลวกลับมาให้มากที่สุด
- การนำก๊าซที่ระบายออกซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงนำกลับไปใช้แทนเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต

2.1.6.2 การปรับตัวแปร (Parameter) ต่างๆเพื่อลดการเกิดควันของหอเผาทิ้ง

การเกิดควัน เขม่า และมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่มาจากหอเผาทิ้งอาจเกิดได้จากการออกแบบที่ไม่ครอบคลุมต่อการดำเนินการผลิตหรือการปฏิบัติการเกี่ยวกับหอเผาทิ้ง อย่างไรก็ตาม สิ่งแรกที่ควรพิจารณาหากเกิดควันคือ กำลังการเผาไหม้ของหอเผาทิ้งในช่วงที่ไม่เกิดควัน หรือ Smokeless Capacity ว่าสอดคล้องกับกำลังการผลิตหรือไม่ และการปฏิบัติการเกี่ยวกับหอเผาทิ้งถูกต้องตามคู่มือและการออกแบบ อีกทั้ง ประเภทของหอเผาทิ้งที่ใช้เหมาะกับก๊าซที่ระบายออกหรือไม่ดังนั้น การพิจารณาเบื้องต้นเหล่านี้จะทำให้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริงที่ก่อให้เกิดควัน ในหัวข้อนี้ได้นำเสนอประสบการณ์ของโรงงานเรื่องตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้สารไฮโดรคาร์บอน การคาดการณ์แนวโน้มการเกิดควันและการประยุกต์ใช้หอเผาไหม้ประเภทต่างๆ ที่ช่วยลดควัน เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการแก้ปัญหาเรื่องควัน

1) ประสบการณ์ในโรงงานในเรื่องหอเผาทิ้ง

จากประสบการณ์ที่ผ่านมาของ John Zink พบว่ามีหลายตัวแปรที่จะส่งผลต่อการเกิดควันดำของหอเผาทิ้ง เช่น

- ชนิดของเชื้อเพลิง เช่น สัดส่วนของไฮโดรเจนต่อคาร์บอน (H:C) และค่า Lower Heating Value (LHV)
- ขนาดของหัวเผาไหม้
- อัตราเร็วของก๊าซ
- สภาพแวดล้อม เช่น ความเร็วลม ความชื้น และอุณหภูมิ
- อัตราการไหลเชิงมวลของก๊าซ

จากตัวแปรต่างๆ ข้างต้นนั้นไม่สามารถที่จะระบุได้ว่าตัวแปรใดมีผลมากกว่ากัน เช่น แนวโน้มของการเกิดควันถูกพบว่ามีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของไฮโดรเจนต่อคาร์บอน (H:C) และค่า Lower Heating Value (LHV) ของเชื้อเพลิง ในช่วงหลายๆ ปีที่ผ่านมานั้น H:C และ LHV ถูกใช้เพื่อวิเคราะห์หาแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

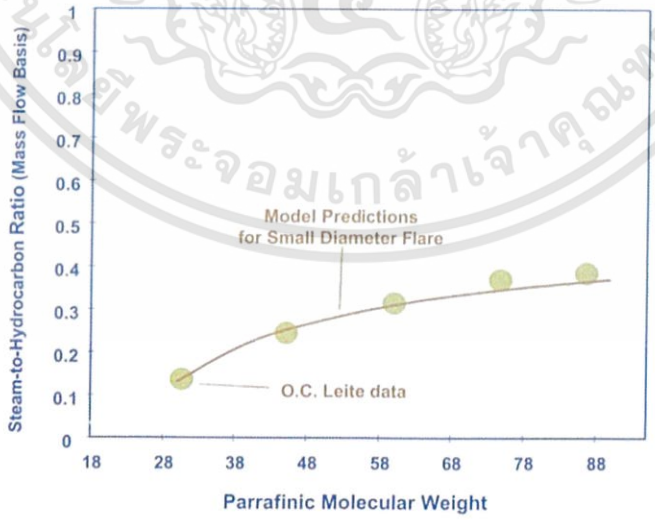
ของการเกิดควันดำของสารไฮโดรคาร์บอน ดังนั้นจะช่วยให้สามารถประมาณอัตราการเผาไหม้ที่ไม่เกิดควันขึ้นได้

2) สีของเปลวไฟ

สีของเปลวไฟที่เป็นสีส้มและเหลืองนั้นเกิดจากอนุภาคของคาร์บอนและเขม่าภายในเปลวไฟ เมื่ออนุภาคของคาร์บอนเย็นตัวลงจะมีสีดำและจะเห็นเป็นควันสีดำ เพื่อที่จะลดการเกิดเขม่าลงสามารถทำได้โดยการเผาอนุภาคของคาร์บอนให้เร็วมากกว่าอัตราการเกิดอนุภาคของคาร์บอน จากผลการศึกษาของ Hottel และ Hawthorn แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเร็วขาออกของก๊าซที่เผาไหม้สูงขึ้นมีผลทำให้เปลวไฟยาวขึ้นในขณะที่สีของเปลวไฟจะโปร่งแสง (มีสีเหลืองน้อย) จากการที่เปลวไฟโปร่งแสงขึ้นนั้นบ่งชี้ว่าอนุภาคของคาร์บอนถูกเผาไหม้ในอัตราที่มากกว่าที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเปลวไฟเพิ่มขึ้นตามอัตราเร็วขาออกของก๊าซที่ระบายออก (Flare Gas) ส่งผลให้เกิดควันและเขม่าลดลง

3) การคาดการณ์แนวโน้มการเกิดควัน

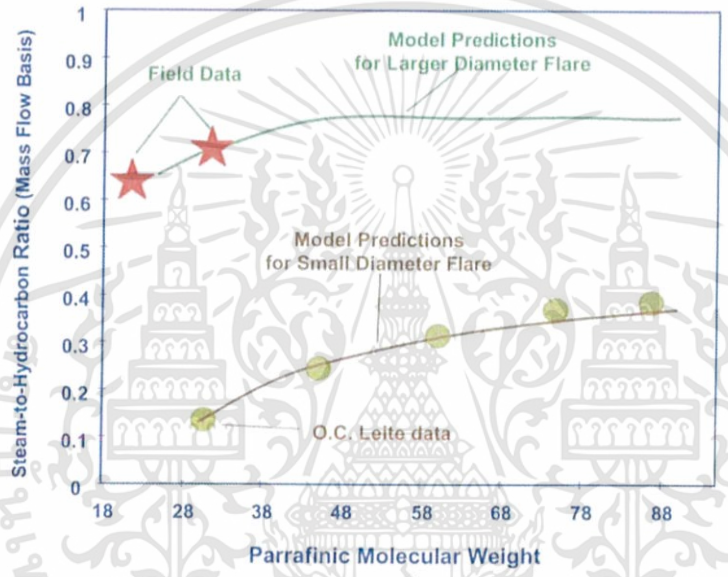
แนวทางการคาดการณ์ถูกประยุกต์ใช้เพื่อประมาณประสิทธิภาพของหอเผาทิ้งที่ไม่มีตัวช่วยและหอเผาทิ้งที่ใช้ไอน้ำ (Steam) จากรูปที่ 2.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างไอน้ำ (Steam) ต่อไฮโดรคาร์บอนสำหรับสารไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่ตรง (Paraffinic Hydrocarbon) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลหลากหลายซึ่งต้องใช้ปริมาณของไอน้ำ (Steam) ที่ต่างกันในการช่วยลดการเกิดควันดำลงได้ (ข้อมูลจาก Leite) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นของ Leite นั้นถูกใช้เป็นพื้นฐานในการประมาณสัดส่วนไอน้ำ (Steam) ต่อสารไฮโดรคาร์บอนที่ต้องการสำหรับการเผาไหม้ไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่ตรง (Paraffinic Hydrocarbon) ข้อมูลที่ได้มานั้นมาจากการทดลองกับหอเผาทิ้งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16-24 นิ้ว (41–61 cm) และไอน้ำ (Steam) ที่ความดัน 100 psig (6.8 barg) ผลจากกราฟนั้นแสดงให้เห็นว่าถ้าสารไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากจะต้องใช้สัดส่วนของไอน้ำ (Steam) เพิ่มขึ้น เพื่อช่วยในการเผาไหม้โดยไม่เกิดควันดำ



รูปที่ 2.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างไอน้ำ (Steam) กับไฮโดรคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลของ Leite และข้อมูลการทำนายประสิทธิภาพจากการเผาไหม้ที่ใช้ไอน้ำ (Steam) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มระหว่างค่าจากการทดลอง และค่าที่ทำนายว่าเป็นไปในแนวทางเดียวกัน อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์ที่ผ่านมานั้น หอเผาทิ้งขนาดใหญ่มีความต้องการสัดส่วนของไอน้ำ (Steam) ต่อไฮโดรคาร์บอนที่มากกว่าข้อมูลของ Leite ที่ทำทดลองในหอเผาทิ้งขนาดเล็ก จากข้อมูลเบื้องต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่าปริมาณไอน้ำ (Steam) ต่อไฮโดรคาร์บอนแปรผันตรงกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหอเผาทิ้ง ดังนั้น หากหอเผาทิ้งมีขนาดใหญ่ขึ้นจะต้องใช้ปริมาณไอน้ำเป็นอัตราส่วนที่มากกว่าหอเผาทิ้งขนาดเล็ก



รูปที่ 2.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างไอน้ำ (Steam) กับไฮโดรคาร์บอนของหอเผาทิ้งเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่

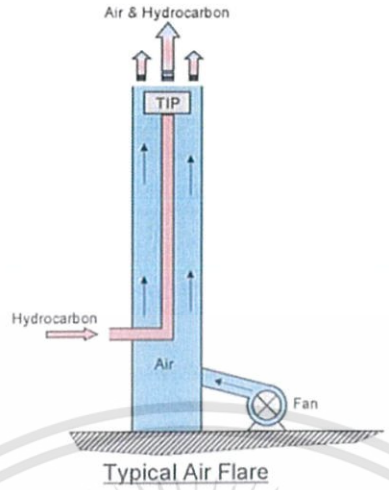
4) การประยุกต์ใช้หอเผาทิ้งที่มีการฉีดไอน้ำช่วย

หอเผาทิ้งที่ใช้ไอน้ำ (Steam) ช่วยในการเผาไหม้นั้นถูกนำเสนอมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1952 เพื่อที่จะเผาไหม้โดยไม่ให้เกิดควัน เหมาะสำหรับหอเผาทิ้งที่มีอัตราการไหลของก๊าซขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งไอน้ำทำหน้าที่เป็นตัวช่วยในการลดการเกิดควัน

5) การประยุกต์ใช้หอเผาทิ้งที่มีการฉีดอากาศช่วย

หอเผาทิ้งที่มีการฉีดอากาศช่วยเป็นการเพิ่มอากาศโดยใช้พัดลมความดันสูง เพื่ออัดอากาศเข้าสู่ระบบทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยเป็นการเพิ่มความเร็วขาออกของก๊าซและอัตราการเกิดปฏิกิริยา ดังรูปที่ 2.25 และรูปที่ 2.26 จากรูปที่ 2.26 จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบของการเผาไหม้ตั้งแต่ไม่มีการเติมอากาศโดยไม่มีการเดินพัดลม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงควันสีดำ และเมื่อเริ่มเพิ่มอากาศแสดงโดยการเดินพัดลมในสภาวะคงที่เปลวไฟมีขนาดสั้นลงและควันดำหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

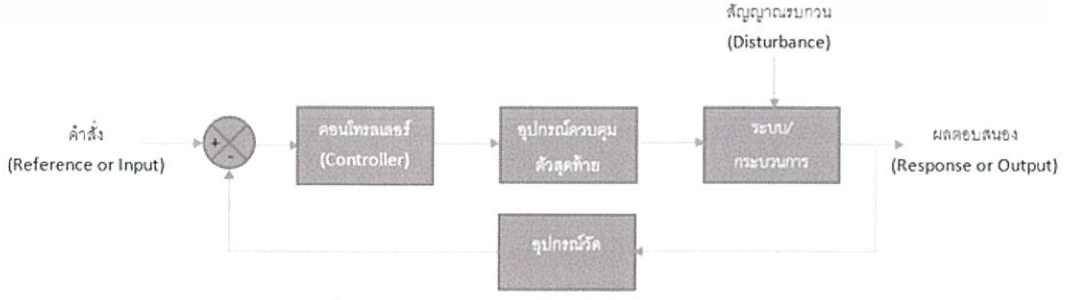


รูปที่ 2.25 ภาพร่างหอเผาทิ้งที่ใช้การเพิ่มอากาศ

รูปที่ 2.26 การเปรียบเทียบของการเผาไหม้เมื่อใช้อากาศช่วยเพื่อการเผาไหม้

2.2 พื้นฐานระบบควบคุม

2.2.1 คำนิยามและโครงสร้างพื้นฐานของระบบควบคุม



รูปที่ 2.27 ส่วนประกอบของระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ (System) หมายถึงกระบวนการต่างๆที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันระหว่างกระบวนการเหล่านั้น และเชื่อมต่อกันเพื่อทำงานใดงานหนึ่งให้บรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้

ควบคุม (Control) หมายถึง รักษาไว้ให้เป็นตามระเบียบ การกำกับดูแลบังคับสั่งการ

ระบบควบคุม (Control Systems) หมายถึง การจัดการปริมาณที่สนใจเพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการหรือค่าที่ตั้งไว้

สัญญาณด้านเข้า (Reference or Input) หมายถึง ค่าที่ตั้งไว้ (Set Point) หรือผลตอบสนองที่ต้องการของระบบที่ต้องการควบคุมที่ได้กำหนดไว้

สัญญาณด้านออก (Output) หมายถึงผลตอบสนองของระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุม ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องการควบคุมให้สัญญาณด้านออกมีค่าตามสัญญาณด้านเข้าที่กำหนด (หรือตามค่าของสัญญาณด้านเข้าที่เปลี่ยนแปลงไป) หรือมีค่าคงเดิมได้เมื่อมีการรบกวนทั้งภายในและภายนอกที่มากระทำต่อระบบควบคุม

ตัวควบคุม (Controller) หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบ หรือกระบวนการที่ต้องการควบคุมมีสัญญาณด้านออก หรือผลตอบสนองตามที่ต้องการ

อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final Control Element) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการผลิต ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ วาล์วควบคุม ที่จะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการผลิต ปรับอุณหภูมิ, ระดับ, อัตราการไหล และความดัน และชัตดาวน์วาล์วที่ทำหน้าที่ตัดระบบการผลิตต่าง ๆ ให้หยุดการทำงานเมื่อพบว่าเกิดเงื่อนไขที่ไม่ปลอดภัยต่อกระบวนการผลิต

กระบวนการ (Plant or Process) หมายถึง ระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุมหรือวัตถุทางกายภาพที่ถูกควบคุม

การรบกวน (Disturbance) หมายถึง สัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นในระบบที่ถูกควบคุม สัญญาณรบกวนนี้อาจเกิดขึ้นที่จุดใด ๆ ในระบบก็ได้ ซึ่งการรบกวนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) การรบกวนจากภายใน (Internal Disturbance) ซึ่งอาจเกิดจากการ เปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ต่างๆ ของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

(2) การรบกวนจากภายนอก (External Disturbance) เป็นการรบกวนที่เกิดขึ้น จากภายนอกระบบ แต่มีผลต่อระบบที่กำลังควบคุม โดยทั่วไปการรบกวนจาก ภายนอกจะให้เป็นสัญญาณด้านเข้าหนึ่งที่ไม่พึงประสงค์ของระบบควบคุม

อุปกรณ์วัด (Measuring Instruments) หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่วัดค่าของสัญญาณด้านออกของระบบที่ถูกควบคุม ได้แก่ เซนเซอร์ (Sensor) ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) หรืออุปกรณ์แปลงหรือวัดสัญญาณอื่น

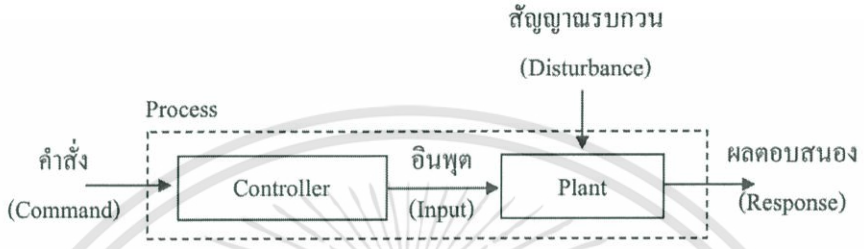
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 รูปแบบของการควบคุม

ระบบควบคุม (Control system) มีโครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ

2.2.2.1 ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด (Open loop control system)

ระบบควบคุมแบบวงเปิดเป็นระบบที่เอาต์พุตไม่มีผลต่อการควบคุม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าระบบควบคุมแบบวงเปิดไม่ได้มีการวัดเอาต์พุตเพื่อที่จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับอินพุต



รูปที่ 2.28 ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด

ลักษณะโดยทั่วไปของระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด เป็นไปตามรูปที่ 2.28 ในการควบคุมแบบวงรอบเปิด ตัวควบคุมจะส่งสัญญาณป้อน (Input) ให้กับระบบหรือสิ่งที่ต้องการควบคุมตามคำสั่งหรือสัญญาณอ้างอิง (Command or Reference) ที่รับมา โดยที่ตัวควบคุมจะอนุมานว่าเมื่อสิ่งที่ต้องการควบคุมได้รับสัญญาณป้อนแล้วนั้น ก็จะผลิตเอาต์พุตหรือผลตอบสนอง (Response) ให้ได้ตามที่คาดหมาย โดยที่ไม่ต้องทาการตรวจสอบสัญญาณเอาต์พุตจริงว่าเป็นไปตามคำสั่งหรือไม่

ระบบควบคุมแบบวงเปิดนั้นเอาต์พุตไม่ได้ถูกเปรียบเทียบกับอินพุตอ้างอิง ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานที่คงที่สำหรับอินพุตอ้างอิงแต่ละตัว ทำให้ความแม่นยำของระบบขึ้นอยู่กับการปรับแต่งสอบเทียบถ้ามีการรบกวนในระบบวงเปิด ระบบจะไม่สามารถทำงานตามที่ต้องการได้ การควบคุมแบบวงเปิดในทางปฏิบัติจะเหมาะกับงานที่รู้ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุต และต้องไม่มีการรบกวนทั้งภายในและภายนอกเพราะระบบไม่มีการป้อนกลับ ขอให้สังเกตว่าระบบควบคุมใดก็ตามที่มีการทำงานบนพื้นฐานของเวลาหรือทำงานตามเวลาที่กำหนดจะเป็นการควบคุมแบบวงเปิด เช่น การควบคุมสัญญาณไฟจราจรก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการควบคุมแบบวงเปิด

ตัวอย่างอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบวงรอบเปิดได้แก่ ตู้อบไมโครเวฟ ที่มีลักษณะการปรับเปลี่ยนกาลังไฟฟ้า โดยที่ไม่มีการตรวจสอบว่ากาลังไฟฟ้าจริงที่ออกมาในรูปของสัญญาณไมโครเวฟนั้นเป็นเท่าใด หรือออกมาได้เท่ากับที่ปรับตั้งไว้หรือไม่ ลักษณะการทำงานจึงเป็นวงรอบเปิด

ข้อดี

(1) สามารถสร้างและบำรุงรักษาได้ง่าย

(2) มีค่าใช้จ่ายถูกกว่าระบบควบคุมแบบวงปิด

(3) ไม่มีปัญหาเรื่องเสถียรภาพของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) มีความสะดวกในการใช้งาน เมื่อสัญญาณเอาต์พุตวัดได้ยากหรือถ้าหากต้องวัด สัญญาณเอาต์พุตให้ถูกต้องจะต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพงในการวัด ยกตัวอย่างเครื่องซักผ้า ถ้าต้องการวัดคุณภาพของเอาต์พุตของเครื่องซึ่งคือความสะอาดของเสื้อผ้าที่ซักจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง

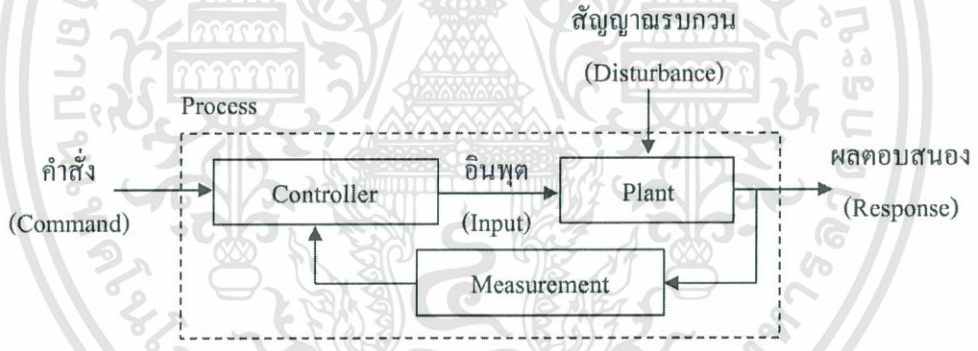
ข้อเสีย

(1) การรบกวนและการเปลี่ยนแปลงไปของการปรับแต่งตัวควบคุม จะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นและอาจทำให้เอาต์พุตไม่ตรงกับค่าที่ต้องการ

(2) ในการที่จะรักษาคุณภาพของเอาต์พุตให้ได้ตามต้องการ จำเป็นจะต้องมีการปรับแต่งตัวควบคุมเป็นระยะๆ

2.2.2.2 ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด (Closed loop control system)

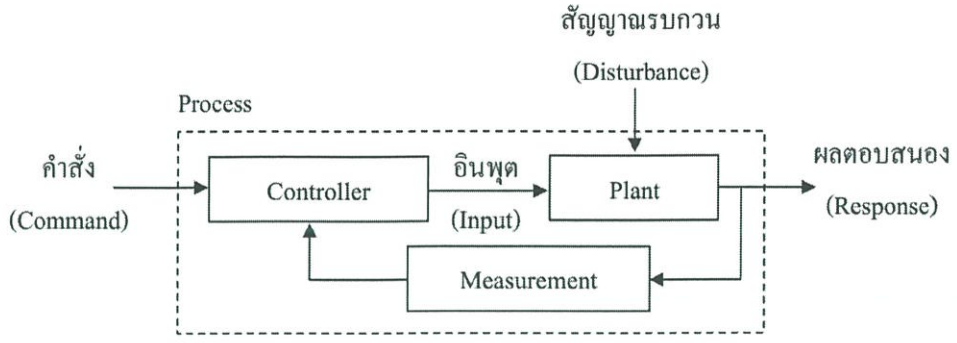
ลักษณะทั่วไปของระบบควบคุมแบบวงรอบปิดเป็นไปตามรูปที่ 2.29 ในการควบคุมแบบวงรอบปิดตัวควบคุมจะทำการเปรียบเทียบสัญญาณอ้างอิงหรือคำสั่ง (Reference or Command) กับสัญญาณเอาต์พุตหรือผลตอบสนองที่ป้อนกลับมาโดยตัวตรวจวัด แล้วนำไปสร้างสัญญาณป้อนหรืออินพุตให้กับระบบที่ต้องการควบคุม เพื่อที่จะให้ผลิตเอาต์พุตหรือผลตอบสนองให้เป็นไปตามสัญญาณอ้างอิงที่ต้องการ



รูปที่ 2.29 ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด

ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด อาจจะเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feed-back Control System) ดังรูปที่ 2.30 ระบบนี้เป็นระบบควบคุมที่พยายามรักษาเอาต์พุตให้ได้ตามต้องการ จะมีการทำงานที่พยายามลดความแตกต่างระหว่างเอาต์พุตและอินพุตอ้างอิง ความแตกต่างนี้คือความผิดพลาดของระบบ (System Error) ซึ่งจะถูกส่งให้กับตัวควบคุมเพื่อให้ตัวควบคุมสั่งงานในการลดความผิดพลาดนี้ เพื่อที่จะให้เอาต์พุตเป็นไปตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

ตัวอย่างของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบวงรอบปิด ได้แก่ เตารีด ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น เตารีดมีสวิตช์เป็นไบเมทอลที่โก่งตัวเมื่ออุณหภูมิรอบ ๆ ตัวมันสูงขึ้น และใช้การโก่งตัวนี้เป็นสวิตช์ตัดต่อการทำงานของฮีตเตอร์ การทำงานจึงเป็นวงรอบปิด ส่วนตู้เย็นหรือเครื่องปรับอากาศก็เช่นกัน มีเทอร์โมสตัทเป็นตัววัดอุณหภูมิภายในตู้ และตัวเทอร์โมสตัทเองก็เป็นสวิตช์ควบคุมการตัดต่อคอมเพรสเซอร์ให้ทำงาน เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานก็ทำให้เกิดความเย็นเป็นไปตามที่เทอรโมสตัทตั้งค่าไว้

การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมนั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้กระบวนการที่เราต้องการควบคุมมีคุณลักษณะที่ต้องการ 3 อย่างต่อไปนี้ คือ

- Transient Response เป็นการตอบสนองของเอาต์พุตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอินพุตโดยเป็นช่วงสภาวะของการเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าสู่สภาวะคงที่
- Steady-State Response เป็นสภาวะหลังจาก Transient response เป็นสภาพที่ผลการตอบสนองเกือบได้ตามคำสั่งหรือตามความต้องการสำหรับระบบที่เสถียรเท่านั้น
- Stability คือ ระบบที่ให้เอาต์พุตที่มีค่าจากัดเมื่อป้อนอินพุตที่มีค่าจำกัดให้กับระบบ

2.2.2.3 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบวงรอบปิดและวงรอบเปิด

1. การทำงานของระบบวงรอบปิดมีข้อดี เนื่องจากจะต้องมีการป้อนกลับของสัญญาณทาให้ระบบไม่อ่อนไหวต่อการรบกวนภายนอกหรือการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ของระบบ ดังนั้นการควบคุมแบบวงปิดสามารถใช้อุปกรณ์ที่ไม่จาเป็นต้องมีความแม่นยำสูงและราคาแพงในการที่จะให้ได้ การควบคุมที่แม่นยำของระบบในขณะที่ในกรณีเช่นนี้จะทำไม่ได้ถ้าเป็นการควบคุมแบบวงเปิด
2. เสถียรภาพ การควบคุมแบบวงรอบเปิดจะสามารถสร้างให้ระบบมีเสถียรภาพได้ง่ายกว่าการควบคุมแบบวงรอบปิด
3. ระบบที่เรารู้ลักษณะของสัญญาณอินพุตได้ค่อนข้างแน่นอนและไม่มีการรบกวน ควรที่จะใช้การควบคุมแบบวงรอบเปิด เราจะใช้การควบคุมแบบวงรอบปิดก็ต่อเมื่อมีการรบกวนและการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ของระบบที่ไม่สามารถทำนายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จำนวนส่วนประกอบที่ใช้ในการควบคุมแบบวงปิดจะมีมากกว่าการควบคุมแบบวงเปิด ดังนั้น ระบบควบคุมแบบวงปิดโดยทั่วไปแล้วจะมีค่าใช้จ่ายและต้องใช้กำลังงานมากว่าระบบควบคุมแบบวงเปิด

5. การใช้การควบคุมแบบวงรอบเปิดและวงรอบปิดที่ผสมผสานกันอย่างถูกต้องเหมาะสม จะทำให้การควบคุมมีค่าใช้จ่ายที่ถูกลงและได้สมรรถนะการทำงานของระบบโดยรวมเป็นที่น่าพอใจเพิ่มมากขึ้น

2.3 ทฤษฎีระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System: DCS) คือ ระบบเฝ้าดูควบคุมและปฏิบัติการที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมด โดยไมโครโพรเซสเซอร์ส่วนกลางจะทำหน้าที่ตรวจสอบกระบวนการผลิต ดำเนินการจัดการแบบรวมศูนย์และการควบคุมแบบกระจายส่วน ซึ่งระบบนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมที่ต้องการความเสถียรและแม่นยาค่อนข้างสูง เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมิคอลทั้งหลาย

2.3.1 พัฒนาการของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

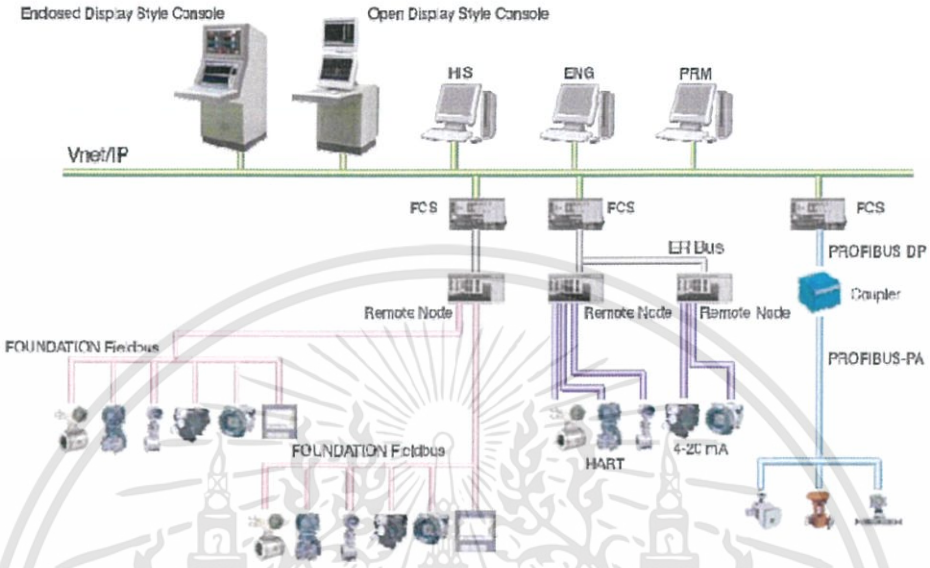
ระบบการควบคุมมีการพัฒนามาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองต่อปัจจัยพื้นฐาน อันได้แก่ ความปลอดภัย ความซับซ้อนของระบบ ปริมาณการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ การแข่งขันทางการตลาด ตลอดจนตอบสนองต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นทุกวัน ดังนั้นเพื่อที่ต้องการจะตอบสนองต่อเหตุผลที่กล่าวมา บริษัทผู้ผลิตต่างๆจึงได้พัฒนาระบบการควบคุมการผลิตจากระบบการควบคุมแบบนิวแมติกส์ (ระบบลม), ระบบการควบคุมด้วย Analog Electronics Controller ไปสู่ระบบควบคุมการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ ตามลำดับ

ครั้งแรกได้นำระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้งานเฉพาะงานเฝ้าดูกระบวนการผลิต แล้วจึงนำไปสู่ระบบ Supervisory Process Control (หรือเรียกว่า Setpoint control) เรื่อยไปจนถึง Direct Digital Control (DDC) จนกระทั่งกลายมาเป็นระบบควบคุมแบบกระจายส่วน DCS (Distributed Control System) ซึ่งเป็นระบบควบคุมโรงงานที่ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์หลายๆตัวต่อกันเป็นเครือข่ายฟังก์ชันการควบคุม ซึ่งจะถูกกระจายให้คอมพิวเตอร์เล็กๆแต่ละส่วนซึ่งทาหน้าที่ควบคุมกระบวนการย่อยๆ โดยข้อมูลของกระบวนการจะถูกส่งผ่านส่วนสื่อสารไปเก็บที่คอมพิวเตอร์อีกตัวหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ติดต่อกับพนักงาน โดยผ่านทางจอภาพและแป้นพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ส่วนประกอบของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

ส่วนประกอบหลักของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน มี 5 ส่วนหลัก ดังนี้



รูปที่ 2.31 โครงสร้างระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

2.3.2.1 ส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน (Human Interface Station)

เป็นหน่วยแสดงผลและบังคับการที่เชื่อมระหว่างผู้ใช้กับกระบวนการผลิต จะตั้งอยู่ในห้องควบคุม เพื่อทำหน้าที่แสดงข้อมูลของกระบวนการผลิตที่ส่งมาจากส่วนในการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station) เช่น การสั่งให้เปลี่ยนค่าเป้าหมาย ดูค่าของกระบวนการผลิต หรือการเปลี่ยนสถานะโหมดของระบบควบคุม

สำหรับเครื่องมือติดต่อและปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานนั้น ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนนั้นสามารถแสดงข้อมูลของกระบวนการผลิต โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบกระบวนการผลิตและเครื่องมือต่างๆในระบบควบคุมจากจอแสดงผลดังนี้ กระบวนการผลิตรวม (Overview display) คือจอภาพแสดงภาพรวมของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการแสดงข้อมูลการปฏิบัติงานของเครื่องควบคุมให้ผู้ปฏิบัติงานทราบ เช่น เครื่องควบคุมอุปกรณ์การชดเชยแบบต่างๆ สาหรับกระบวนการผลิตขนาดใหญ่อาจเลือกเฉพาะเครื่องมือที่มีความสำคัญนำมาแสดงในภาพกระบวนการผลิตรวม

กลุ่มกระบวนการ (Group display) คือ จอภาพแสดงข้อมูลของเครื่องมือในกระบวนการผลิตตำแหน่งใกล้เคียงกัน หรือเครื่องมือสำหรับควบคุมกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กันทางใดทางหนึ่ง ภาพกลุ่มกระบวนการแสดงข้อมูลของเครื่องมือในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับแผงหน้าปัดของ เครื่องมือวัดที่ติดตั้งเรียงเป็นแถวในห้องควบคุม ภาพกลุ่มกระบวนการสามารถแสดงข้อมูลของเครื่องมือบนจอภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมกันจำนวนครั้งละ 8 ตำแหน่ง ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ระบบมีหลายกลุ่มกระบวนการและกลุ่มกระบวนการหลายกลุ่มอาจมีการกำหนดเครื่องมือภายในกลุ่มซ้ำกัน

หน่วยเครื่องมือ (Instrument Display) คือ จอแสดงข้อมูลของเครื่องมือวัดหรือเครื่องมือควบคุมในกระบวนการผลิตของระบบ ข้อมูลของหน่วยเครื่องมือประกอบด้วยชื่อและรหัส รายละเอียด หน้าที่ คุณสมบัติและชนิดของเครื่องมือ หน่วยทางวิศวกรรมระดับสูงสุดและต่ำสุดของเครื่องมือ เหตุการณ์ผิดปกติของเครื่องมือที่ต้องการให้ระบบแจ้งสัญญาณเตือน

แนวโน้มกระบวนการ (Trend Display) คือ จอแสดงเส้นกราฟของข้อมูลจากตัวแปรต่างๆในกระบวนการผลิต เพื่อแสดงแนวโน้มของกระบวนการ โดยสามารถแสดงได้ครั้งละ 2 ถึง 8 เส้นพร้อมกัน และข้อมูลบนหน้าจอแสดงผลแบ่งเป็นข้อมูลกระบวนการปัจจุบัน และข้อมูลประวัติ

ภาพจาลองกระบวนการ (Graphic Display) คือจอภาพแสดงกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยรูปภาพ สัญลักษณ์ ตัวอักษร และตัวเลข โดยภาพจำลองกระบวนการแบ่งได้ 2 ส่วน คือ ภาพนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนจำลองเครื่องมือ เครื่องจักร กระบวนการผลิต ตัวเลขตัวอักษร ส่วนที่ไม่ต้องการให้เปลี่ยนแปลงตามสภาพของกระบวนการผลิต และภาพเคลื่อนไหว ที่สามารถเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการผลิต เช่น ระดับของเหลว สีของเครื่องมือและอุปกรณ์ในกระบวนการ ตัวเลขและ ข้อมูลในกระบวนการผลิต

สัญญาณเตือนเหตุการณ์ (Alarm Display) คือ การแสดงเหตุการณ์ผิดปกติหรือเหตุการณ์สำคัญในกระบวนการผลิตบนจอแสดงผล เช่น การเตือนเมื่อตัวแปรในกระบวนการผลิตมีค่าต่ำหรือสูงมากเกินกว่ากำหนด สัญญาณเตือนของระบบจะประกอบด้วยสัญญาณเสียงและข้อความบนหน้าจอ โดยจะมีการแสดงตามลำดับเหตุการณ์ก่อนหลัง ถ้าเกิดพร้อมกันจะมีการแสดงสัญญาณตามลำดับความสำคัญ และระบบยังมีการเก็บบันทึกข้อมูลทุกเหตุการณ์ นั่นคือ วันและเวลาเริ่มต้นขอเหตุการณ์ วันและเวลาตอบรับของผู้ปฏิบัติงานหลังการแจ้งเตือน ตำแหน่งของเครื่องมือและกระบวนการที่เกิดความผิดปกติพร้อมด้วยสาเหตุและวันเวลาสิ้นสุดของเหตุการณ์

การใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ควรติดตั้งอุปกรณ์ติดต่อและปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 3 ชุด เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ ภาพจำลองกระบวนการ ภาพจำลองกระบวนการผลิตรวมหรือกลุ่มกระบวนการ และสัญญาณเตือนเหตุการณ์

2.3.2.2 ส่วนหน่วยวิศวกรรม (Engineering Station)

เป็นหน่วยที่ใช้กำหนดคำสั่งต่างๆทำงานหรือสร้างภาพแสดงผล ส่วนนี้จะเป็นหน่วยที่มีความสำคัญมาก ตั้งแต่เริ่มต้นการสร้างระบบควบคุมจนถึงการซ่อมบำรุง และการแก้ไขหรือเพิ่มเติม ระบบการควบคุมหน่วยนี้จะต่ออยู่กับหน่วยเครือข่ายสื่อสารหลักและยังใช้เป็นส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานด้วย

2.3.2.3 ส่วนในการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station)

เป็นหน่วยควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วยการควบคุมแบบป้อนกลับและการควบคุมแบบซีเคว้นซ์ (Sequence Control) การทำงานของส่วนในการควบคุมนั้น เริ่มจากการอ่านสัญญาณจากอุปกรณ์วัดคุมที่ส่งผ่านสัญญาณมาที่ I/O Module จะถูกส่งไปยัง Processor Card เพื่อทำการคำนวณหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า MV จากผลต่างระหว่าง PV กับ SV ในสมการการควบคุมแบบ PID โดยค่า SV ได้รับมาจาก Human Interface Station (HIS) โดยส่วนประกอบของส่วนในการควบคุม ได้แก่

1. Communication Coupler Unit เป็นส่วนที่ไว้ใช้เป็น Terminal ต่อกับ Vnet เพื่อรับส่งสัญญาณระหว่าง Field Control Station กับ Human Interface Station (HIS)

2. Process Unit เป็นการ์ดที่ใช้คำนวณเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต

3. Power Unit เป็นส่วนที่รับ Power Supply มาจาก Power Distribution Board จากนั้นแปลง Power Supply นั้นเป็น DC Voltage ทั้งนี้เพื่อที่จะจ่ายให้กับการ์ดและยูนิตต่างๆในแต่ละ Nest ให้สามารถทำงานได้

4. Battery Unit เป็น Battery สำรองไว้เพื่อ Back up ข้อมูลต่างๆ ในหน่วยความจำของ process Card ในระหว่างที่เราปิดเครื่องหรือ Power Failure ซึ่งระยะเวลาที่แบตเตอรี่สามารถ Back up ข้อมูลต่างๆได้ 72 ชั่วโมง

5. Contact Output Unit

6. Power Distribution Board เป็นส่วนกำหนดหรือกระจาย Power ไปยังส่วนต่างๆของ FCS โดยส่งพาวเวอร์ผ่านไปทาง Input Terminal

7. มีสัญญาณไฟฟ้าออกมาทาง Output Connector เพื่อกรองสัญญาณรบกวนที่เข้ามากับ Power Supply นั้น FCS จะไม่มี Switch ในการเปิดปิด Power Supply ภายในตัว ต้องใช้อุปกรณ์นอกมาติด เช่น Switch, Breaker

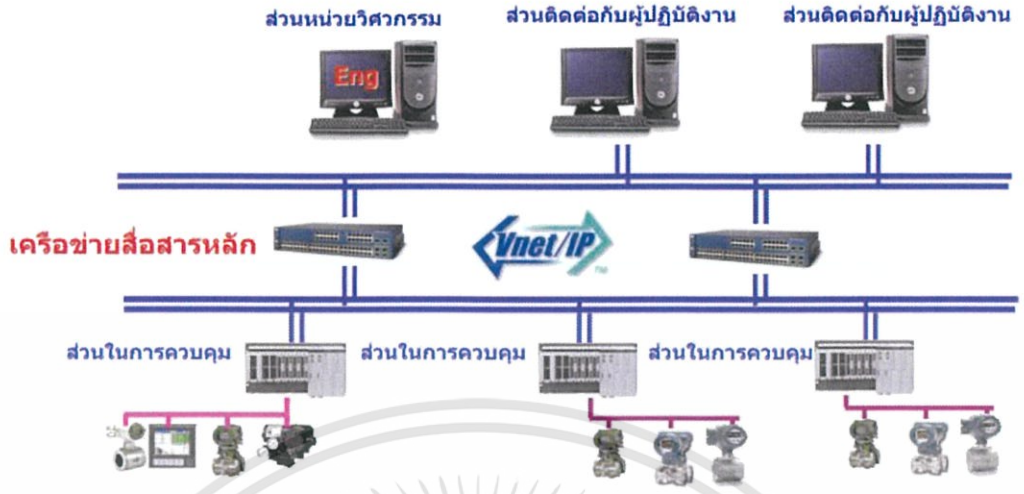
8. I/O Modules เป็นส่วนที่เป็น Interface ระหว่าง Process กับ FCS

9. ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากกระบวนการผลิตแล้วส่งไปยัง Field Control Station ทำการคำนวณประมวลผลการควบคุม แล้วส่งสัญญาณควบคุมออกไปควบคุมกระบวนการผลิต โดยผ่าน I/O Modules

2.3.2.4 ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก (Backbone Network)

เป็นระบบสื่อสารหลักที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างข้อมูลต่างๆของระบบควบคุม เครือข่ายสื่อสารหลักจะมีความเร็วเท่าใดขึ้นอยู่กับมาตรฐานเครือข่ายที่นามาใช้เช่น Token Bus (IEEE 802.4), Token Ring (IEEE 802.5), Ethernet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก

2.3.2.5 ส่วนตู้ต่อสาย (Marshalling Cabinet)

เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างสายไฟจากเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิตไปยังส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม

2.3.3 อินพุตและเอาต์พุตของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

ส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมจะต้องมีการเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดหลายชนิด ดังนั้นส่วนอินพุตจึงต้องสามารถรับสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากเครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม และส่วนเอาต์พุตจะต้องส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์สุดท้ายได้อย่างเหมาะสมด้วยเช่นกัน โดยอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้งานกันอยู่โดยทั่วไปแบ่งได้ดังนี้ ส่วนอินพุตแบบอนาล็อก, ส่วนเอาต์พุตแบบอนาล็อก, ส่วนอินพุตแบบดิจิตอล และส่วนเอาต์พุตแบบดิจิตอล

2.3.3.1 อินพุตแบบอนาล็อก (Analogue Input) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- รองรับเครื่องมือวัดที่เป็นแบบ 2, 3 และ 4 สายได้
- สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าแรงดัน 24 โวลต์ (กระแสตรง) ให้กับลูปควบคุมสำหรับเครื่องมือวัดแบบ 2 สาย และสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าภายนอกด้วยแรงดัน 24 V DC ให้กับลูปควบคุมสำหรับเครื่องมือวัดแบบ 3 สาย
- เมื่อสัญญาณอินพุตออกนอกย่านการวัดต้องมีสัญญาณเตือน
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- สามารถเลือกให้แยกต่อลงดินได้ (Isolation from Ground)
- รองรับสัญญาณจาก HART Protocol
- มีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก (Surge Protection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 เอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analogue output) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- เมื่อเกิดการเปิดหรือลัดวงจรควรมีสัญญาณเตือน
- สามารถจ่ายสัญญาณมาตรฐานเป็นแบบ 4-20 มิลลิแอมแปร์
- สำหรับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าด้วยแรงดัน24 โวลต์ (กระแสตรง) ให้มีการจำกัดกระแส
- รองรับสัญญาณที่เป็น HART Protocol
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- ขับโหลดที่มีความต้านทาน 1000 Ohms (Non-I.S.) /600 Ohms (I.S.)
- เลือกให้เป็น Fail Safe ได้ เมื่อการสื่อสารขัดข้อง

2.3.3.3 อินพุตแบบดิจิตอล (Digital Input) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- อินพุตแต่ละจุดต้องแยกออกจากกันและมีฟิวส์ป้องกัน การเปลี่ยนฟิวส์จะต้องไม่มีการถอดส่วนอินพุต และจะต้องมีการแสดงสถานะของอินพุต ดังนี้ ถ้าอินพุตเป็น 24 โวลต์ (กระแสตรง) จะเป็นลอจิก 1 และถ้า อินพุตเป็น 0 โวลต์ (กระแสตรง) จะให้ลอจิกเป็น 0
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- มีการป้องกันหน้าสัมผัสแบบปิดไม่สนิท (De-bounce) และมีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก

2.3.3.4 เอาต์พุตแบบดิจิตอล (Digital Output) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- หน้าสัมผัสเป็นแบบไม่ต่อแรงดัน (Dry-contracts) ที่ทนต่อกระแสที่ 4 แอมแปร์ 24 โวลต์ (กระแสตรง)
- หน้าสัมผัสต้องสามารถเลือกได้ทั้งที่เป็นแบบปกติเปิด (Normally Open) หรือปกติปิด (Normally Closed)
- กระแสไหลต่ำสุดที่ 45 มิลลิแอมแปร์, 24 โวลต์ (กระแสตรง) สำหรับการใช้งานแบบ I.S. และกระแสไหลต่ำสุดที่ 1 แอมแปร์ 24 โวลต์ (กระแสตรง) สาหรับการใช้งานแบบ Non-I.S.
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- สามารถเลือกให้เป็น Fail Safe เมื่อการสื่อสารขัดข้อง

2.3.3.5 Pulse Input ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- ต้องเหมาะสมกับอินพุต 3 สาย
- เหมาะสมกับสัญญาณแบบเคลื่อนสี่เหลี่ยม (Square Wave) ไม่มีขั้วที่แรงดันสูงสุด 8-24 โวลต์ (กระแสตรง) มีความถี่ 10Hz-20 กิโลเฮิร์ต
- มีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก (Surge Protection)

2.3.4 หลักการควบคุมในระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

2.3.4.1 การควบคุมแบบ Loop Control (Regulatory Control)

เป็นฟังก์ชันการควบคุมพื้นฐานที่กระทากระบวนการคำนวณ เพื่อการควบคุมและเฝ้าคุมกระบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การของฟังก์ชันบล็อกจำพวกที่เรียกว่า Regulatory Control Block

ในระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนจะมี Human Interface Station ทำหน้าที่ในการเฝ้าดูและควบคุม โดยที่ผู้ควบคุมจะเฝ้าสังเกตการณ์ สถานะจริงของกระบวนการผ่าน HIS และทำการส่งค่าเป้าหมายของกระบวนการผ่าน HIS นี้ได้ด้วย

สำหรับฟังก์ชันการคำนวณหาค่าที่เหมาะสมสำหรับควบคุมกระบวนการจะกระทำโดย Field Control Station (FCS) ซึ่งมีซีพียูที่ทาหน้าที่คำนวณหาค่าเอาต์พุตที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการ

สำหรับตัวอย่างการควบคุมอุณหภูมิภายในถัง ผู้ควบคุมต้องป้อนค่าเป้าหมายผ่าน HIS ที่ หน้าจอคอนโทรล จากนั้นซีพียูภายใน FCS จะรับค่าเป้าหมายผ่านทางสายสัญญาณที่เรียกว่า Vnet จากนั้นซีพียูจะทำการประเมินค่าอุณหภูมิปัจจุบัน (PV) เทียบกับค่าเป้าหมาย (SV) และส่งค่าเอาต์พุต (MV) ที่เหมาะสมไปควบคุมวาล์วที่หน้างาน ถ้าอุณหภูมิปัจจุบันมีค่าสูงเกินกว่าค่าเป้าหมาย วาล์วควบคุมไอน้ำจะมีทิศทางที่ลดปริมาณไอน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิภายในถัง CPU ก็จะมีการส่งสัญญาณให้ปิดวาล์วเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมาย วาล์วควบคุมไอน้ำจะมีทิศทางที่เพิ่มไอน้ำเพื่อเพิ่มอุณหภูมิซีพียู ก็จะดำเนินการส่งสัญญาณเอาต์พุตในทิศทางให้วาล์วเปิดเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามสัญญาณที่จะส่งไปควบคุมวาล์วต้องมีความเหมาะสมสัมพันธ์กับการทำงานของวาล์วด้วย พิจารณาว่าวาล์วเป็นแบบ Air-to-Open / Air-to-Close

2.3.4.2 การควบคุมแบบลำดับขั้นตอน (Sequence Control)

หลักการควบคุมแบบลำดับขั้นตอน หมายถึง การควบคุมการทำงานที่ประกอบด้วยหลายๆขั้นตอนย่อย ให้ลำดับก่อนหลังของขั้นตอนย่อยเป็นไปตามที่เรากำหนดอย่างแน่นอนหรือเปลี่ยนแปลงตามสภาพเหตุการณ์ดังกล่าว ซึ่งทราบได้จากดิจิตอลอินพุตหรือ Internal Switch

สำหรับการควบคุมกระบวนการจริง ได้มีการนำหลักการควบคุมแบบลำดับขั้นตอนมาร่วมกับการควบคุมแบบย้อนกลับและ Feed Forward Control โดยจุดประสงค์หลักของการควบคุมแบบนี้ คือ การควบคุมและจัดลำดับการทางานของกระบวนการ พร้อมทั้งเชื่อมโยงแต่ละกระบวนการให้สามารถทำงานเข้าจังหวะร่วมกันได้ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการควบคุมกันและกัน (Interlocking), การ Start up, การ Shut-down, การหยุดกระบวนการอย่างฉับพลัน เป็นต้น

2.3.5 ข้อดี/ข้อเสียของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

วัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาระบบควบคุมแบบกระจายส่วน สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม คือการปรับปรุงระบบควบคุมขึ้นใหม่โดยนำข้อดีของระบบควบคุมแบบต่างๆมาชดเชยข้อบกพร่องของระบบควบคุมแบบอื่นๆ ระบบควบคุมเดิมที่มีการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องควบคุมรวมกันภายในห้องควบคุมกลางแห่งเดียวทำให้พนักงานสามารถตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการผลิตของทั้งโรงงานได้จากห้องควบคุมเดียว แต่ก็พบจุดบกพร่องว่าไม่เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หรือระบบที่ซับซ้อน ต่อมาระบบควบคุมแบบที่สองจึงเกิดขึ้นเพื่อชดเชยความสามารถในการควบคุมที่จำกัดของเครื่องมือควบคุมแบบเดิมโดยการนำคอมพิวเตอร์มาติดตั้ง ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแก้ไขปัญหาของระบบที่ซับซ้อนได้ แต่ปัญหาที่พบต่อมาคือปัญหาทางด้านความน่าเชื่อถือของระบบควบคุมที่มีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิม ทำให้ต้องมีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์สำรองควบคู่กับการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก ทำให้ราคาของระบบควบคุมสูงมากขึ้น

บริษัทผู้ผลิตเครื่องมือวัดและควบคุมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมจึงพยายามค้นคว้า เพื่อพัฒนาระบบควบคุมขึ้นใหม่ ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนจึงเป็นผลของการพัฒนาระบบควบคุมสาหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสาหรับตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในอุตสาหกรรมและสถานการณ์ในปัจจุบันมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปออกมาเป็นข้อดีและข้อเสีย ได้ดังนี้

ข้อดี

1. ด้านการออกแบบและติดตั้งระบบควบคุม ซึ่งระบบนี้จะช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในระหว่างการออกแบบและติดตั้ง โดยผู้ใช้สามารถเลือกระบบให้ตรงกับความต้องการและขนาดของโรงงานได้ นอกจากนี้ระบบดีซีเอสสามารถใช้สายสัญญาณเพียงคู่เดียวเชื่อมโยงระหว่างเครื่องมือต่างๆ ในกระบวนการผลิตและห้องควบคุมทั่วบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม

2. ด้านการแก้ไขกระบวนการผลิต สามารถแก้ไขเปลี่ยนจุดเชื่อมโยงอุปกรณ์ผ่านจอภาพได้เลย สามารถเปลี่ยนวิธีการและขั้นตอนการผลิตทั้งหมดโดยการนาข้อมูลแสดงรายละเอียดของขั้นตอน การผลิตที่จัดเตรียมล่วงหน้าจากหน่วยเก็บข้อมูลส่งให้กับหน่วยควบคุมกระบวนการ เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตตามต้องการได้ทันที

3. ด้านการบำรุงรักษาระบบควบคุม ระบบนี้จะมีโปรแกรมตรวจสอบตนเองโดยอัตโนมัติ สามารถค้นหาอุปกรณ์หรือหน่วยเครื่องมือที่ชำรุดหรือผิดปกติและแจ้งให้ทราบได้ทันทีที่ตรวจพบ ทำให้ประหยัดเวลาและสะดวกในการซ่อมบำรุง นอกจากนี้ระบบยังการอนุญาตให้ติดตั้งอุปกรณ์สำรองอัตโนมัติสำหรับปฏิบัติการทดแทนอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือผิดปกติ ทำให้สามารถถอดอุปกรณ์ที่เสียหายเพื่อตรวจซ่อมหรือติดตั้งใหม่ได้โดยไม่ต้องหยุดกระบวนการผลิต

4. ด้านการติดตั้งร่วมกับเครื่องมือและระบบอื่น สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์การวัดและควบคุมของหลายๆบริษัทเข้าด้วยกันได้ เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องวัดแรงดัน เครื่องวัดระดับของเหลว เครื่องวัดระดับการไหล วาล์วควบคุม ปั๊มหรือมอเตอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอื่นๆ เช่น PLC FSC เป็นต้น และยังสามารถควบคุมหรือเฝ้าดูระยะไกล (SCADA) ผ่าน Network ชนิดต่างๆ เช่น Wireless หรือดาวเทียมได้อีกด้วย

5. สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยทำให้ลดเวลาและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แรงงานคน อีกทั้งยังมีการแจ้งเตือนทั้งบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และสัญญาณเสียงเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต

6. ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนมีฟังก์ชันสำหรับเก็บข้อมูลเพื่อสามารถย้อนกลับไปดูข้อมูลต่างๆ ของกระบวนการผลิตในอดีตที่มา และนำไปปรับปรุงกระบวนการ ผลิตในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1. ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนเป็นระบบที่ค่อนข้างใหญ่และมีความซับซ้อน จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ปฏิบัติการที่เชี่ยวชาญเท่านั้นในการตรวจสอบเมื่อระบบเกิดปัญหา

2. อุปกรณ์ของตัวควบคุมแบบกระจายส่วนต้องนาเข้าจากต่างประเทศเท่านั้นจึงอาจใช้เวลาในการสั่งซื้อ

3. .ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน มีราคาค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำสหกิจศึกษา เป็นช่วงเวลาหลังจากที่ทำการขอราคาสินค้าจากผู้ผลิตแล้ว ขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการจัดทำเอกสารจัดซื้อเพื่อยืนยันการสั่งซื้อสินค้าและจัดเตรียมเอกสารสำหรับ Feed ให้ผู้ผลิตเพื่อใช้ในการจัดทำโปรแกรมควบคุม ในบทนี้จึงเป็นการศึกษาเอกสารต่างๆเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการจัดเตรียมเอกสารอินพุต

3.1 การจัดทำเอกสารจัดซื้อ

เนื่องจากมีการส่งข้อมูลเบื้องต้นเพื่อขอราคาสินค้าจากผู้ผลิตแล้ว ขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการจัดทำเอกสารจัดซื้อเพื่อยืนยันการสั่งซื้อ ซึ่งเอกสารที่ส่งไปให้ผู้ผลิตเพื่อขอราคาสินค้าและเอกสารที่ผู้ผลิตส่งกลับมาพร้อมกับราคาของสินค้ามีดังนี้

1. Requisition Package

เป็นเอกสารที่บอกรายละเอียดต่างๆของสินค้าที่จะทำการจัดซื้อ เพื่อทำการขอราคาจากผู้จำหน่าย ซึ่งมีตัวอย่างของรายละเอียดในเอกสารดังนี้

1) ชื่อบริษัทเจ้าของโครงการ
2) ชื่อโครงการ
3) สถานที่จัดทำโครงการ
4) ชื่อและจำนวนสินค้าที่จะสั่งซื้อ
5) รายการเอกสารที่แนบไปให้เพื่อใช้ในการออกแบบ
6) มาตรฐานที่ใช้
7) กรณีที่เอกสารแต่ละฉบับไม่ตรงกันให้อ้างอิงตามเอกสารใด
8) ขอบเขตของงานที่ต้องทำ
9) เอกสารที่ต้องส่งกลับมาเมื่อมีคำสั่งซื้อไปแล้ว
10) การตรวจสอบสินค้า เป็นต้น

นอกจากนี้ในเอกสารนี้ยังมีการแนบเอกสารอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ อาทิเช่น เอกสารบอกรายละเอียดข้อมูลจำเพาะของสินค้า จำนวนอินพุตและเอาท์พุต ภาพรวมของระบบควบคุม Layout ห้องที่ใช้ในการติดตั้ง แผนภาพการเดินสายไฟ เป็นต้น ทั้งนี้รายละเอียดในเอกสารนี้ขึ้นอยู่กับโครงการแต่ละโครงการ

2. Vender Quotation

เป็นเอกสารที่ทางผู้ผลิตส่งมาให้ เพื่อให้เราตรวจสอบสินค้าว่าตรงกับที่เราต้องการหรือไม่ พร้อมทั้งระบุราคาสินค้าชนิดนั้นๆมาด้วย เอกสารที่ผู้ผลิตส่งมาให้มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) System Configuration for DCS เป็นภาพรวมของระบบ DCS ทั้งหมดของโครงการปรับปรุงโครงสร้างโรงงานโอเลฟินส์ และระบุว่าระบบ DCS ของกระบวนการเผาแก๊สทิ้งจะตั้งอยู่ตรงไหน

2) DCS IO Count List เป็นจำนวนอินพุตและเอาท์พุตของระบบ DCS รวมไปถึงบอร์ดและโมดูลที่จะใช้ในโครงการ

3) Commercial Proposal for DCS เป็นรายการสินค้าที่มีคำสั่งซื้อพร้อมจำนวนและราคาของแต่ละเซต

3.1.1 เอกสารสำหรับการจัดซื้อ

เป็นการจัดทำการประเมินราคาทางเทคนิค (Technical Bid-Evaluation) เพื่อเปรียบเทียบรายละเอียดของรายการสินค้าที่ต้องการกับรายงานสินค้าที่ผู้จัดจำหน่ายส่งมาให้ว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรงกันจะต้องทำการตกลงกันว่าต้องใช้สินค้าตัวไหนถึงจะเหมาะสม

โดยทั่วไปแล้วจะมีการเปรียบเทียบกับผู้จัดจำหน่ายหลายๆบริษัท เพื่อให้ได้รายละเอียดข้อมูลจำเพาะที่ถูกต้องตรงตามความต้องการและราคาถูกที่สุด แต่ในโครงการนี้เป็นการใช้สินค้าที่ตรงกับสินค้าที่เคยสั่งไปแล้วของระบบอื่น จึงทำการจัดซื้อจากผู้ผลิตรายเดิม เพราะผ่านการเปรียบเทียบราคามาแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งรายละเอียดในรูปมาจากการนำข้อมูลจากเอกสาร Requisition Package และ Vender Quotation มาเปรียบเทียบกัน และตัวอักษรตรงกลางคือการแสดงว่ารายการสินค้าที่ผู้ผลิตจัดให้สามารถยอมรับได้หรือไม่ โดยมีตัวอักษร 6 แบบ คือ A: ยอมรับได้ B: เพื่อชี้แจง C: ยอมรับด้วยความคิดเห็น X: ไม่ยอมรับ N/A: ไม่ยอมรับ VTA: ผู้ผลิตให้คำแนะนำ

เมื่อจัดทำการประเมินราคาทางเทคนิคแล้ว จากนั้นส่งเอกสารนี้ให้ทางแผนกจัดซื้อ เพื่อจัดทำเอกสารยืนยันการสั่งซื้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUCCESSFUL BIDDER

From Requisition Package

Specification Requirement				Quantity (Units)	
A. BASE PRICE					
1. BASE PART					
1.1 Hardware				1	Lot
Control Room Equipment					
SFP Module for Vnet/IP Switch					
Network Edge Switch for Vnet/IP					
Hardware for FIO					
Duplexed Field Control Unit					
Cabinet Utility Kit					
ESB Bus Coupler Module					
Node Unit for Dual ESB Bus					
I/O Module					
AI-IS Card	: 16 ch	47	pts	3	set
AI-IS-RED Card	16 ch	13	pts	2	set
AO-IS-RED Card	16 ch	12	pts	2	set
DI-MCC Card	: 32 ch	8	pts	1	set
DO-NIS Card (Wet)	: 32 ch	3	pts	1	set
DO-MCC Card	: 32 ch	6	pts	1	set
RS-422/RS-485 Communication Slave Module				2	set
Dummy Cover					
ESB Bus Cable					
System Cable					
• KS1 Cable					
• AKB331 Cable					
Terminal Board for Digital				1	set
Mechanical Relay Board	(32 Dry)			1	set
Mechanical Relay Board	(32 Wet)			1	set
Berrier				1	Lot
Barrier for AI				70	set
Barrier Board for AI				6	set
Barrier for AO				12	set
Barrier Board for AO				1	set

From Vender Quotation

	Specification	Quantity (Units)		Unit Price (USD)	Total (USD)
		1	Lot		
A	GRVSFP-675FA M-SFP-LX/LC	4	Set		
A	GR2SW-699FA Network Edge Switch	2	Set		
A	AFV30D-A41252/HKU	1	Set		
A	ACUKT1-C1220/NFAN1/NFAN2/NFAN3/1-AEP	1	Set		
A	EC401-50	2	Set		
A	ANB10D-425/CU2T	1	Set		
A	AAI143-H50/K4A00 : 16Ch, 4-20mA	3	Set		
A	AAI143-H50/K4A00 : 16Ch, 4-20mA	2	Set		
A	AAI543-H60/K4A00 : 16Ch, 4-20mA	2	Set		
A	ADV151-P50/D5A00 : 32Ch, 24VDC	1	Set		
A	ADV551-P50/D5A00 : 32Ch, 24VDC	1	Set		
A	ADV551-P50/D5A00 : 32Ch, 24VDC	1	Set		
A	ALR121-S50	2	Set		
A	ADCV01	2	Set		
A	YCB301-C100 : 36-36 pins (2 Set)	2	Set		
A	KS1-30 *B : 40-40 pins	7	Set		
A	AKB331-M030 : 50-50 pins	3	Set		
A	A1BD5D-05	1	Set		
A	ARM55D-000	1	Set		
A	ARM55W-000	1	Set		
A	IS Barrier for AI	60	Set		
A	IS Barrier Board for AI	4	Set		
A	IS Barrier for AO	12	Set		
A	IS Barrier Board for AO	1	Set		

รูปที่ 3.1 ตัวอย่าง Technical Bid-Evaluation

3.2 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

3.2.1 ศึกษาแผนงานของระบบควบคุม

เป็นการศึกษาว่าในระยะเวลาที่ทำสหกิจศึกษาจะสามารถทำอะไรเกี่ยวกับโครงการนี้ได้บ้าง และส่วนงานของระบบควบคุมจะต้องทำอะไรบ้าง

เนื่องจากโครงการปรับปรุงโครงสร้างโรงงานโอเลฟินส์เริ่มจัดทำตั้งแต่ปี ค.ศ. 2017 ในปีปัจจุบันจึงเป็นช่วงที่กำลังเริ่มก่อสร้าง จัดซื้อ สั่งทำระบบต่างๆซึ่งระบบควบคุมของกระบวนการเผาแก๊สทิ้งก็อยู่ในช่วงระหว่างดำเนินการจัดซื้อและ Feed ข้อมูลต่างๆในการจัดทำโปรแกรมให้กับทางผู้ผลิต จากรูปที่ 3.2 จะพบว่าข้อมูลได้ทำการ Feed ไปในช่วงเดือนสิงหาคม แต่เนื่องจากมีการอัพเดต P&ID มาใหม่ จึงต้องจัดทำเอกสารข้อมูลเหล่านั้นให้ตรงกับที่อัพเดตมาและเอกสารที่ต้องจัดทำมี I/O List, Interlock Logic Diagram, และ Complex Loop ส่วน JB Connection list เป็นงานของอีกส่วนงานหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Feed input for Flare System to DCS Yokogawa

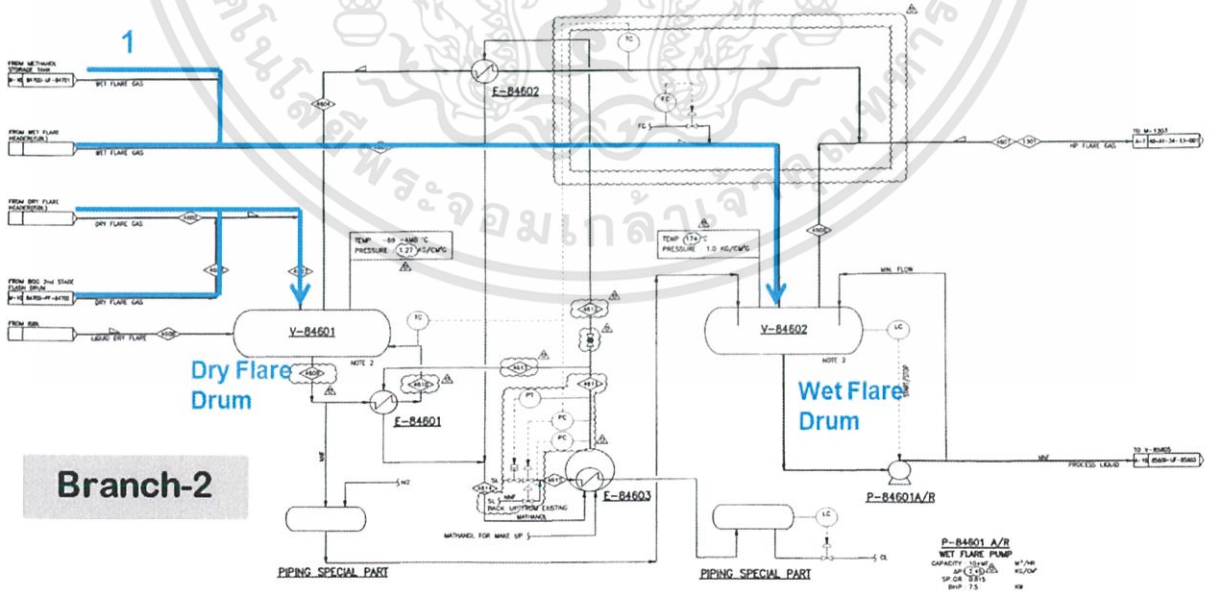
No.	Design Input document	For prelim. revision	Submit to Vendor date		For updated revision	Submit to Vendor date		Freeze input revision	Plan Submit to Vendor	
			Plan	Actual		Plan	Actual		Plan	Actual
1	P&ID	Rev 0	17-Sep-18	28-Sep-18		IFC				
2	I/O List	Rev A	18-Aug-18	16-Aug-18	IFC	02-Nov-18			28-Dec-18	
3	Interlocking Logic Diagram	Rev A	18-Aug-18	30-Aug-18	IFA	30-Nov-18				
4	Control Narrative	Rev B	18-Aug-18	30-Aug-18	IFC	plan yet				
5	Complex Loop	Rev A	15-Oct-18	N/A	IFA	30-Nov-18				
6	JB Connection list	Rev A	20-Sep-18	N/A	IFC	03-Dec-18				
7										
8										
9										

รูปที่ 3.2 แผนงานที่จะต้อง Feed เอกสารให้ผู้ผลิต

3.2.2 ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการเผาแก๊สทิ้ง

กระบวนการเผาแก๊สทิ้งจะเป็นกระบวนการที่นำเอาสารที่มีไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบมาเผาทิ้ง เนื่องจากสารนั้นไม่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ ด้วยเหตุผลบางประการ เช่น มีความดันมากเกินไป และไม่สามารถปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยตรง เพราะเป็นสารที่ติดไฟได้ง่ายและอาจเกิดการระเบิดได้ เป็นต้น ซึ่งในกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารก่อนนำไปเผาจะอยู่ใน Branch 2 และส่วนกระบวนการเผาแก๊สทิ้งจะอยู่ใน Brunch 3 จากการศึกษา P&ID ของกระบวนการทั้งสองสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

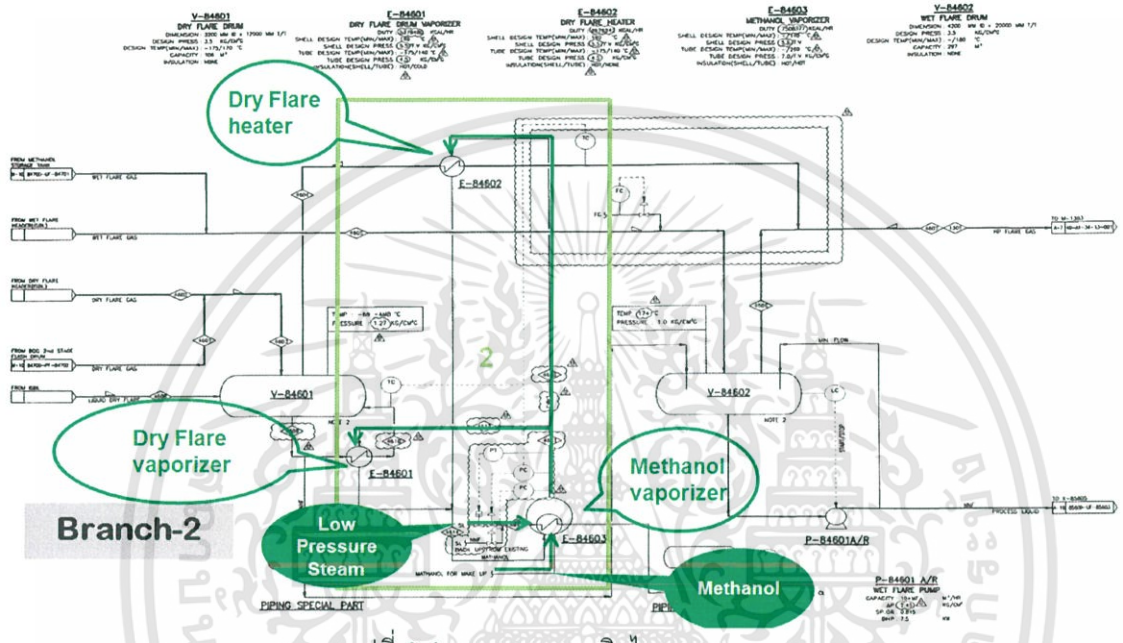
1. เอทิลีน แนฟทา และเมทานอล เป็นสารอันตรายที่มีสารประกอบเป็นไฮโดรคาร์บอน จึงต้องทำการเผาทิ้งในกระบวนการเผาทิ้ง แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การ Feed สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเข้าสู่กระบวนการเผาทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

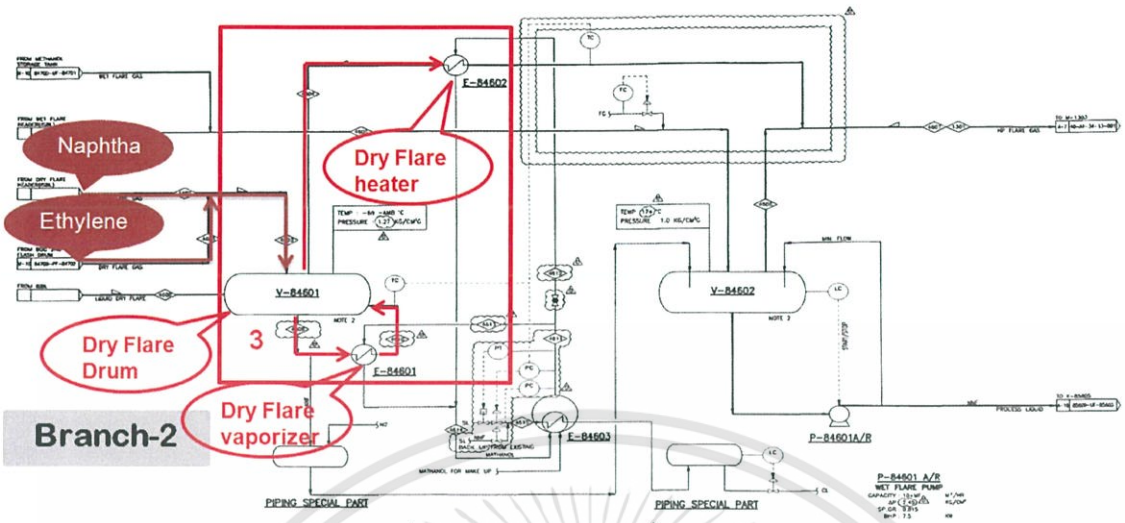
2. พิจารณาเครื่องผลิตไอแมทานอล (Methanol Vaporizer) เป็นตัวช่วยในการให้ความร้อนของ Dry Flare Heater และ Dry Flare Vaporizer ซึ่งก่อนที่จะเป็นไอของเมทานอลนั้น จะมีการนำเอาแมทานอลที่เป็นของเหลวส่งไปที่เครื่องผลิตไอแมทานอล เพื่อให้ความร้อนซึ่งมีไอน้ำความดันต่ำเป็นตัวช่วยให้ความร้อนจนกลายเป็นไอและส่งออกไปเป็นตัวช่วยในการให้ความร้อนของ Dry Flare Heater และ Dry Flare Vaporizer ต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 กระบวนการผลิตไอแมทานอล

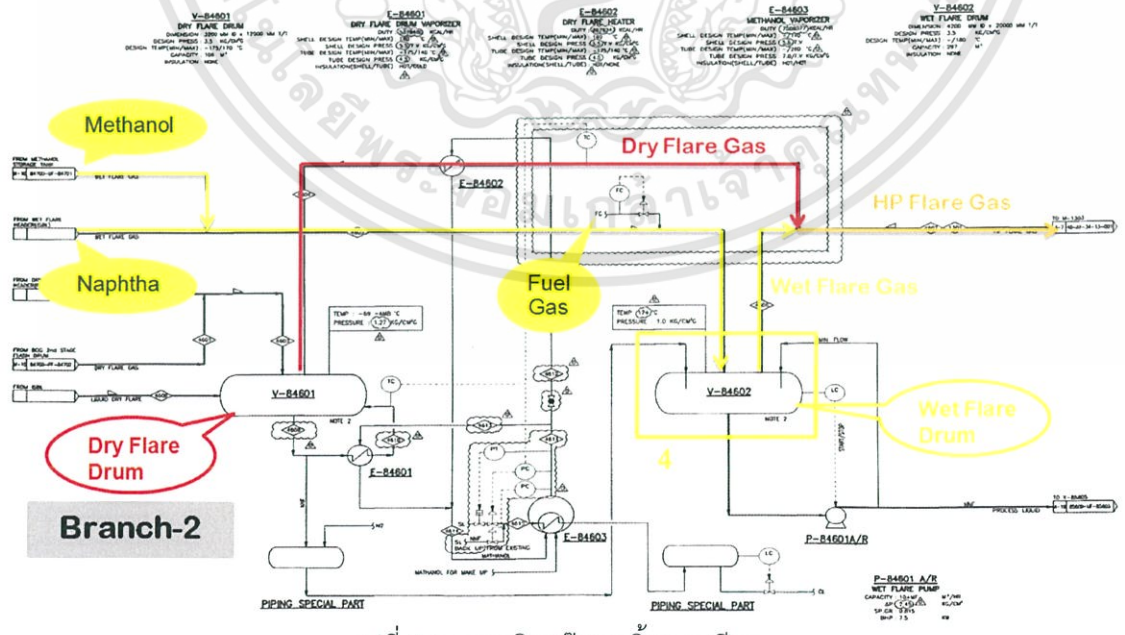
3. พิจารณาถัง V-84601 Dry Flare Drum การป้อนเอทิลีนและแนฟทาที่มีความดันสูงไปเก็บไว้ที่ถัง Dry Flare Drum เนื่องจากถังนี้เป็นถังเก็บแบบแห้งจึงต้องนำส่วนที่เป็นของเหลวไปให้ความร้อนให้กลายเป็นไอด้วยเครื่องทำไอระเหยแบบแห้ง (Dry Flare Vaporizer) E-84601 เพื่อนำไอแบบแห้งที่ได้ส่งออกไปยังกระบวนการเผา ซึ่งก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการเผาแก๊สทิ้งนั้น จะต้องทำการให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งที่เครื่องทำความร้อนแบบแห้ง (Dry Flare Heater) E-84602 เพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้น้อยกว่าที่กำหนดซึ่งหากอุณหภูมิต่ำเกินไป อาจส่งผลให้มีสารตกค้างอยู่ในท่อจนเกิดการอุดตันของท่อได้ แสดงดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การผลิตแก๊สเผาทิ้งแบบแห้ง

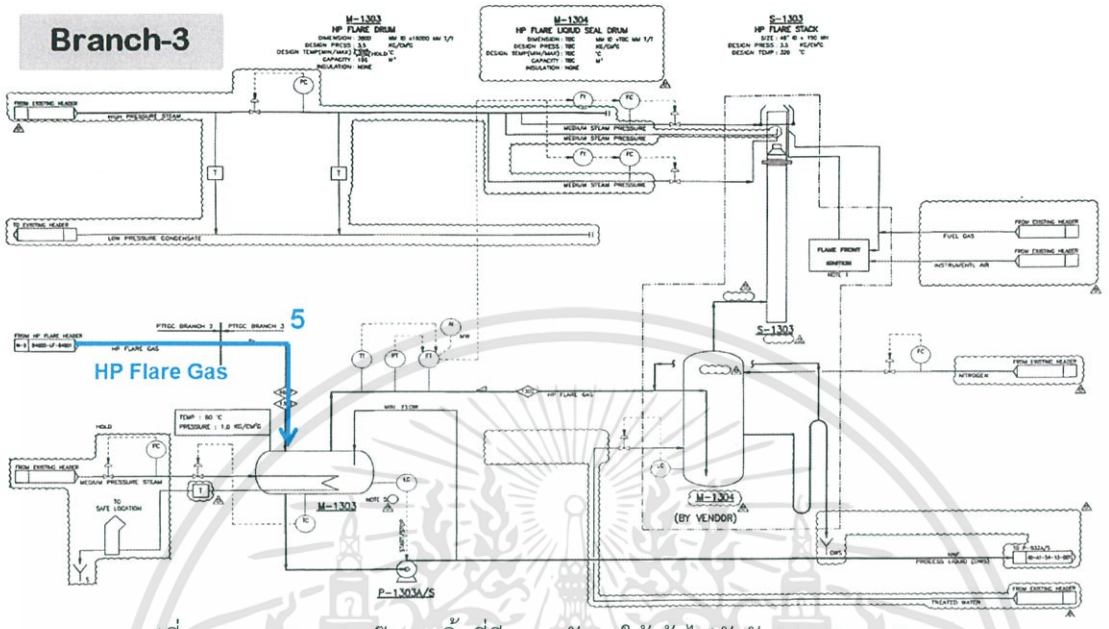
4. พิจารณาถัง V-84602 Wet Flare Drum มีการป้อนแนฟทาและเมทานอลที่เป็นของเหลวปนกับไอที่มีความดันสูงเข้าไปในถัง Wet Flare Drum ซึ่งเป็นถังชนิด Knock-out Drum คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกของและรองรับของเหลวซึ่งปนมากับแก๊สที่จะระบายออก โดยไอคือ Wet Flare Gas จะถูกขับให้ไปรวมกับ Dry Flare Gas ที่มาจาก Dry Flare Drum รวมกันกลายเป็นแก๊สเผาทิ้งที่มีความดันสูง (HP Flare Gas) และส่งเข้าไปสู่กระบวนการเผาแก๊สทิ้งต่อไป ส่วนของเหลวจะถูกขับให้ออกไปบำบัดที่บ่อบำบัดต่อไป และในถังนี้จะมีแก๊สเชื้อเพลิง (Fuel Gas) ที่เตรียมไว้สำหรับช่วยลดกลิ่นและช่วยในการเผาไหม้ได้ดีขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การผลิตแก๊สเผาทิ้งแบบเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

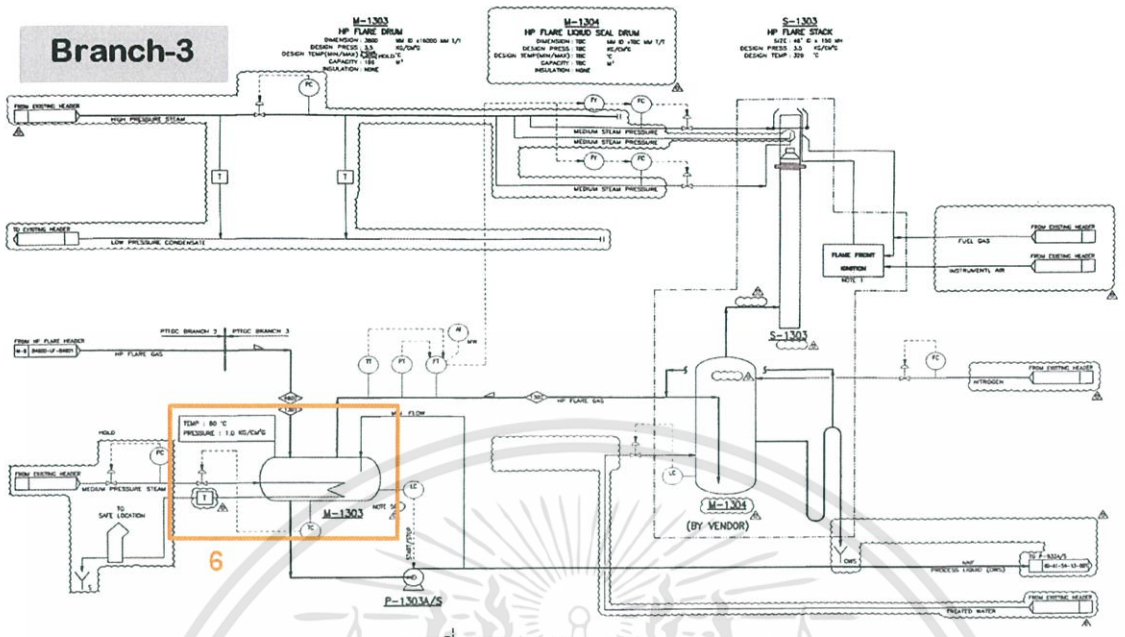
5. การ Feed แก๊สเผาทิ้งที่มีความดันสูงให้เข้าไปยังถัง HP Flare Drum (M-1303) เพื่อทำหน้าที่แยกและรองรับของเหลวซึ่งปนมากับแก๊สที่ระบายออก ก่อนจะนำแก๊สไปเผาทิ้ง แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 การ Feed แก๊สเผาทิ้งที่มีความดันสูงให้เข้าไปยังถัง HP Flare Drum

6. พิจารณาถัง HP Flare Drum (M-1303) แสดงดังรูปที่ 3.9 มีคอยล์ของไอน้ำความดันต่ำเพื่อช่วยทำให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนระเหยกลายเป็นไอ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถังมีความเสถียรภาพมากขึ้น ของเหลวที่อยู่ในถังหากเกินระดับที่ตั้งไว้จะถูกสูบให้ไปเข้าบ่อบำบัด โดยปั๊ม P-1303 A/S ซึ่งจะเป็น Interlock เพราะถ้าไม่มีการปั๊มของเหลวออกจะทำให้ของเหลวล้นออกสู่หอเผาทิ้ง ส่งผลให้มีปัญหาเรื่องลูกไฟในลักษณะฝนไฟ จนทำให้เกิดไฟไหม้บริเวณที่ลูกไฟตกลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



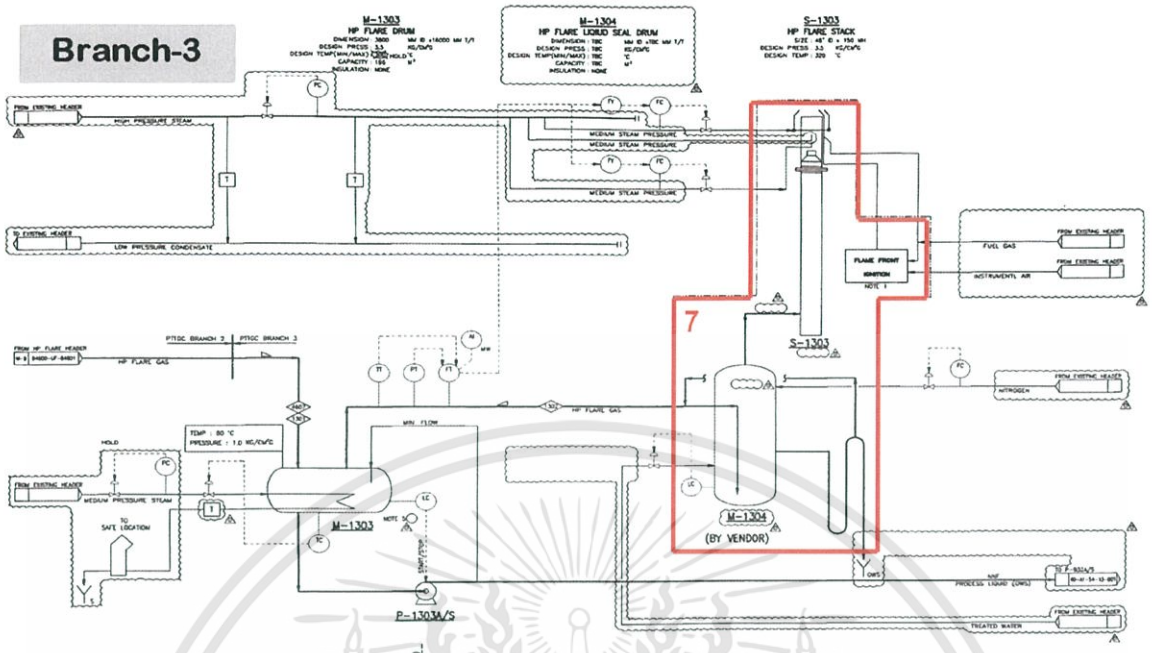
รูปที่ 3.8 HP Flare Drum

7. พิจารณาถัง Liquid Seal Drum (M-1304) และ Flare Stack (S-1303) ถูกออกแบบโดยผู้จัดจำหน่าย Flare Stack Package แสดงดังรูปที่ 3.11 ซึ่งมีความสูงโดยรวม 150 เมตรและเส้นผ่าศูนย์กลาง 48 นิ้ว อยู่ในโครงสร้างที่สามารถรองรับปั้นจั่นได้ ถังเก็บน้ำจะจัดเตรียมไว้ต้นทางเพื่อป้องกันไม่ให้ประกายไฟกลับสู่ระบบด้าน Header สำหรับการปล่อยแก๊สเผาทิ้งและการฉีดไอน้ำเพื่อให้เกิดการเผาไหม้แบบไร้ควัน

ระบบฉีดน้ำสำหรับ Flare Stack แบบไร้ควันซึ่งประกอบไปด้วยไอน้ำความดันปานกลาง สำหรับการฉีดไอน้ำบนและล่างเพื่อให้เกิดการลุกเป็นไฟ การเผาไหม้แบบไร้ควันทำได้โดยใช้ชุดไอน้ำด้านบนและชุดฉีดไอน้ำที่อยู่รอบๆเส้นรอบวงของ Tip หัวฉีดแบบ Multi-Port เหล่านี้ใช้ในการฉีดไอน้ำลงไปในปล่องเปลวไฟโดยมีระดับการหมุนวน ซึ่งทำให้เกิดความปั่นป่วนและกระตุ้นอากาศเข้าไปในเปลวไฟ

เนื่องจากไอน้ำสามารถทำให้เปลวไฟลุกเป็นไฟได้ ดังนั้นไฮโดรคาร์บอนจะถูกป้องกันไม่ให้เกิดการแตกตัวโดยความร้อนและทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์เพื่อป้องกันการผลิตควัน นอกจากนี้ยังใช้หัวฉีดไอน้ำที่ต่ำกว่าเพื่อแยกแกนกลางของแก๊สและเพื่อป้องกันการเผาไหม้กลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Flare Stack Package

3.2.3 ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมของระบบเผาแก๊สทิ้ง

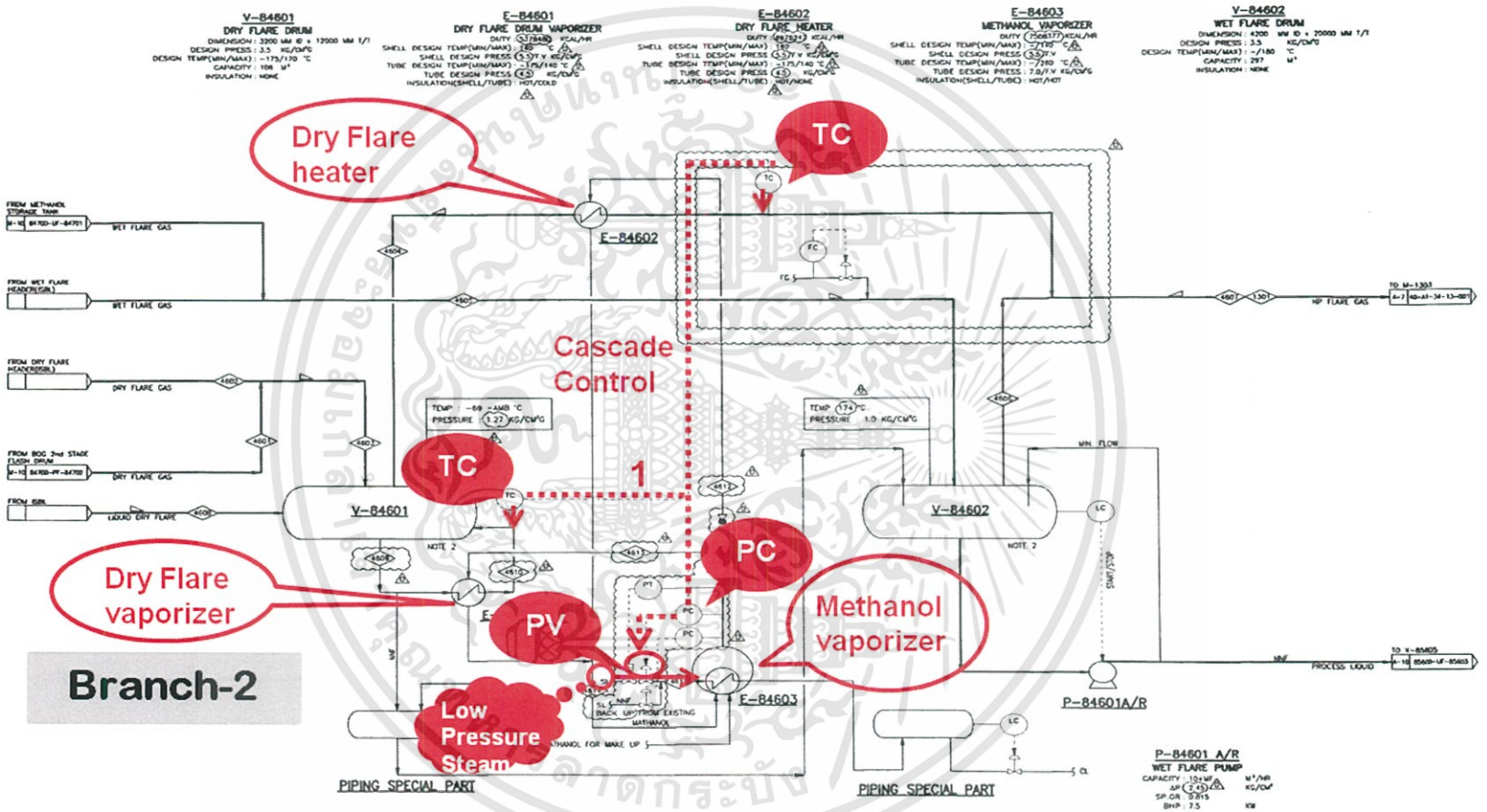
การวิเคราะห์กระบวนการควบคุมของระบบเผาแก๊สทิ้ง เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ว่าภายในกระบวนการมีการวัดและควบคุมความดัน อุณหภูมิ การไหล และระดับหรือไม่และมีการควบคุมอย่างไร

จากรูปที่ 3.11 และ 3.12 สามารถวิเคราะห์ได้ว่ากระบวนการเผาแก๊สทิ้งจะมีการควบคุมในถังต่างๆ เพื่อรักษาสภาพของแก๊สที่ต้องการจะเผาทิ้งและเพื่อลดมลภาวะที่จะออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการควบคุมดังนี้

1. การควบคุมความดันไอของเมทานอลจากเครื่องสกัดด้วยเมทานอล (E-84603) ผ่านการควบคุมอุณหภูมิของไอจากเครื่อง Dry Flare Vaporizer (E-84601) และเครื่อง Dry Flare Heater (E-84602)

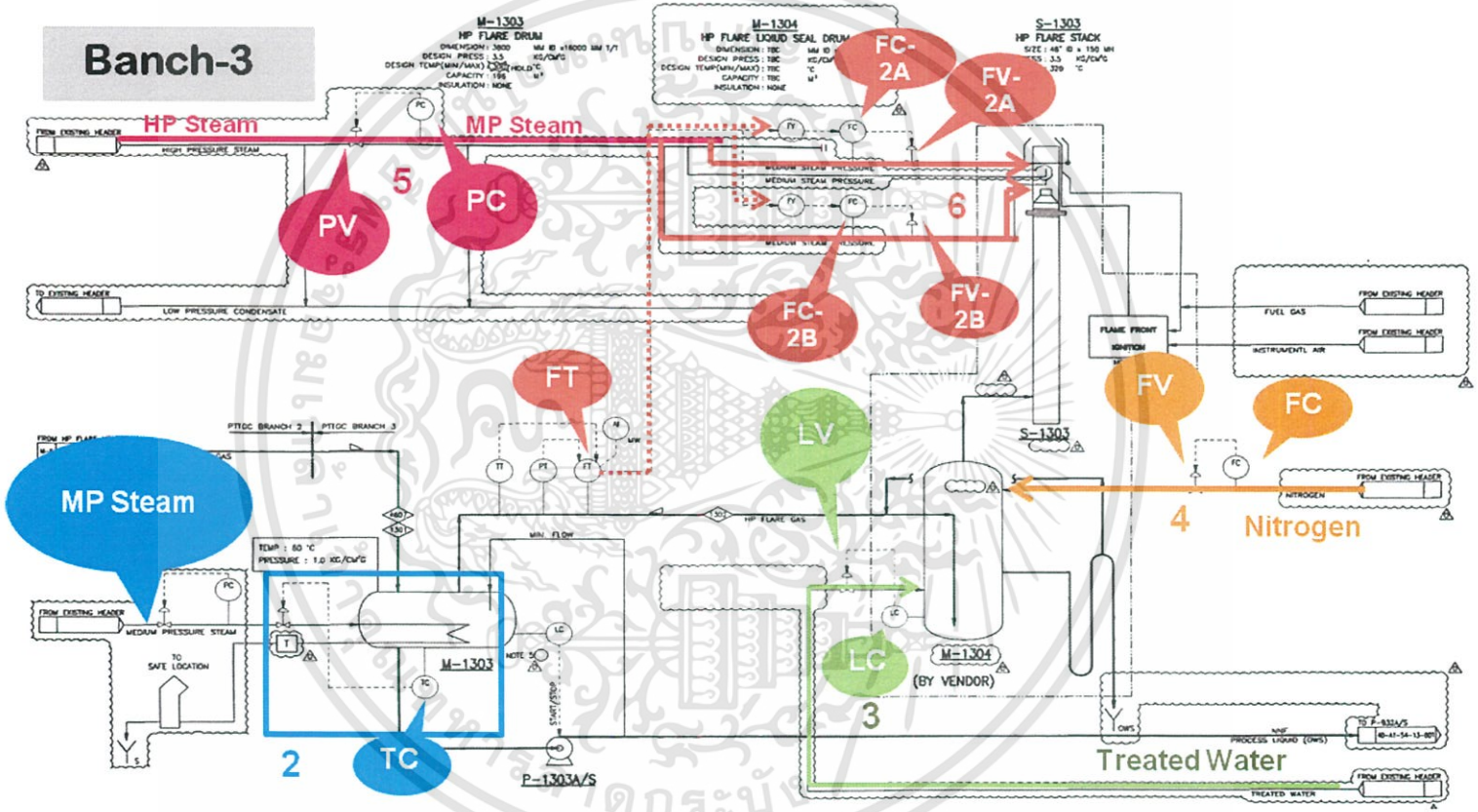
การควบคุมแรงดันของการจ่ายไอน้ำแรงดันต่ำสู่เครื่องสกัดด้วยเมทานอล เพื่อควบคุมความดันของเมทานอลในเครื่องสกัดด้วยเมทานอล เป็นการควบคุมแบบ Cascade นั่นคือ การนำค่าของอุณหภูมิของแก๊สเผาทิ้งที่ผ่านเครื่อง Dry Flare Vaporizer และ เครื่อง Dry Flare Heater แล้วไปควบคุมความดันของเมทานอลผ่านวาล์วควบคุมแรงดันของการจ่ายไอน้ำแรงดันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แผนภาพกระบวนการควบคุมที่ Branch-2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.11 แผนภาพกระบวนการควบคุมที่ Branch-3

2. การควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำความดันปานกลางที่เข้าสู่ถังเปลวไฟความดันสูง (HP Flare Drum)

ถังเปลวไฟความดันสูง (M-1303) มีคอยล์ไอน้ำแบบความดันปานกลางเพื่อให้ส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนระเหยกลายเป็นไอและทำให้อุณหภูมิในถังมีความเสถียรภาพมากขึ้น การควบคุมอุณหภูมิในถังเปลวไฟความดันสูงจะวัดโดยเครื่องวัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) และมีตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) เป็นตัวกำหนดค่าที่ต้องการควบคุม ซึ่งค่านี้จะกำหนดโดย Operator ตามความเหมาะสม และตัวควบคุมอุณหภูมิจะส่งสัญญาณไปควบคุมวาล์วที่ควบคุมการไหลของไอน้ำแรงดันปานกลางเพื่อเป็นตัวช่วยในการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิของคอยล์ที่อยู่ในถัง

3. การควบคุมระดับ Treated Water สำหรับ HP Flare Liquid Seal Drum (M-1304)

ภายในถัง HP Flare Liquid Seal Drum มีทรานส์มิตเตอร์วัดระดับที่จะวัดระดับของเหลวที่อยู่ในถังและส่งสัญญาณให้กับตัวควบคุมระดับ (Level Controller) เมื่อระดับของเหลวที่อยู่ในถังมีค่ามากหรือน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ ตัวควบคุมก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมวาล์ว เพื่อรักษาของเหลวในถัง HP Flare Liquid Seal

4. การควบคุมอัตราการไหลของไนโตรเจนสำหรับ HP Flare Liquid Seal Drum (M-1304)

ตัวควบคุมอัตราการไหล (Flow Controller) จะถูกกำหนดค่าอัตราการไหลโดย Operator เพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณแก๊สที่นำมาเผาทิ้งและจะส่งสัญญาณไปควบคุมวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไนโตรเจนที่จะปรับเพิ่มและลดความดันในถัง HP Flare Liquid Seal เพื่อให้เหมาะสมกับการเผาไหม้

5. การควบคุมไอน้ำความดันสูงเป็นไอน้ำความดันปานกลาง

ตัวควบคุมแรงดัน (Pressure Controller) ถูกกำหนดค่าของแรงดันไอน้ำโดย Operator และจะส่งสัญญาณไปควบคุมวาล์วควบคุมความดันของไอน้ำแรงดันสูงเป็นไอน้ำแรงดันปานกลาง เพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณแก๊สที่นำมาเผาทิ้ง

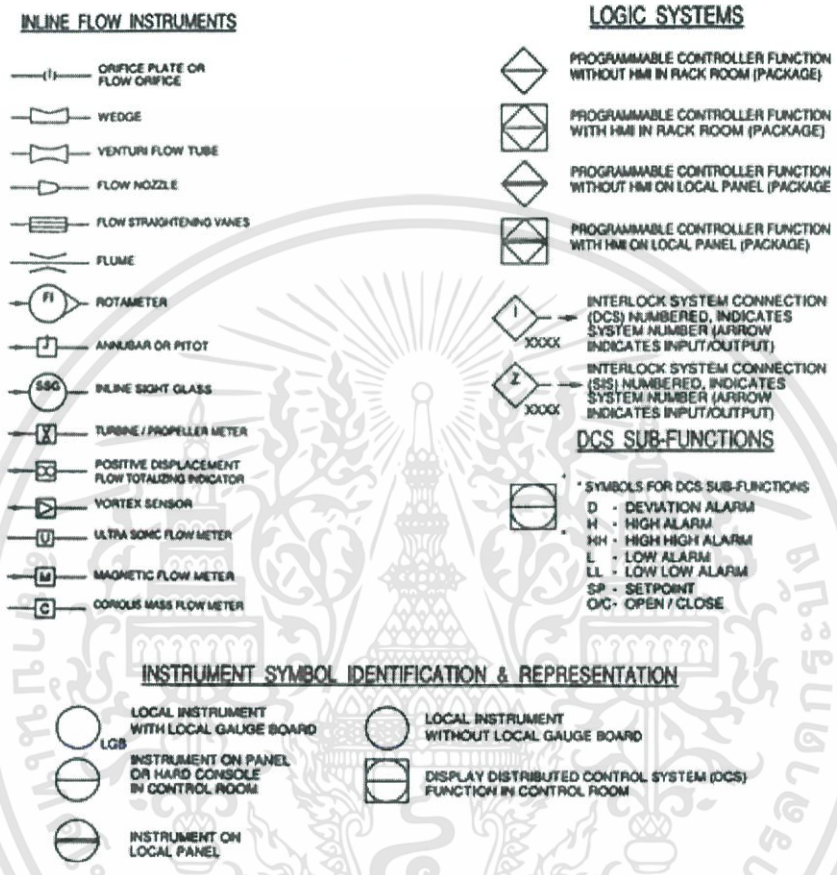
6. การควบคุมอัตราการไหลสำหรับควบคุมไอน้ำไร้ควัน

การฉีดพ่นไอน้ำแบบความดันสูงมี 3 แบบ คือ ฉีดด้านบน ฉีดตรงกลาง และฉีดด้านล่าง สำหรับการเผาแบบไร้ควันของหอเผาความดันสูง (S-1303) การฉีดไอน้ำด้านบนและด้านล่างของหอเผาจะถูกฉีดเข้าไปโดยใช้วาล์วควบคุมการไหล FV-2A และ FV-2B ส่วนการฉีดเข้าไปตรงกลางของหอเผาจะผ่านแผ่น ออริฟิส RO เพื่อให้แน่ใจว่าการฉีดไอน้ำเพียงพอในช่วงที่ต้องการ การฉีดพ่นไอน้ำความดันสูงจะมีตัวควบคุมการไหลด้านบน (FC-2A) และตัวควบคุมการไหลด้านล่าง (FC-2B) จะปรับอัตราการไหลของไอน้ำให้เป็นสัดส่วนกับอัตราการไหลของแก๊ส โดยมีทรานส์มิตเตอร์วัดการไหล (Flow Transmitter) ที่เป็น Ultrasonic อยู่ต้นทางของถัง HP Flare Drum ที่จะทำหน้าที่วัดและส่งสัญญาณไปให้ตัวควบคุมการไหลทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ศึกษาเอกสาร P&ID ของกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง

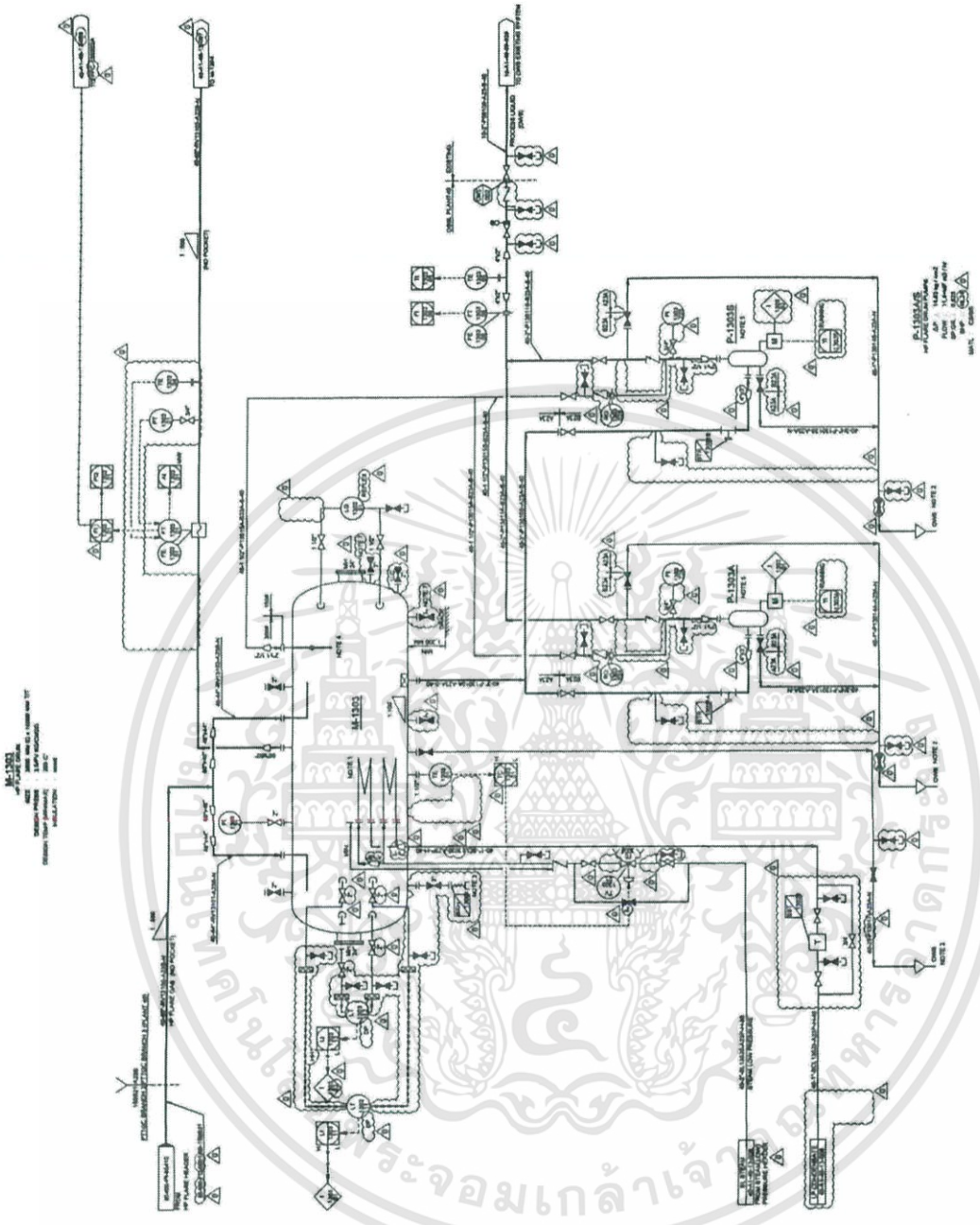
เอกสาร P&ID เป็นเอกสารที่บอกถึงกระบวนการทำงานของเครื่องมือวัด รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงการ หากจะทำการวิเคราะห์ P&ID จะต้องศึกษาสัญลักษณ์ต่างๆที่อยู่ใน P&ID ฉบับนี้ก่อน เพื่อให้สามารถเข้าใจกระบวนการได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างสัญลักษณ์ต่างๆใน P&ID

เมื่อศึกษาสัญลักษณ์ต่างใน P&ID เข้าใจแล้ว ก็จะทำการวิเคราะห์กระบวนการเผาแก๊สทิ้ง รวมไปถึงวิเคราะห์ว่าในกระบวนการมีอุปกรณ์เครื่องมือวัดใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แล้วนำไปจัดทำเอกสารรายการเครื่องมือวัด เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบเครื่องมือวัดและระบบควบคุมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ตัวอย่าง P&ID ของกระบวนการผลิตกรดซัลฟิวริก

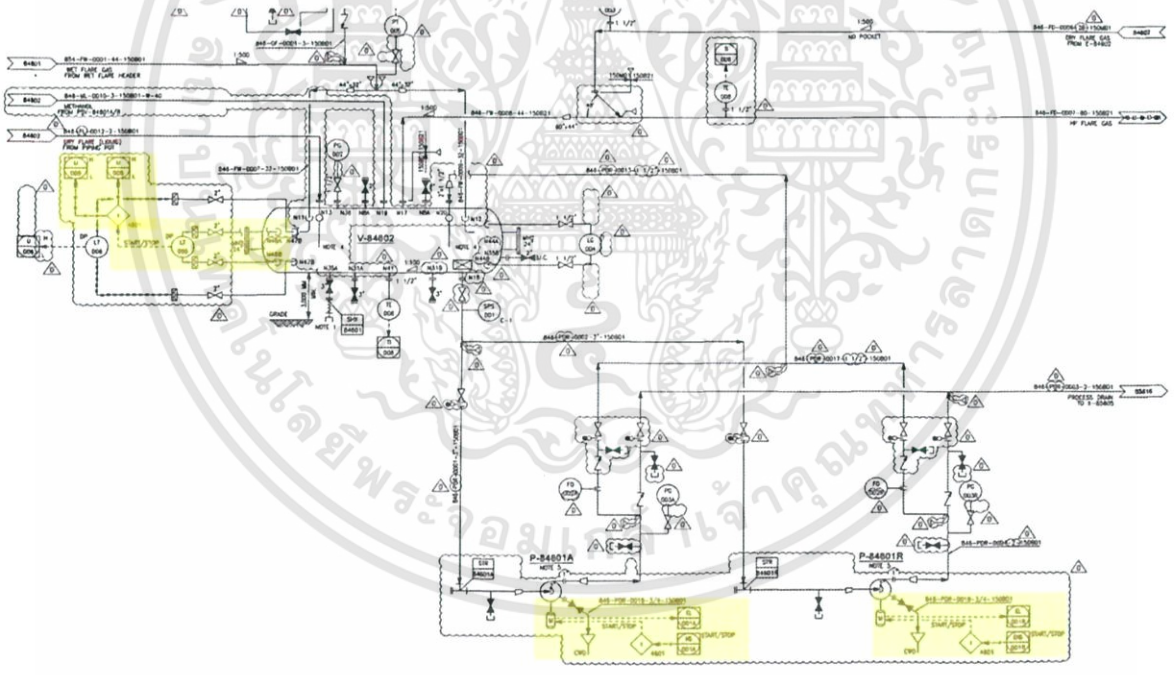
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ศึกษาและวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผลกระทบของเครื่องมือวัด (Cause & Effect Diagram)

การวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผลกระทบของเครื่องมือวัดเป็นการศึกษาว่าอุปกรณ์การวัดแต่ละตัวมีผลต่ออะไรบ้าง และนำข้อมูลเหล่านั้นไปออกแบบ Interlock Logic Diagram เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมต่อไป โดยการอ่าน Cause & Effect Diagram จะอ่านแนวนอนเป็นสาเหตุและแนวตั้งเป็นผลกระทบ ซึ่งในกระบวนการเผาแก๊สทิ้งมี 3 แผนภาพที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

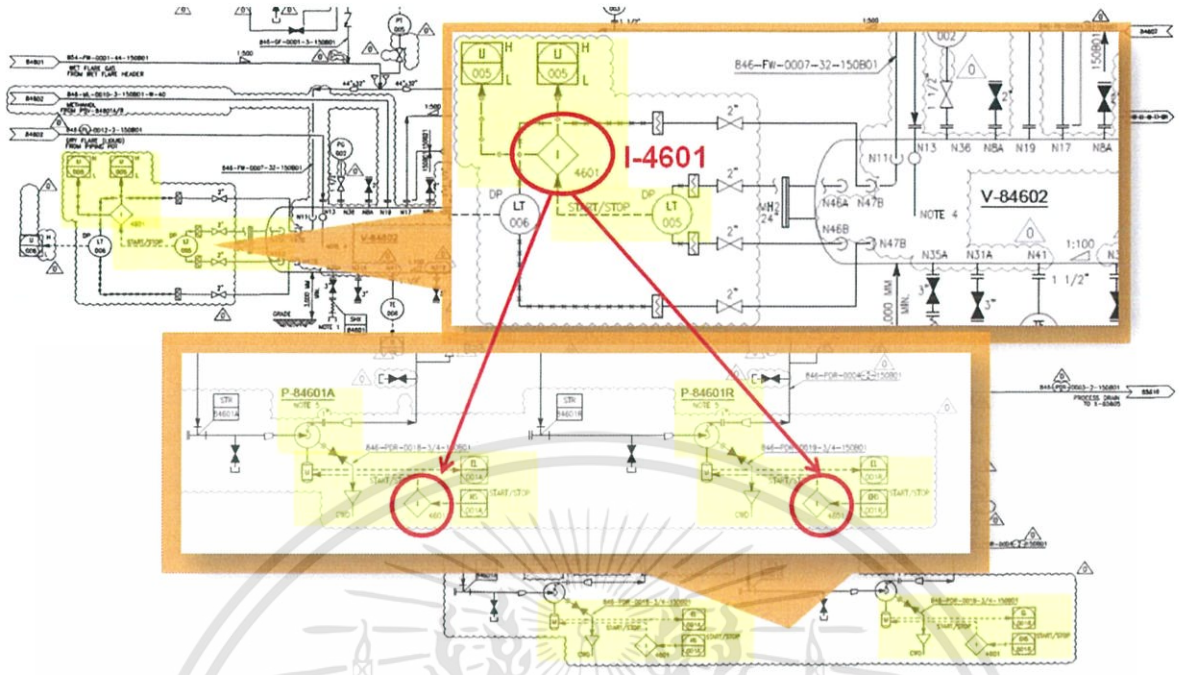
แผนภาพที่ 1 สำหรับ Interlock I-4601 การเปิดปิดปั๊ม P-84601A/R แบบอัตโนมัติของการเผาไหม้แบบเปียก

เมื่อพิจารณาจาก P&ID รูปที่ 3.14 และ 3.15 พบว่าใน P&ID หน้านี้มี Interlock ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ 1 Interlock นั่นคือ Interlock I-4601 ซึ่งมีแผนภาพอธิบายสาเหตุและผลกระทบของเครื่องมือวัดดังรูปที่ 3.16 อธิบายได้ว่า Interlock I-4601 มี 2 สาเหตุที่เกี่ยวข้อง คือ ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ 846-LT-005 เป็นตัววัดระดับในถัง V-84602 หากมีระดับของเหลวในถังเกินกว่าที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณไปสั่งเปิดปั๊ม P-84601A/R และหากมีระดับของเหลวในถัง V-84602 น้อยกว่าที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณไปปิดปั๊ม P-84601A/R

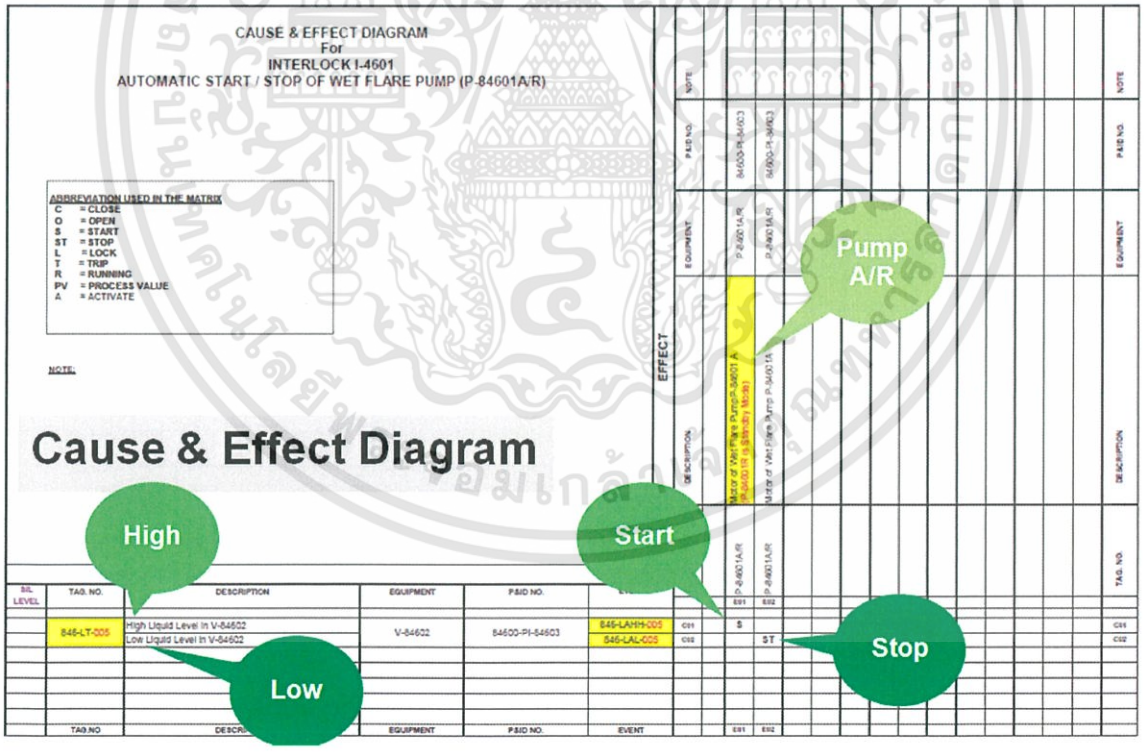


รูปที่ 3.14 P&ID ที่มี Interlock I-4601(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 P&ID ที่มี Interlock I-4601(2)

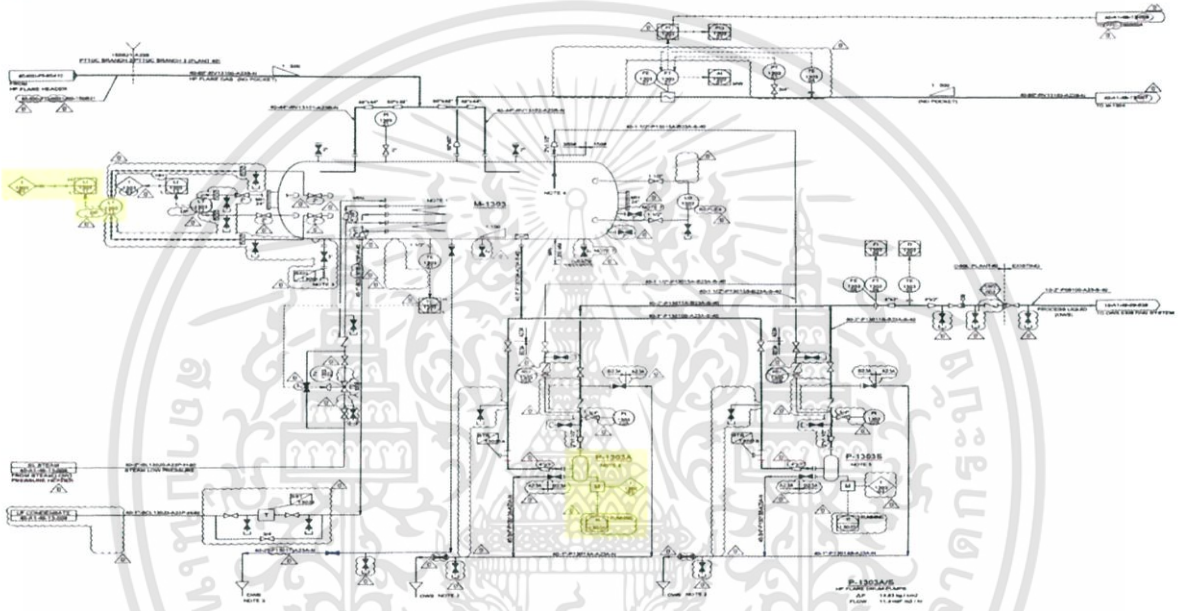


รูปที่ 3.16 แผนภาพสำหรับ Interlock I-4601 การเปิดปิดปั๊ม P-84601A/R ของการเผาไหม้แบบเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

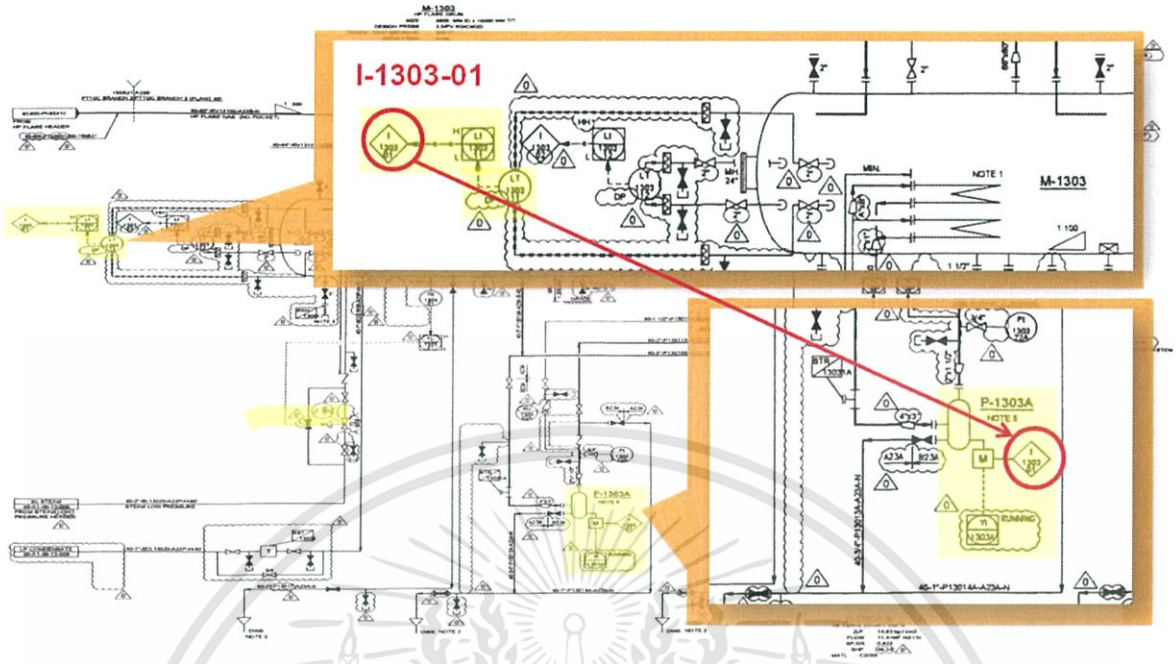
แผนภาพที่ 2 สำหรับ Interlock I-1303-01 การเปิดปิดปั๊ม P-1303A แบบอัตโนมัติ ของถังเผาไหม้ความดันสูง

เมื่อพิจารณาจาก P&ID รูปที่ 3.17 และ 3.18 พบว่าใน P&ID หน้านี้มี Interlock ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ 1 Interlock นั่นคือ Interlock I-1303-01 ซึ่งมีแผนภาพอธิบายสาเหตุและผลกระทบของเครื่องมือวัดดังรูปที่ 3.19 อธิบายได้ว่า Interlock I-1303-01 มี 2 สาเหตุที่เกี่ยวข้อง คือ ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ LT-1303-11 เป็นตัววัดระดับของเหลวในถัง M-1303 หากมีระดับของเหลวในถังเกินกว่าที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณไปสั่งเปิดปั๊ม P-1303A และหากมีระดับของเหลวในถัง M-1303 น้อยกว่าที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณไปปิดปั๊ม P-1303A

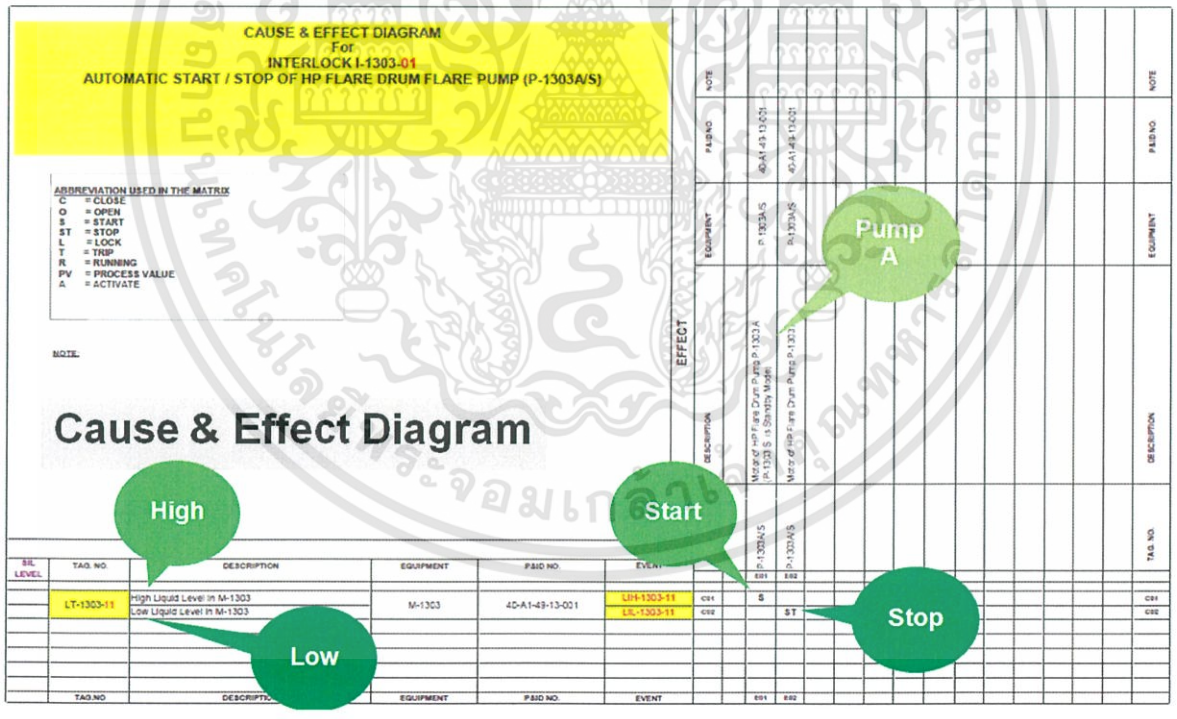


รูปที่ 3.17 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(2)

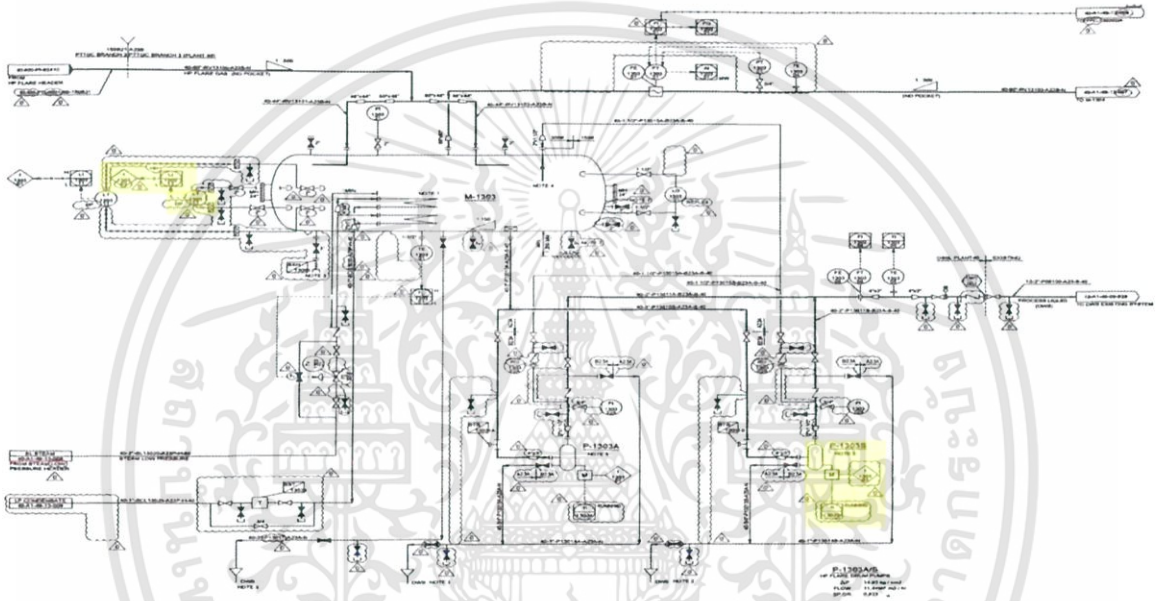


รูปที่ 3.19 แผนภาพสำหรับ Interlock I-1303-01 การเปิดปิดปั๊ม P-1303A แบบอัตโนมัติ ของถังเผาไหม้ความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

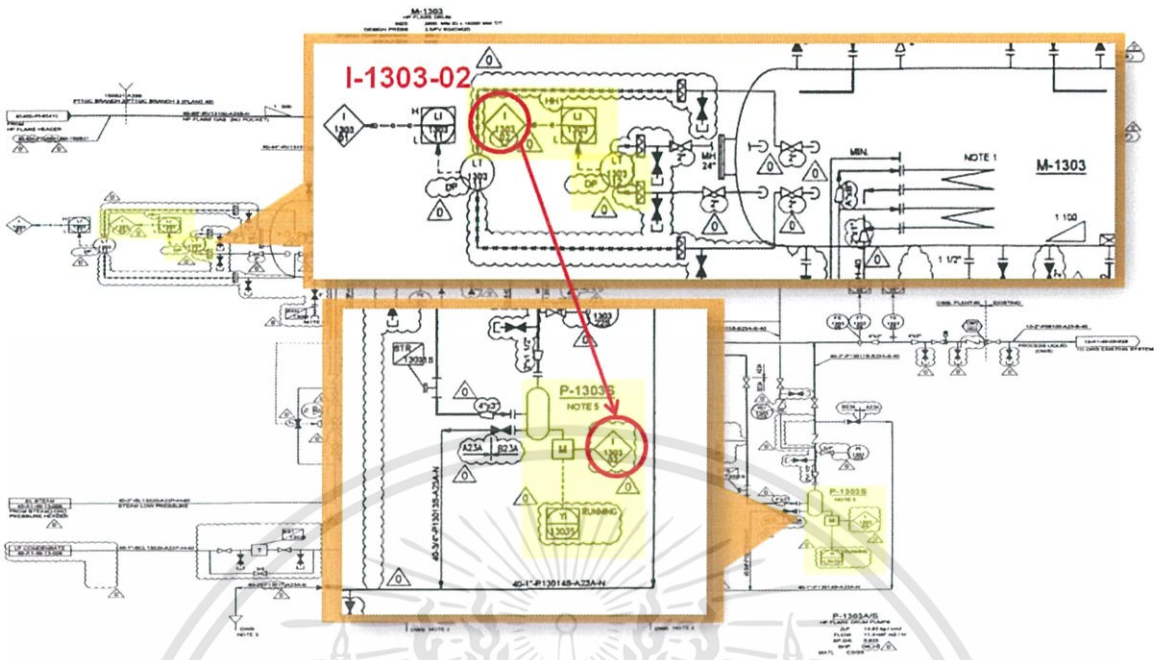
แผนภาพที่ 3 สำหรับ Interlock I-1303-02 การเปิดปิดปั๊ม P-1303S แบบอัตโนมัติ ของถังเผาไหม้ความดันสูง

เมื่อพิจารณาจาก P&ID รูปที่ 3.20 และ 3.21 พบว่าใน P&ID หน้านี้มี Interlock ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ 1 Interlock นั่นคือ Interlock I-1303-02 ซึ่งมีแผนภาพอธิบายสาเหตุและผลกระทบของเครื่องมือวัดดังรูปที่ 3.22 อธิบายได้ว่า Interlock I-1303-02 มี 2 สาเหตุที่เกี่ยวข้อง คือ ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ LT-1303-12 เป็นตัววัดระดับของเหลวในถัง M-1303 หากมีระดับของเหลวในถังเกินกว่าที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณไปสั่งเปิดปั๊ม P-1303S และหากมีระดับของเหลวในถังน้อยกว่าที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณไปปิดปั๊ม P-1303S

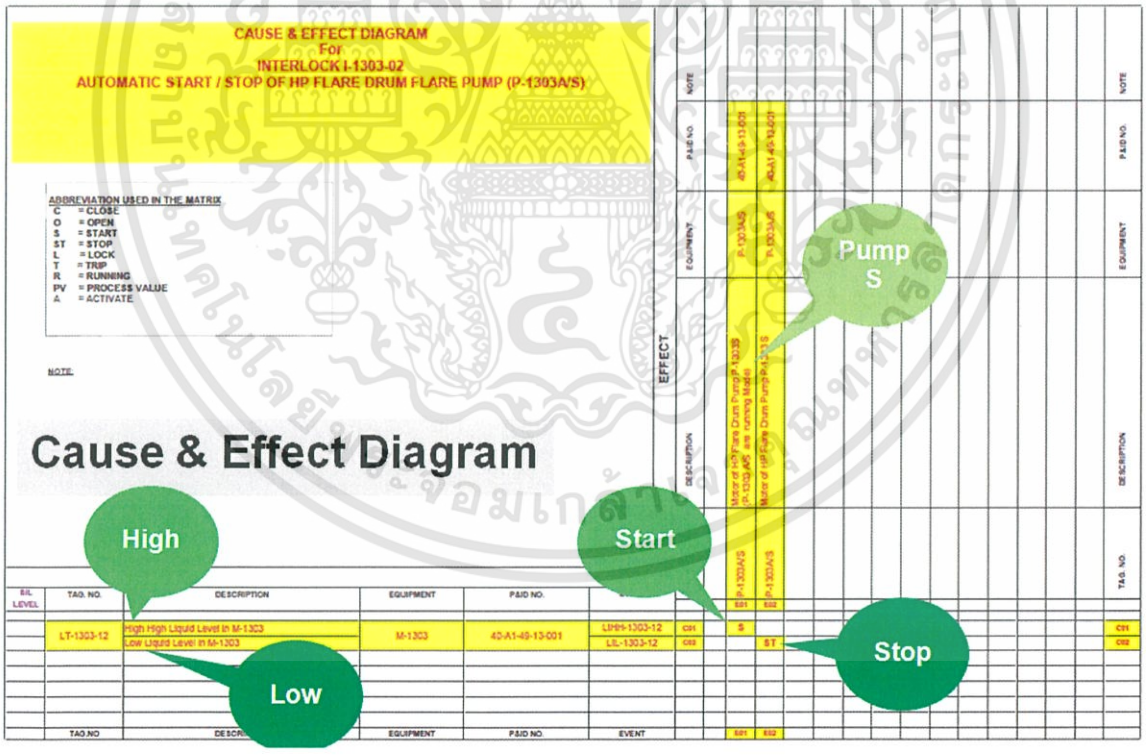


รูปที่ 3.20 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (2)



รูปที่ 3.22 แผนภาพสำหรับ Interlock I-1303-02 การเปิดปิดปั๊ม P-1303A/S แบบอัตโนมัติของถังเผาไหม้ความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเตรียมเอกสารสำหรับ Feed ให้กับผู้ผลิต

3.3.1 การจัดทำเอกสารรายการเครื่องมือวัด (Instrument Index) หรือ I/O List

เป็นการจัดทำเอกสารรายการเครื่องมือวัด (Instrument Index) หรือ I/O List โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการบันทึกข้อมูล ซึ่งจะเป็นการนำข้อมูลจากการศึกษา Piping and Instrument Diagram (P&I Diagram) มาแบ่งประเภทของเครื่องมือวัดต่างๆให้เป็นหมวดหมู่เพื่อให้สะดวกต่อการออกแบบระบบการวัดและระบบควบคุมต่อไป โดยทำการระบุข้อมูลต่างๆ เช่น เลขที่ประจำตัวเครื่องมือวัด สถานที่ตั้งเครื่องมือวัด เลขที่หน้าเอกสาร P&ID หมายเลขประจำตัวท่อหรือถัง ชื่อของของไหลที่จะทำการวัด ชนิดของอินพุต/เอาท์พุต เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 3.23

สำหรับข้อมูลที่จะถูกบันทึกเข้าไปในเอกสารรายการเครื่องมือวัดจะมาจาก P&ID เป็นหลัก โดยตัวอย่างข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไปเป็นดังนี้คือ

1) หน่วยการผลิต (Unit Description) ใช้สำหรับแสดงว่า อุปกรณ์การวัดและควบคุม อยู่ในหน่วยการผลิตใดของโครงการนี้

2) ลำดับหน้าพีแอนด์ไอไดอะแกรม (P&ID No.)

3) ชื่อของหน้าพีแอนด์ไอไดอะแกรม (P&ID Description)

4) การอัพเดตครั้งที่เท่าไหร่ (P&ID Rev.)

5) เลขลำดับของลูปควบคุม (Instrument Loop No.)

6) ลำดับของอุปกรณ์การวัดและควบคุมในลูปควบคุมที่บันทึกในฐานข้อมูล (Loop Order)

7) เลขระบุตัวอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Instrument Tag No.) ใช้สำหรับแสดงว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมถูกแทนด้วยหมายเลขใดบน P&ID

8) สถานะของวาล์ว (Fail Pos.)

9) ฟังก์ชันของอุปกรณ์แต่ละชนิด (Inst. Func.) ใช้สำหรับแสดงว่าแต่ละแท็กเป็นอุปกรณ์ชนิดไหน เช่น PT Motor เป็นต้น

10) ประเภทของอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Instrument Type)

11) ตำแหน่งของอุปกรณ์ในหน้า P&ID (P&ID Grid)

12) หมายเลขของอุปกรณ์ (Equipment) ใช้สำหรับแสดงว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมถูกติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ตัวใด

13) ชนิดของของเหลว (Fluid)

14) บริเวณที่รองรับอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Service Description)

15) การทำงานของตัวควบคุม (Control Action) ใช้สำหรับบอกว่าตัวควบคุมจะควบคุมแบบ Direct หรือ Reverse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16) สัญญาณเตือน (Alarm) ใช้สำหรับแสดงว่าจะมีสัญญาณเตือนเมื่อค่าที่วัดได้จากกระบวนการมีค่าถึงระดับใด H/HH/L/LL

17) ชนิดของอินพุตและเอาท์พุต (I/O Type) แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

AI คือ อนาล็อกอินพุต เป็นเครื่องมือวัดต่างๆ เช่น PT, TE, FT

AI-R คือ อนาล็อกอินพุตแบบคู่ เนื่องจากที่อยู่ในลูปควบคุม จึงต้องมีการสำรองอุปกรณ์ไว้ หากอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งพัง ลูปควบคุมจะยังทำงานต่อไปได้

AO-R คือ อนาล็อกเอาท์พุต เช่น Valve

DI คือ ดิจิตอลอินพุต เช่น Motor Running

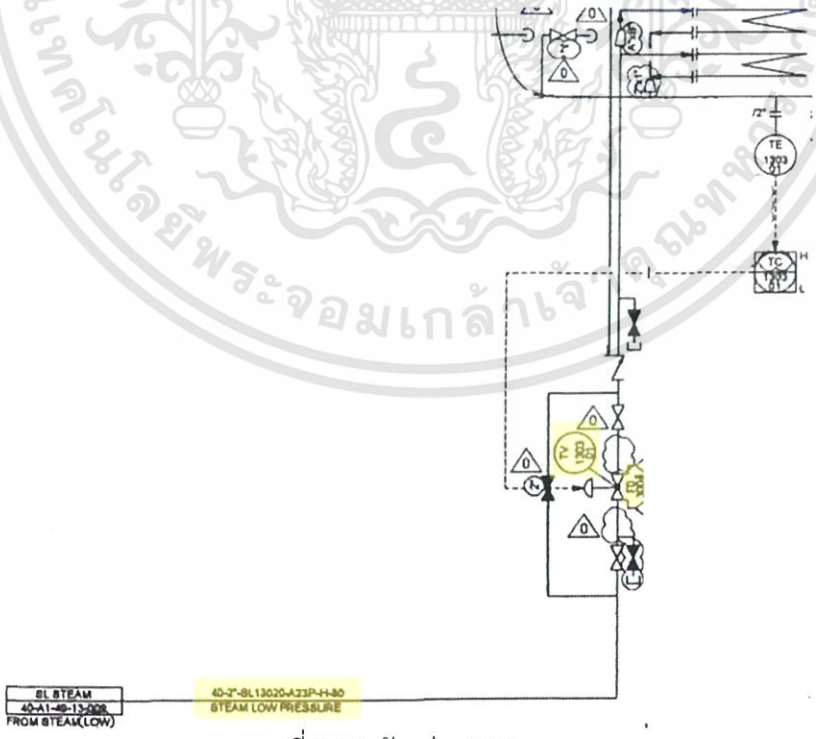
DO คือ ดิจิตอลเอาท์พุต เช่น Motor Start/Stop

18) สัญญาณอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุม (Signal Type)

19) หมายเลขของท่อ (Line Number) ใช้สำหรับแสดงว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมถูกติดตั้งอยู่บนท่อหมายเลขใด

Unit Description	P&ID No	P&ID Description	P&ID Rev	Instrument Loop No.	Loop Order	Instrument Tag No.	Fail Pos	Inst. Func	Instrument Type	P&ID GRP	Equipment	Fluid	Service Description	No. of CH	LL	L	H	HH	I/O Type
Flare System	[redacted]	HP Flare Drum	0	T-1303-01	3	TV-1303-01	FO	TV	Control Valve - Globe	SE		SL	SL Header to M-1303	19					F_DCS_AO-R

รูปที่ 3.23 ตัวอย่างเอกสารรายการเครื่องมือวัด



รูปที่ 3.24 ตัวอย่าง P&ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.23 เป็นรูปตัวอย่างตารางรายการเครื่องมือวัด ซึ่งทำการพิจารณาข้อมูลต่างๆมาจากรูปที่ 3.24 ที่ยกตัวอย่างมาจาก P&ID ของกระบวนการเผาแก๊สทิ้ง โดยเป็นข้อมูลของ Control valve ที่ควบคุมการไหลของไอน้ำความดันต่ำโดยใช้อุณหภูมิเป็นตัวควบคุม

3.3.2 การจัดทำ Interlock Logic Diagram

Interlock Logic Diagram เป็นแผนภาพที่แสดงหลักการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยในกรณีที่อุปกรณ์ต่างๆทำงานผิดพลาด ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมควบคุมเข้าใจการทำงานของระบบได้ง่ายขึ้นและถูกต้องตามความต้องการ

ก่อนทำการออกแบบจะต้องศึกษาสัญลักษณ์และคำอธิบายต่างๆดังนี้

1. โครงสร้างหมายเลขแท็ก แบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

   XX-AFFFF-YYYSS

   XX คือ เลขยูนิต 2 หลัก

   A คือ ตัวอักษรของฟังก์ชั่นหรือตัวแปรทางกระบวนการ 1 ตัว

   FFFF คือ ตัวอักษรส่วนขยายของฟังก์ชั่น 1-4 ตัว

   YYY คือ หมายเลขซีเรียล 3 หลัก

   SS คือ คำเสริมท้าย 0-2 ตัว

2. ยูนิตของกระบวนการ/การระบุระบบ “XX”

   ตัวอย่าง ยูนิต 1100 ดังนั้น XX คือ 11

ตามความเป็นจริงแล้วบอลลูนในแผนภาพลอจิกจะไม่รวม “XX” แต่จะบอกเพิ่มในหมายเหตุทั่วไปว่าเครื่องมือทั้งหมดมีคำนำหน้าเป็น “XX” ถ้าแผนภาพลอจิกสำหรับหน่วยเฉพาะมีเครื่องมือจากหน่วยอื่นๆ รวมอยู่ด้วย สำหรับแท็กของหน่วยอื่นๆ คำนำหน้าจะรวมอยู่ในบอลลูนของอุปกรณ์

3. ตัวอักษรของฟังก์ชั่นหรือตัวแปรทางกระบวนการ “A”

ตัวอักษรตัวแรกจะต้องระบุตัวแปรกระบวนการหรือตัวแปรเริ่มต้นของกระบวนการ ตามคำอธิบายใน P&ID

<u>หมายเหตุ</u> : “X” จะใช้สำหรับเปิด/ปิดวาล์วและวาล์วของมอเตอร์

“E” จะใช้สำหรับสิ่งที่เกี่ยวกับไฟฟ้า (มอเตอร์ เครื่องทำความร้อน หม้อแปลง เครื่องทำไฟสำรองหรือ UPS และอื่นๆ) สถานะ การแจ้งเตือน คำสั่ง ของมอเตอร์

4. ตัวอักษรส่วนขยายของฟังก์ชั่น “FFFF”

รหัสตัวแปรการวัดได้รับการกำหนดโดยตัวอักษรแบบคอลัมน์ “ตัวอักษรที่สอง”และ “ตัวอักษรที่สาม และตัวถัดไป” ในคำอธิบาย P&ID

5. ฟังก์ชั่นและส่วนขยายฟังก์ชั่น “AFFFF”

เพื่อให้เป็นเอกลักษณ์ของอุปกรณ์ในโรงงาน เกณฑ์ต่อไปนี้ต้องใช้สำหรับเครื่องมือที่เชื่อมโรงกับอุปกรณ์บางอย่าง เช่น มอเตอร์ วาล์ว อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 มอเตอร์

สถานะของมอเตอร์ การแจ้งเตือน คำสั่ง จะนำหน้าด้วยตัว “E”

EL : สถานะการทำงาน

EYA : ความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาด

EHA : พื้นที่/สถานะระยะไกล (พื้นที่ = การแจ้งเตือน)

EHSH : คำสั่งเริ่มต้น

EHSL : คำสั่งหยุด

EXSL : คำสั่งหยุดใน ESD

หมายเหตุ: สวิตช์เปิด/ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าและสวิตช์เลือกโหมด (HOA) ติดตั้งอยู่ข้างมอเตอร์และเชื่อมต่อกับ MCC จะไม่มีหมายเลขแท็กเครื่องมือ

5.2 ทรานส์มิตเตอร์

สวิตช์แสดงและสวิตช์ที่เกี่ยวข้องกับทรานส์มิตเตอร์จะต้องมีตัวแปรกระบวนการและหมายเลขซีเรียลเดียวกัน เช่น ทรานส์มิตเตอร์ความดันที่เชื่อมต่อกับลอจิกของ ESD

PI : การแสดงความดัน

PAHH : การแจ้งเตือนความดันสูง

PHS : สวิตช์ Interlock บายพาสสำหรับทรานส์มิตเตอร์ความดัน

PHA : สถานะ Interlock บายพาสสำหรับทรานส์มิตเตอร์ความดัน

PXAHH : การแจ้งเตือนการตัดวงจรขณะความดันสูง

PYA : การแจ้งเตือนความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนของทรานส์มิตเตอร์

5.3 วาล์ควบคุมมอเตอร์ (MOV)

สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับวาล์วควบคุมมอเตอร์จะใช้ฟังก์ชั่นตัวอักษร “X”

ZSO/ZAO : เปิดลิมิตสวิตช์และเปิดการแสดงผล

ZSC/ZAC : ปิดลิมิตสวิตช์และปิดการแสดงผล

ZSM/ZAM : ลิมิตสวิตช์ตำแหน่งกลางและการแสดงตำแหน่ง

XHSO : คำสั่งเปิด

XHSC : คำสั่งปิด

HS : เปิด/ปิด สวิตช์ควบคุม

XSO : คำสั่งเปิดสำหรับ ESD

XSC : คำสั่งปิดสำหรับ ESD

XSOX : คำสั่งยับยั้งการเปิด

XSCX : คำสั่งยับยั้งการปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ลิมิตสวิตช์และโซลินอยด์วาล์ว

ลิมิตสวิตช์และโซลินอยด์วาล์วทุกตัวที่ติดตั้งบนอุปกรณ์ (ลูป) เดียวกันจะต้องเก็บตัวแปรกระบวนการและหมายเลขซีเรียลไว้ด้วย เช่น การปิดลิมิตสวิตช์และโซลินอยด์วาล์วบนวาล์วควบคุมการไหล

FZSO/FZLO : เปิดลิมิตสวิตช์และเปิดการแสดงผล

FZSC/FZLO : ปิดลิมิตสวิตช์และเปิดการแสดงผล

FSY : โซลินอยด์วาล์วในวาล์วควบคุมการไหล

5.5 วาล์วเปิด/ปิด

สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับวาล์วเปิด/ปิด จะใช้ฟังก์ชั่นตัวอักษร “X”

ZSO/ZAO : เปิดลิมิตสวิตช์และเปิดการแสดงผล

ZSC/ZAO : ปิดลิมิตสวิตช์และเปิดการแสดงผล

ZSM/ZAC : ลิมิตสวิตช์ตำแหน่งกลางและการแสดงตำแหน่ง

XSY : โซลินอยด์วาล์วบนวาล์วเปิด/ปิด

HS : เปิด/ปิด สวิตช์ควบคุม

XYA : การแจ้งเตือนความคลาดเคลื่อน

5.6 สวิตช์การทำงาน

สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับสวิตช์การทำงาน จะใช้ฟังก์ชั่น “H”

HSO : คำสั่งเปิดสวิตช์การทำงาน

HSC : คำสั่งปิดสวิตช์การทำงาน

HSH : คำสั่งเริ่มทำงานของสวิตช์การทำงาน

HSL : คำสั่งหยุดทำงานของสวิตช์การทำงาน

HSA : คำสั่งอื่นๆของสวิตช์การทำงาน

HSB : คำสั่งอื่นๆของสวิตช์การทำงาน

HSD : คำสั่งอื่นๆของสวิตช์การทำงาน

HS : สวิตช์การทำงาน

HL : ไฟพื้นหลังของสวิตช์การทำงาน

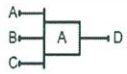
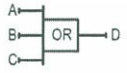
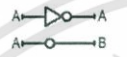
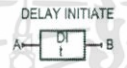
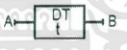
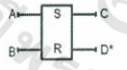
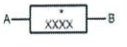
5.7 ระบบเชื่อมต่อระหว่างกัน

ระบบเชื่อมต่อระหว่างกัน เช่น ระบบ ESD ไปยังระบบ DCS จะใช้ฟังก์ชั่นส่วนขยาย “N” เช่น สัญญาณ ESD ส่งไปยังตัวควบคุม DCS เพื่อเปลี่ยนเอาท์พุตควบคุมการไหล : FN

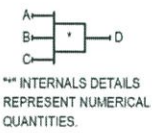
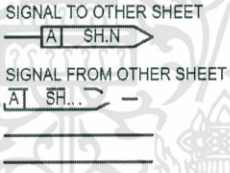
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สัญลักษณ์ต่างๆ

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์ต่างๆ

ฟังก์ชั่น	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
AND		เอาท์พุตจะเกิดขึ้น ถ้าอินพุตทุกตัวเกิดขึ้น
OR		เอาท์พุตจะเกิดขึ้น ถ้าอินพุต 1 ตัวหรือมากกว่า 1 เกิดขึ้น
NOT		เอาท์พุต B จะเกิดขึ้นถ้าอินพุต A ไม่เกิดขึ้น แต่เมื่ออินพุต A เกิดขึ้นเอาท์พุต B จะไม่เกิดขึ้น
TIME ELEMENT		เอาท์พุต B จะเกิดขึ้นเมื่ออินพุต A ส่งสัญญาณมาเป็นเวลา t และเมื่ออินพุต A สิ้นสุดลง เอาท์พุต B ก็สิ้นสุดด้วย
		เอาท์พุต B จะเกิดขึ้นพร้อมกับอินพุต A จนไม่มีมีสัญญาณจากอินพุต A เอาท์พุต B จึงเกิดขึ้นเป็นเวลา t และสิ้นสุดลง
		อินพุต A ส่งสัญญาณพัลส์ไปทำให้เอาท์พุต B เกิดขึ้นเป็นเวลา t
MEMORY		เอาท์พุต C แสดงการเซตให้จำค่า ส่วนเอาท์พุต D แสดงค่ารีเซตค่า เอาท์พุต C จะเกิดขึ้นเมื่อมีค่าอินพุต A และจะเกิดขึ้นต่อเนื่องไปจนกว่าจะเกิดการรีเซต โดยไม่สนใจว่าอินพุต A ยังส่งสัญญาณมาหรือไม่
SOLENOID VALVE		โซลินอยด์วาล์วที่มีคันโยกตั้งค่าด้วยตัวเอง
		โซลินอยด์วาล์วที่ไม่มีคันโยกตั้งค่าด้วยตัวเอง
COMPARATOR		เอาท์พุต B จะเกิดขึ้นเมื่ออินพุต A มีค่าเท่ากับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		กำหนดไว้ XXXX
QUALIFIED OR		เอาท์พุต D จะเกิดขึ้นเมื่ออินพุต A B และ C เกิดขึ้น และจะมีการเปรียบเทียบค่า โดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆดังนี้ = เท่ากับ ≠ ไม่เท่ากับ < น้อยกว่า ≤ น้อยกว่าหรือเท่ากับ > มากกว่า ≥ มากกว่าหรือเท่ากับ
SIGNAL CONNECTION		สัญญาณ “A” ส่งไปยังเอกสารหน้า “N” รับสัญญาณ “A” มาจากเอกสารหน้า “N” การเชื่อมต่อด้านฮาร์ดแวร์ การเชื่อมต่อด้านซอฟแวร์
INTRINSIC SAFETY BARRIER (IS BARRIER)		IS BARRIER ของกระแสกับเครื่องแยกกระแส
		IS BARRIER ของเทอร์โมคัพเปิ้ลกับเครื่องแยกกระแส
		IS BARRIER ของ RTD กับเครื่องแยกกระแส
		IS BARRIER ของสัญญาณดิจิตอลกับเครื่องแยกสัญญาณดิจิตอล
		IS BARRIER ของแรงดันไฟฟ้ากับเครื่องแยกแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สัญลักษณ์ที่ตั้งของอุปกรณ์

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์ที่ตั้งของอุปกรณ์

	หน้างาน
	สถานีย่อยหลัก
	สถานีย่อยเอนกประสงค์
	WWT สถานีย่อย
	กังหันแบบบูรณาการและระบบควบคุมคอมเพลสเซอร์
	ห้องคอนโซล
	แผงควบคุมภายใน
	DCS
	สถานีงานวิศวกรรมของ ESD
	PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

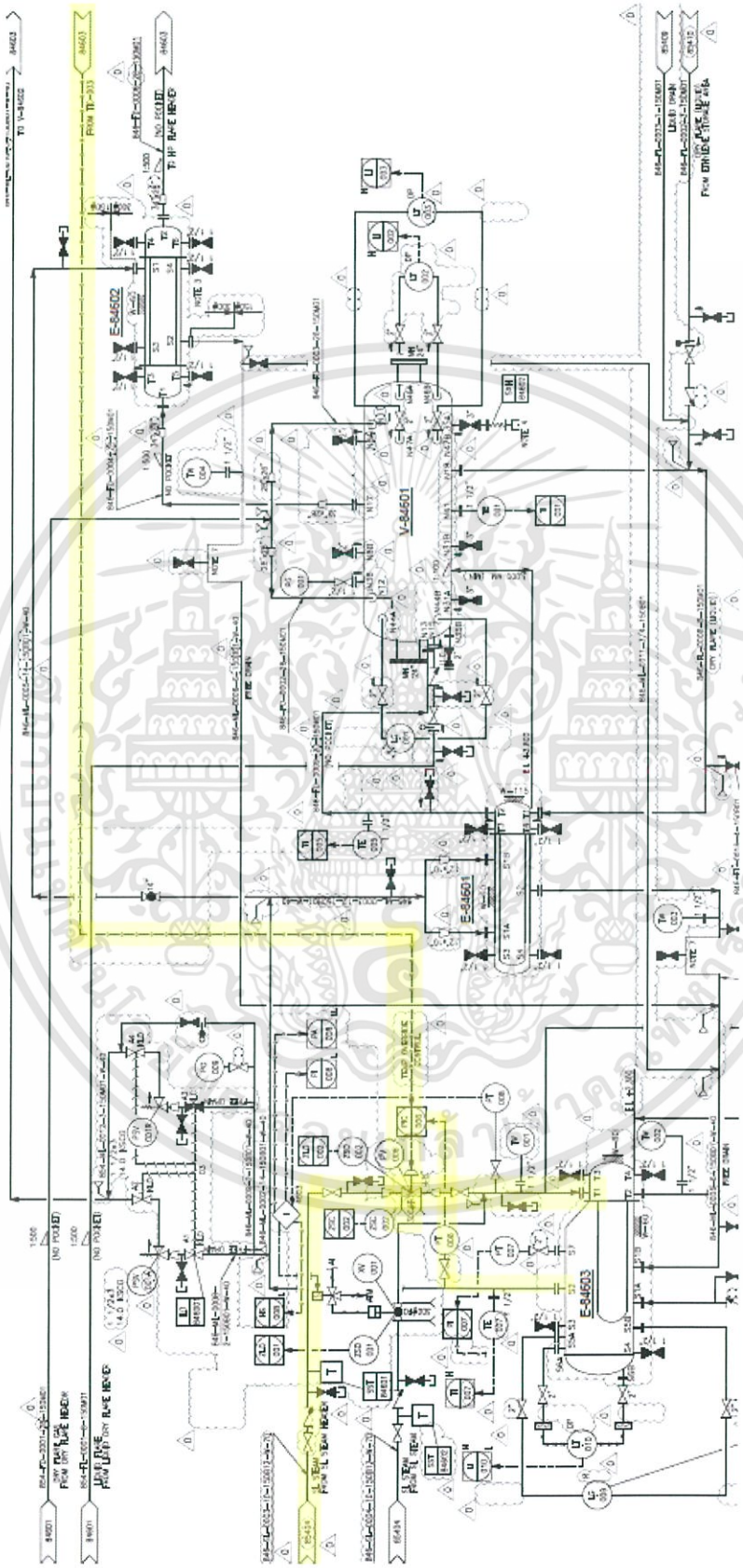
จากข้อมูลและสัญลักษณ์ข้างต้นนี้ รวมถึง Cause & Effect Diagram จะใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบ Interlock Logic Diagram ต่อไป โดยใช้โปรแกรม Auto CAD ในการออกแบบ

3.3.3 การจัดทำเอกสาร Complex Loop Description

Complex Loop Description เป็นเอกสารที่ใช้อธิบายถึงลูปควบคุมที่มีความซับซ้อน เช่น Cascade Control เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการทำงานและกระบวนการควบคุมของระบบเผาแก๊สทิ้ง พบว่ามีลูปซับซ้อนอยู่ 1 Loop แสดงดังรูปที่ 3.25 และรูปที่ 3.26

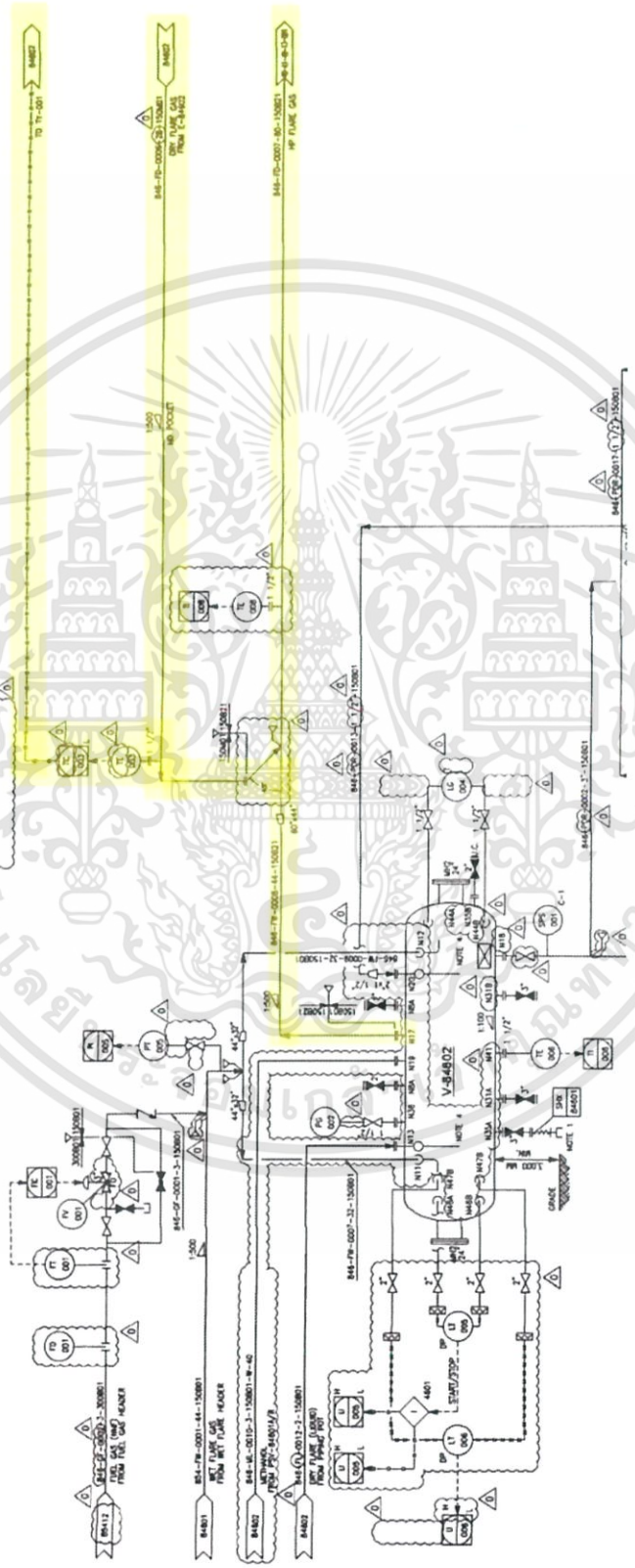
เมื่อพิจารณาจาก P&ID แล้วมีความยุ่งยากมาก จึงจัดทำแผนภาพขึ้นมาใหม่ โดยใช้โปรแกรม Auto CAD ในการวาดลูปควบคุม ซึ่งจะตัดรายละเอียดต่างๆที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เหลือไว้เพียงรายละเอียดที่สำคัญเท่านั้น ซึ่งผลของการจัดทำจะแสดงในบทที่ 4 ต่อไป ส่วนลูปควบคุมที่เป็นลูปเดี่ยวทางผู้ผลิตจะสามารถดูได้จาก P&ID หรือ I/O List ได้เลย เนื่องจากเป็นลูปควบคุมที่ดูและเข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 P&ID ของลูปซับซ้อนหน้าที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 P&ID ของลูปซับซ้อนหน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

บทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงาน ในตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา โดยจะประกอบไปด้วยเอกสารที่เป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการจัดทำโปรแกรมควบคุมคือ เอกสารรายการเครื่องมือวัด เอกสารลูปซับซ้อน (Complex Loop) และเอกสารด้านความปลอดภัยของกระบวนการ (Interlock Logic Diagram)

4.1 เอกสารรายการเครื่องมือวัด (Instrument Index)

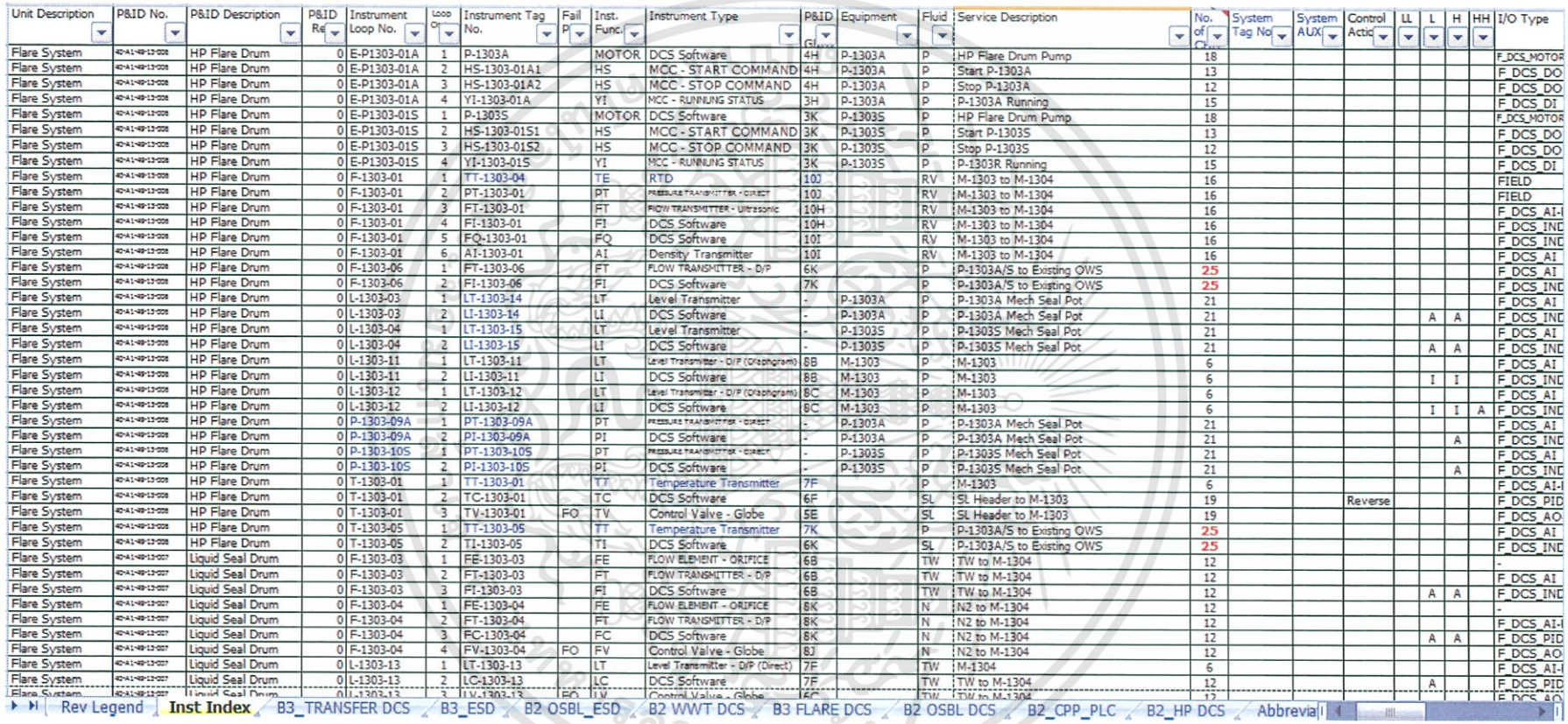
จากการดำเนินงานในบทที่ผ่านมา เมื่อศึกษาและวิเคราะห์ P&ID ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเผาแก๊สทิ้งทั้งหมดและนำมาจัดทำรายการเครื่องมือวัดแล้วได้ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งเป็นเอกสารที่ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบเครื่องมือวัดต่างๆรวมไปถึงการออกแบบระบบควบคุมต่อไป และเอกสารรายการเครื่องมือวัดนี้สามารถนำไปจัดทำเอกสารสรุปจำนวนอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุมได้แสดงดังรูปที่ 4.2 โดยใช้ตัวย่อดังต่อไปนี้แทนสายสัญญาณแต่ละชนิด

AI = อนาล็อกอินพุต	AO = อนาล็อกเอาท์พุต
DI = ดิจิตอลอินพุต	DO = ดิจิตอลเอาท์พุต
Single = แบบเดี่ยว	Redundant = แบบคู่
IS = Intrinsically Safe = อุปกรณ์ป้องกันภัย	NIS = อุปกรณ์ไม่ป้องกันภัย

จากรูปที่ 4.2 จะพบว่าเป็นตารางที่แบ่งเป็น 3 ส่วน นั่นคือจำนวนอินพุตและเอาท์พุตที่สั่งซื้อของไปแล้ว จำนวนอินพุตและเอาท์พุตที่อัพเดต ณ ปัจจุบัน และจำนวนอินพุตและเอาท์พุตที่ขาดหรือเกินจากที่สั่งซื้อไปแล้ว ตามลำดับจากบนลงล่าง ซึ่งเอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบจำนวนอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุมเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของโครงการ

เนื่องจากมีการอัพเดตเอกสาร P&ID เพื่อปรับปรุงข้อมูลให้ถูกต้องและตรงกับความต้องการมากที่สุด จึงต้องทำการอัพเดตเอกสารรายการเครื่องมือวัดด้วย เพื่อจะได้นำไปออกแบบได้ถูกต้องตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Unit Description	P&ID No.	P&ID Description	P&ID Re	Instrument Loop No.	Loop Or	Instrument Tag No.	Fail P	Inst. Func.	Instrument Type	P&ID Gr	Equipment	Fluid	Service Description	No. of Cr	System Tag No	System AUX	Control Actio	LL	L	H	HH	I/O Type
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01A	1	P-1303A		MOTOR	DCS Software	4H	P-1303A	P	HP Flare Drum Pump	18								F_DCS_MOTOR
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01A	2	HS-1303-01A1		HS	MCC - START COMMAND	4H	P-1303A	P	Start P-1303A	13								F_DCS_DO
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01A	3	HS-1303-01A2		HS	MCC - STOP COMMAND	4H	P-1303A	P	Stop P-1303A	12								F_DCS_DO
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01A	4	YI-1303-01A		YI	MCC - RUNNING STATUS	3H	P-1303A	P	P-1303A Running	15								F_DCS_DI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01S	1	P-1303S		MOTOR	DCS Software	3K	P-1303S	P	HP Flare Drum Pump	18								F_DCS_MOTOR
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01S	2	HS-1303-01S1		HS	MCC - START COMMAND	3K	P-1303S	P	Start P-1303S	13								F_DCS_DO
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01S	3	HS-1303-01S2		HS	MCC - STOP COMMAND	3K	P-1303S	P	Stop P-1303S	12								F_DCS_DO
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	E-P1303-01S	4	YI-1303-01S		YI	MCC - RUNNING STATUS	3K	P-1303S	P	P-1303R Running	15								F_DCS_DI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-01	1	TT-1303-04		TE	RTD	10J		RV	M-1303 to M-1304	16								FIELD
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-01	2	PT-1303-01		PT	PRESSURE TRANSMITTER - DIRECT	10J		RV	M-1303 to M-1304	16								FIELD
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-01	3	FT-1303-01		FT	FLOW TRANSMITTER - Ultrasonic	10H		RV	M-1303 to M-1304	16								F_DCS_AI-I
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-01	4	FI-1303-01		FI	DCS Software	10H		RV	M-1303 to M-1304	16								F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-01	5	FQ-1303-01		FQ	DCS Software	10I		RV	M-1303 to M-1304	16								F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-01	6	AI-1303-01		AI	Density Transmitter	10I		RV	M-1303 to M-1304	16								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-06	1	FT-1303-06		FT	FLOW TRANSMITTER - D/P	6K		P	P-1303A/S to Existing OWS	25								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	F-1303-06	2	FI-1303-06		FI	DCS Software	7K		P	P-1303A/S to Existing OWS	25								F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-03	1	LT-1303-14		LT	Level Transmitter	-	P-1303A	P	P-1303A Mech Seal Pot	21								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-03	2	LI-1303-14		LI	DCS Software	-	P-1303A	P	P-1303A Mech Seal Pot	21					A	A		F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-04	1	LT-1303-15		LT	Level Transmitter	-	P-1303S	P	P-1303S Mech Seal Pot	21								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-04	2	LI-1303-15		LI	DCS Software	-	P-1303S	P	P-1303S Mech Seal Pot	21					A	A		F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-11	1	LT-1303-11		LT	Level Transmitter - D/P (Diaphgram)	8B	M-1303	P	M-1303	6								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-11	2	LI-1303-11		LI	DCS Software	8B	M-1303	P	M-1303	6					I	I		F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-12	1	LT-1303-12		LT	Level Transmitter - D/P (Diaphgram)	8C	M-1303	P	M-1303	6								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	L-1303-12	2	LI-1303-12		LI	DCS Software	8C	M-1303	P	M-1303	6					I	I	A	F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	P-1303-09A	1	PT-1303-09A		PT	PRESSURE TRANSMITTER - DIRECT	-	P-1303A	P	P-1303A Mech Seal Pot	21								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	P-1303-09A	2	PI-1303-09A		PI	DCS Software	-	P-1303A	P	P-1303A Mech Seal Pot	21						A		F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	P-1303-10S	1	PT-1303-10S		PT	PRESSURE TRANSMITTER - DIRECT	-	P-1303S	P	P-1303S Mech Seal Pot	21								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	P-1303-10S	2	PI-1303-10S		PI	DCS Software	-	P-1303S	P	P-1303S Mech Seal Pot	21						A		F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	T-1303-01	1	TT-1303-01		TT	Temperature Transmitter	7F		P	M-1303	6								F_DCS_AI-I
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	T-1303-01	2	TC-1303-01		TC	DCS Software	6F		SL	SL Header to M-1303	19			Reverse					F_DCS_PID
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	T-1303-01	3	TV-1303-01	FO	TV	Control Valve - Globe	5E		SL	SL Header to M-1303	19								F_DCS_AO
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	T-1303-05	1	TT-1303-05		TT	Temperature Transmitter	7K		P	P-1303A/S to Existing OWS	25								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-008	HP Flare Drum	0	T-1303-05	2	TI-1303-05		TI	DCS Software	6K		SL	P-1303A/S to Existing OWS	25								F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	F-1303-03	1	FE-1303-03		FE	FLOW ELEMENT - ORIFICE	6B		TW	TW to M-1304	12								-
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	F-1303-03	2	FT-1303-03		FT	FLOW TRANSMITTER - D/P	6B		TW	TW to M-1304	12								F_DCS_AI
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	F-1303-03	3	FI-1303-03		FI	DCS Software	6B		TW	TW to M-1304	12					A	A		F_DCS_IND
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	F-1303-04	1	FE-1303-04		FE	FLOW ELEMENT - ORIFICE	8K		N	N2 to M-1304	12								-
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	F-1303-04	2	FT-1303-04		FT	FLOW TRANSMITTER - D/P	8K		N	N2 to M-1304	12								F_DCS_AI-I
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	F-1303-04	3	FC-1303-04		FC	DCS Software	8K		N	N2 to M-1304	12					A	A		F_DCS_PID
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	F-1303-04	4	FV-1303-04	FO	FV	Control Valve - Globe	8J		N	N2 to M-1304	12								F_DCS_AO
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	L-1303-13	1	LT-1303-13		LT	Level Transmitter - D/P (Direct)	7F		TW	M-1304	6								F_DCS_AI-I
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	L-1303-13	2	LC-1303-13		LC	DCS Software	7F		TW	TW to M-1304	12					A			F_DCS_PID
Flare System	40-A1-49-13-007	Liquid Seal Drum	0	L-1303-13	3	LV-1303-13	FO	LV	Control Valve - Globe	6C		TW	TW to M-1304	12								F_DCS_AO

Rev Legend | Inst Index | B3_TRANSFER DCS | B3_ESD | B2 OSBL_ESD | B2 WWT DCS | B3 FLARE DCS | B2 OSBL DCS | B2_CPP_PLC | B2_HP DCS | Abbrevia

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างเอกสารเครื่องมือวัด

DCS I/O COUNT FOR B3 OLE 2/1 FLARE UNIT (as P/O)		ANALOG					DIGITAL					
		AI (Inc. MCC)	AI (RTD/TC)	AIC	AI (RTD/TC)	AO (Inc.MCC)	DI	DI	DI MCC	DO (Wet)	DO (Dry)	DO MCC
Redundant		Single	Single	Redundant	Redundant	Redundant	Single	Single	Single	Single	Single	Single
IS		IS	IS	IS	IS	IS	IS	NIS	NIS	NIS	NIS	NIS
Flare Unit	Actual	36	0	10	0	9	0	0	6	2	0	4
	Installed Spare (30%)	11	0	5	0	3	0	0	2	1	0	2
	Total Point	47	0	15	0	12	0	0	8	3	0	6
IO Module Model		AAI143-H	AAI143-H	AAI143-H	AAI143-H	AAI543-H	ADV151	ADV151		ADV551	ADV551	ADV551
No. of Channel		16	16	16	16	16	32	32		32	32	32
IO Module Quantity		3	0	2	0	2	0	1		1	0	1
Total IO Capacity		48	0	16	0	16	0	32		32	0	32
Actual Installed Spare		33%	0%	60%	0%	78%	0%	81%		1500%	0%	700%
T/B, B/B ,R/B Model		AI Barrier Board	RTD/TC Barrier Board	AI Barrier Board	RTD/TC Barrier Board	AO Barrier Board	DI Barrier Board	A1ED5D		ARM55W	ARM55D	ARM55W
No. of Slot		16	16	16	16	16	32	32		32	32	32
T/B, B/B ,R/B Quantity		3	0	1	0	1	3	1		1	0	1
IS Barrier / Relay On board		45	0	15	0	12	0	32		0	0	0
Surge Protector		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Interposing Relay		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DCS I/O COUNT FOR B3 OLE 2/1 FLARE UNIT (Current Updated)		ANALOG					DIGITAL					
		AI (Inc. MCC)	AI (RTD/TC)	AIC	AI (RTD/TC)	AO (Inc.MCC)	DI	DI	DI MCC	DO (Wet)	DO (Dry)	DO MCC
Redundant		Single	Single	Redundant	Redundant	Redundant	Single	Single	Single	Single	Single	Single
IS		IS	IS	IS	IS	IS	IS	NIS	NIS	NIS	NIS	NIS
Flare Unit	Actual	28	0	7	0	6	5	0	2	0	0	4
	Installed Spare (30%)	8	0	5	0	2	2	0	1	0	0	1
	Total Point	36	0	12	0	8	7	0	3	0	0	5
IO Module Model		AAI143-H	AAI143-H	AAI143-H	AAI143-H	AAI543-H	ADV151	ADV151		ADV551	ADV551	ADV551
No. of Channel		16	16	16	16	16	32	32		32	32	32
IO Module Quantity		3	0	2	0	2	1	1		0	0	1
Total IO Capacity		48	0	16	0	16	32	32		0	0	32
Actual Installed Spare		71%	0%	129%	0%	167%	540%	94%		0%	0%	700%
T/B, B/B ,R/B Model		AI Barrier Board	RTD/TC Barrier Board	AI Barrier Board	RTD/TC Barrier Board	AO Barrier Board	DI Barrier Board	A1ED5D		ARM55W	ARM55D	ARM55W
No. of Slot		16	16	16	16	16	32	32		32	32	32
T/B, B/B ,R/B Quantity		3	0	1	0	1	3	1		0	0	1
IS Barrier / Relay On board		36	0	12	0	8	0	32		0	0	0
Surge Protector		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interposing Relay		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DCS I/O COUNT FOR B3 OLE 2/1 FLARE UNIT (Balance BOM)	ANALOG					DIGITAL					
	AI (Inc. MCC)	AI (RTD/TC)	AIC	AI (RTD/TC)	AO (Inc.MCC)	DI	DI	DI MCC	DO (Wet)	DO (Dry)	DO MCC
Redundant	Single	Single	Redundant	Redundant	Redundant	Single	Single	Single	Single	Single	Single
IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	NIS	NIS	NIS	NIS	NIS
Diff. Actual I/O Point	8	0	3	0	3	-5	0	4	2	0	0
IO Module Model	AAI143-H	AAI143-H	AAI143-H	AAI143-H	AAI543-H	ADV151	ADV151		ADV551	ADV551	ADV551
IO Module Quantity	0	0	0	0	0	-1	0		1	0	0
T/B, B/B ,R/B Model	AI Barrier Board	RTD/TC Barrier Board	AI Barrier Board	RTD/TC Barrier Board	AO Barrier Board	DI Barrier Board	A1ED5D		ARM55W	ARM55D	ARM55W
T/B, B/B ,R/B Quantity	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0
IS Barrier / Relay On board	9	0	3	0	4	0	0		0	0	0
Surge Protector	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0

Rev Legend | Inst Index | B3_TRANSFER DCS | B3_ESD | B2 OSBL_ESD | B2 WWT DCS | B3 FLARE DCS | B2 OSBL DCS | B2_CPP_PLC | B2_HP DCS | Abbreviati

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างเอกสารสรุปจำนวนอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุม

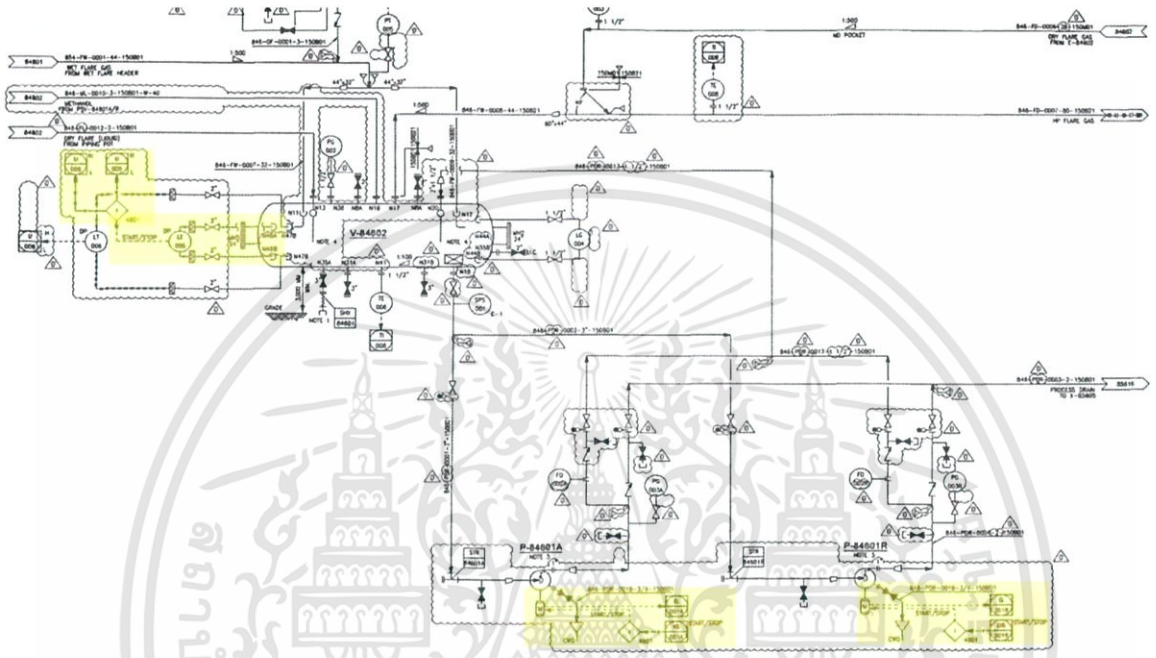
4.2 Interlock Logic Diagram

เมื่อศึกษาสัญลักษณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ Interlock Logic Diagram มาแล้วในหัวข้อที่ 3.3.2 รวมไปถึงการศึกษา Cause & Effect Diagram จึงทำการออกแบบ Interlock Logic Diagram สำหรับป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากความผิดพลาดในการทำงานได้ดังนี้

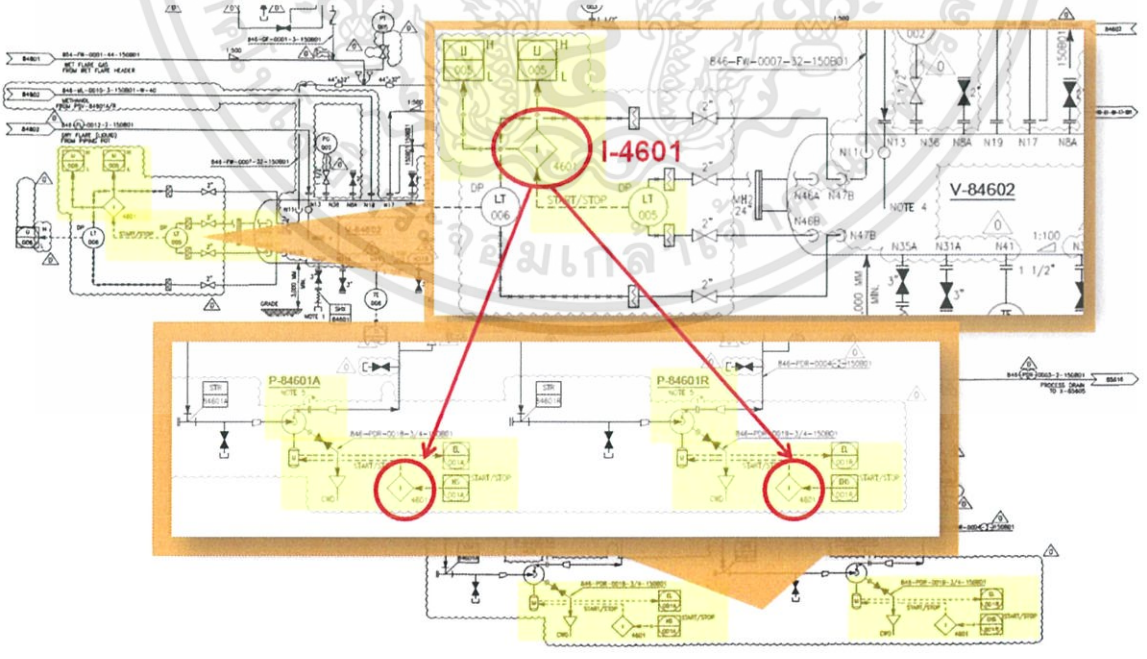
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 Interlock I-4601

จากรูปที่ 4.3 เป็นการแสดงตำแหน่งของ Interlock ที่อยู่ในกระบวนการเผาแก๊สทิ้งซึ่ง Interlock นี้จะเกี่ยวข้องกับถัง V-84602 Wet Flare Drum มีไว้เพื่อไม่ให้ของเหลวล้นถังและปนกับแก๊สที่จะนำไปเผาทิ้ง



รูปที่ 4.3 P&ID ที่มี Interlock I-4601(1)



รูปที่ 4.4 P&ID ที่มี Interlock I-4601(2)

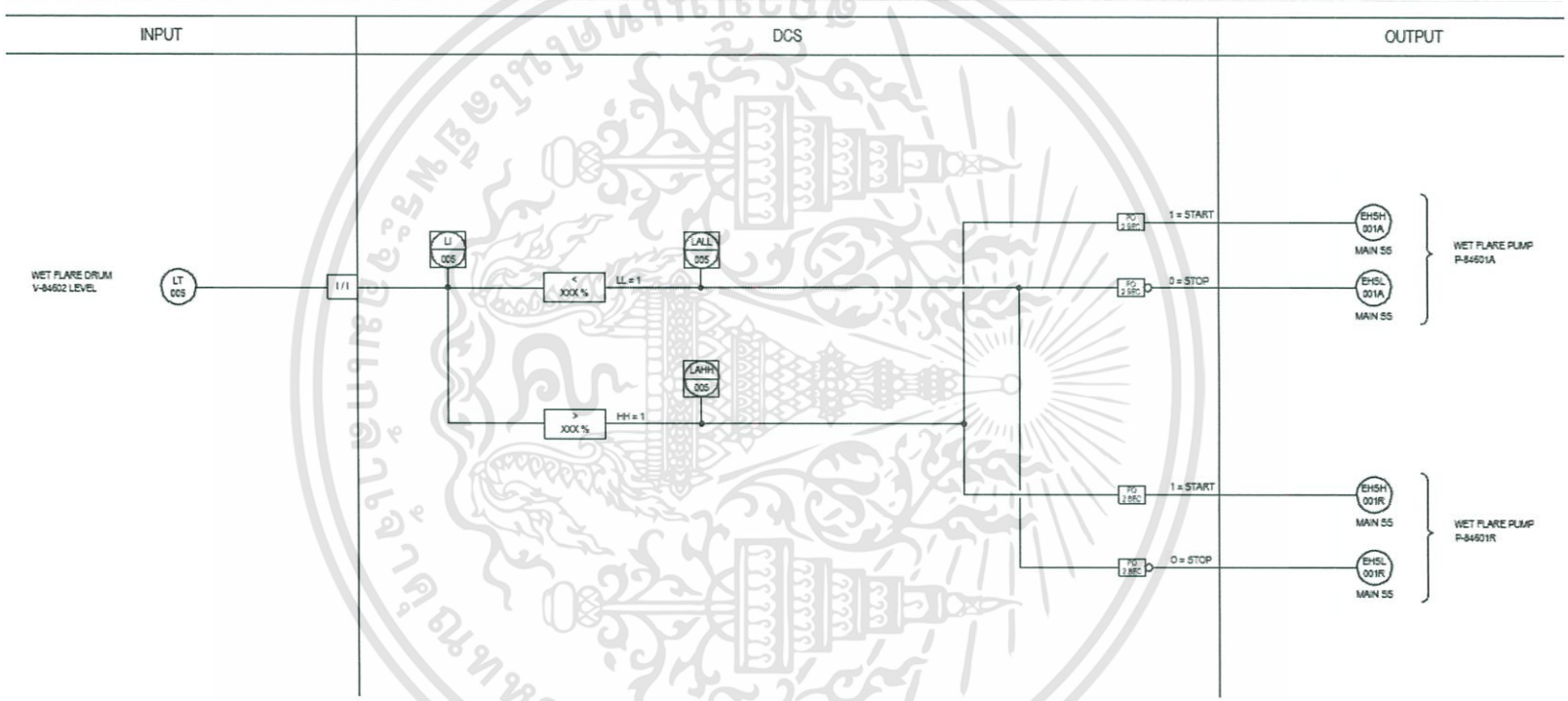
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 เป็นการแสดงสัญลักษณ์ของ Interlock ที่ให้เชื่อมโยงกันระหว่างอินพุต คือ ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับและ เอาท์พุต คือ ปั๊ม โดยใช้ Interlock หมายเลขเดียวกัน นั่นคือ I-4601

จากรูปที่ 4.5 เป็นแผนภาพสำหรับใช้ออกแบบโปรแกรมระบบควบคุม นั่นคือ ฟังก์ชั่นการทำงานใน DCS อธิบายได้ว่า ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ LT-005 เป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันการติดไฟ (IS) จะทำการวัดระดับของเหลวในถัง V-86402 Wet Flare Drum แล้วส่งสัญญาณไปยัง DCS หากสัญญาณที่วัดได้เกินกว่าค่าสูงสุดที่ตั้งไว้ DCS จะส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของปั๊ม P-84601A/R โดยทำการสั่งให้ปั๊มตัวใดตัวหนึ่งทำงานและปั๊มอีกตัวสำรองไว้ เพื่อ Feed ของเหลวออกจากถัง และหากสัญญาณที่วัดได้ต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่กำหนด DCS ก็จะส่งสัญญาณไปสั่งให้ปั๊มหยุดทำงาน ซึ่งจะสรุปได้ว่า Interlock ทำงาน 2 กรณี คือ เมื่อเกิดค่าต่ำกว่าที่ตั้งไว้จะสั่งงานให้ปั๊มหยุดทำงาน และเมื่อเกิดค่าสูงกว่าที่ตั้งไว้จะสั่งงานให้ปั๊มเริ่มทำงานเพื่อ Feed ของเหลวออก

กรณีที่ปั๊มตัวที่ทำงาน เกิดความผิดพลาดจนไม่สามารถ Feed ของเหลวออกไปได้ ปั๊มที่สำรองไว้จะถูกสั่งให้ทำงานแทน โดยการกำหนดว่าปั๊มตัวไหนจะทำงานก่อนหรือหลังจะกำหนดโดย Operator ที่อยู่หน้างาน นั่นคือให้ผู้จัดทำระบบควบคุมจะทำโหมดให้ Operator เลือกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

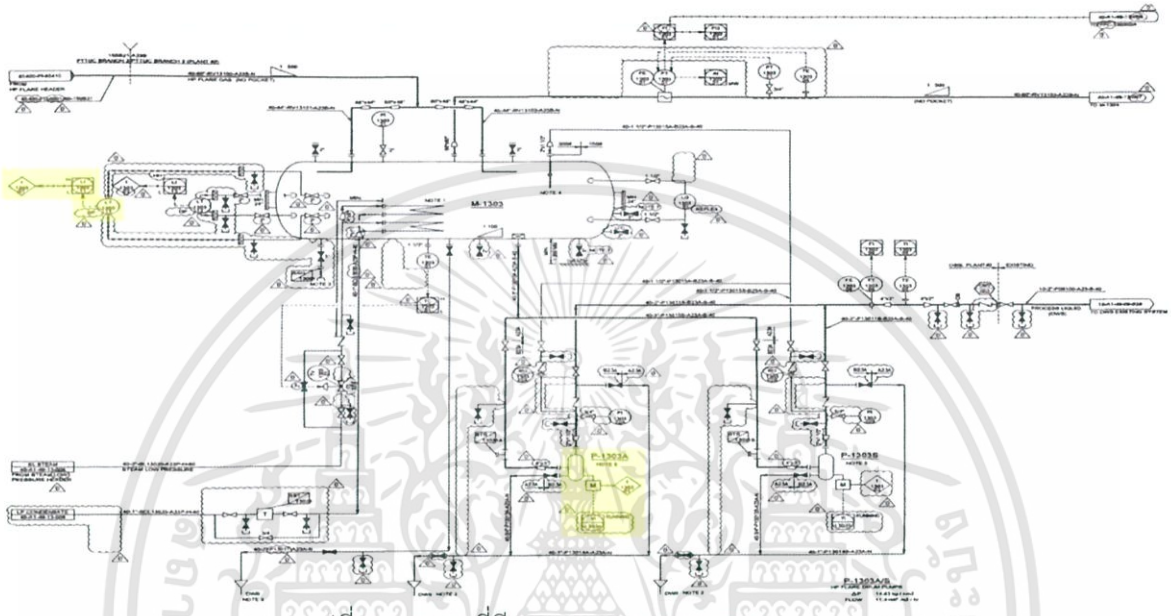


รูปที่ 4.5 Interlock I-4601

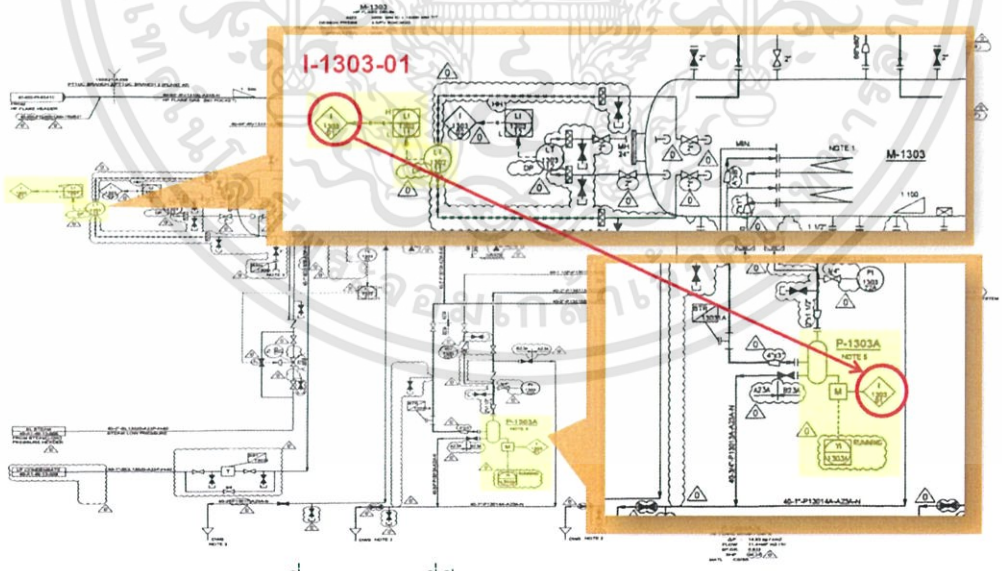
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ในรูปแบบใดๆ ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

4.2.2 Interlock I-1303-01

จากรูปที่ 4.6 เป็นการแสดงตำแหน่งของ Interlock ที่อยู่ในกระบวนการเผาแก๊สทิ้งซึ่ง Interlock นี้จะเกี่ยวข้องกับถัง M-1303 HP Flare Drum มีไว้เพื่อไม่ให้ของเหลวล้นถังและปนกับแก๊สที่จะนำไปเผาทิ้ง



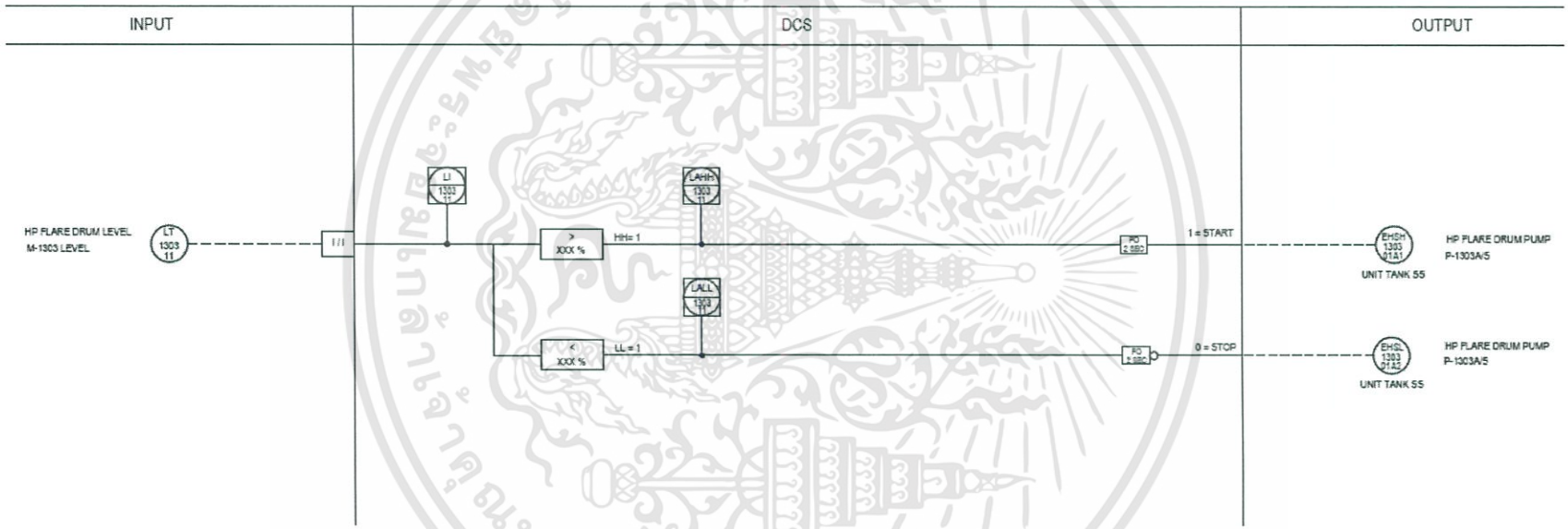
รูปที่ 4.6 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(1)



รูปที่ 4.7 P&ID ที่มี Interlock I-1303-01(2)

จากรูปที่ 4.7 เป็นการแสดงสัญลักษณ์ของ Interlock ที่ให้เชื่อมโยงกันระหว่างอินพุต คือ ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับและเอาท์พุต คือ ปั๊ม โดยใช้ Interlock หมายเลขเดียวกัน นั่นคือ I-1303-01

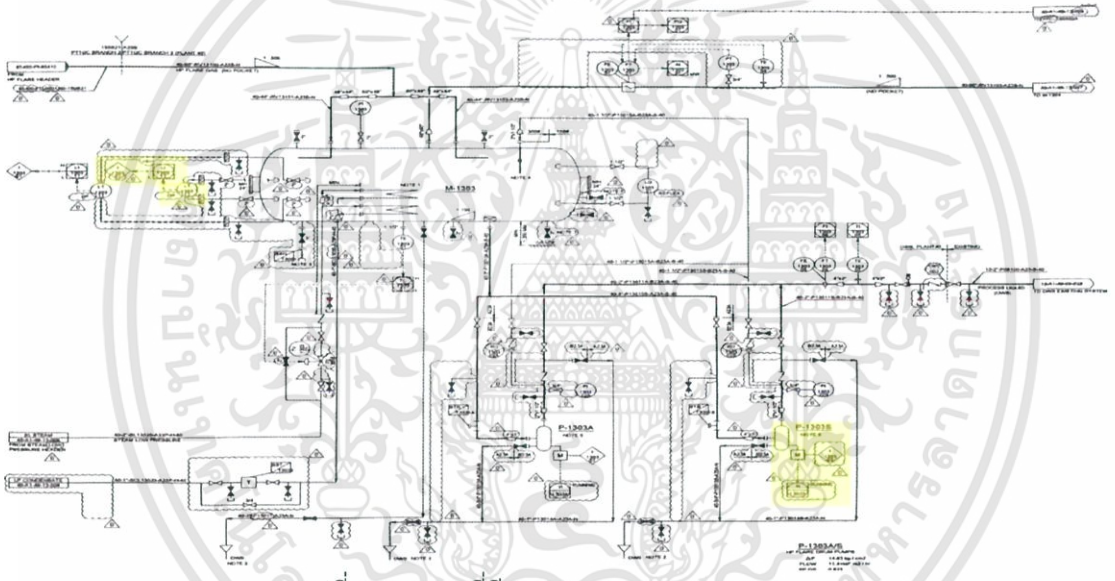
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 Interlock I-1303-01

จากรูปที่ 4.8 เป็นแผนภาพสำหรับใช้ออกแบบโปรแกรมระบบควบคุม นั่นคือ ฟังก์ชั่นการทำงานใน DCS อธิบายได้ว่า ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ LT-1303-11 เป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันการติดไฟ (IS) จะทำการวัดระดับของเหลวในถัง M-1303 แล้วส่งสัญญาณไปยัง DCS หากสัญญาณที่วัดได้เกินกว่าค่าสูงสุดที่ตั้งไว้ DCS จะส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของปั๊ม P-1303A โดยทำการสั่งให้เปิดปั๊ม เพื่อ Feed ของเหลวออกจากถัง และหากสัญญาณที่วัดได้ต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่กำหนด DCS ก็จะส่งสัญญาณไปสั่งให้ปั๊มหยุดทำงาน ซึ่งจะสรุปได้ว่า Interlock ทำงาน 2 กรณี คือ เมื่อเกิดค่าต่ำกว่าที่ตั้งไว้จะสั่งงานให้ปั๊มหยุดทำงาน และเมื่อเกิดค่าสูงกว่าที่ตั้งไว้จะสั่งงานให้ปั๊มเริ่มทำงานเพื่อ Feed ของเหลวออก เนื่องจากถังนี้เป็นถังที่เก็บแก๊สสำหรับนำไปเผาทิ้ง หากมีของเหลวในถังมากเกินไปจะทำให้ของเหลวปนไปกับแก๊สที่จะเผาทิ้ง ส่งผลให้การเผาไหม้ ไม่สมบูรณ์ เกิดเป็นมลพิษทางอากาศได้

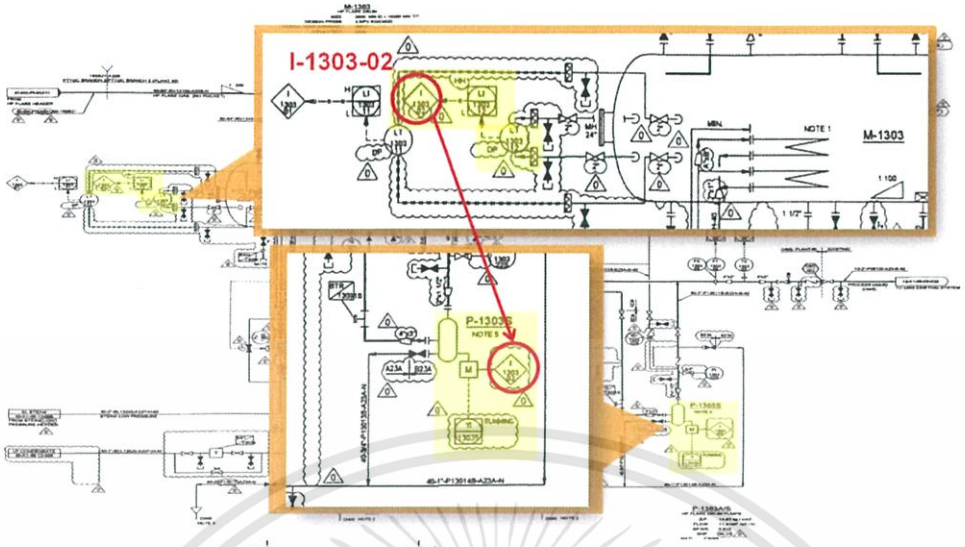
4.2.3 Interlock I-1303-02



รูปที่ 4.9 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (1)

จากรูปที่ 4.9 เป็นการแสดงตำแหน่งของ Interlock ที่อยู่ในกระบวนการเผาแก๊สทิ้งซึ่ง Interlock นี้จะเกี่ยวข้องกับถัง M-1303 HP Flare Drum มีไว้เพื่อไม่ให้ของเหลวล้นถังและปนกับแก๊สที่จะนำไปเผาทิ้ง เมื่อพิจารณาจาก Interlock ที่ผ่านมาจะพบว่าที่ถัง M-1303 มี 2 Interlock เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น เพราะเมื่อแก๊สออกจากถังนี้ไปก็จะไปเข้าสู่การเผาไหม้ หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นอาจเกิดความเสียหายอย่างมากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



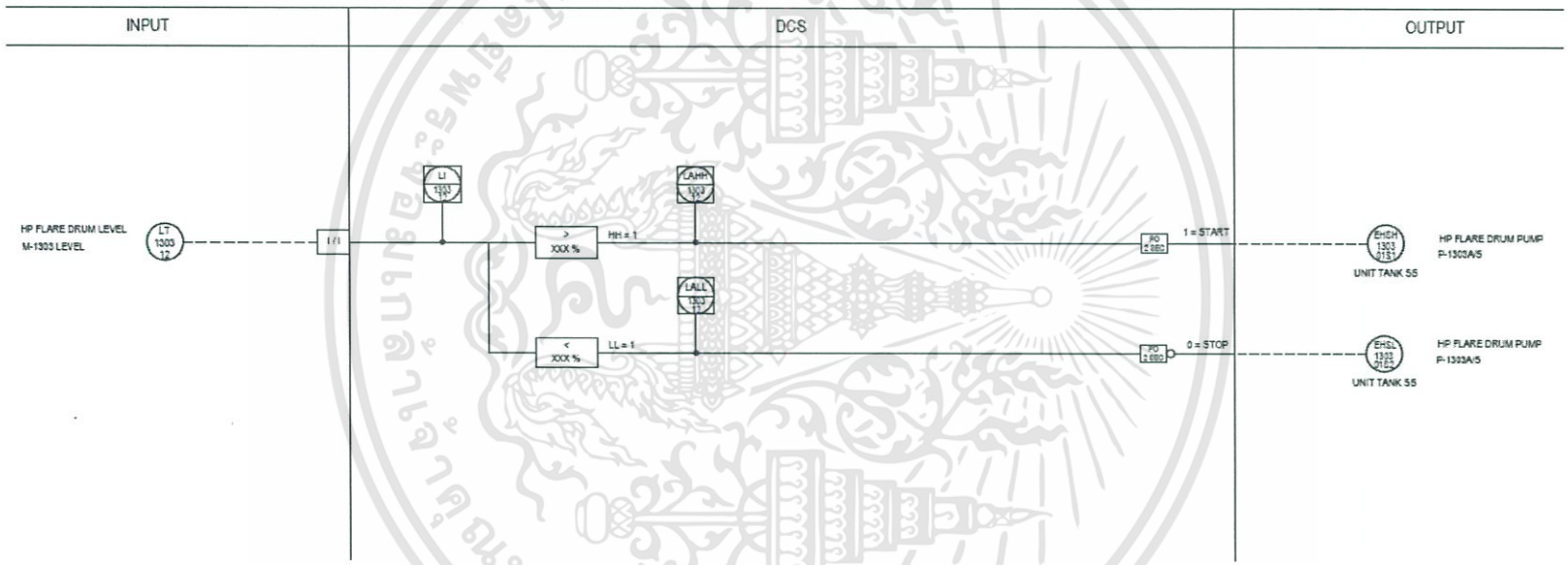
รูปที่ 4.10 P&ID ที่มี Interlock I-1303-02 (2)

จากรูปที่ 4.10 เป็นการแสดงสัญลักษณ์ของ Interlock ที่ให้เชื่อมโยงกันระหว่างอินพุต คือ ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับและเอาท์พุต คือ ปั๊ม โดยใช้ Interlock หมายเลขเดียวกัน นั่นคือ I-1303-02

จากรูปที่ 4.11 เป็นแผนภาพสำหรับใช้ออกแบบโปรแกรมระบบควบคุม นั่นคือ ฟังก์ชั่นการทำงานใน DCS อธิบายได้ว่า ทรานส์มิตเตอร์วัดระดับ LT-1303-12 เป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันการติดไฟ (IS) จะทำการวัดระดับของเหลวในถัง M-1303 แล้วส่งสัญญาณไปยัง DCS หากสัญญาณที่วัดได้เกินกว่าค่าสูงสุดที่ตั้งไว้ DCS จะส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของปั๊ม P-1303S โดยทำการสั่งให้เปิดปั๊ม เพื่อ Feed ของเหลวออกจากถัง และหากสัญญาณที่วัดได้ต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่กำหนด DCS ก็จะส่งสัญญาณไปสั่งให้ปั๊มหยุดทำงาน ซึ่งจะสรุปได้ว่า Interlock ทำงาน 2 กรณี คือ เมื่อเกิดค่าต่ำกว่าที่ตั้งไว้จะสั่งงานให้ปั๊มหยุดทำงาน และเมื่อเกิดค่าสูงกว่าที่ตั้งไว้จะสั่งงานให้ปั๊มเริ่มทำงานเพื่อ Feed ของเหลวออก

ปั๊ม P-1303S ตัวนี้เป็นตัวที่สำรองไว้ หากปั๊ม P-1303A ทำงานผิดพลาดหรือ Feed ของเหลวออกไม่ทัน ปั๊มสำรองตัวนี้ก็จะถูกสั่งให้ทำงาน เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

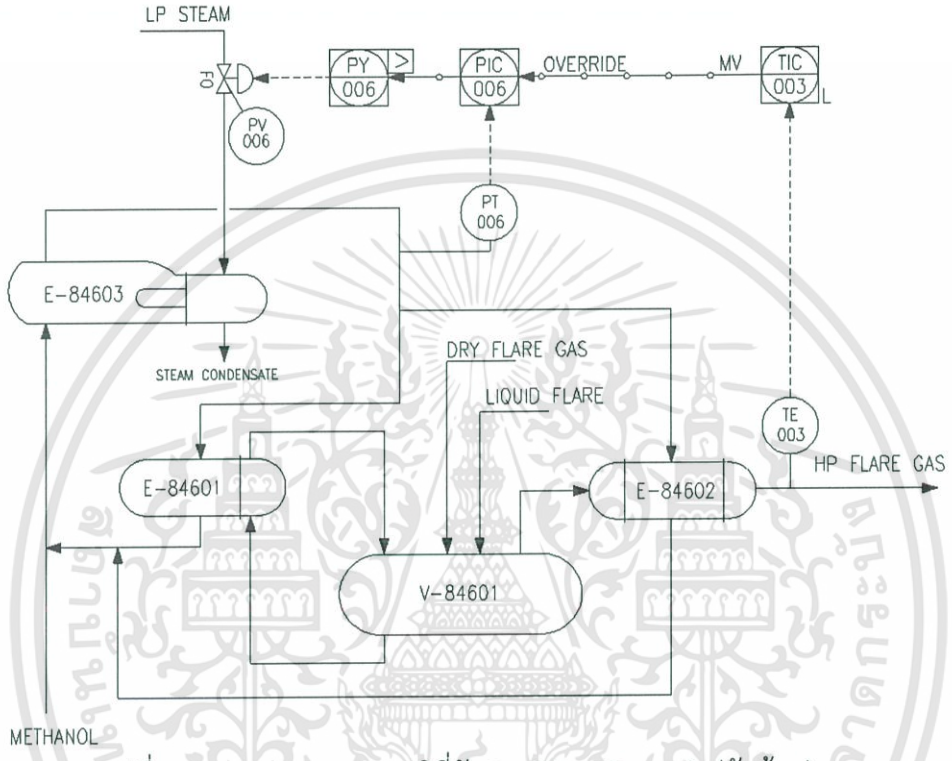


รูปที่ 4.11 Interlock I-1303-02

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

4.3 Complex Loop Description

จากการพิจารณา P&ID ในบทที่ผ่านมา สามารถจัดทำแผนภาพของลูปซับซ้อนขึ้นมาใหม่ดังแสดงในรูปที่ 4.12 พร้อมทั้งคำอธิบายต่างๆ เพื่อให้ผู้จัดทำโปรแกรมสำหรับควบคุมจัดทำเป็นระบบควบคุมได้ตรงตามที่ต้องการ ดังนี้



รูปที่ 4.12 การควบคุมอุณหภูมิที่ถัง Dry Flare Drum (ลูปซับซ้อน)

1. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
   - E-84601: Dry Flare Drum Vaporizer
   - E-84602: Dry Flare Drum Heater
   - E-84603: Methanol Vaporizer
   - V-84601: Dry Flare Drum
2. อ้างอิงจาก P&ID
   - 84600-PI-84602
   - 84600-PI-84603
3. เครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tag No	Control Action	Fail Position	เกี่ยวกับ
TE-003			อุณหภูมิของแก๊สเผาทิ้งความดันสูง
TIC-003	Reverse		อุณหภูมิของแก๊สเผาทิ้งความดันสูง
PT-006			ความดันไอของเมทานอล
PIC-006	Reverse		ความดันไอของเมทานอล
PY-006			ฟังก์ชั่น DCS – เลือกค่ามากที่สุด
PV-006		FO	ความดันไอของเมทานอล

4. คำบรรยายลูป

PY-006 เป็นสวิตช์เลือกโหมดการทำงานในโปรแกรม DCS จะทำการเปรียบเทียบค่าสัญญาณจากตัวควบคุมความดัน PIC-006 และตัวควบคุมอุณหภูมิ TIC-003 ว่าตัวควบคุมตัวไหนมีค่าเอาท์พุตที่ถูกควบคุม (MV) มากกว่าก็จะเลือกโหมดไปที่ตัวควบคุมตัวนั้น เพื่อให้ส่งค่าไปควบคุมวาล์วควบคุมความดัน PV-006 ซึ่งจะควบคุมปริมาณของไอน้ำที่เป็นตัวช่วยในการฮีสไอของเมทานอลให้มีความดันและอุณหภูมิตามต้องการ

หากเครื่องมือวัด (PT-006 หรือ TE-003) เกิดความผิดพลาดในการวัด ตัวควบคุมของลูป (PIC-006 หรือ TIC-003) นั้นจะต้องเลือกโหมดไปที่การปรับค่าด้วยตัวเองและจะคงค่า MV ไว้ที่ค่าล่าสุดก่อนจะเกิดความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปจากการดำเนินงานทั้งหมด ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานรวมไปถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆที่พบ เพื่อให้ดำเนินงานสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.1 สรุปผล

ขั้นตอนหลังจากทำการสั่งซื้อสินค้าเพื่อจัดทำระบบควบคุม เป็นการ Feed เอกสารที่เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำโปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการ ซึ่งเอกสารนี้จะแสดงอินพุตและเอาท์พุตของกระบวนการ ลูปควบคุมของกระบวนการ รวมถึงระบบความปลอดภัยของกระบวนการด้วย เพื่อให้ผู้ผลิตได้จัดทำโปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการให้ถูกต้องและเหมาะสมตามต้องการ

การจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อนี้ จะบอกให้ทราบถึงจำนวนของวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ และหากนำมาประเมินงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดซื้อจากจำนวนวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมต่างๆ ที่จะต้องซื้อมาติดตั้ง รวมกับงบประมาณอื่นๆ ที่ต้องใช้ในการดำเนินโครงการนี้ จะได้เป็นมูลค่ารวมของโครงการที่ประเมินได้ และมูลค่ารวมของโครงการที่ประเมินได้จะถูกรายงานไปยังเจ้าของโครงการให้ได้ทราบถึงงบประมาณที่จะต้องใช้ในการดำเนินการโครงการนี้ และเพื่อเป็นการสนับสนุนการตัดสินใจต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงบประมาณที่จะต้องใช้ในโครงการขยายการผลิตของโรงงานแห่งนี้

ระบบความปลอดภัยมีความสำคัญมากในกระบวนการอุตสาหกรรม เนื่องจากหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในโรงงาน จะทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากทั้งต่อโรงงานและสิ่งแวดล้อมรอบข้าง การออกแบบระบบต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงระบบความปลอดภัยด้วย

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการวัดและการทำงานของอุปกรณ์การวัดต่าง ๆไม่มากพอ
2) ไม่มีประสบการณ์ในการวางแผนเกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน
3) ไม่มีประสบการณ์ในการจัดทำและจัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ ส่งผลให้การทำงานมีความผิดพลาด
4) ในช่วงแรกทางผู้นิเทศงานยังไม่มีความเข้าใจในโครงการสหกิจศึกษา ทำให้เกิดความสับสนในการมอบหมายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางแก้ไข

1) ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎี และหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดต่าง ๆให้มากยิ่งขึ้น

2) สอบถามผู้นิเทศงานให้เข้าใจถึงกระบวนการต่าง ๆและลำดับขั้นต่าง ๆของการปฏิบัติงาน

3) ศึกษาการจัดทำเอกสารจากเอกสารงานอื่น ๆที่มีการดำเนินการจนเสร็จสมบูรณ์แล้ว พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับงานเอกสารและโปรแกรมที่ใช้ เพื่อให้การจัดทำเอกสารรวดเร็วยิ่งขึ้น

4) อธิบายรายละถึงรายละเอียดของโครงการสหกิจศึกษาให้ทางบริษัทเข้าใจ

5.4 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาลักษณะของงานที่จะเขาไปทำสหกิจศึกษาก่อน เพื่อให้มีความเข้าใจในการทำงานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] MO Memoir; ระบบเผาแก๊สทิ้ง; แหล่งที่มา: http://tamagozzilla.blogspot.com/2013/04/flare-system-elevated-flare-mo-memoir.html (สืบค้นวันที่ 8 กันยายน 2561)

[2] กรมโรงงานอุตสาหกรรม; คู่มือหลักปฏิบัติที่ดีสำหรับการใช้หอเผาทิ้งในโรงงาน อุตสาหกรรม; แหล่งที่มา: http://php.diw.go.th/env/wp-content/uploads/2016/04/flare.pdf (สืบค้นวันที่ 14 ตุลาคม 2561)

[3] มุฑิตา สงฆ์จันทร์; ระบบควบคุม; แหล่งที่มา: http://www.nupress.grad.nu.ac.th/wp-content/uploads/2018/08/demo-978-616-426-109-9.pdf (สืบค้นวันที่ 14 ตุลาคม 2561)

[4] Pongkung; ระบบ DCS (Distributed Control System) เบื้องต้น; แหล่งที่มา: http://know2learning.blogspot.com/2017/03/dcs-distributed-control-system.html (สืบค้นวันที่ 14 ตุลาคม 2561)

[5] ทวิช ชูเมือง (2549) การออกแบบระบบเครื่องมือวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม เล่ม 1 ระบบควบคุมและข้อมูลพื้นฐาน กรุงเทพฯ: เอช เอ็น กรุ๊ป.

[6] รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์ (2549) วิศวกรรมการวัดคุม กรุงเทพ: แผนกตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[7] สำนักงานกลางชั่งตวงวัด; พื้นที่อันตราย (HAZARDOUS AREA CLASSIFICATION); แหล่งที่มา: http://www.cbwmthai.org/test/Activity_Detail.aspx?id=14 (สืบค้นวันที่ 20 ธันวาคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวชวาลักษณ์ สิงห์ชัย

วัน เดือน ปีเกิด : 2 สิงหาคม พ.ศ.2539

ภูมิลำเนา : 86 หมู่ที่ 6 ต.ใหม่พัฒนา อ.เกาะคา จ.ลำปาง 52130

อีเมลล์ : chawalukauyauy@gmail.com

ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง

: ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง

: ระดับปริญญาตรี
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน : มิถุนายน - กรกฎาคม พ.ศ.2561
นักศึกษาฝึกงาน แผนกวิศวกรรมหน้าราง
บริษัทอุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย จำกัด (มหาชน)

: สิงหาคม – พฤศจิกายน พ.ศ.2561
นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนก Instrument
บริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้