รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบควบคุมทางวิศวกรรมสำหรับโครงการ VOCs Concentration and NMP Purification

Engineering Service for VOCs Concentration and NMP Purification Plant Project

นายพิสิฐพงศ์ พิมพ์แป

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การออกแบบระบบควบคุมทางวิศวกรรมสำหรับโครงการ VOCs Concentration and NMP Purification
นักศึกษา	นายพิสิฐพงศ์ พิมพ์แป
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศ	ผศ.สองเมือง นันทขว้าง
ผู้นิเทศงาน	นางสาวปิยพร หารธุจิต
สถานประกอบการณ์	บริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายการออกแบบระบบควบคุมของ VOCs Concentration and NMP Purification Plant ซึ่งเป็นโรงงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปสารเคมีเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ โดยได้ทำการศึกษากระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากการศึกษา Piping and Instrument Diagram (P&ID) เพื่อจัดทำรายการอินพุตและเอาต์พุต การจัดทำเอกสารลูปควบคุมที่ซ้ำซ้อน (Complex Loop) การจัดทำเอกสารด้านความปลอดภัยของกระบวนการ (Interlock logic diagram) และจัดทำเอกสารทางวิศวกรรมอื่นๆ มาอ้างอิงในการออกแบบในโครงการนี้

คำสำคัญ: อินพุต เอาต์พุต, การจัดทำเอกสารลูปควบคุมที่ซ้ำซ้อน, P&ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	Engineering Service for VOCs Concentration and NMP Purification Plant Project
Student	Pisitpong Pimpae
Department	Instrumentation and Control Engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Asst.Prof.Songmoung Nundrakwang
Mentor	Ms. Piyaporn Hantujit
Company	TTCL Public Company Limited

ABSTRACT

This cooperative education project aims to explain the control system design of The VOCs Concentration and NMP Purification Plant for chemical process in battery manufacturing. To achieve such purpose, I have studied various processes relating to the Piping and Instrument Diagram (P&ID) to be used as a reference document regarding the design of the project which includes creating of input and output lists called I/O List, Documentation of complex control loops, interlock logic diagrams and other engineering documents.

Keywords: Input and Output, complex control loops, P&ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากบริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน) ที่ได้มอบโอกาสข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคเรียน ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเรียนรู้และเก็บเกี่ยวประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ นางสาวปิยพร หารธุจิต แผนกอินสตรูเมนต์ ผู้นิเทศงานนักศึกษาที่คอยให้คำปรึกษา ให้ความรู้ ความเข้าใจในการทำงาน ตลอดจนคำแนะนำและทักษะต่างๆ ในการปฏิบัติงานและการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนโครงงานเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณวิศวกรท่านอื่น ๆ ในบริษัทที่คอยให้คำแนะนำและการสนับสนุนมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทัตยา ปุคคละนันทน์ และ ผศ.สองเมือง นันทขว้าง อาจารย์นิเทศที่คอยให้คำแนะนำในระหว่างสหกิจศึกษาจนทำให้รายงานฉบับนี้บรรลุตามเป้าหมายที่คาดไว้

นายพิสิฐพงศ์ พิมพ์แป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 วิธีดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน 3

2.1.1 ความหมายของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 3

2.1.2 ส่วนประกอบ 3

2.1.3 กระบวนการผลิต 4

2.2 สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย(Volatile Organic Compounds) 6

2.2.1 ข้อมูลทั่วไปของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย 6

2.2.2 ผลกระทบของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อสิ่งแวดล้อม 6

2.2.3 การแปรรูปสาร VOCs เป็น NMP 7

2.3 NMP (N-Methyl-2-Pyrrolidone) 8

2.3.1 ข้อมูลทั่วไปของ NMP (N-Methyl-2-Pyrrolidone) 8

2.3.2 การประยุกต์ใช้สาร NMP 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) 9

2.5 ระบบควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน 11

2.5.1 อินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม 11

2.5.2 หน่วยการแสดงผลของระบบควบคุม 11

2.5.3 อุปกรณ์ควบคุมระบบ 12

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 13

3.1 กล่าวนำ 13

3.2 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ 13

3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบ 13

3.2.2 การศึกษากระบวนการของโรงงานจาก P&ID 14

3.3 การจัดทำเอกสารทางวิศวกรรมสำหรับโครงการ 15

3.3.1 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List) 15

3.3.2 การจัดทำ Overall System Configuration 18

3.3.3 การจัดทำเอกสาร PLC Engineering Specification 20

3.3.4 Instrument Load List 21

3.3.5 Instrument Power Wiring & Grounding Diagram 21

3.3.6 Graphic specification and Graphic sketch 22

3.3.7 Interlock logic diagram 24

3.3.8 Complex loop diagram 25

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 29

4.1 กล่าวนำ 29

4.2 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List) 29

4.2.1 การนับจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.2 หน้าผลรวม (I/O Summary List)	30
4.3 Overall System Configuration	31
4.4 Instrument Load List	32
4.5 Instrument Power Wiring & Grounding Diagram	33
4.6 Graphic sketch	35
4.6.1 Overall Process graphic	35
4.6.2 Graphic Summary	36
4.6.3 Motor Running Time	37
4.6.4 Process area	37
4.7 Interlock logic diagram	39
4.7.1 Tank Farm Area	39
4.7.2 Process Area	42
4.8 Complex loop diagram	44
4.8.1 Anode/Cathode VOCs Concentration Column	44
4.8.2 Reflux Drum Pressure Control	46
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	49
5.1 สรุปผลจากการดำเนินงาน	49
5.2 ปัญหาที่พบและอุปสรรค	49
5.3 แนวทางแก้ไข	49
5.4 ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	**50**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่ 4

2.2 Coating process 4

2.3 กระบวนการผลิตแบตเตอรี่ 5

2.4 ผลกระทบของสาร VOCs ต่อร่างกาย 6

2.5 องค์ประกอบโดยรวมของการผลิต 7

2.6 สูตรทางเคมีของ NMP 8

2.7 สัญลักษณ์อุปกรณ์เครื่องมือวัด 10

2.8 อักษรระบุความหมายเฉพาะ 10

2.9 ตัวอย่างกระบวนการผลิตบนจอแสดงผล 12

3.1 การนับ I/O จาก P&ID 1 15

3.2 การนับ I/O จาก P&ID 2 16

3.3 การนับ I/O จาก P&ID 3 16

3.4 Analog Input Symbol 17

3.5 Analog Output Symbol 17

3.6 ON/OFF Valve และ MCC 18

3.7 การจัดทำ Overall System Configuration 19

3.8 ตู้ระบบควบคุม 19

3.9 Operator Work Station 20

3.10 Ethernet switch, Media converter 20

3.11 เครื่องถ่ายเอกสาร 20

3.12 Instrument Load List 21

3.13 แผนผังการวางอุปกรณ์ในอาคารควบคุม 22

3.14 การแสดงผลของระบบควบคุม 23

3.15 การแสดงผล Interlock 23

3.16 สัญลักษณ์บ่งบอกเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือวัด 23

3.17 การส่งสัญญาณ interlock I-8041 24

3.18 Interlock จากถัง TK-901 25

3.19 การดำเนินการออกแบบ Complex Loop 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.20 Complex Loop จาก P&ID 1	26
3.21 Complex Loop จาก P&ID 2	26
3.22 Complex Loop จาก P&ID 3	27
4.1 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต 1	30
4.2 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต 2	30
4.3 I/O Summary List 1	31
4.4 I/O Summary List 2	31
4.5 แผนภาพองค์ประกอบโดยรวมของระบบควบคุม	32
4.6 Instrument Load List	33
4.7 Power&Ground wiring diagram 1	34
4.8 Power&Ground wiring diagram 2	34
4.9 Power&Ground wiring diagram 3	35
4.10 Overall Process Graphic	36
4.11 Graphic Summary	36
4.12 Motor running time	37
4.13 Process Area 1	38
4.14 Process Area 2	38
4.15 Process Area 3	39
4.16 Tank Farm TK-901	40
4.17 Logic การทำงาน P-901A/B	40
4.18 Tank Farm TK-902/903	41
4.19 Logic การทำงาน P-903A/B	42
4.20 การส่งสัญญาณ Interlock-7012 จากหอกลั่น	43
4.21 Logic การทำงาน P-701A/B	43
4.22 สัญลักษณ์ที่ใช้ใน Complex Loop	44
4.23 ลูปควบคุมซับซ้อนหมายเลข 1 และ 2	45
4.24 Complex Loop 1&2	46
4.25 ลูปควบคุมซับซ้อนของหอกลั่น	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.26 Complex Loop สำหรับหอกลั่นที่เสร็จสิ้น 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน) ประกอบธุรกิจการให้บริการด้านการออกแบบวิศวกรรม การจัดทำเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมทั้งการก่อสร้างโรงงานแบบครบวงจร โดยทางบริษัทฯ เป็นผู้ให้บริการที่มีความสามารถในการให้บริการอย่างครบวงจรด้วยตนเอง (Integrated EPC) บริษัทมีความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design) การจัดซื้อจัดทำเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Procurement of Machinery and Equipment) และการรับเหมาก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรม (Construction of Turn-key Projects for Industrial and Process Plants) ซึ่งครอบคลุมถึงระบบการผลิต ระบบสาธารณูปโภคของโรงงานและระบบการจัดเก็บ ลำเลียง และขนส่งผลิตภัณฑ์ โดยนักศึกษาได้ประจำตำแหน่งอยู่ในแผนก Instrument ซึ่งแบ่งเป็น 3 ฝ่ายย่อยคือ Field, Construction, Control โดยนักศึกษาได้อยู่ในส่วนของฝ่าย Control ซึ่งทำหน้าที่ออกแบบระบบควบคุมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

หัวข้อโครงงานสหกิจศึกษาเป็นการออกแบบระบบควบคุมสำหรับโครงการ VOCs Concentration and NMP Purification ซึ่งเป็นโรงงานเคมีที่ทำกระบวนการแปรรูปสารเคมีที่ชื่อว่า VOCs (Volatile Organic Compounds) ซึ่งเกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ในขั้นตอนการเคลือบผิว (Coating process) นำมาเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเพื่อให้ได้สารที่มีชื่อว่า NMP (N Methyl pyrrolidone) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการผลิตแบตเตอรี่ โดยโรงงานนี้จะแปรรูปสาร VOCs ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแบตเตอรี่ ซึ่งอาจระเหยสู่บรรยากาศจนส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อม นำกลับมาเข้าสู่กระบวนการหมุนเวียนกลับไปใช้ใหม่ส่งผลให้ลดต้นทุน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเข้าสู่กระบวนการผลิต (Closed – loop system) ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและทำการออกแบบระบบควบคุมสำหรับโรงงานเคมี
2. จัดทำเอกสารที่เกี่ยวอ้างอิงการออกแบบที่ใช้ในโครงการ
3. ศึกษากระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปสารเคมี

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ในรายงานฉบับนี้ เป็นการศึกษาและทำการออกแบบระบบควบคุมสำหรับโครงการ VOCs Concentration and NMP Purification เพื่อเข้าใจขั้นตอนและสามารถเตรียมเอกสารที่ใช้ในการออกแบบ โดยขอบเขตคือ การจัดทำเอกสาร PLC Engineering Specification และนำเอกสารไปอ้างอิงในการร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบองค์ประกอบของระบบโดยรวม (Overall System Configuration), การจัดทำเอกสารรายการอินพุต และเอาต์พุต (I/O List) , จัดทำ Instrument Load List และ Instrument Power Wiring & Grounding Diagram, การจัดทำเอกสารลูปควบคุมที่ซ้ำซ้อน (Complex Loop) และจัดทำเอกสารด้านความปลอดภัยของกระบวนการ (Interlock logic diagram), การออกแบบ Graphic sketch จากเอกสาร Graphic specification

1.4 วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษา P&ID Diagram และเอกสารของโครงการเพื่อเข้าใจกระบวนการและขอบเขต
2. ดำเนินการการออกแบบเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List)
3. จัดทำเอกสาร PLC Engineering Specification และ Overall System Configuration
4. จัดทำ Instrument Load List และ Instrument Power Wiring & Grounding Diagram
5. จัดทำ Complex Loop และ Interlock logic diagram
6. ออกแบบ Graphic sketch และ Graphic specification

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถออกแบบระบบควบคุมสำหรับโครงการได้
2. สามารถระบุประเภทอุปกรณ์ว่าเป็นดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต หรืออนาล็อกอินพุต/เอาต์พุต
3. สามารถเพิ่มทักษะในการอ่าน P&ID Diagram ได้ดียิ่งขึ้น
4. เพิ่มทักษะและประสบการณ์เพื่อเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานในองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน

2.1.1 ความหมายของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) หรือตัวย่อคือ “Li-Ion” เป็นแบตเตอรี่คุณภาพสูงชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Rechargeable Battery) หรือสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ ได้เริ่มมีการใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 โดยในปัจจุบันนั้นได้มีใช้งานกันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องมีการเก็บประจุพลังงาน เช่น หุ่นยนต์ทำความสะอาด หุ่นยนต์ขัดผิวกระจก ยานพาหนะที่ใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น รถยนต์พลังงานไฟฟ้าหรือแม้แต่โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต Notebook แบตเตอรี่สำรองเกือบทุกชนิด ก็ใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้เช่นกัน

คุณสมบัติหลักของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน คือ มีกำลังการจ่ายพลังงานที่สูงและมีความเสถียรอยู่ตลอดเวลาแม้แรงดันไฟในแบตเตอรี่ใกล้จะหมดและนอกจากนั้นยังมีระยะเวลาการชาร์จไฟจนเต็มขนาดความจุที่อัตราเร็วกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ และยังใช้ได้นานกว่าอีกด้วยเช่นกัน

อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ในระยะที่เต็มประสิทธิภาพ จะอยู่ระหว่าง 1.0-1.5 ปี ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานว่ามากหรือน้อยรวมไปถึงการดูแลรักษาและหลังจากนั้นก็จะเสื่อมลง ถึงแม้ว่าจะเก็บแบตเตอรี่ชนิดนี้เอาไว้เฉยๆ โดยไม่ได้ใช้งานอะไรเลย แบตเตอรี่ก็สามารถเสื่อมประสิทธิภาพลงได้อยู่ดี

2.1.2 ส่วนประกอบ

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium ion exchange battery) ประกอบด้วย

1. ขั้วแคโทด มีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์บอนที่มีรูพรุนเคลือบอยู่บนแผ่นทองแดง เช่น แกรไฟต์เคลือบบนแผ่นทองแดง เป็นต้น

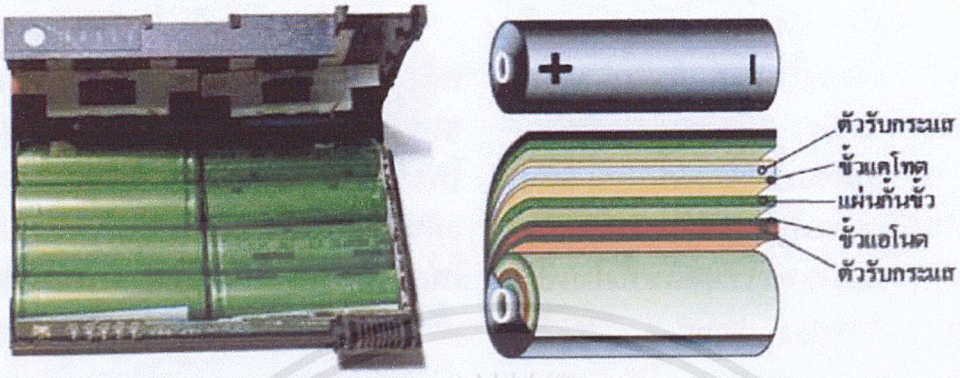
2. ขั้วแอโนด มีองค์ประกอบเป็นลิเทียมเมทัลออกไซด์เคลือบอยู่บนแผ่นอลูมิเนียม

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ซึ่งประกอบด้วยเกลือของลิเทียมในสารละลายต่าง ๆ เช่น ลิเทียมเตตระฟลูออโรบอเรต (LiBF4) ในสารละลายเอทิลีน เป็นต้น โดยสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะทำหน้าที่เป็นตัวนำไอออนิกแลกเปลี่ยนไอออนของลิเทียมและอิเล็กตรอนของขั้วบวกและขั้วลบ

4. แผ่นกันขั้ว (Separator) ทำหน้าที่คั่นระหว่างขั้วบวกและขั้วลบโดยส่วนใหญ่ใช้เป็นพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) หรือ พอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตัวรับกระแส (Current Collector) ทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนไหลผ่านออกสู่วงจรภายนอก และเกิดการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้

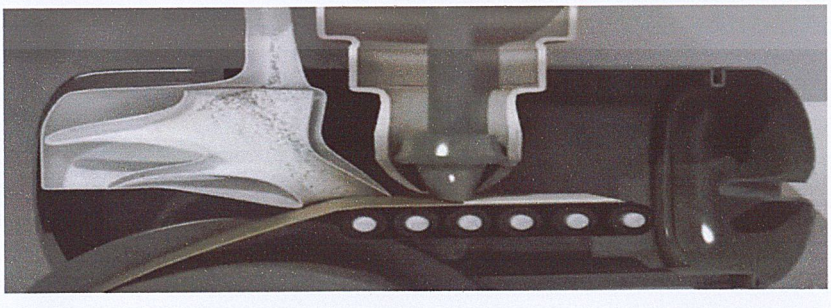


รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่

2.1.3 กระบวนการผลิต

1. การผสม (mixing) คือ การนำวัตถุดิบตั้งต้น ได้แก่ ผงอนุภาคของวัสดุที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้า (cathode and anode material) ผงวัสดุที่นำไฟฟ้า (conductive additives) ซึ่งส่วนมากใช้วัสดุคาร์บอน และตัวยึด (binder) ทำหน้าที่ยึดผงอนุภาคให้ติดกัน มาผสมให้เข้ากันดี

2. การเคลือบนำ (coating) ในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ลิเธียมมักจะถูกเรียกว่าการเคลือบนำไฟฟ้าบนพื้นผิวของฟอยล์อลูมิเนียมสะสม เป็นการนำวัสดุที่ถูกผสมกันจากขั้นตอนที่ 1 ไปฉาบบางๆ บนตัวรับกระแสให้ได้ความหนาที่สม่ำเสมอตามกำหนด โดยฉาบลงบนทั้ง 2 ด้านของตัวรับกระแส ซึ่งขั้นตอนนี้ในกระบวนอุตสาหกรรมการผลิต จะปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds) ออกมา ซึ่งจะถูกนำมาเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเข้าสู่กระบวนการผลิต (Closed – loop system) ได้ โดยการเปลี่ยนจาก VOCs เป็น NMP ต่อไป



รูปที่ 2.2 Coating process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

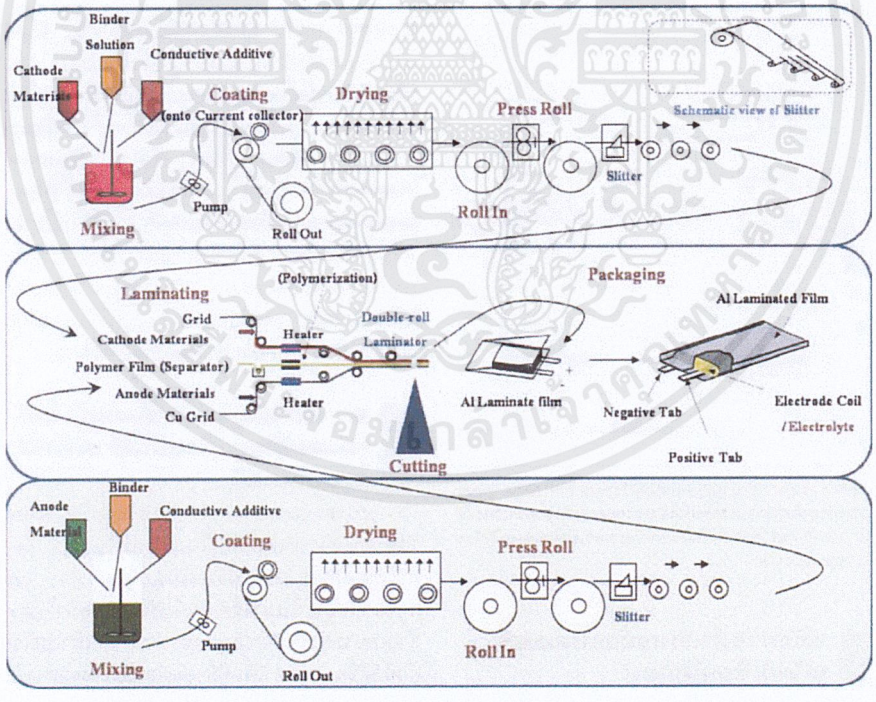
3. การอบแห้ง (drying) คือการนำฟิล์มบางของวัสดุที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้า ไปทำการอบในเตาสุญญากาศ โดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม

4. การม้วนเก็บ (roll in) คือ การเก็บฟิล์มบางของวัสดุที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้า ไปไว้ในที่ปลอดความชื้นและอากาศภายนอก

5. การรีดอัด (press roll) แผ่นฟิล์มให้ติดแน่นกับตัวรับกระแส และผ่านเครื่องตัดแยก (slitter) ให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับรูปแบบของแบตเตอรี่

6. นำฟิล์มบางของด้านขั้วแคโทดและแอโนดมาซ้อนกันและขั้นด้วยแผ่นกั้นในแบตเตอรี่ จากนั้นตัดแผ่นฟิล์มบางตามความต้องการและนำบรรจุลงในแบบที่ทำจากโลหะอะลูมินัม และเติมสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยขั้นตอนนี้ต้องทำในที่ปลอดออกซิเจนและความชื้น

7. การปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ (packaging) และต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกควบคุมต่างๆ รวมถึงขั้วบวกและขั้วลบบนแบตเตอรี่



รูปที่ 2.3 กระบวนการผลิตแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย(Volatile Organic Compounds)

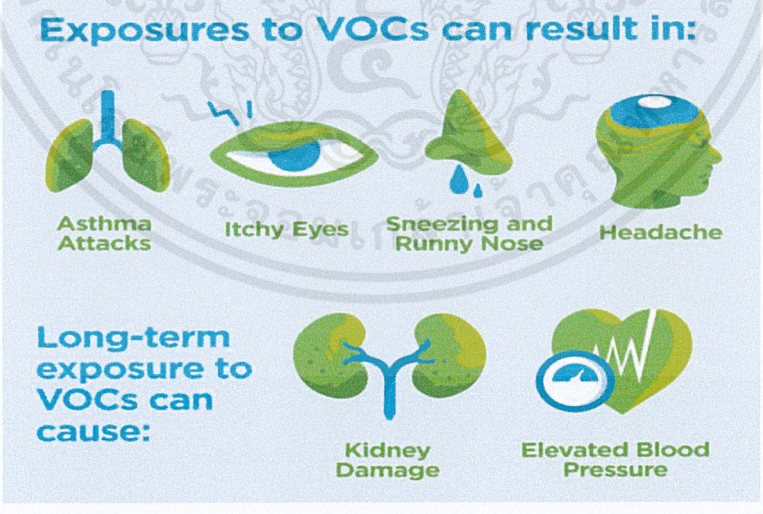
2.2.1 ข้อมูลทั่วไปของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย

ความหมายของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าสาร VOCs มาจากคำว่า Volatile Organic Compounds ซึ่งหมายถึงกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถระเหยเป็นไอได้ง่ายและกระจายตัวไปในอากาศได้ในอุณหภูมิและความดันที่ปกติ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักของสาร ได้แก่ อะตอมของธาตุไฮโดรเจน คาร์บอน และมีองค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ฟลูออไรด์ ออกซิเจน คลอไรด์ โบรไมด์ ไนโตรเจน และซัลเฟอร์

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในบรรยากาศได้ถูกจัดว่าเป็นอากาศพิษ (Toxic Air) ซึ่งในชีวิตประจำวันได้รับสารชนิดนี้จากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่า สีทาบ้าน ควันบุหรี่ และโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ขั้นตอนการเคลือบผิวแบตเตอรี่ ซึ่งจะปล่อยสารชนิดนี้ออกมาด้วยเช่นกัน

2.2.2 ผลกระทบของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อสิ่งแวดล้อม

สาร VOCs มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมคือมีผลต่อชั้นผิวโอโซนของโลก โดยปกติโอโซนจะอยู่ในชั้นบรรยากาศที่สูงมาก โดยทำหน้าที่กรองแสงอัลตราไวโอเลต (UV) แต่สาร VOCs มีผลทำให้โอโซนบนชั้นบรรยากาศสูงได้ลอยตัวต่ำมาเข้ามาอยู่ในชั้นบรรยากาศใกล้พื้นดินโลก และโอโซนนี้จะทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ เช่น ทำให้เจ็บไข้ หายใจไม่สะดวก ระคายเคืองตา แก้วตา คอ จมูก ทรวงอก ไอ ปวดศรีษะ นอกจากนั้นแล้วโอโซนยังเป็นตัวทำให้สิ่งก่อสร้างชำรุด ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ

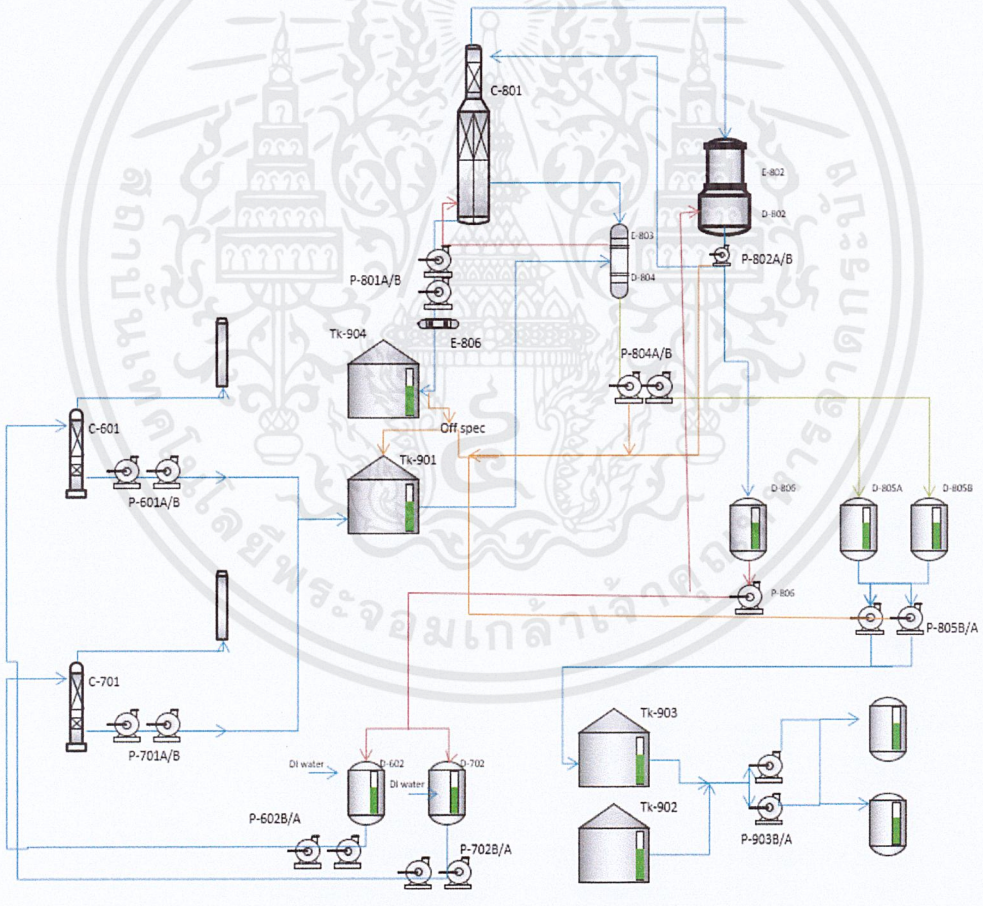


รูปที่ 2.4 ผลกระทบของสาร VOCs ต่อร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การแปรรูปสาร VOCs เป็น NMP

จากขั้นตอนในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่ขั้นตอนที่ 2 ในส่วนของการเคลือบนำ (coating) ของสายกระบวนการผลิตแบตเตอรี่ทั้งแอโนด และแคโทด ขณะที่กระบวนการกำลังดำเนินการผลิตอยู่นั้น จะมีการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds) ขึ้น โดยไอร้อนจากสารระเหยจะถูกลำเลียงผ่านท่อไปยังตัวที่แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ที่ VOCs Concentration and NMP Purification Plant หลังจากนั้นก็จะทำลำเลียงสาร VOCs ไปเข้าสู่กระบวนการที่เรียกว่า VOCs Concentration System โดยนำ VOCS เข้าไปสกัดกับสารผสมในหอกลั่น (VOCs Concentration Column) จนได้สาร NMP ประมาณ 80% และถูกลำเลียงไปเก็บที่ถังพัก จากนั้นก็จะถูกลำเลียงโดยนำ NMP นี้ไปเข้าสู่กระบวนการ NMP Purification จนได้ปริมาณสาร NMP ที่เหมาะสมในการนำไปเข้าสู่อุตสาหกรรมการผลิตต่อไป



รูปที่ 2.5 องค์ประกอบโดยรวมของการผลิต

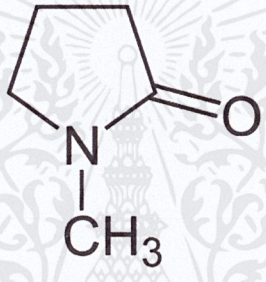
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 NMP (N-Methyl-2-Pyrrolidone)

2.3.1 ข้อมูลทั่วไปของ NMP (N-Methyl-2-Pyrrolidone)

NMP (N-Methyl-2-Pyrrolidone) เป็นสารประเภทตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสามารถในการละลายสูงและมีความผันผวนต่ำ มีจุดหลอมเหลวสูงและมีเสถียรภาพทางเคมีกับความร้อนได้ดี สามารถผสมกับน้ำได้ทุกอุณหภูมิ NMP สามารถทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายร่วมกับน้ำแอลกอฮอล์ไกลคอลอีเทอร์คีโตน

NMP สามารถทำการนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการกลั่น สามารถย่อยสลายได้ง่าย เหมาะกับเป็นตัวทำละลายอเนกประสงค์สำหรับใช้ในงานจำนวนมากรวมถึงการกำจัดรอยขูดขีดเขียน (graffiti) การทำความสะอาดยานยนต์และอุตสาหกรรมการเคลือบวัสดุและการฉายแสง



รูปที่ 2.6 สูตรทางเคมีของ NMP

2.3.2 การประยุกต์ใช้สาร NMP

1. ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ NMP ได้ถูกนำมาใช้ในวงการอิเล็กทรอนิกส์มาหลายปีแล้ว ส่วนใหญ่ใช้ในแบตเตอรี่ลิเธียม และการใช้งานด้านอิเล็กทรอนิกส์ อื่น ๆ เช่น การขจัดคราบไขมันและสารเคลือบ (semi-aqueous de-fluxing) สารเคลือบผิว (poly-amide, epoxy, polyurethane)

2. การอุตสาหกรรมเคมีเกษตรใช้ประโยชน์จากความสามารถในการละลายน้ำของ NMP เป็นตัวทำละลายในปุ๋ยเคมีและสารกำจัดศัตรูพืช

3. การแปรรูปในทางปิโตรเคมีโดย NMP มีความสัมพันธ์กับสารไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวอะโรเมติกและก๊าซที่มีกำมะถันเนื่องจากความสามารถในการละลายสูง NMP จึงถูกพบว่ามีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในฐานะตัวทำละลายของการสกัดของน้ำมันหล่อลื่นตลอดจนถึงการทำความบริสุทธิ์ของก๊าซธรรมชาติและสังเคราะห์สกัดปิโตรเลียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุตสาหกรรมการเคลือบผิวโดย NMP เป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพสำหรับการทำเรซินทางการค้าเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการที่มีจุดเดือดสูงและตัวทำละลายที่ดี จึงขยายและปรับปรุงสมบัติของการอบขึ้นตัวเรซินที่อุณหภูมิสูงได้ดี

2.4 Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)

ในการออกแบบระบบเครื่องมือวัดและควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จะเริ่มต้นตั้งแต่ได้รับความต้องการจากเจ้าของโครงการ ซึ่งเป็นรายละเอียดของกระบวนการผลิตที่ต้องการพร้อมกับมาตรฐานต่างๆ เพื่อให้ใช้เป็นมาตรฐานในการดำเนินการออกแบบ หรืออาจรวมถึงการควบคุมก่อสร้าง การเป็นที่ปรึกษา และการดำเนินการก่อสร้างภายในระยะที่กำหนด โดยผู้ดำเนินการจะต้องมีความเข้าใจกับรายละเอียดความต้องการและมาตรฐานนั้นๆ เพื่อนำไปพัฒนาให้ได้แผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram: P&ID) ที่ตรงความต้องการของผู้ใช้งาน เมื่อได้ P&ID ที่เสร็จสมบูรณ์ จะสามารถบอกได้ถึงข้อมูลต่างๆ ของกระบวนการ เช่น อัตราการไหล (Flow) , ความดัน (Pressure) , อุณหภูมิ (Temperature) , ระดับ (Level) , สถานะของไหล (Fluid state) และส่วนประกอบของไหลในทุกๆ จุดของกระบวนการผลิตนั้น และรวมถึงระบบควบคุมที่ใช้ลำดับการควบคุม (Sequence Control) , ฟังก์ชันที่ใช้ควบคุม, ระบบ Interlocking และ ระบบ Safety Instrument System (SIS) หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลของกระบวนการไปกำหนดรายละเอียดของตัวแปรกระบวนการให้กับเครื่องมือวัดแต่ละตัว เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการออกแบบระบบเครื่องมือวัดและควบคุมต่อไป

ดังนั้นในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตต่างๆ ต้องมีความเข้าใจแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram) เป็นอันดับแรก โดย P&ID จะเป็นแผนภาพสำคัญสำหรับการแสดงรายละเอียดของกระบวนการผลิต และเครื่องจักรกลต่างๆ ที่อยู่ในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ยังใช้สำหรับแสดงรายละเอียดชนิดของระบบเครื่องมือวัดและควบคุม (Instrumentation and Control System) ที่ต้องมีการใช้ในการควบคุมกระบวนการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Shared display, Shared control (1) A Primary Choice or Basic Process Control System (2)	Shared display, Shared control (1) B Alternate Choice or Safety Instrumented System (3)	C Computer Systems and Software (4)	D Discrete (5)	Location & accessibility (6)
1					• Located in field. • Not panel, cabinet, or console mounted. • Visible at field location. • Normally operator accessible.
2					• Located in or on front of central or main panel or console. • Visible on front of panel or on video display. • Normally operator accessible at panel front or console.
3					• Located in rear of central or main panel. • Located in cabinet behind panel. • Not visible on front of panel or on video display. • Not normally operator accessible at panel or console.
4					• Located in or on front of secondary or local panel or console. • Visible on front of panel or on video display. • Normally operator accessible at panel front or console.
5					• Located in rear of secondary or local panel. • Located in field cabinet. • Not visible on front of panel or on video display. • Not normally operator accessible at panel or console.

รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์อุปกรณ์เครื่องมือวัด

	First letters (1)		Succeeding letters (15)		
	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
	Measured/Initiating Variable	Variable Modifier (10)	Readout/Passive Function	Output/Active Function	Function Modifier
A	Analysis (2)(3)(4)		Alarm		
B	Burner, Combustion (2)		User's Choice (5)	User's Choice (5)	User's Choice (5)
C	User's Choice (3a)(5)			Control (23a)(23e)	Close (27b)
D	User's Choice (3a)(5)	Difference, Differential, (11a)(12a)			Deviation (28)
E	Voltage (2)		Sensor, Primary Element		
F	Flow, Flow Rate (2)	Ratio (12b)			
G	User's Choice		Glass, Gauge, Viewing Device (16)		
H	Hand (2)				High (27a)(28a)(29)
I	Current (2)		Indicate (17)		
J	Power (2)		Scan (18)		
K	Time, Schedule (2)	Time Rate of Change (12c)(13)		Control Station (24)	
L	Level (2)		Light (19)		Low (27b)(28)(29)
M	User's Choice (3a)(5)				Middle, Intermediate (27c)(28) (29)
N	User's Choice (5)		User's Choice (5)	User's Choice (5)	User's Choice (5)
O	User's Choice (5)		Orifice, Restriction		Open (27a)
P	Pressure (2)		Point (Test Connection)		
Q	Quantity (2)	Integrate, Totalize (11b)	Integrate, Totalize		
R	Radiation (2)		Record (20)		Run
S	Speed, Frequency (2)	Safety(14)		Switch (23b)	Stop
T	Temperature (2)			Transmit	
U	Multivariable (2)(6)		Multifunction (21)	Multifunction (21)	
V	Vibration, Mechanical Analysis (2)(4)(7)			Valve, Damper, Louver (23c)(23e)	
W	Weight, Force (2)		Well, Probe		
X	Unclassified (8)	X-axis (11c)	Accessory Devices (22), Unclassified (8)	Unclassified (8)	Unclassified (8)
Y	Event, State, Presence (2)(9)	Y-axis (11c)		Auxiliary Devices (23d)(25)(26)	
Z	Position, Dimension (2)	Z-axis (11c), Safety Instrumented System (30)		Driver, Actuator, Unclassified final control element	

รูปที่ 2.8 อักษรระบุความหมายเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน

อุตสาหกรรมกระบวนการผลิตหรือ Industrial process นั้น เป็นกระบวนการในการเปลี่ยนสภาพของวัตถุดิบ (Raw material) ชนิดต่างๆ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้ผลิต โดยอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตแต่ละชนิดจะต้องมีการจัดเตรียมระบบเครื่องมือวัดและควบคุม (Instrumentation and Control System) เพื่อทำการแสดงผลและควบคุมตัวแปรกระบวนการต่างๆ ให้อยู่ในค่าที่ต้องการและเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติอยู่ในระดับที่กำหนด ตัวแปรทางกระบวนการที่เป็นพื้นฐานในการควบคุมได้แก่ การไหล (Flow), ความดัน (Pressure), ระดับ (Level) และอุณหภูมิ (Temperature) ซึ่งในการบรรลุวัตถุประสงค์ในการควบคุมตัวแปรต่างๆ เหล่านี้ในกระบวนการผลิต จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมระบบควบคุม (Control System) เพื่อทำหน้าที่ดังกล่าว โดยระบบควบคุมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันควบคุมหลายฟังก์ชัน โดยอุปกรณ์พื้นฐานสำคัญของฟังก์ชันควบคุมมี 3 อย่างดังนี้ คือ เครื่องมือวัด (Sensing element), ตัวควบคุม (Controller) และอุปกรณ์สุดท้าย (Final element)

โดยเครื่องมือวัดจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนตัวแปรจากกระบวนการผลิตให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามาตรฐาน จากนั้นทำการส่งค่าไปยังอินพุตของตัวควบคุมและไปแสดงค่าตัวแปรที่หน่วยแสดงผลของระบบควบคุม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถสังเกตกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงและควบคุมตัวแปรต่างๆ ให้อยู่ในการควบคุมที่ต้องการได้ หลังจากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไฟฟ้าเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์สุดท้ายที่เป็นวาล์วควบคุมเพื่อทำการปรับตัวแปรในกระบวนการให้อยู่ให้ค่าที่กำหนดไว้

2.5.1 อินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม

ในส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมจะต้องมีการเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดหลายชนิด ดังนั้นในส่วนอินพุตจึงต้องสามารถรับสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากเครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม ส่วนเอาต์พุตจะต้องส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์สุดท้ายได้อย่างเหมาะสมเช่นกัน โดยส่วนของอินพุตและเอาต์พุตนั้นจะแบ่งได้เป็นสัญญาณดิจิตัลและสัญญาณอนาล็อก

2.5.2 หน่วยการแสดงผลของระบบควบคุม

การควบคุมการทำงานกระบวนการผลิตของผู้ปฏิบัติงานจะกระทำผ่านส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานของระบบควบคุมซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นจอแสดงผล แป้นพิมพ์และเครื่องพิมพ์รายงานโดยจะทำหน้าที่แสดงผลได้ดังนี้

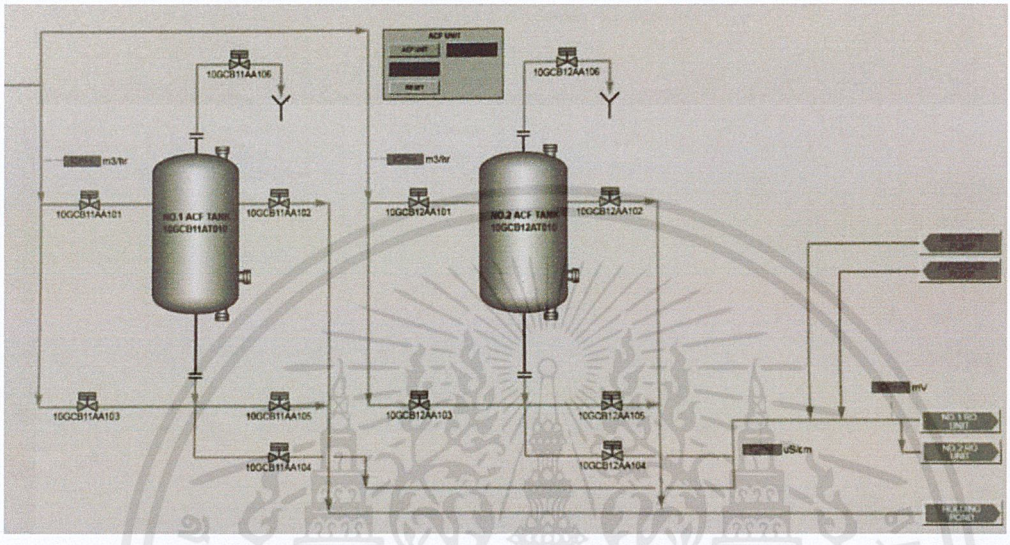
- สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงตัวแปรของกระบวนการต่อเนื่อง ทั้งในช่วงการเริ่มต้นกระบวนการช่วงทำงานปกติและการหยุดการทำงานกรณีปกติและฉุกเฉิน

- สามารถแสดงสัญญาณเตือนต่าง ๆ เช่น Interlocking signal จากตัวทรานสมิตเตอร์วัดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในถังบรรจุ

- สามารถแสดงและพิมพ์รายงานบันทึกของกระบวนการที่ต้องการและจัดเก็บบันทึกข้อมูลที่สำคัญได้



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกระบวนการผลิตบนจอแสดงผล

2.5.3 อุปกรณ์ควบคุมระบบ

ในการควบคุมระบบของอุตสาหกรรมใดก็ตาม จะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบที่ทำการออกแบบไว้ โดยในปัจจุบันจะมี PLC และ DCS ที่นิยมใช้กัน โดยในโครงการนี้จะใช้ตัวควบคุม PLC ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมของการทำงานเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานอื่นๆ โดยภายในนั้นมี Microprocessor ที่เป็นสมองสั่งการที่สำคัญ ซึ่งตัว PLC เองจะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ซึ่งในตัว PLC นั้นจะประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยรับข้อมูล หน่วยความจำ หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ในส่วนของบทนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนการดำเนินงานในการออกแบบระบบควบคุมโครงการ VOCs Concentration and NMP Purification Plant โดยทำการศึกษา Process จากเอกสารต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการจัดเตรียมเอกสารและการเขียนแบบทางไฟฟ้าต่างๆ ที่จะอธิบายในส่วนถัดไป

3.2 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบ

ในส่วนของงาน Engineering นั้นจะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักมีดังนี้คือ

1. AFP (Approval for preliminary review) เป็นขั้นตอนในการเตรียมเอกสารขั้นต้นที่เริ่มมาจากเอกสาร ITB เพื่อทำการวางแผนการออกแบบระบบควบคุม เอกสารที่ต้องทำในขั้นตอนนี้คือ I/O List, PLC Engineering Specification, Instrument Load List, Overall System Configuration, Instrument Power wiring & Grounding diagram

2. AFD (Approval for detailed design) เป็นขั้นตอนการออกแบบหลังจากทำข้อตกลงกับทาง Vendor แล้ว ในขั้นตอนนี้จะทำการอัพเดทข้อมูลเอกสารในช่วง AFP และเอกสารที่ทำเพิ่มเติมคือ Complex loop, Graphic Specification & Sketch, Interlock logic diagram

3. AFC (Approval for construction) เป็นขั้นตอนการออกแบบเอกสารก่อนที่จะทำการ FAT (Fault acceptance test) ซึ่งจะอัพเดทและทำการตรวจสอบเอกสารทั้งหมดตามข้อมูลล่าสุดอีกครั้ง

ในขั้นตอนแรกของการดำเนินงาน ต้องมีความเข้าใจในขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมก่อน โดยเริ่มแรกในส่วนของการวางแผนนั้น ในแผนก Instrument จะได้ P&ID จากแผนก Process มาเพื่อตรวจสอบรายละเอียดของระบบท่อ อุปกรณ์เครื่องมือวัด เช่น ทรานสมิตเตอร์ประเภทต่างๆ ที่อยู่ในแผนผังนั้นใช้ตรวจสอบอะไรในกระบวนการ ใช้สัญญาณประเภทไหนในการรับส่งสัญญาณ และอุปกรณ์สุดท้าย เช่น วาล์ว ก็ต้องทราบจาก P&ID ว่าเป็นวาล์วชนิดไหน ใช้สัญญาณประเภทอะไรในการรับส่งสัญญาณ และจากข้อมูลที่ได้จาก P&ID ก็จะถูกนำไปทำเอกสารชิ้นแรก คือ การจัดทำเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List) โดยในเอกสารนี้จะบอกถึงจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้ เพื่อออกแบบระบบควบคุมที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิต ยกตัวอย่างเช่น การใช้ PLC (Programmable Logic Controller) ในกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนและมีจำนวนอินพุตกับเอาต์พุตไม่มากนักหรือการใช้ DCS (Distributed Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System) ในกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อน หรือมีหน่วยการผลิตย่อยๆ เป็นจำนวนมาก หลังจากที่ทำเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุตเสร็จสิ้น ในขั้นตอนถัดไปจะจัดทำเอกสารดังนี้ คือ

การทำการร่างแบบองค์ประกอบของระบบโดยรวม (Overall System Configuration) ซึ่งจะแสดงถึงการเชื่อมต่อทั้งหมดของระบบควบคุมตั้งแต่อุปกรณ์เครื่องมือวัดจนไปถึงในส่วนแสดงผล (Human Machine Interface : HMI) และเอกสาร PLC Engineering Specification ที่เป็นเอกสารที่ระบุถึงความต้องการในส่วนของตัวระบบควบคุม PLC

หลังจากนั้นก็จะทำเอกสารที่เรียกว่า Instrument Load List โดยเอกสารนี้จะบอกถึงจำนวนและกำลังไฟที่ใช้สำหรับของตู้คอนโทรลเลอร์และตู้ต่อสายหรือเรียกว่า Marshalling Cabinet รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องควบคุมและห้องที่เก็บตู้คอนโทรลเลอร์และตู้ต่อสายหรือเรียกว่า Electrical rack room จากนั้นก็จะทำการวาง Layout ของตำแหน่งการลากสาย Power cable และการลากสายดินจากแผนผังห้องที่ได้รับมา ซึ่งโดยปกติในการออกแบบระบบควบคุม จะต้องมีการออกแบบการวางตำแหน่งของตู้เสียก่อน ถึงจะทำการร่างแบบการเดินสายเชื่อมต่อของทั้งสายไฟและสายดิน แต่ในโครงการนี้ตำแหน่งของตู้ได้กำหนดไว้แล้ว จึงสามารถที่ไปทำการออกแบบการลากสายไฟได้จากผังห้องที่ได้รับมาได้เลย โดยเอกสารนี้มีชื่อว่า Instrument Power Supply and grounding wiring diagram เมื่อทำในส่วนของการวางแผนเสร็จสิ้นก็จะเข้าสู่ขั้นถัดไปคือการออกแบบ

ในส่วนของการออกแบบนั้นก็จะมีการอัพเดทเอกสารทั้งหมดที่เปลี่ยนไปจากเดิมในช่วงการวางแผน และหลังจากนั้นก็จะทำการจัดทำเอกสารลูปควบคุมที่ซ้ำซ้อน (Complex Loop) และจัดทำเอกสารด้านความปลอดภัยของกระบวนการ (Interlock logic diagram) เอกสาร Graphic specification และการออกแบบ Graphic sketch ซึ่งจากที่กล่าวมาคร่าวๆนั้น จะทำการลงรายละเอียดในส่วนถัดไป

3.2.2 การศึกษากระบวนการของโรงงานจาก P&ID

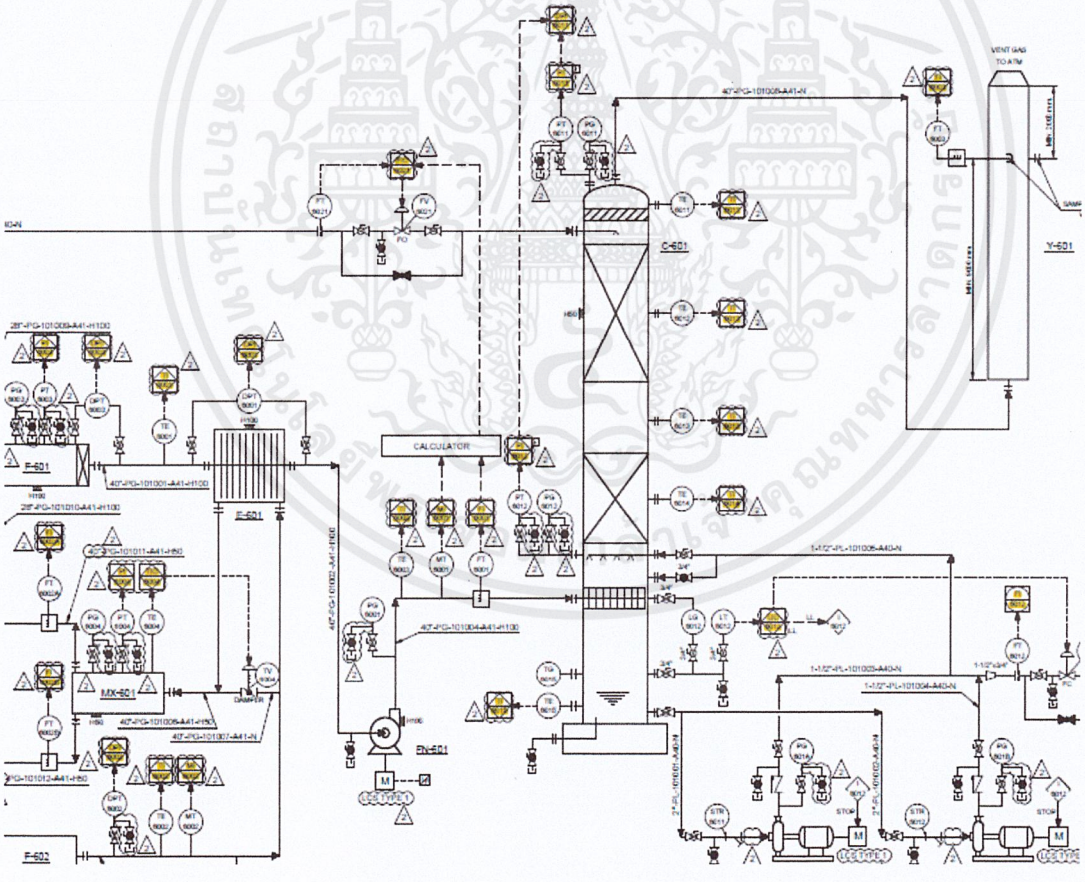
ในการเริ่มการออกแบบนั้น นักศึกษาต้องมีความเข้าใจในลักษณะการดำเนินงาน โดยนักศึกษาได้ทำการศึกษากระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากศึกษา Piping and Instrument Diagram ซึ่งเป็นแผนภาพกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถบอกทิศทางของของไหลของสารในกระบวนการ รายละเอียดของขนาดท่อรวมถึงชนิดของท่อวาล์วต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่ในระบบท่อทั้งชนิด ขนาดและตำแหน่งการติดตั้ง ซึ่งข้อมูลจาก P&ID สามารถนำไปจัดทำเอกสารลูปควบคุมที่ซ้ำซ้อน (Complex Loop) การจัดทำเอกสารด้านความปลอดภัยของกระบวนการ (Interlock logic diagram) รายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List) และจัดทำ Graphic specification and Graphic sketch ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดทำเอกสารทางวิศวกรรมสำหรับโครงการ

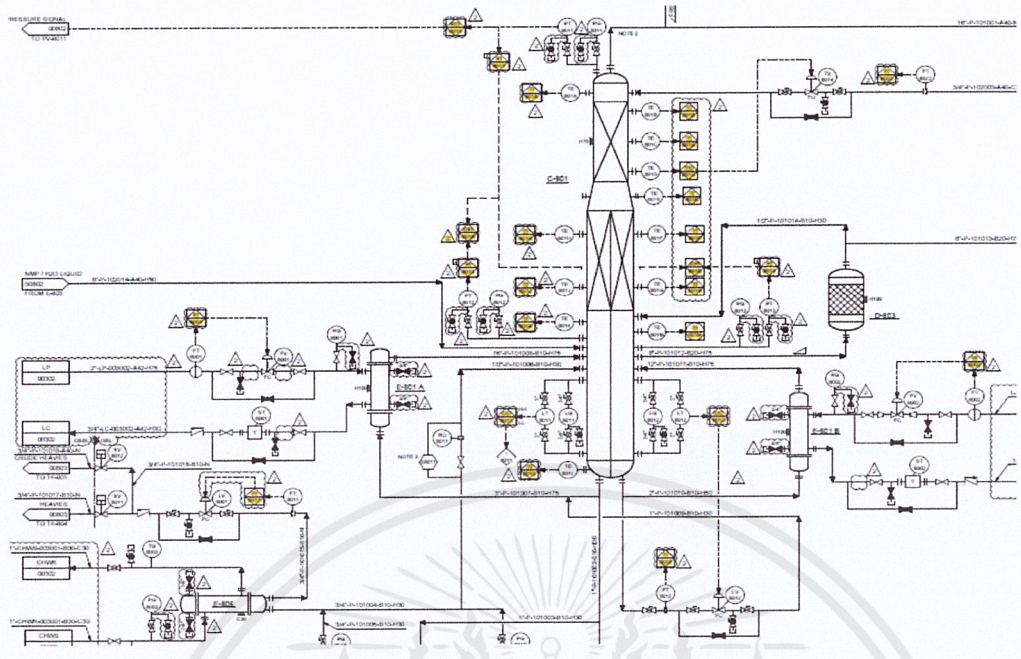
3.3.1 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List)

หลังจากทำความเข้าใจแผนภาพกระบวนการผลิตหรือ P&ID เสร็จแล้ว เอกสารชิ้นแรกที่ทำคือเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List) ซึ่งเป็นเอกสารที่ช่วยให้ทราบถึงจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้ในกระบวนการทั้งหมด ในขั้นตอนแรก จะดำเนินการการตรวจสอบจำนวนโดยวิธีในการนับจำนวนอินพุตและเอาต์พุตจะทำการนับจากอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ทำการแสดงผลอยู่บนจอแสดงผลของระบบควบคุม Programmable logic Control หรือ PLC ที่ปรากฏเป็นสัญลักษณ์ในแผนภาพกระบวนการผลิต P&ID ซึ่งต้องทำการสังเกตอย่างระมัดระวัง เพื่อให้นับได้อย่างแม่นยำและลดโอกาสในการนับไม่ครบ รูปที่ 3.1 ถึง 3.3 เป็นตัวอย่างการนับอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ทำการแสดงผลอยู่บนจอแสดงผลของระบบควบคุม โดยทำการไฮไลท์สีเหลืองเอาไว้เพื่อไว้ระบุว่าทำการนับแล้ว

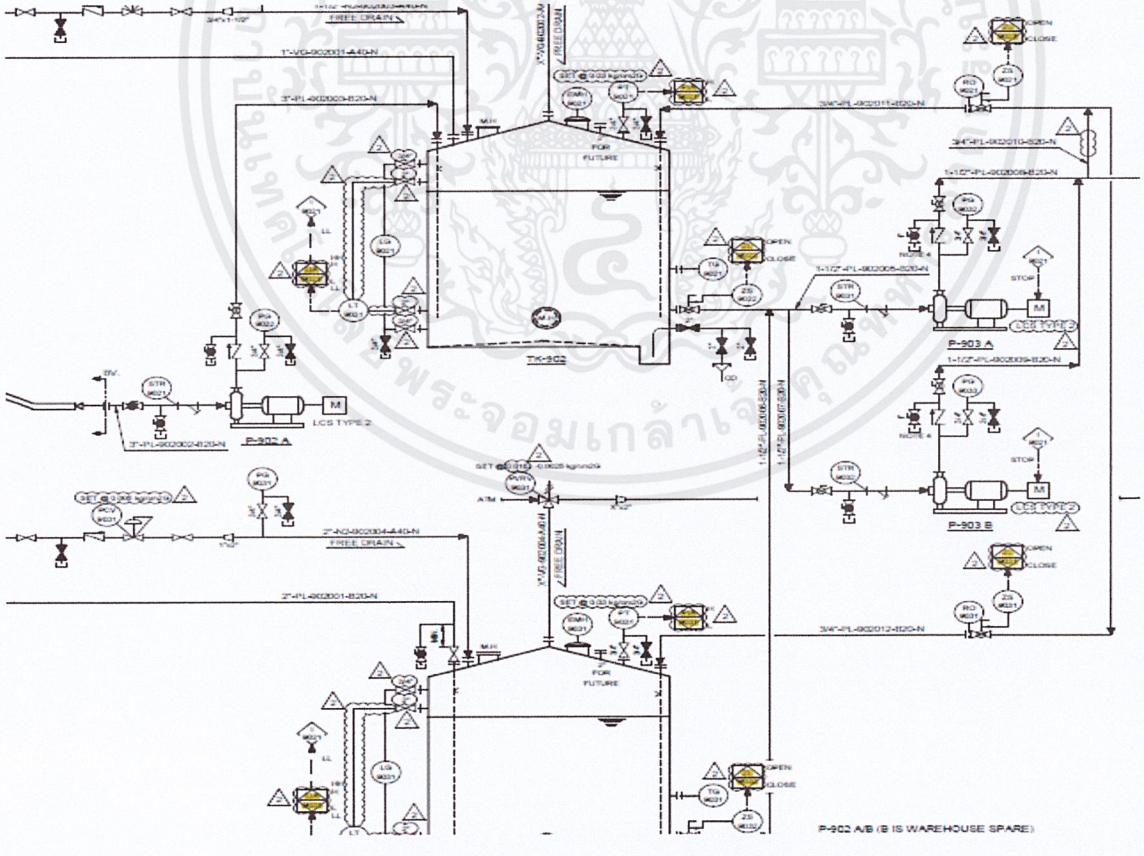


รูปที่ 3.1 การนับ I/O จาก P&ID 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การนับ I/O จาก P&ID 2



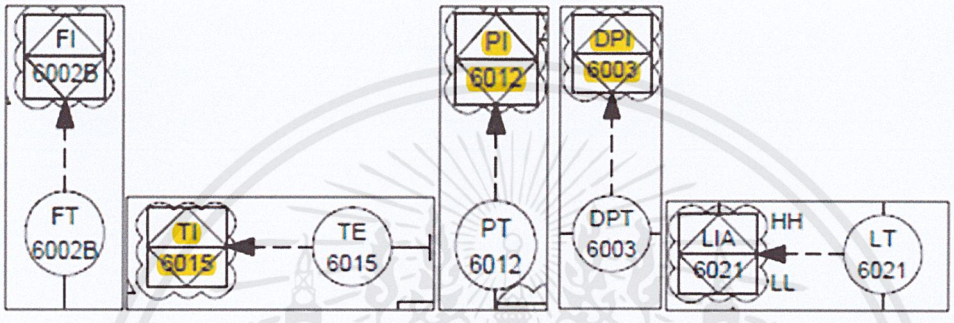
รูปที่ 3.3 การนับ I/O จาก P&ID 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเสร็จขั้นตอนการนับอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ทำการแสดงผลอยู่บนจอแสดงผลของระบบควบคุมจาก P&ID ก็ต้องพิจารณาถึงประเภทสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่อุปกรณ์แต่ละตัวใช้โดยวิธีในการแบ่งประเภทนั้นมี 4 อย่างดังนี้

1. PLC Analog Input

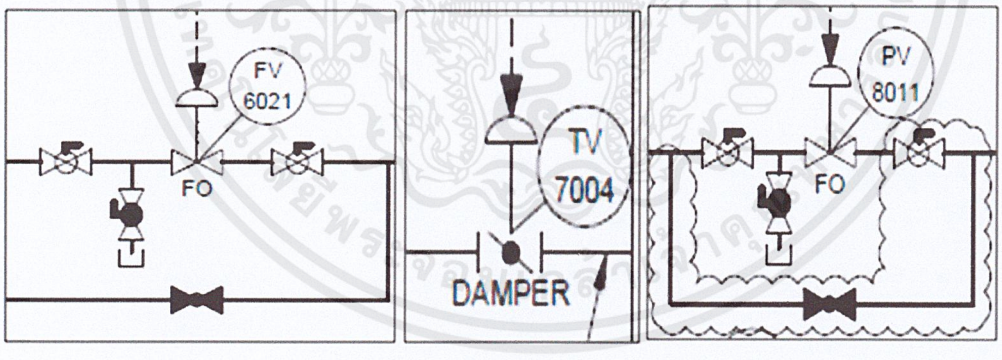
เป็นสัญญาณจาก Transmitter ประเภทต่างๆ ได้แก่ Pressure, Level, Flow, Temperature, Differential Pressure Transmitter



รูปที่ 3.4 Analog Input Symbol

2. PLC Analog Output

เป็นสัญญาณจาก Control Valve ที่มีทั้งแบบ Failed Close / Open และ Damper



รูปที่ 3.5 Analog Output Symbol

3. Digital Input

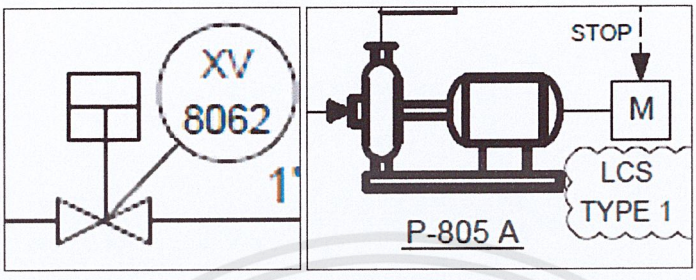
จะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยสัญญาณจาก MCC (Motor Control Center) และ ON/OFF Valve

- สัญญาณดิจิตัลอินพุตจาก MCC ได้แก่ Running status and Fault Status
- สัญญาณดิจิตัลอินพุตจาก ON/OFF Valve ได้แก่ Open/Close Limit Switch อย่างละ 1 อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Digital Output

- สัญญาณดิจิตัลเอาต์พุตจาก MCC ได้แก่ Start and Stop Command
- สัญญาณดิจิตัลเอาต์พุตจาก ON/OFF Valve ได้แก่ SOV (Solenoid Valve)



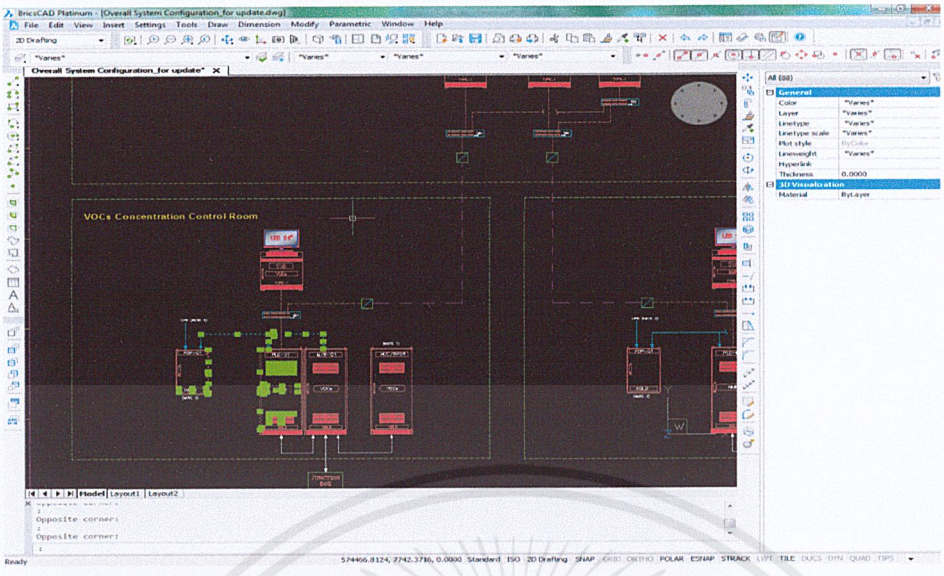
รูปที่ 3.6 ON/OFF Valve และ MCC

หลังจากการนับและแบ่งประเภทสัญญาณที่ใช้ของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ทำการแสดงผลอยู่บนจอแสดงผลของระบบควบคุมเสร็จสิ้นก็จะทำการดำเนินงานขั้นต่อไป คือ การทำเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List) โดยทำการบันทึกผลในโปรแกรม Microsoft Excel เมื่อทำเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุตเสร็จสิ้น จะทำหน้า Summary ขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตจำนวน หลังจากนั้นก็สามารถนำจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่ได้ ไปเป็นส่วนหนึ่งในการคำนวณใบเสนอราคาต่อไป

3.3.2 การจัดทำ Overall System Configuration

หลังจากทำเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุตเสร็จสิ้น ก็จะทำการดำเนินการจัดทำการร่างแบบองค์ประกอบของระบบโดยรวม ซึ่งเป็นเอกสารที่บอกรายละเอียดการเชื่อมต่อของอุปกรณ์จากบริเวณกระบวนการผลิตไปยังตู้ควบคุมและตู้ต่อสายและจากตู้ควบคุมกับตู้ต่อสายไปไปยังส่วนของบริเวณของผู้ปฏิบัติงาน (HMI) ในการออกแบบนั้นจะใช้โปรแกรม CAD ในการเขียนแบบ โดยในโครงการนี้กระบวนการผลิตจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ โดยส่วนแรกเป็นกระบวนการแปรรูปสาร VOCs ให้กลายเป็น NMP และส่วนที่สองคือ ส่วนที่ปรับปรุงสาร NMP ที่ได้จากส่วนแรกให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ลิเธียม ส่วนในขั้นตอนการออกแบบเอกสารฉบับนี้ต้องอาศัยข้อมูลจาก Engineering Specification และจาก Package Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

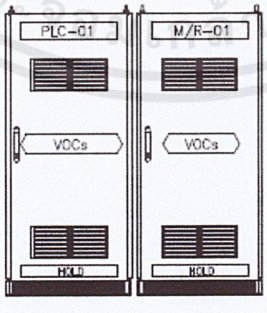


รูปที่ 3.7 การจัดทำ Overall System Configuration

อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในอาคารควบคุมมีดังนี้

- ตู้ต่อสาย (Marshalling cabinet) เป็นตู้ส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกันระหว่างสายไฟจากเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิต มายังส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม ภายในตู้นี้ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ รางสายไฟ (wire way), รีเลย์ (Relay), อุปกรณ์ต่อสายแบบต่างๆ (Terminal) และ Safety Barrier

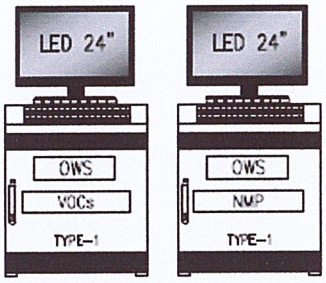
- ตู้ระบบควบคุม (PLC cabinet) เป็นตู้ที่การควบคุมตัวแปรจากกระบวนผลิตให้อยู่ในค่าที่ตั้งไว้ ที่ประกอบไปด้วย PLC, แหล่งจ่ายพลังงาน (Power supply unit), ส่วนรับส่งสัญญาณ (Input and Output Card), ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication port)



รูปที่ 3.8 ตู้ระบบควบคุม

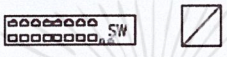
- Operator Works Station (OWS) เป็นส่วนที่ผู้ปฏิบัติในหน้างานสามารถทำการเข้าถึงส่วนของ HMI ได้ ประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทำการลงโปรแกรมแสดงผลและควบคุมของกระบวนการเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



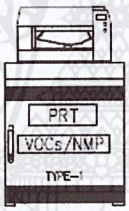
รูปที่ 3.9 Operator Work Station

- ตัวแปลงสัญญาณการเชื่อมต่อ คือ Media converter, Ethernet switch



รูปที่ 3.10 Ethernet switch, Media converter

- เครื่องถ่ายเอกสาร (Printer) สำหรับผลกระบวนการต่างๆ ในห้องควบคุม



รูปที่ 3.11 เครื่องถ่ายเอกสาร

3.3.3 การจัดทำเอกสาร PLC Engineering Specification

ในการที่จะออกแบบระบบควบคุมให้ตรงกับความต้องการของโครงการนี้ จำเป็นต้องจัดทำเอกสารที่มีชื่อว่า PLC Engineering Specification เพื่อเป็นเอกสารที่บ่งบอกรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีสำหรับตัวควบคุม PLC ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดของความต้องการขั้นพื้นฐานของตัวควบคุมและอื่นๆ เช่น ประเภทการเชื่อมต่อกับ PLC และความต้องการขั้นต่ำของอินพุตและเอาต์พุตทั้งแบบอนาล็อกและดิจิตัล ซึ่งในการดำเนินการจัดทำเอกสารฉบับนี้ จะจัดทำขึ้นมาโดยอ้างอิงจากข้อมูลจากเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต, Overall System Configuration, Layout จาก Control room และทำการอ้างอิงข้อมูลเก่าจากงานโครงการอื่นๆ ในบริษัทและนำมาปรับปรุงเนื้อหาให้เหมาะสมต่อความต้องการพื้นฐานในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 Instrument Load List

การทำเอกสาร Instrument Load List หรือ เอกสารที่ให้รายละเอียดของการใช้พลังงานของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ใช้พลังงานจาก Power Supply ในบริเวณกระบวนการผลิตและรวมถึงตู้ต่อสายและตู้ควบคุมในห้องควบคุม ในการคำนวณจะอาศัย Database ที่ทางบริษัทคำนวณไว้มาอ้างอิงในการคำนวณการใช้พลังงานทั้งหมด โดยจะแบ่งเป็น 2 บริเวณหลักๆ คือ VOCs Concentration Unit กับ NMP Purification Unit และแบ่งเป็นบริเวณย่อยคือ Local control room กับ Process area

INSTRUMENT POWER CONSUMPTION AND HEAD LOAD Rev.0 (27-Nov-2018)

ITEM	Description	Load Type	Vendor Information (VA)	Factor	Used Load		Heat Load		Remark
					(VA) (Volt x Amp)	(A) (VA/220)	(WATT) (VA x 0.4 x Pf)	(BTU) (KW x 3412.14163)	
A	**Control System**								
A1	DCS System Cabinet	Continuous	1500	0.45	675	3.1	216.0	737.02	
A2	DCS Marshalling Cabinet	Continuous	600	0.3	180	0.8	57.6	196.54	
A3	DCS Marshalling Cabinet (Safety Barrier)	Continuous	900	0.35	315	1.4	100.8	343.94	
A4	ESD System Cabinet	Continuous	1800	0.45	810	3.7	259.2	884.43	
A5	ESD Marshalling Cabinet	Continuous	700	0.3	210	1.0	67.2	229.30	
A6	FGS System Cabinet	Continuous	1800	0.45	810	3.7	259.2	884.43	
A7	FGS Marshalling Cabinet	Continuous	700	0.3	210	1.0	67.2	229.30	
A8	Server Cabinet (Full)	Continuous	5000	0.25	1250	5.7	400.0	1364.86	
A9	Network Cabinet	Continuous	1000	0.4	400	1.8	128.0	436.75	
A10	Operator Console	Continuous	750	0.4	300	1.4	96.0	327.57	
A11	Engineering Work Station	Continuous	700	0.4	280	1.3	89.6	305.73	
A12	Other Station (AMS,OPC, etc.)	Continuous	700	0.4	280	1.3	89.6	305.73	
A13	Aux Console	Standby	1500	0.4	600	2.7	192.0	655.13	
A14	WAN/LAN Cabinet (42U)	Continuous	1000	0.4	400	1.8	128.0	436.75	
A15	WAN/LAN Cabinet (21U)	Continuous	600	0.4	240	1.1	76.8	262.05	
A16	Printer	Standby	600	0.05	30	0.1	9.6	32.76	
A17	FGS Mimic panel	Standby	700	0.3	210	1.0	67.2	229.30	
A18	Large Screen (60' LCD Monitor)	Continuous	800	0.5	400	1.8	128.0	436.75	
A19	VMS System Cabinet	Continuous	1200	0.5	600	2.7	192.0	655.13	
A20	IRP	Standby	800	0.35	280	1.3	89.6	305.73	
B	**Instrument Package**								
B1	Flow Computer	Continuous	600	0.3	180	0.8	57.6	196.54	
B2	Analyzer	Continuous	4000	0.25	1000	4.5	320.0	1091.89	
C	**Package Control System**								
C1	Small Package (PLC)	Continuous	700	0.4	280	1.3	89.6	305.73	
C2	Medium Package (PLC)	Continuous	1200	0.4	480	2.2	153.6	524.10	
C3	Big Package (PLC)	Continuous	2000	0.4	800	3.6	256.0	873.51	
C4	Paging system Cabinet	Standby	5300	0.1	530	2.4	169.6	578.70	
C5	CCTV Cabinet	Continuous	3000	0.3	900	4.1	288.0	982.70	

รูปที่ 3.12 Instrument Power Consumption

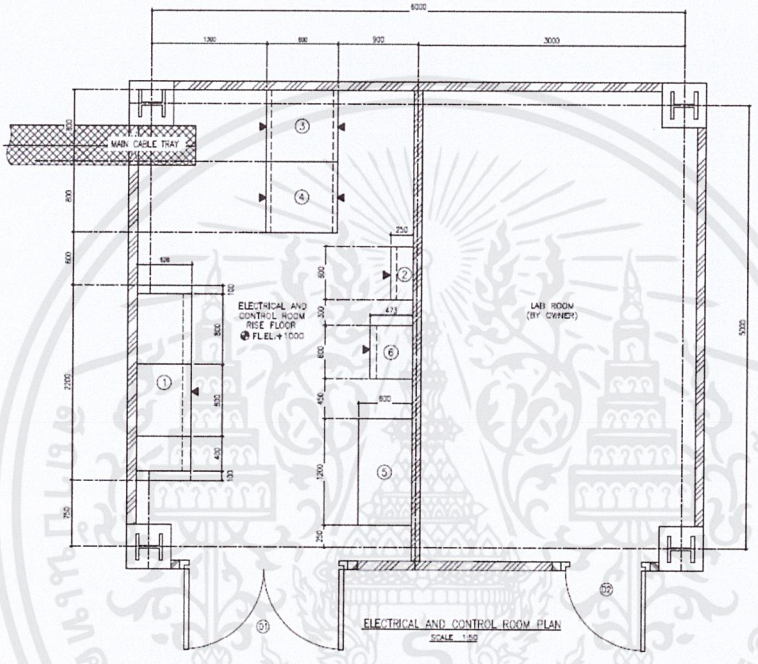
3.3.5 Instrument Power Wiring & Grounding Diagram

ในขั้นตอนการออกแบบ Instrument Power Wiring & Grounding Diagram เป็นการร่างแบบการเชื่อมต่อสายไฟจากแผนผังการวางของอุปกรณ์ในอาคารควบคุมที่ได้รับมาเช่นจากรูปที่ 3.13 โดยขั้นตอนการต่อสายลงดินในระบบเครื่องมือวัดและควบคุมจะใช้แท่งทองแดงตอกลงไปในดิน ซึ่งการตอกมีทั้งแบบตอกเป็นกลุ่มหรือแบบตาข่าย โดยในออกแบบได้เลือกใช้การตอกเป็นกลุ่มเพื่อความสะดวกในการลากสาย ซึ่งในการต่อสายลงดินสำหรับระบบควบคุมและเครื่องมือวัดจะมี 2 อย่างหลักที่ต้องใช้คือ การต่อลงดินเพื่อป้องกันการรบกวนจากสัญญาณรบกวนหรือเรียกว่า Instrument Ground และต่อสายลงดินเพื่อความปลอดภัย หรือ Safety Ground ซึ่งในห้องควบคุมนั้น จะประกอบไปด้วย Marshalling cabinet, PLC cabinet, Power Distribution Panel และส่วนของผู้ปฏิบัติงาน (Operator Work Station)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการลากสายลงดินการลากสาย Instrument Ground จะลากให้กับ Marshalling cabinet และ PLC cabinet และสาย Safety Ground จะทำการลากให้กับ Marshalling cabinet, PLC cabinet, Power Distribution Panel และ Operator Work Station

ในส่วนของการลากสายไฟจาก Power supply เพื่อจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์จะต่อเข้ากับ Marshalling cabinet, PLC cabinet และ Operator Work Station

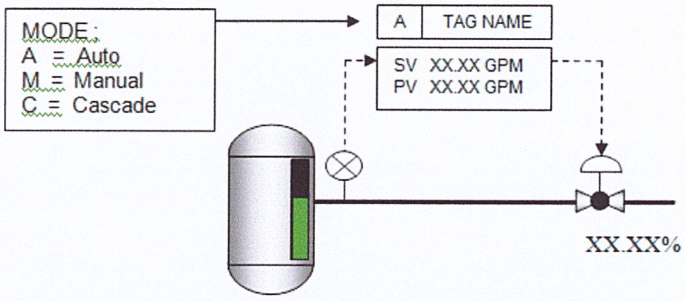


รูปที่ 3.13 แผนผังการวางอุปกรณ์ในอาคารควบคุม

3.3.6 Graphic specification and Graphic sketch

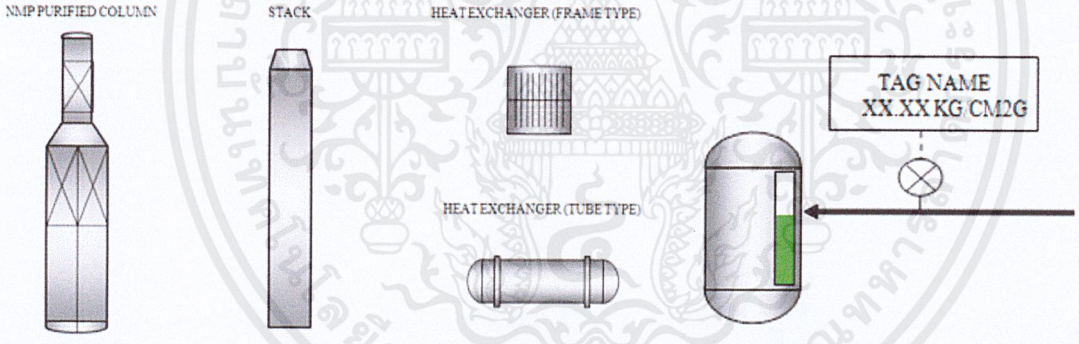
หลังจากทำการออกแบบระบบควบคุมในส่วนของฮาร์ดแวร์ไปแล้ว ในการจัดทำเอกสารสำหรับส่วนของกราฟฟิกจะเริ่มจากดำเนินการจัดทำเอกสาร Graphic specification โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบกราฟฟิกหน่วยแสดงผลระบบควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรม สำหรับผู้ปฏิบัติในหน้างานไม่ว่าจะเป็นในส่วนของ Human Machine Interface (HMI) หรือสำหรับ Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) โดยเอกสารฉบับนี้จะให้รายละเอียดดังนี้ คือ ประเภทของกราฟฟิก, ความต้องการขั้นต่ำของการแสดงผลไม่ว่าจะเป็นความละเอียดของตัวกราฟฟิกและจำนวนหน้าจอแสดงผลสามารถเปิดได้ในพร้อมกัน, รายละเอียดของสีของตัวอักษรและสัญลักษณ์บนจอแสดงผล, สัญลักษณ์ที่บ่งบอกถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือวัดในระบบ, การแสดงผลของระบบควบคุม, การแสดงผลเมื่อเกิด Interlock และรายละเอียดของลำดับหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การแสดงผลของระบบควบคุม

รูปที่ 3.15 การแสดงผล Interlock



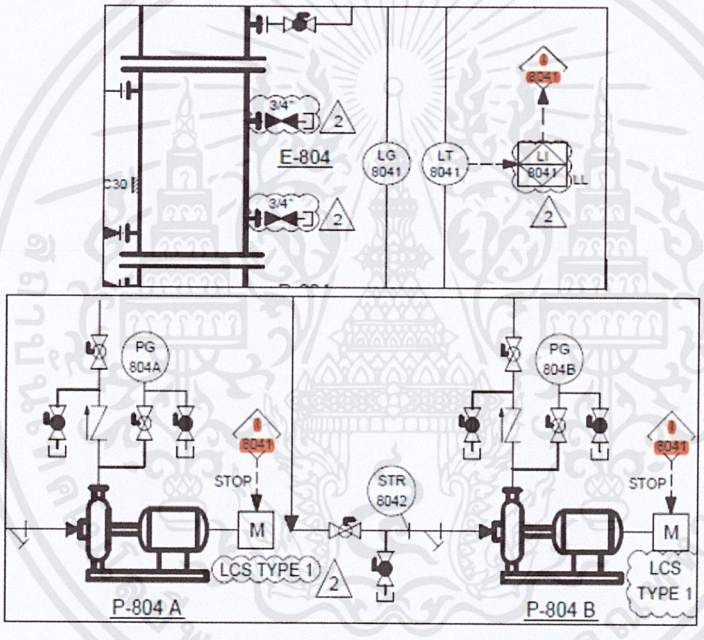
รูปที่ 3.16 สัญลักษณ์บ่งบอกเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือวัด

ในส่วนของ Graphic Sketch จะจัดทำควบคู่กับเอกสาร Graphic Specification โดยเป็นการเขียนแบบร่างของกราฟฟิกแสดงผลขึ้นมาโดยอ้างอิงจากเอกสารที่จัดทำขึ้นก่อนหน้า ในการออกแบบกราฟฟิกการแสดงผลนั้นจะทำการอ้างอิงจาก P&ID โดยการออกแบบจะต้องจัดทำดังนี้ คือ หน้าแสดงผลรวมของกระบวนการผลิตทั้งกระบวนการ (Overall Process Graphic), หน้าแสดงผลของการทำงานของมอเตอร์ (Motor running time), หน้าแสดงผลที่แสดงเฉพาะของกระบวนการนั้นๆ โดยในโครงการจะแบ่งเป็น 3 บริเวณหลักๆ คือบริเวณในส่วนของ VOCs , ส่วนของกระบวนการปรับปรุง NMP และบริเวณถังเก็บสารจากกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 Interlock logic diagram

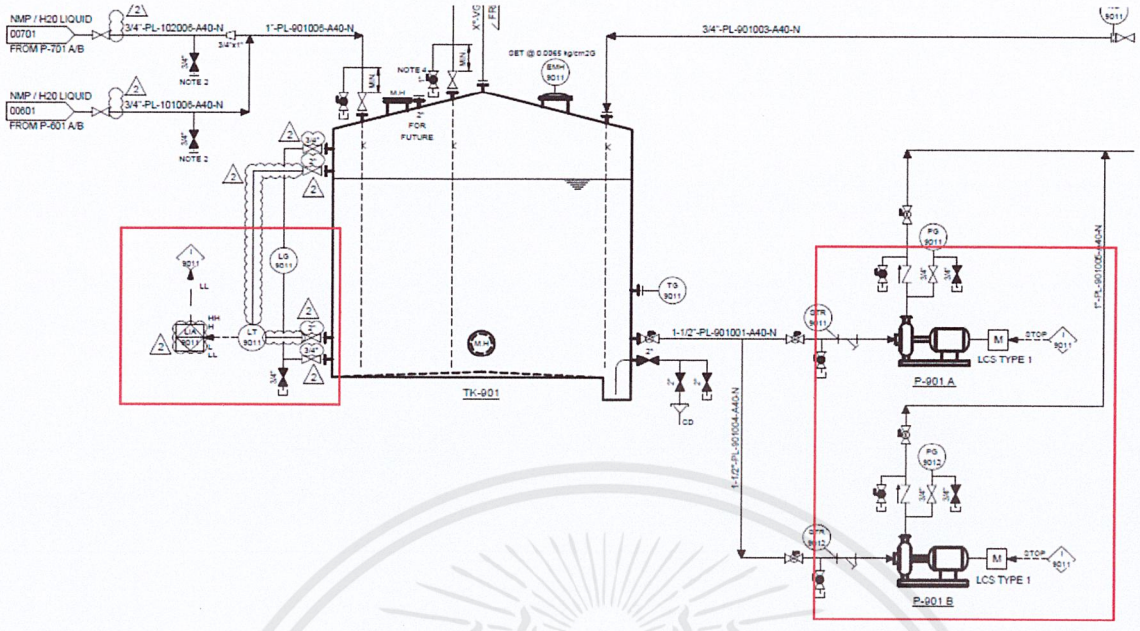
เอกสารด้านความปลอดภัยของกระบวนการ หรือ Interlock logic diagram เป็นเอกสารที่จัดทำลอจิคขึ้นมาในส่วนการทำงานของกระบวนการด้านความปลอดภัย เช่น การหยุดการทำงานของมอเตอร์เพื่อควบคุมการไหลในท่อลำเลียงหากผลผลิตในถังเก็บมีน้อยเกินไปหรือเริ่มทำการการระบายน้ำออกหากมีผลผลิตจากกระบวนการที่มากจนเกินไป ซึ่งในการออกแบบ Interlock logic diagram เพื่อเป็นเอกสารที่ใช้อ้างอิงในการเขียนโปรแกรมควบคุมในส่วนของความปลอดภัยนั้น จะต้องศึกษาการทำงานของกระบวนการก่อนจาก P&ID ที่มาจาก Process Engineer โดยสัญลักษณ์ของสัญญาณ Interlock มาจากอุปกรณ์เครื่องมือวัดนั้น มีลักษณะดั่งในไฮไลท์สีแดงในรูปที่ 3.17 โดยเป็น Tag name ที่มีชื่อ I-XXXX โดย X เป็นชื่อตัวเลขระบุหมายเลขสัญญาณนั้นๆ



รูปที่ 3.17 การส่งสัญญาณ interlock I-8041

ซึ่งพบว่ามีการใช้สัญญาณ interlock หลายบริเวณ จึงทำการยกตัวอย่างมาบางส่วน เช่น ในรูปที่ 3.18 เป็นส่วนของถัง TK -901 ที่เก็บสาร NMP ไว้ ใน การออกแบบลอจิคนั้นต้องสังเกตทิศทางการไหลของสารจาก P&ID ก่อน จากนั้นก็ทำการตรวจสอบว่าสัญญาณ Interlock จากทรานสมิตเตอร์นั้นส่งไปที่อุปกรณ์อะไร ซึ่งในภาพนี้สัญญาณ Interlock มาจากทรานสมิตเตอร์วัดระดับ ที่ทำการตั้งค่าให้ส่งสัญญาณ Interlock ไปยังปั๊ม P-901A / B หากระดับของสารในถังอยู่ในระดับต่ำกว่ากำหนด ดังนั้นในการเขียนวงจรลอจิคจึงต้องออกแบบมาให้ปั๊มหยุดการทำงานเมื่อของเหลวในถังอยู่ในระดับต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพื่อของความปลอดภัยของปั๊มสูบ โดยในการจัดทำเอกสารฉบับนี้จะใช้โปรแกรม CAD ในการเขียนแบบซึ่งจะแสดงผลลัพธ์ในบทที่ 4 ต่อไป

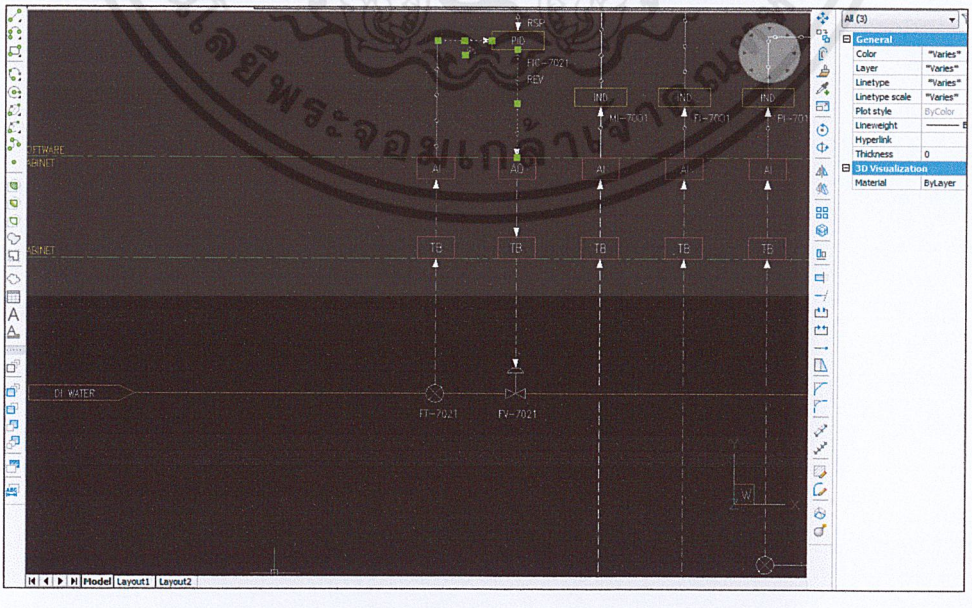
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 Interlock จากถัง TK-901

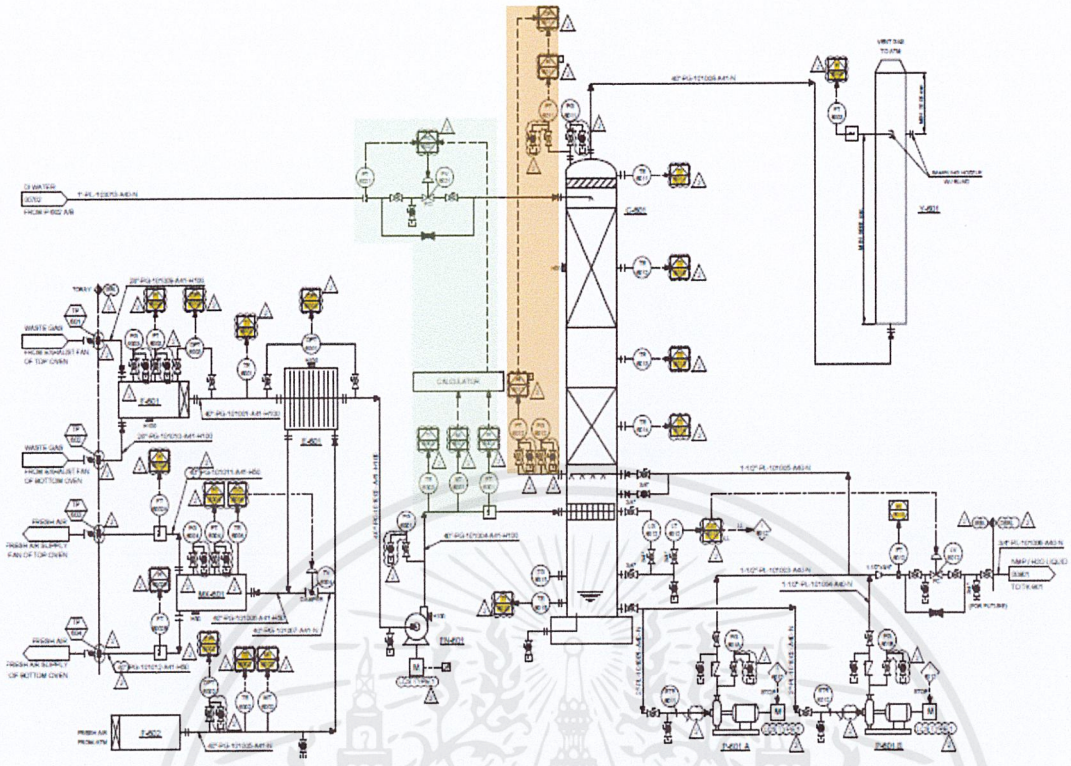
3.3.8 Complex loop diagram

ในกระบวนการผลิตในส่วนของระบบควบคุมต่างๆนั้น จะมีบางระบบที่มีการทำงานที่ซับซ้อน เช่น ระบบควบคุมที่ทำงานแบบ Cascade Control Loop ซึ่งในการศึกษากระบวนการจาก P&ID อาจสังเกตได้ยาก เพื่อให้สามารถสังเกตลูปควบคุมได้ง่ายขึ้นจึงจัดทำแผนภาพที่ชื่อว่า Complex loop diagram ขึ้นมา โดยใช้โปรแกรม CAD ซึ่งจะตัดรายละเอียดของการทำงานทั่วไปเหลือเพียงแค่แสดงการทำงานของลูปที่ซับซ้อนเท่านั้น

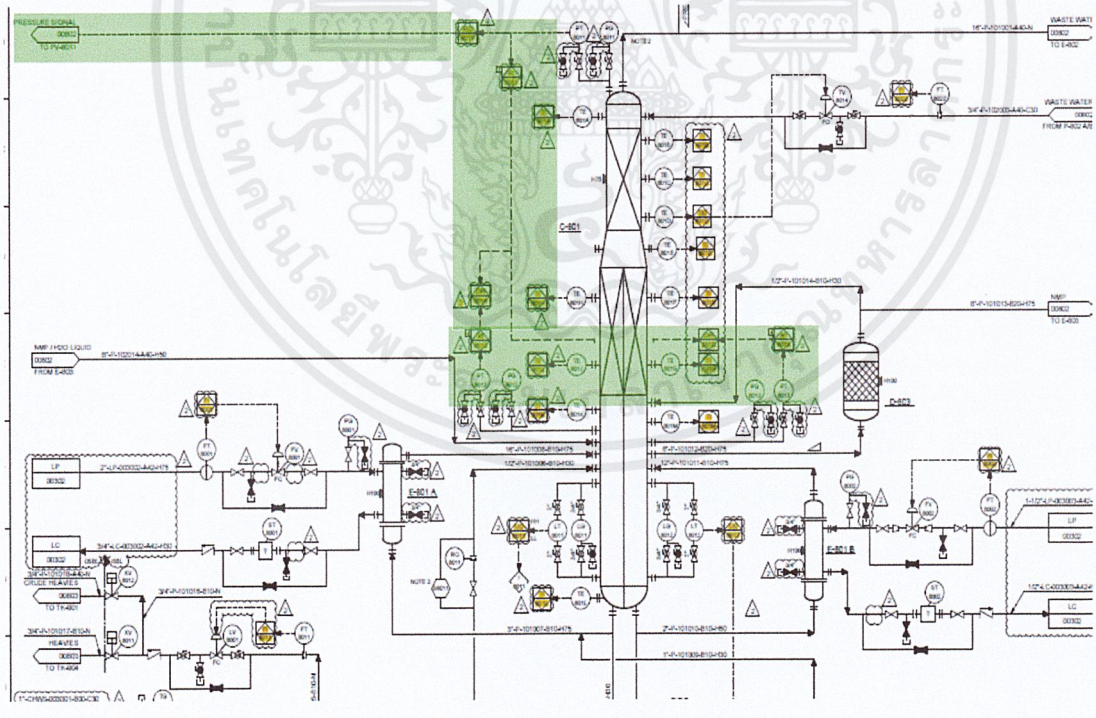


รูปที่ 3.19 การดำเนินการออกแบบ Complex Loop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

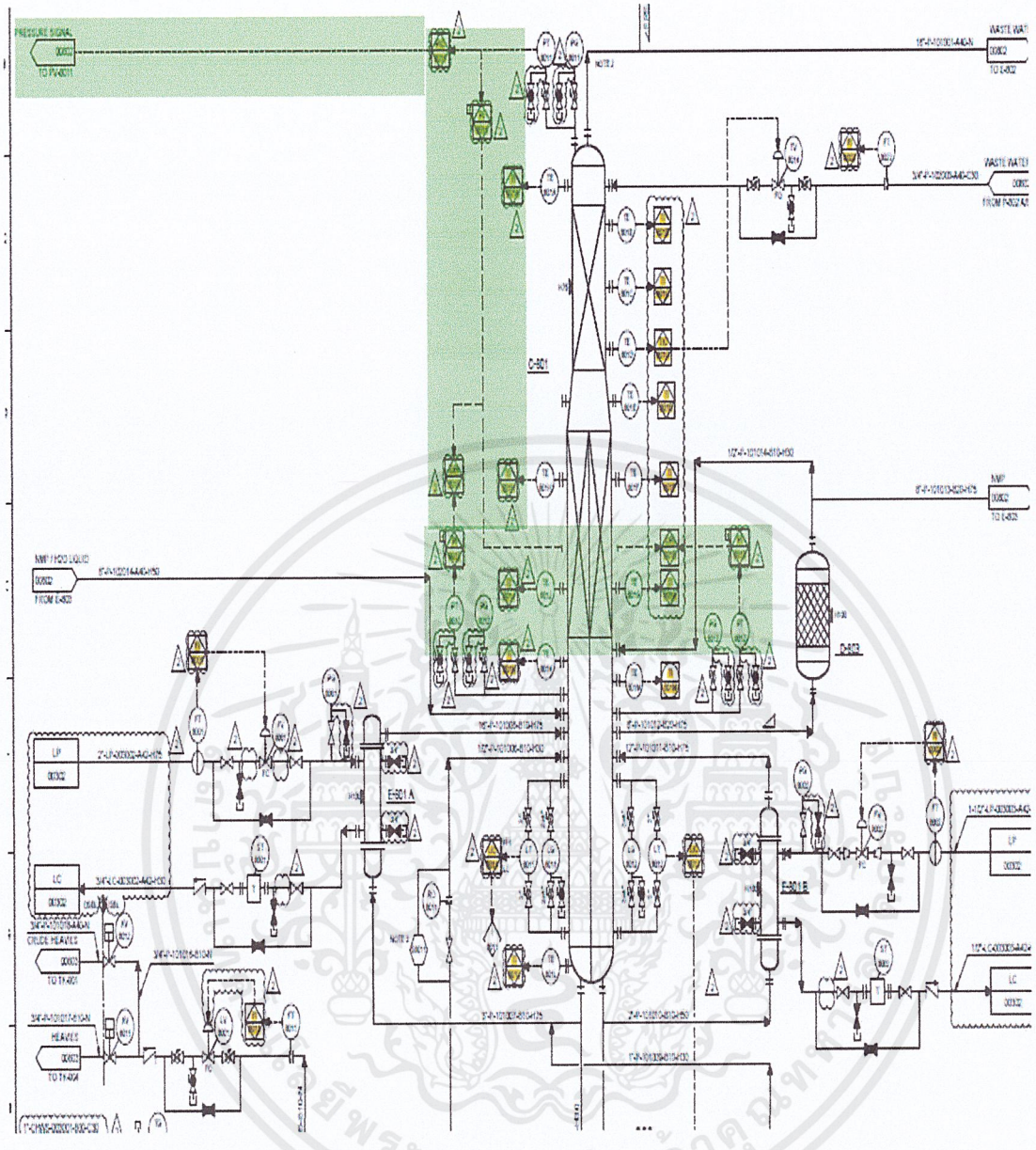


รูปที่ 3.20 Complex Loop จาก P&ID 1



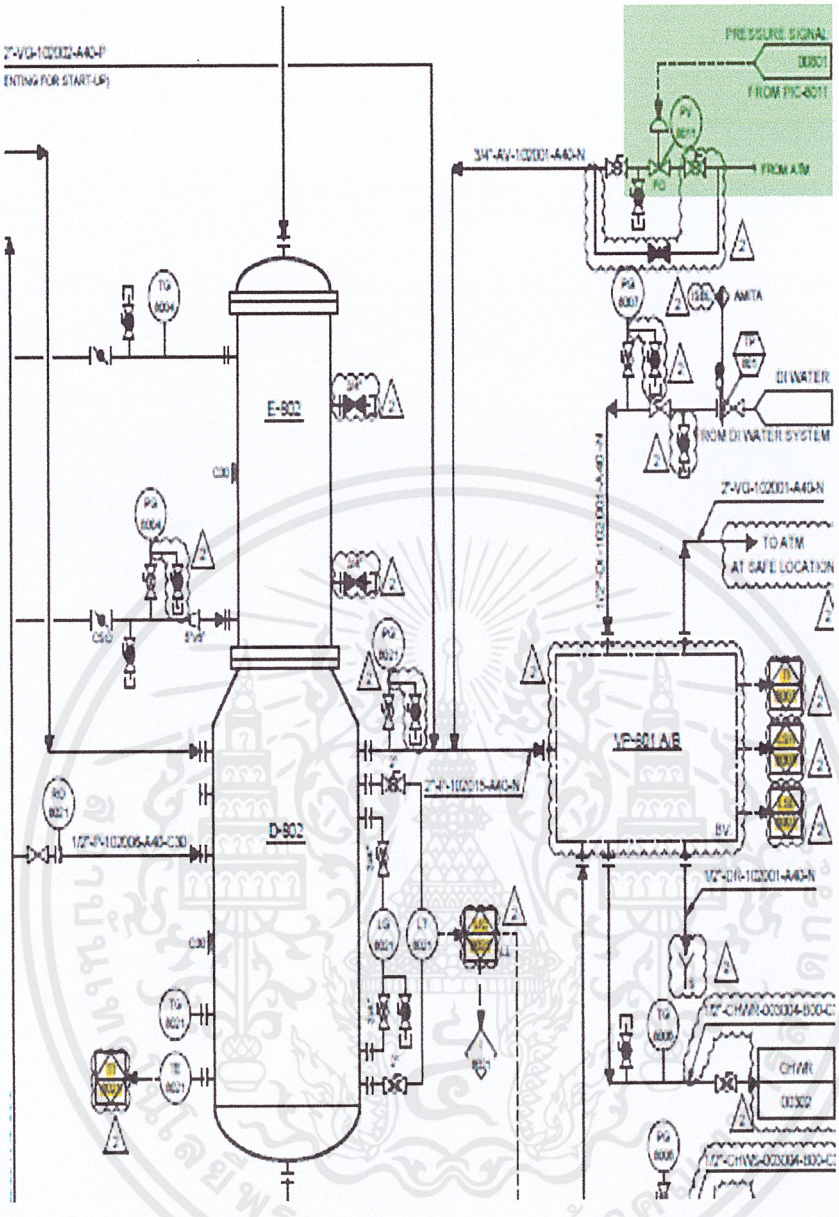
รูปที่ 3.21 Complex Loop จาก P&ID 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 Complex Loop จาก P&ID 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 Complex Loop จาก P&ID 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

ในส่วนของบทนี้จะทำการลงรายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้ โดยประกอบไปด้วยเอกสารและงานเขียนแบบที่จัดทำขึ้นจากการดำเนินงานในตลอดระยะการปฏิบัติสหกิจศึกษา

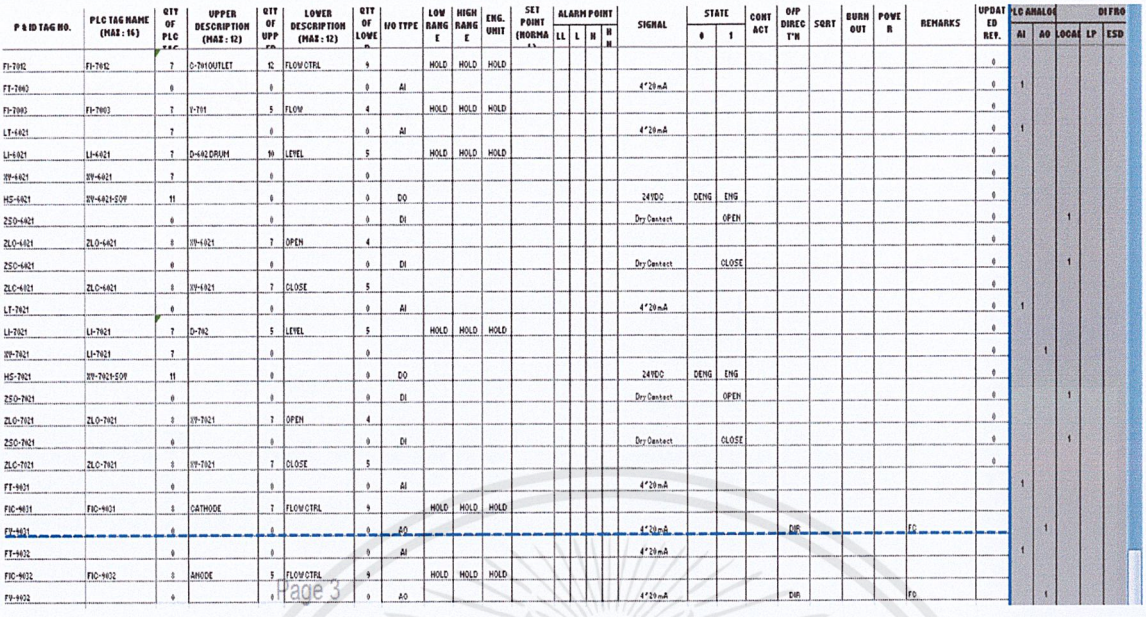
4.2 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต (I/O List)

จากการตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ทำการแสดงผลอยู่บนจอแสดงผลของระบบควบคุมจากแผนภาพ P&ID เสร็จสิ้นจากที่อธิบายไว้ในบทที่ 3 จึงสามารถจัดทำเอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุตได้ โดยส่วนเอกสาร I/O List ที่ทำไว้จะอยู่ในส่วนของเอกสารแนบ เนื่องจากจำนวนอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่มีจำนวนมากเกินที่จะลงได้ โดยรายละเอียดในเอกสาร I/O List นั้น จะประกอบไปด้วยดังนี้

4.2.1 การนับจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต

จากอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ติดตั้งในกระบวนการผลิตที่ส่งสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต โดยอุปกรณ์แต่ละตัวมีหน้าที่และลักษณะของการส่งสัญญาณที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ Analog Input, Analog Output, Digital Input, Digital Output เมื่อทำการตรวจสอบและแบ่งประเภทของสัญญาณแล้วจะนำมาบันทึกในตารางที่จัดทำขึ้นเพื่อทำผลรวมจำนวนของอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ในการเลือกระบบควบคุมที่เหมาะสม ซึ่งข้อมูลในเอกสารนี้ จะให้รายละเอียดรายชื่อของอุปกรณ์เครื่องมือวัด, ย่านการวัด, ประเภทของอินพุตและเอาต์พุตและระดับของการแจ้งเตือนภัย (Alarm point) ดังนั้นเมื่อทำเอกสารฉบับนี้เสร็จสิ้นจะสามารถนำไปใช้สำหรับอธิบายรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัด เช่น อุปกรณ์ตัวนี้ใช้สัญญาณประเภทอะไร ย่านการวัดเท่าไหร่ เหมาะสำหรับติดตั้งตรงจุดไหน Alarm point ถูกตั้งค่าไว้อย่างไร โดยข้อมูลที่ได้นี้จะช่วยในการออกแบบระบบควบคุมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



P & ID TAG NO.	PLC TAG NAME (MAX : 16)	QTY OF PLC TAG	UPPER DESCRIPTION (MAX : 12)	QTY OF UPPER	LOWER DESCRIPTION (MAX : 12)	QTY OF LOWER	I/O TYPE	LOW RANGE	HIGH RANGE	ENG. UNIT	SET POINT (NORMAL)	ALARM POINT LL	L	H	HH	SIGNAL	STATE 0	STATE 1	CONTACT	O/P DIRECT'N	SQRT	BURN OUT	POWER	REMARKS	UPDATED REV.	PLC ANALOG AI	AO	LOCAL	DI FRO LP	ESD
FI-7002	FI-7002	7	D-7410UTLET	12	FLOW CTRL	9		HOLD	HOLD	HOLD															0					
FT-7003		0		0		0	AI									4~20mA									0	1				
FI-7003	FI-7003	7	Y-701	5	FLOW	4		HOLD	HOLD	HOLD															0					
LT-6021		7		0		0	AI									4~20mA									0	1				
LI-6021	LI-6021	7	D-602 DRUM	10	LEVEL	5		HOLD	HOLD	HOLD															0					
HY-6021	HY-6021	7		0		0																			0					
HS-6021	HY-6021-S09	11		0		0	DO									24VDC	DENG	ENG							0					
ZSO-6021		0		0		0	DI									Dry Contact		OPEN							0			1		
ZLO-6021	ZLO-6021	8	HY-6021	7	OPEN	4																			0					
ZSC-6021		0		0		0	DI									Dry Contact		CLOSE							0			1		
ZLC-6021	ZLC-6021	8	HY-6021	7	CLOSE	5																			0					
LT-7021		0		0		0	AI									4~20mA									0	1				
LI-7021	LI-7021	7	D-702	5	LEVEL	5		HOLD	HOLD	HOLD															0					
HY-7021	LI-7021	7		0		0																			0	1				
HS-7021	HY-7021-S09	11		0		0	DO									24VDC	DENG	ENG							0					
ZSO-7021		0		0		0	DI									Dry Contact		OPEN							0			1		
ZLO-7021	ZLO-7021	8	HY-7021	7	OPEN	4																			0					
ZSC-7021		0		0		0	DI									Dry Contact		CLOSE							0			1		
ZLC-7021	ZLC-7021	8	HY-7021	7	CLOSE	5																			0					
FT-6031		0		0		0	AI									4~20mA										1				
FIC-6031	FIC-6021	8	CATHODE	7	FLOW CTRL	9		HOLD	HOLD	HOLD																				
FV-6021		0		0		0	AO									4~20mA				DIR				FO		1				
FT-6032		0		0		0	AI									4~20mA										1				
FIC-6032	FIC-6032	8	ANODE	5	FLOW CTRL	9		HOLD	HOLD	HOLD																				
FV-6032		0		0		0	AO									4~20mA				DIR				FO		1				

Page 3

รูปที่ 4.1 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต 1

P & ID TAG NO.	FUNCTION	P & ID NO.	GRID NO.	INSTRUMENT TYPE	LOGIC NO. FROM	LOGIC NO. TO	PLC TAG FOR I/O CARD	QTY OF PLC TAG NAME	PLC TAG NAME (MAX : 16)	QTY OF PLC TAG NAME	UPPER DESCRIPTION (MAX : 12)	QTY OF UPPER	LOWER DESCRIPTION (MAX : 12)	QTY OF LOWER	I/O TYPE
TE-6003	TE	B-D197-00601-2	3F	TE (Temperature Element)			TT-6003	7		0		0		0	AI
TI-6003	TI	B-D197-00601-2	3F	PLC				0	TI-6003	7	C-601 INLET	11	TEMPERATURE	11	
MT-6001	MT	B-D197-00601-2	6F	MT (Moisture Transmitter)			MT-6001	7		0		0		0	AI
MI-6001	MI	B-D197-00601-2	6F	PLC				0	MI-6001	7	C-601 INLET	11	MOISTURE	8	
FY-6001	FY	B-D197-00601-2	6F	PLC				0	FY-6001	7	HS-6001 AND	11	FI-6001 CAL	11	
FT-6001	FT	B-D197-00601-2	3F	FT (Flow Transmitter)			FT-6001	7		0		0		0	AI
FI-6001	FI	B-D197-00601-2	3F	PLC				0	FI-6001	7	C-601 INLET	11	FLOW	4	
FT-6021	FT	B-D197-00601-2	5C	FT (Flow Transmitter)			FT-6021	7		0		0		0	AI
FIC-6021	FIC	B-D197-00601-2	6C	PLC				0	FIC-6021	8	C-601 INLET	11	FLOW CTRL	9	
FV-6021	FV	B-D197-00601-2	6C	FV (Flow Control Valve)			FV-6021	7		0		0		0	AO
PT-6012	PT	B-D197-00601-2	7F	PT (Pressure Transmitter)			PT-6012	7		0		0		0	AI
PI-6012	PI	B-D197-00601-2	7F	PLC				0	PI-6012	7	C-601	6	PRESS BOTTOM	12	
PT-6011	PT	B-D197-00601-2	7C	PT (Pressure Transmitter)			PT-6011	7		0		0		0	AI
PI-6011	PI	B-D197-00601-2	7B	PLC				0	PI-6011	7	C-601	6	PRESS HEAD	10	
DPI-6011	DPI	B-D197-00601-2	7B	PLC				0	DPI-6011	8	PI-6011 AND	11	PI-6012 CAL	11	
TE-6011	TE	B-D197-00601-2	8C	TE (Temperature Element)			TT-6011	7		0		0		0	AI
TI-6011	TI	B-D197-00601-2	8C	PLC				0	TI-6011	7	C-601 TOP	9	TEMPERATURE	11	
TE-6012	TE	B-D197-00601-2	8D	TE (Temperature Element)			TT-6012	7		0		0		0	AI
TI-6012	TI	B-D197-00601-2	8D	PLC				0	TI-6012	7	C-601 MIDDLE	12	TEMPERATURE	11	
TE-6013	TE	B-D197-00601-2	8E	TE (Temperature Element)			TT-6013	7		0		0		0	AI
TI-6013	TI	B-D197-00601-2	8E	PLC				0	TI-6013	7	C-601 BOTTOM	12	TEMPERATURE	11	
TE-6014	TE	B-D197-00601-2	8F	TE (Temperature Element)			TT-6014	7		0		0		0	AI
TI-6014	TI	B-D197-00601-2	8F	PLC				0	TI-6014	7	C-601 BOTTOM	12	TEMPERATURE	11	
LT-6012	LT	B-D197-00601-2	9G	LT (Level Transmitter)			LT-6012	7		0		0		0	AI
LIC-6012	LIC	B-D197-00601-2	9G	PLC				0	LIC-6012	8	C-601 LEVEL	11	CONTROL	7	
LV-6012	LV	B-D197-00601-2	12G	Control Valve			LV-6012	7		0		0		0	AO

รูปที่ 4.2 เอกสารรายการอินพุตและเอาต์พุต 2

4.2.2 หน้าผลรวม (I/O Summary List)

หลังจากทำรายการแบ่งประเภทอินพุตและเอาต์พุตเสร็จสิ้น ก็จะดำเนินการจัดทำหน้าผลรวม (I/O Summary List) เพื่อให้สามารถสังเกตจำนวนของอินพุตและเอาต์พุตที่นับไว้ได้ง่ายขึ้น โดยได้แบ่งเป็นส่วนของ Process Area ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์เครื่องมือวัด คือ Transmitter, Level Switch และวาล์วประเภทต่างๆ ที่อยู่ในกระบวนการผลิต โดยในส่วนของ Electrical Interfacing นั้นจะประกอบไปด้วยสัญญาณไฟฟ้าจากตัวมอเตอร์ของปั๊มซึ่งรับผิดชอบโดยแผนก Electrical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Section	Analog Signal		Digital Signal		Serial Communication	Section Total	Hardwire Total	Remarks
		AI	AO	DI	DO				
1	**VOCs CONCENTRATION UNIT**								
1.1	Process Area	54	9	4	2	0	69	69	
1.2	Electrical Interfacing	0	0	20	20	0	40	40	
	Total	54	9	24	22	0	109	109	
	Owner Spare (10%)	6	1	3	3	0	13	13	
	Grand Total	**60**	**10**	**27**	**25**	**0**	**122**	**122**	

Page 1

Note:

DI : Digital Input (Hardwiring) MCC : Motor Control Center

DO : Digital Output (Hardwiring) PLC : Programable Logic Controller

AI : Analog Input (Hardwiring)

AO : Analog Output (Hardwiring)

รูปที่ 4.3 I/O Summary List 1

No.	Section	Analog Signal		Digital Signal		Serial Communication	Section Total	Hardwire Total	Remarks
		AI	AO	DI	DO				
2	**NMP PURIFICATION UNIT**								
2.1	Process Area	44	9	42	16	0	111	111	
2.2	Electrical Interfacing	0	0	30	30	0	60	60	
	Total	44	9	72	46	0	171	171	
	Owner Spare (10%)	5	1	8	5	0	19	19	
	Grand Total	**49**	**10**	**80**	**51**	**0**	**190**	**190**	

Page 1

Note:

DI : Digital Input (Hardwiring) MCC : Motor Control Center

DO : Digital Output (Hardwiring) PLC : Programable Logic Controller

AI : Analog Input (Hardwiring)

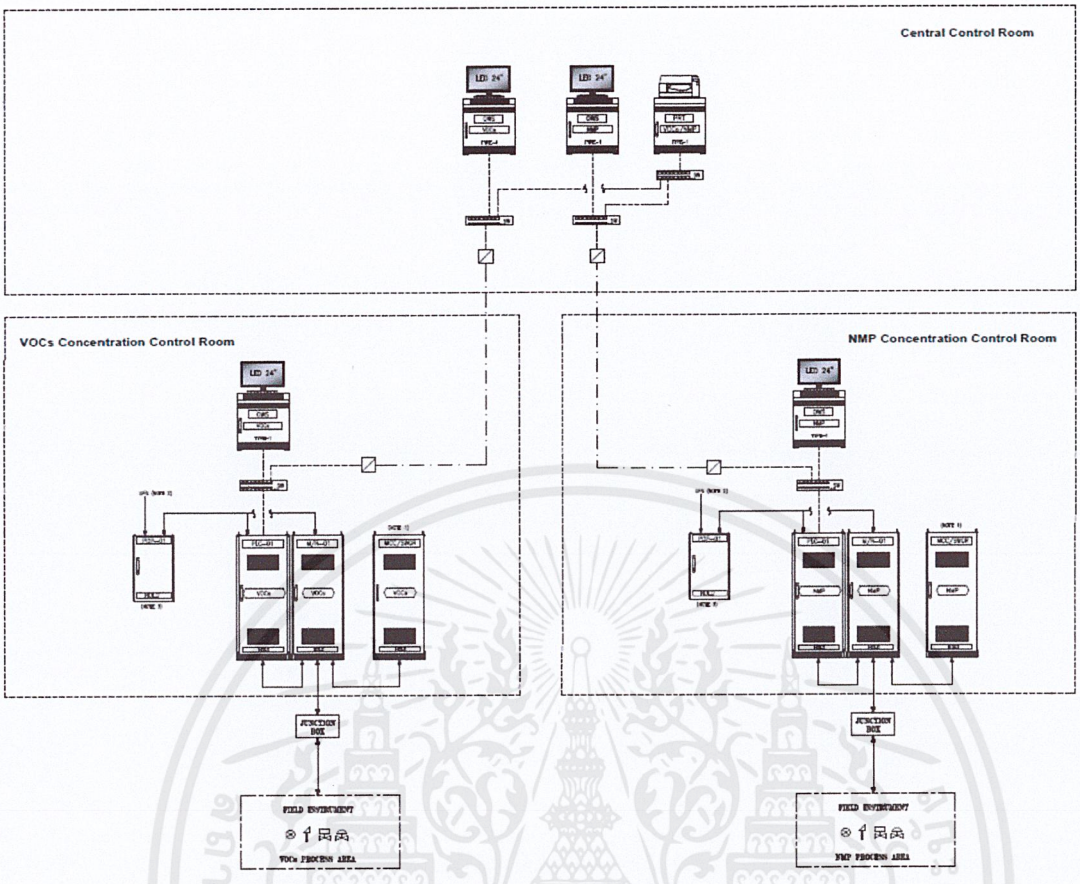
AO : Analog Output (Hardwiring)

รูปที่ 4.4 I/O Summary List 2

4.3 Overall System Configuration

หลังจากอาศัยข้อมูลจาก Engineering Specification และจาก Package Information แล้ว การดำเนินการจัดทำการร่างแบบองค์ประกอบของระบบโดยรวม (Overall System Configuration) โดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ CAD มีผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนภาพองค์ประกอบโดยรวมของระบบควบคุม

เนื่องจากทางผู้ว่าจ้างต้องการมีห้องควบคุมเป็น 3 ส่วนโดยมีห้องควบคุมหลักที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้ง 2 บริเวณในโรงงานและห้องควบคุมย่อยเพื่อใช้ในการปฏิบัติการเฉพาะระบบนั้นๆ ในการออกแบบจึงแบ่งห้องควบคุม (Control room) เป็น 3 ห้องดังนี้ คือ VOCs Concentration Control room, NMP Purification Control room ที่เป็นห้องควบคุมย่อยและ Central Control room ที่เป็นห้องควบคุมหลัก โดยสัญญาณจาก Field Instrument จะส่งสัญญาณมาเข้า Junction box เพื่อรวมสัญญาณเข้าไปยังตู้ควบคุมกับตู้ต่อสายและไปยังตู้รวมสัญญาณจาก MCC กับ SWGR (Switch Gear) โดยมี PDP (Power Distribution Panel) จ่ายไฟเลี้ยงให้กับทั้ง 3 ตู้นี้

4.4 Instrument Load List

จากการอ้างอิงข้อมูลรายละเอียดการใช้งานของอุปกรณ์จากรูปที่ 3.12 มาทำการคำนวณเพื่อจัดทำเอกสาร Instrument Load List ข้อมูลในตารางจะมีดังนี้คือ ขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบโครงสร้าง, Heat Load ใช้คำนวณเรื่องของระบบเครื่องปรับอากาศภายในห้องและในส่วนของการใช้พลังงานของอุปกรณ์ (Power Consumption) พบว่าในส่วนของ VOCs concentration unit ใช้พลังงาน 1230 Voltamps และส่วนของ NMP purification unit ใช้พลังงานไป 1,100 Voltamps ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Central Control Room จะใช้พลังงานไป 630 Voltamps ซึ่งจากข้อมูลที่คำนวณได้นั้นสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะการใช้พลังงานทั้งหมดในห้องควบคุมเพื่อให้แผนกวิศวกรรมไฟฟ้าสามารถนำไปออกแบบการจ่ายพลังงานที่ถูกต้องได้

VOCs and NMP Project: Power Consumption and Heat Dissipation for Instrument Load (220VAC UPS) (Preliminary)

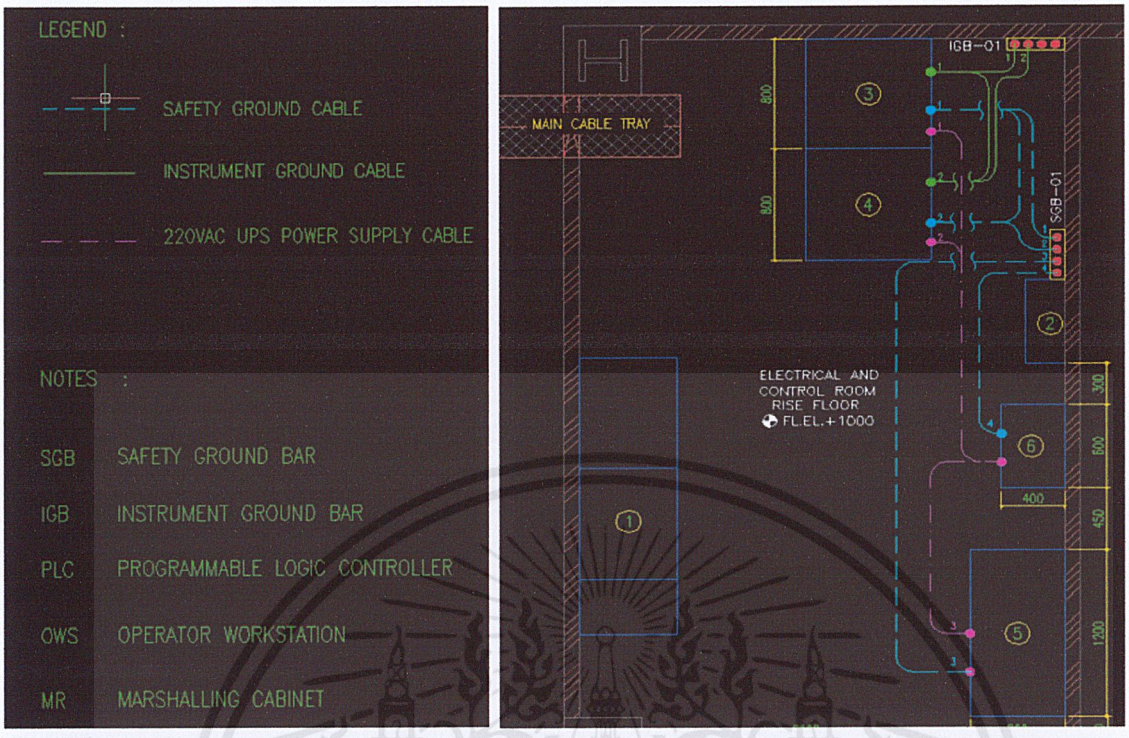
Item	Cabinet Description	Originator	Width (mm)	x	Depth (mm)	x	Height (mm)	Weight (kg)	No. of Feeders	Voltage	Power Consumption BUS A (VA)	Load Current BUS A (A)	Heat Load (Watt)	CIRCUIT BREAKER Pole/No.CB	CIRCUIT BREAKER AT (2)	CIRCUIT BREAKER AT (3)	Remarks
A : VOCs CONCENTRATION UNIT																	
	I : LOCAL CONTROL ROOM																
1	VOCs OPERATOR WORKSTATION	INST.	1200	x	600	x	750	150	1	220VAC	300.0	1.4	96.0	2P/1	1.7	6	
2	VOCs PLC CABINET	INST.	800	x	800	x	2100	350	1	220VAC	480.0	2.2	153.6	2P/1	2.7	6	
3	VOCs MARSHALLING CABINET	INST.	800	x	800	x	2100	250	1	220VAC	180.0	0.8	57.6	2P/1	1.0	6	
4	POWER DISTRIBUTION PANEL (220 VAC-WALL MOUNTED)	INST.	600	x	400	x	1000	150	1	220VAC	150.0	0.7	48.0	2P/1	0.9	6	for utilities inside the cabinet
	TOTAL LOADS FOR VOCs LOCAL CONTROL ROOM							900			1,110.0	5.0	355.2				
	II : PROCESS AREA																
5	MT-6002 (VOC-PID-101)	INST.	-		-		-	-	1	220VAC	30.0	0.1		2P/1	0.2	6	
6	MT-6001 (VOC-PID-101)	INST.	-		-		-	-	1	220VAC	30.0	0.1		2P/1	0.2	6	
7	MT-7002 (VOC-PID-102)	INST.	-		-		-	-	1	220VAC	30.0	0.1		2P/1	0.2	6	
8	MT-7001 (VOC-PID-102)	INST.	-		-		-	-	1	220VAC	30.0	0.1		2P/1	0.2	6	
	TOTAL LOADS FOR VOCs PROCESS AREA							0			120.0	0.5	0.0				
	TOTAL LOADS FOR VOCs CONCENTRATION UNIT							900			1,230.0	5.6	355.2				
B : NMP PURIFICATION UNIT																	
	I : LOCAL CONTROL ROOM																
1	NMP OPERATOR WORKSTATION	INST.	1200	x	600	x	750	150	1	220VAC	300.0	1.4	96.0	2P/1	1.7	6	
2	NMP PLC CABINET	INST.	800	x	800	x	2100	350	1	220VAC	480.0	2.2	153.6	2P/1	2.7	6	
3	NMP MARSHALLING CABINET	INST.	800	x	800	x	2100	250	1	220VAC	180.0	0.8	57.6	2P/1	1.0	6	
4	POWER DISTRIBUTION PANEL (220 VAC-WALL MOUNTED)	INST.	600	x	473	x	345	150	1	220VAC	150.0	0.7	48.0	2P/1	0.9	6	for utilities inside the cabinet
	TOTAL LOADS FOR NMP LOCAL CONTROL ROOM							900			1,110.0	5.0	355.2				
	II : PROCESS AREA																
	TOTAL LOADS FOR NMP PROCESS AREA							0			0.0	0.0	0.0				
	TOTAL LOADS FOR NMP PURIFICATION UNIT							900			1,110.0	5.0	355.2				
C : Central Control Room																	
1	VOCs OPERATOR WORKSTATION	INST.	1200	x	600	x	750	150	1	220VAC	300.0	1.4	96.0	2P/1	1.7	6	
2	NMP OPERATOR WORKSTATION	INST.	1200	x	600	x	750	150	1	220VAC	300.0	1.4	96.0	2P/1	1.7	6	
3	LASER COLOR PRINTER FOR VOCs AND NMP	INST.	1200	x	600	x	750	150	1	220VAC	30.0	0.1	9.6	2P/1	0.2	6	
	TOTAL LOADS FOR CENTRAL CONTROL ROOM							450			630.0	2.9	201.6				

รูปที่ 4.6 Instrument Load List

4.5 Instrument Power Wiring & Grounding Diagram

การออกแบบการลากสายไฟจากตัว Power supply และต่อสายลงดินจะใช้โปรแกรม CAD ในการร่างแบบ หลังจากได้รับแผนผังห้องมาแล้วก็จะทำการออกแบบให้บริเวณที่ต่อสายลงดิน อยู่บริเวณใกล้ตู้ควบคุมและตู้ต่อสายเพื่อให้ง่ายต่อการเชื่อมต่อ โดยในการเขียนแบบนั้นเพื่อให้ง่ายในการสังเกตจึงต้องใส่รายละเอียดประเภทของสายให้ชัดเจนโดยการใช้สีและลักษณะของเส้นที่ต่างกัน ในการลากสายดินระหว่างตู้จะใช้ขนาดสายที่เล็กและใช้สายขนาดใหญ่ เมื่อทำการลากสายออกจากตู้ไปลงดินกับทำการลากสายไฟจาก PDP ไปยังตู้ต่างๆ โดยประโยชน์ของแบบร่างนี้จะช่วยแสดงให้สังเกตการเชื่อมต่อสายไฟและสายดินได้ง่ายขึ้นซึ่งเอกสารฉบับนี้จะนำไปใช้ตอนช่วงงาน construction เพื่อให้ผู้รับเหมาสามารถลากสายได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 Power&Ground wiring diagram 1

ในส่วนของตารางจะบอกชนิดและขนาดของอุปกรณ์ตามหมายเลข, อัตราการใช้ไฟ, รายละเอียดสายไฟดังนี้ คือ การเชื่อมต่อสายไฟโดยมีทั้งต้นทางและปลายทาง ความยาว ประเภทและขนาดของสาย

ELECTRICAL AND CONTROL ROOM EQUIPMENT LIST

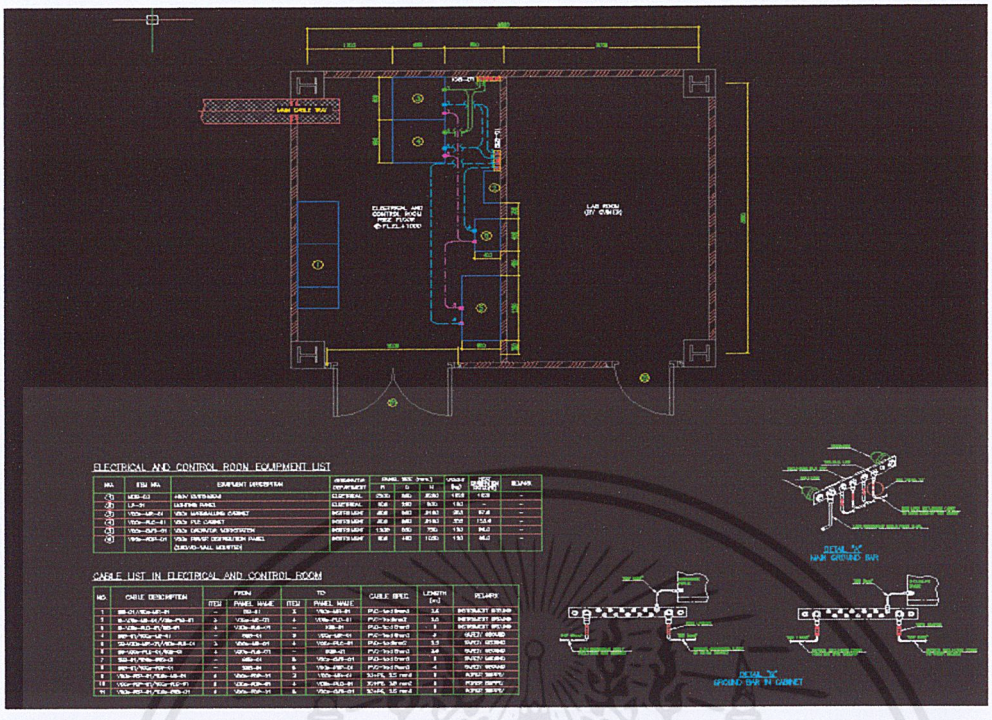
NO.	ITEM NO.	EQUIPMENT DESCRIPTION	ORIGINATOR DEPARTMENT	PANEL SIZE (mm.) W	D	H	WEIGHT (kg)	HEAT DISSIPATION RATED(W)	REMARK
①	MDB-03	400V SWITCHGEAR	ELECTRICAL	2200	820	2200	1820	1820	–
②	LP-01	LIGHTING PANEL	ELECTRICAL	600	250	600	100	–	–
③	VOCs-MR-01	VOCs MARSHALLING CABINET	INSTRUMENT	800	800	2100	250	57.6	–
④	VOCs-PLC-01	VOCs PLC CABINET	INSTRUMENT	800	800	2100	350	153.6	–
⑤	VOCs-OWS-01	VOCs OPERATOR WORKSTATION	INSTRUMENT	1200	800	750	150	96.0	–
⑥	VOCs-PDP-01	VOCs POWER DISTRIBUTION PANEL (220VAC-WALL MOUNTED)	INSTRUMENT	600	400	1000	150	48.0	–

CABLE LIST IN ELECTRICAL AND CONTROL ROOM

NO.	CABLE DESCRIPTION	FROM ITEM	FROM PANEL NAME	TO ITEM	TO PANEL NAME	CABLE SPEC.	LENGTH (m)	REMARK
1	IGB-01/VOCs-MR-01	–	IGB-01	3	VOCs-MR-01	PVC-1cx16mm2	3.5	INSTRUMENT GROUND
2	IG-VOCs-MR-01/VOCs-PLC-01	3	VOCs-MR-01	4	VOCs-PLC-01	PVC-1cx6mm2	2.5	INSTRUMENT GROUND
3	IG-VOCs-PLC-01/IGB-01	4	VOCs-PLC-01	–	IGB-01	PVC-1cx16mm2	8	INSTRUMENT GROUND
4	SGB-01/VOCs-MR-01	–	SGB-01	3	VOCs-MR-01	PVC-1cx16mm2	5	SAFETY GROUND
5	SG-VOCs-MR-01/VOCs-PLC-01	3	VOCs-MR-01	4	VOCs-PLC-01	PVC-1cx6mm2	2.5	SAFETY GROUND
6	SG-VOCs-PLC-01/SGB-01	4	VOCs-PLC-01	–	SGB-01	PVC-1cx16mm2	3.5	SAFETY GROUND
7	SGB-01/VOCs-OWS-01	–	SGB-01	5	VOCs-OWS-01	PVC-1cx16mm2	6	SAFETY GROUND
8	SGB-01/VOCs-PDP-01	–	SGB-01	6	VOCs-PDP-01	PVC-1cx16mm2	4	SAFETY GROUND
9	VOCs-PDP-01/VOCs-MR-01	6	VOCs-PDP-01	3	VOCs-MR-01	2C+PE, 2.5 mm2	6	POWER SUPPLY
10	VOCs-PDP-01/VOCs-PLC-01	6	VOCs-PDP-01	4	VOCs-PLC-01	2C+PE, 2.5 mm2	6	POWER SUPPLY
11	VOCs-PDP-01/VOCs-OWS-01	6	VOCs-PDP-01	5	VOCs-OWS-01	2C+PE, 2.5 mm2	6	POWER SUPPLY

รูปที่ 4.8 Power&Ground wiring diagram 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 Power&Ground wiring diagram 3

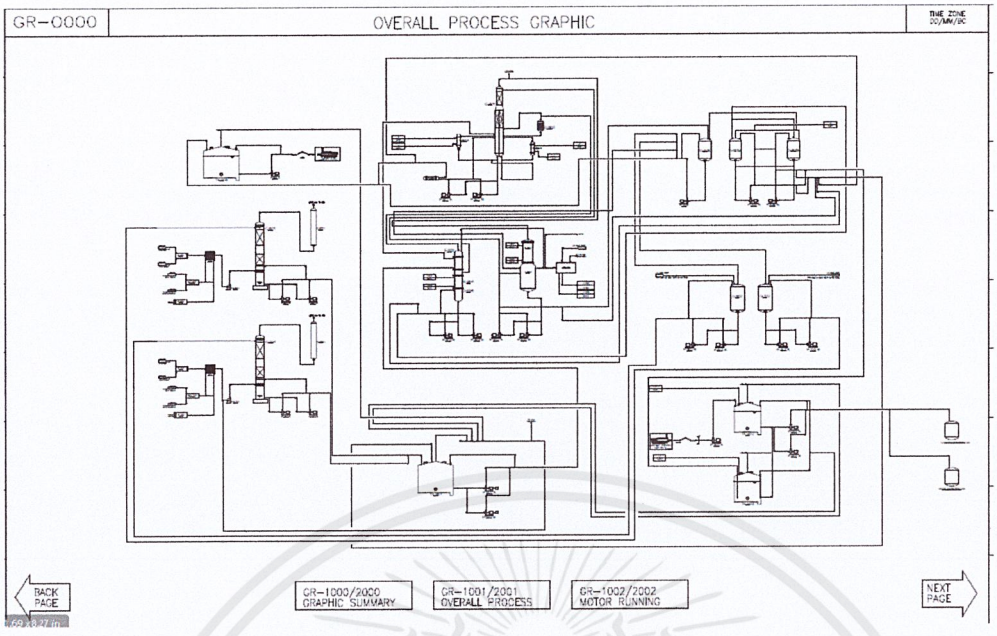
4.6 Graphic sketch

ในการออกแบบกราฟฟิกแสดงผลของส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติการนั้น จะจัดทำขึ้นจากการทำ Graphic sketch โดยอ้างอิงรายละเอียดจากเอกสาร Graphic specification ที่ทำการออกแบบไว้ก่อนหน้า ซึ่งใช้โปรแกรม CAD ในการออกแบบ ในส่วนของ HMI นั้นจะต้องมีหลายองค์ประกอบ ประกอบไปด้วยดังนี้

4.6.1 Overall Process graphic

ในส่วนนี้เป็นกราฟฟิกหน้าจอที่แสดงผลถึงกระบวนการทั้งหมดในโรงงาน โดยมีเส้นที่ลำเลียงผลิตภัณฑ์จากส่วนต่างๆ เชื่อมโยงกระบวนการแต่ละส่วนเข้าด้วยกันและสามารถทำการคลิกที่อุปกรณ์ที่แสดงอยู่เพื่อทำการเข้าไปสู่หน้าของกระบวนการผลิตนั้นๆ ได้

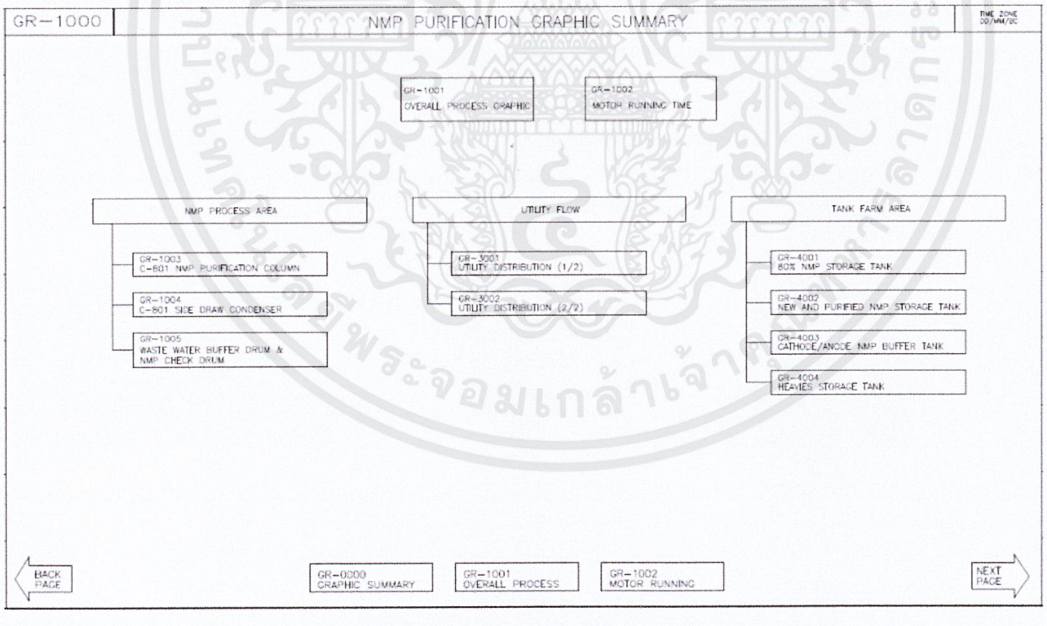
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 Overall Process Graphic

4.6.2 Graphic Summary

เป็นส่วนกราฟฟิกแสดงผลของหน้าสารบัญโดยสามารถทำการเลือกกระบวนการที่ต้องการ

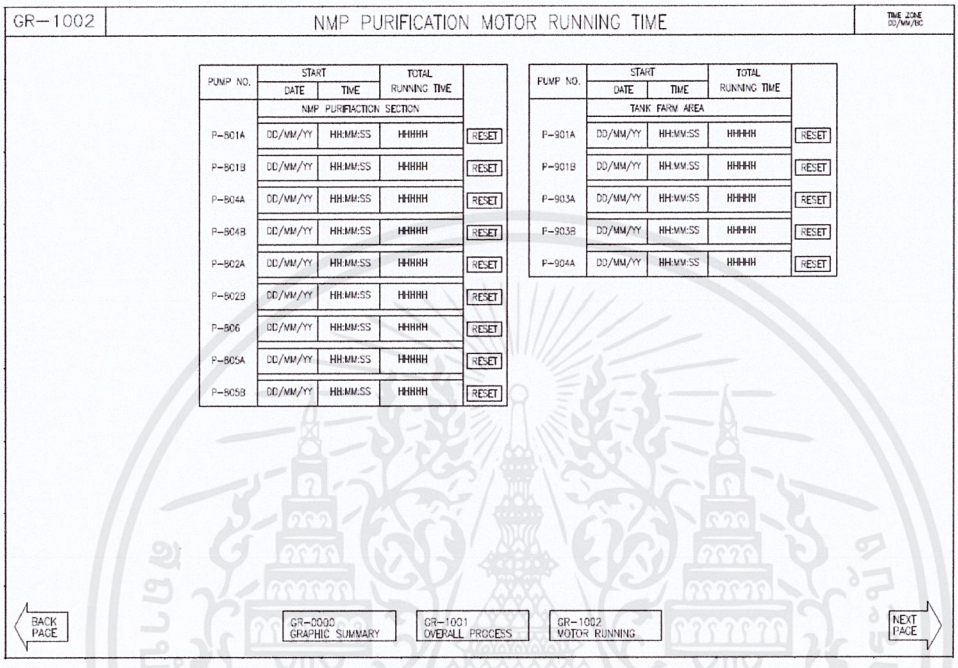


รูปที่ 4.11 Graphic Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 Motor Running Time

เป็นหน้ากราฟฟิกแสดงผลการทำงานของมอเตอร์ทั้งหมดในกระบวนการโดยบอกถึงรายละเอียดเกี่ยวกับวันที่และเวลาเริ่มต้นการทำงาน, เวลาที่มอเตอร์ทำงานไปแล้วทั้งหมดและสามารถทำการรีเซ็ตมอเตอร์จากหน้านี้ได้



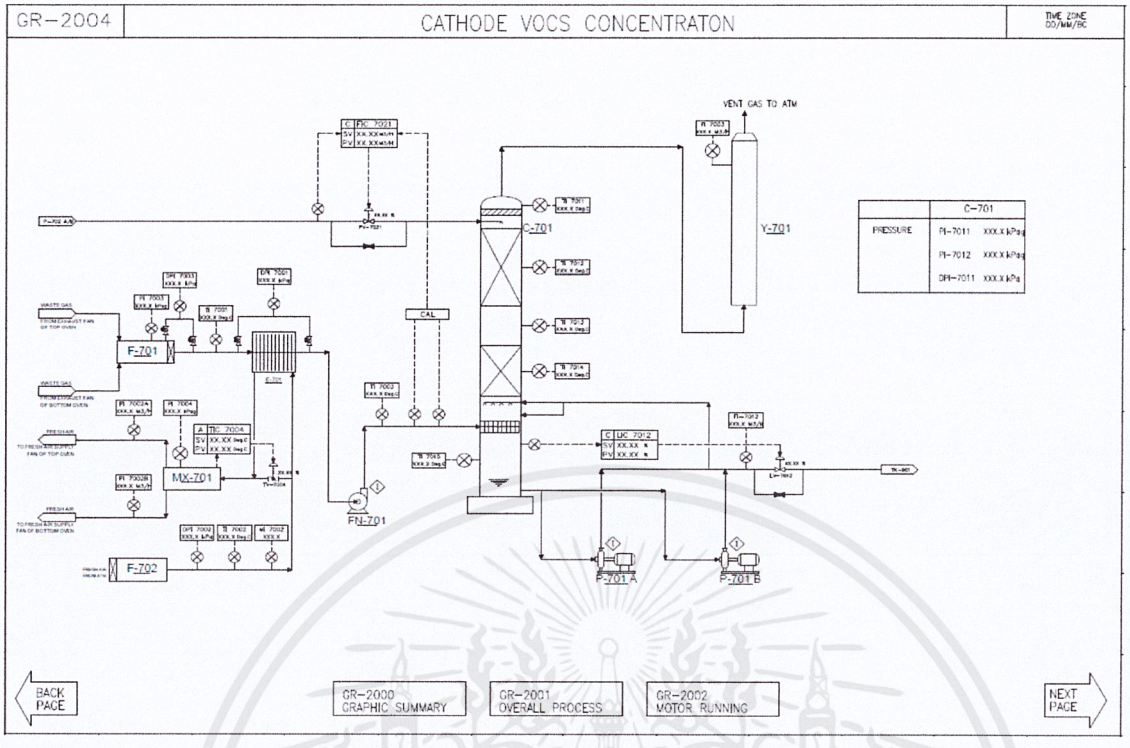
รูปที่ 4.12 Motor running time

4.6.4 Process area

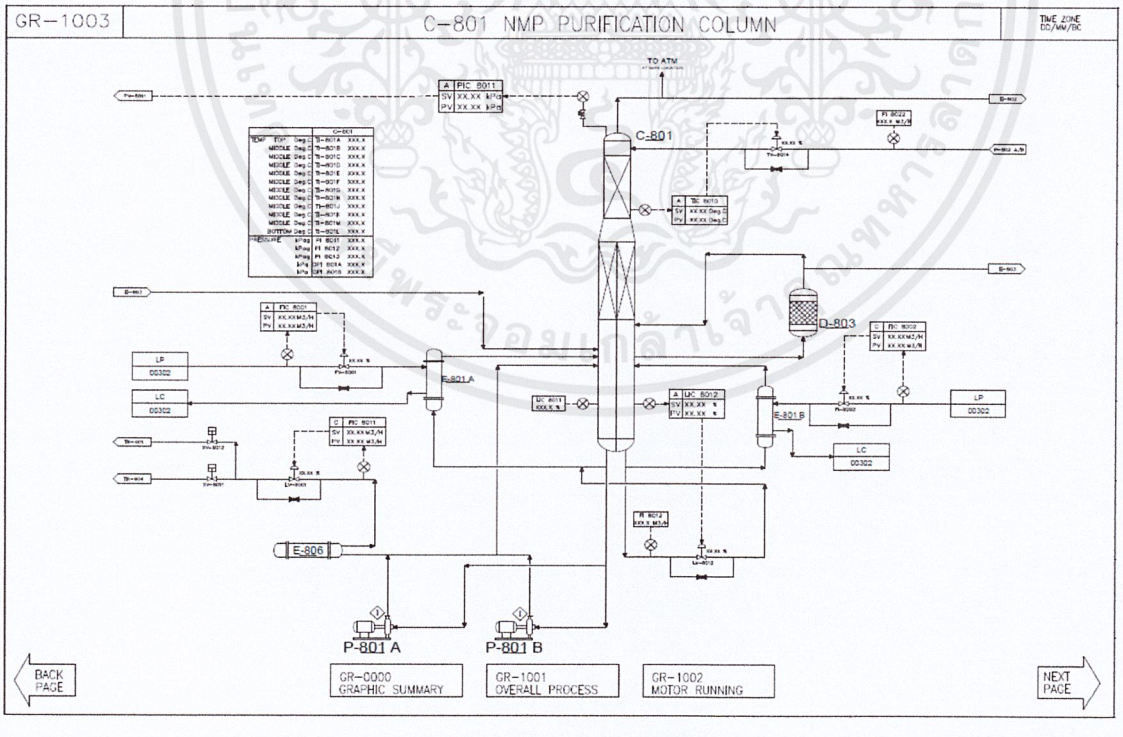
เป็นหน้ากราฟฟิกแสดงผลรายละเอียดเฉพาะของกระบวนการใดๆ ที่ต้องทำการสังเกตผลการดำเนินงาน โดยมีรายละเอียดของกราฟฟิกที่ชัดเจนเฉพาะส่วนนั้นๆ ที่ไม่ได้แสดงให้เห็นใน Overall Process graphic

ในส่วน Process area นี้จะแสดงผลของการทำงานของวาล์วกับมอเตอร์, ประเภทการทำงานของลูปควบคุมนั้นๆ, การแสดงผลสัญญาณ Interlock ของมอเตอร์กับ ON/OFF Valve, แสดงผลค่าตัวแปรจาก Transmitter เช่น ระดับน้ำในถัง อัตราการไหล และยังสามารถทราบถึงชนิดของวัตถุที่อยู่ในท่อลำเลียง รวมถึงทิศทางการไหลเข้าเครื่องจักรในกระบวนการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

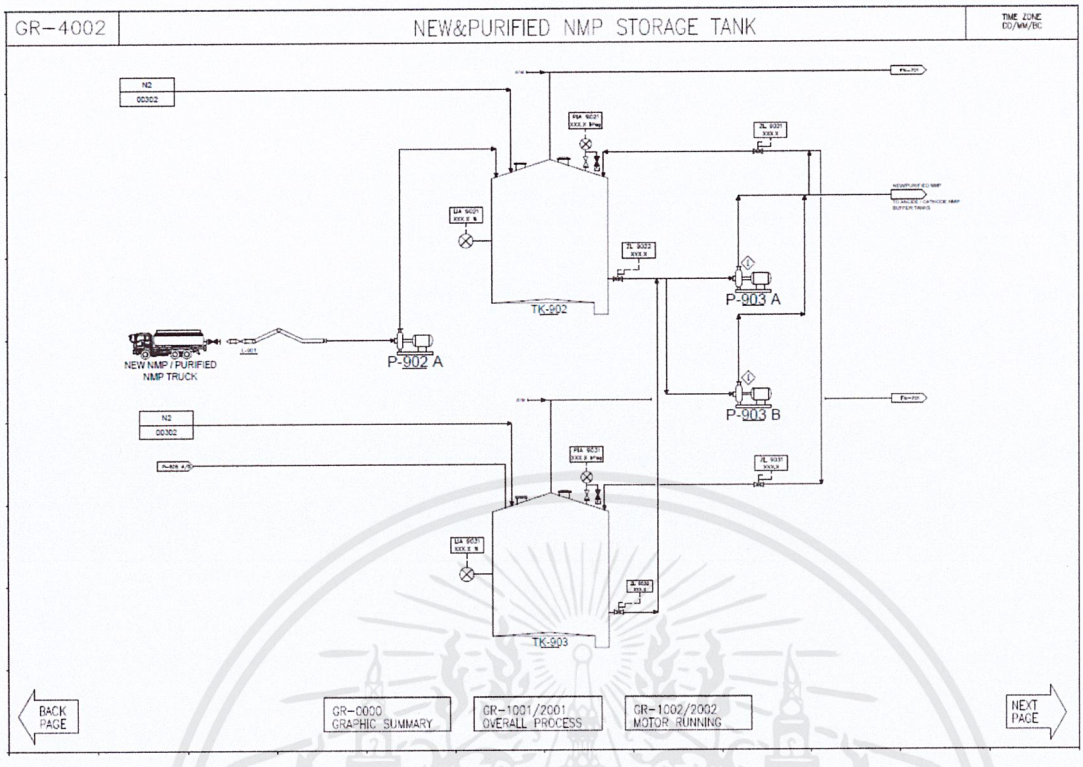


รูปที่ 4.13 Process Area 1



รูปที่ 4.14 Process Area 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 Process Area 3

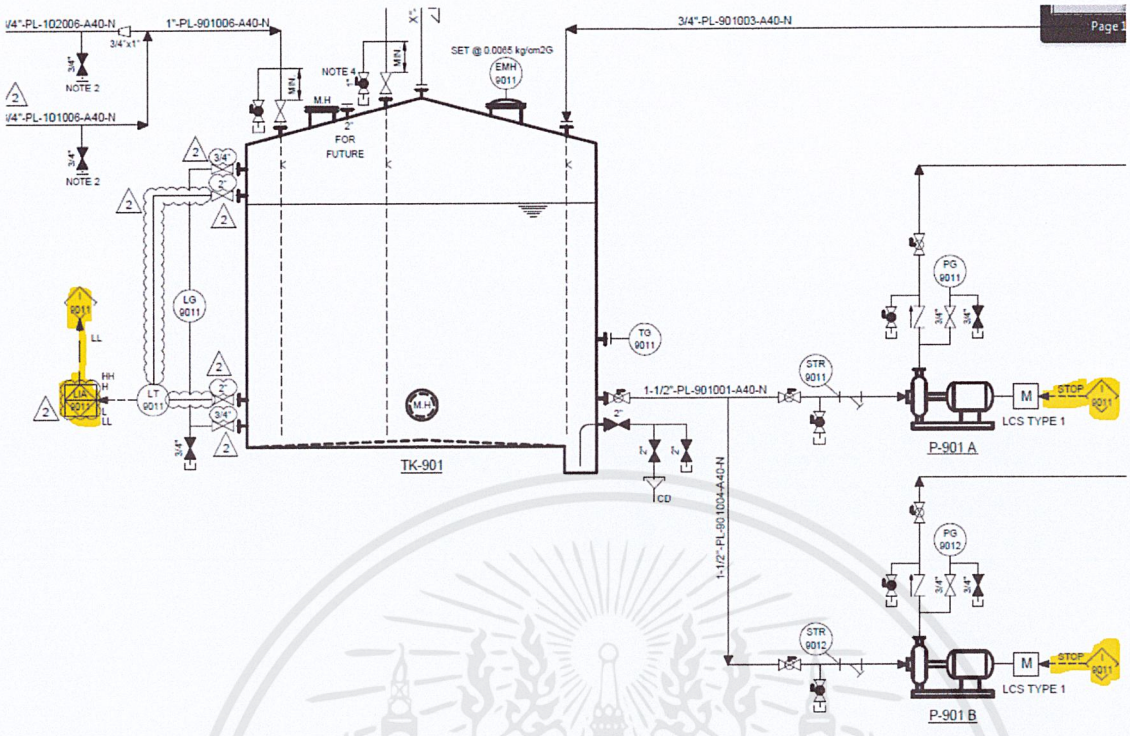
4.7 Interlock logic diagram

หลังจากทำการศึกษาการทำงานของกระบวนการจาก P&ID พบว่าการเกิด Interlock แต่ละหมายเลข ถูกนำมาใช้เพื่อสั่งการมอเตอร์ของปั๊มและ ON/OFF Valve ให้หยุด/ทำงาน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในกระบวนการนั้นๆ โดยในโครงการนี้เงื่อนไขในการเกิดการ Interlock จะกำหนดไว้ว่าเมื่อระดับของเหลวในถังต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้เป็น LL หรือระดับของเหลวที่ต่ำที่สุดในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ถึงจะเริ่มการทำงานในส่วนของการ Interlock ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบ Interlock Logic Diagram เพื่อป้องกันความความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ในโรงงานดังนี้

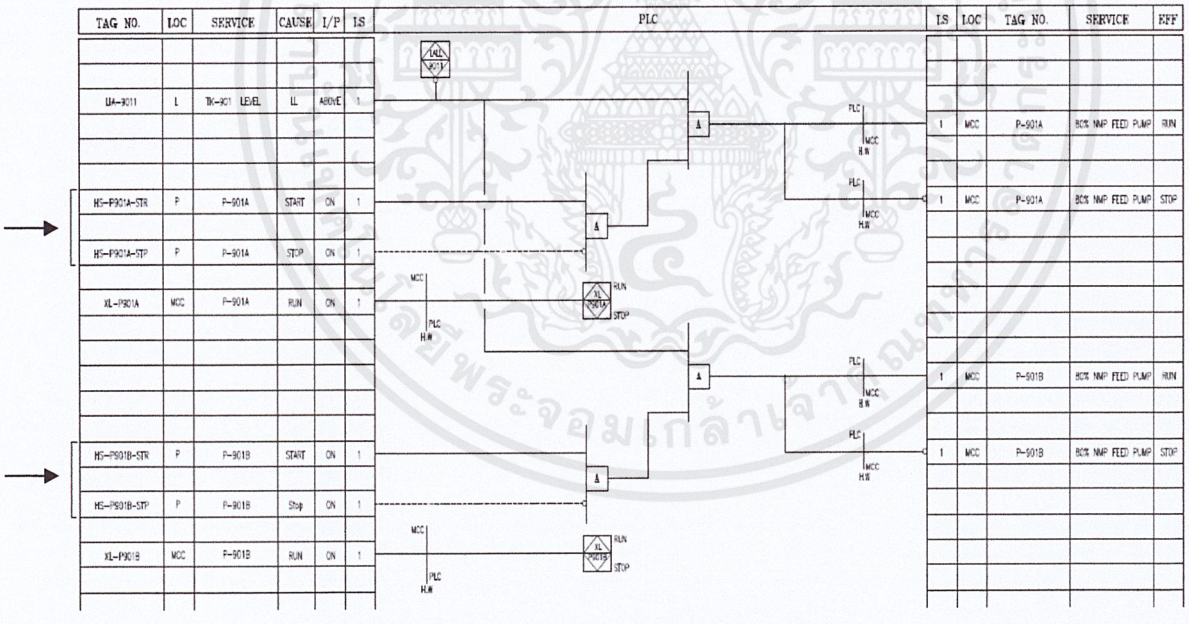
4.7.1 Tank Farm Area

ในส่วนของถัง TK-901 จากการศึกษากระบวนการพบว่า Interlock I-9011 มาจากตัวทรานสมิตเตอร์วัดระดับและมอเตอร์ของปั๊ม P-901A/B โดยทิศทางการไหลของของเหลวไปยังตัวปั๊มเป็นทิศทางการไหลออกจากถัง จึงต้องทำการออกแบบลอจิคให้ปั๊มหยุดการทำงานเมื่อระดับของเหลวในถัง TK-901 อยู่ในระดับต่ำกว่า LL ขึ้น เพื่อไม่ให้ระดับของเหลวในถังต่ำกว่ากำหนด และลดความเสียหายจากการทำงานของปั๊มเมื่อไม่มีของเหลวไหลผ่าน (Run Dry Protection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 Tank Farm TK-901



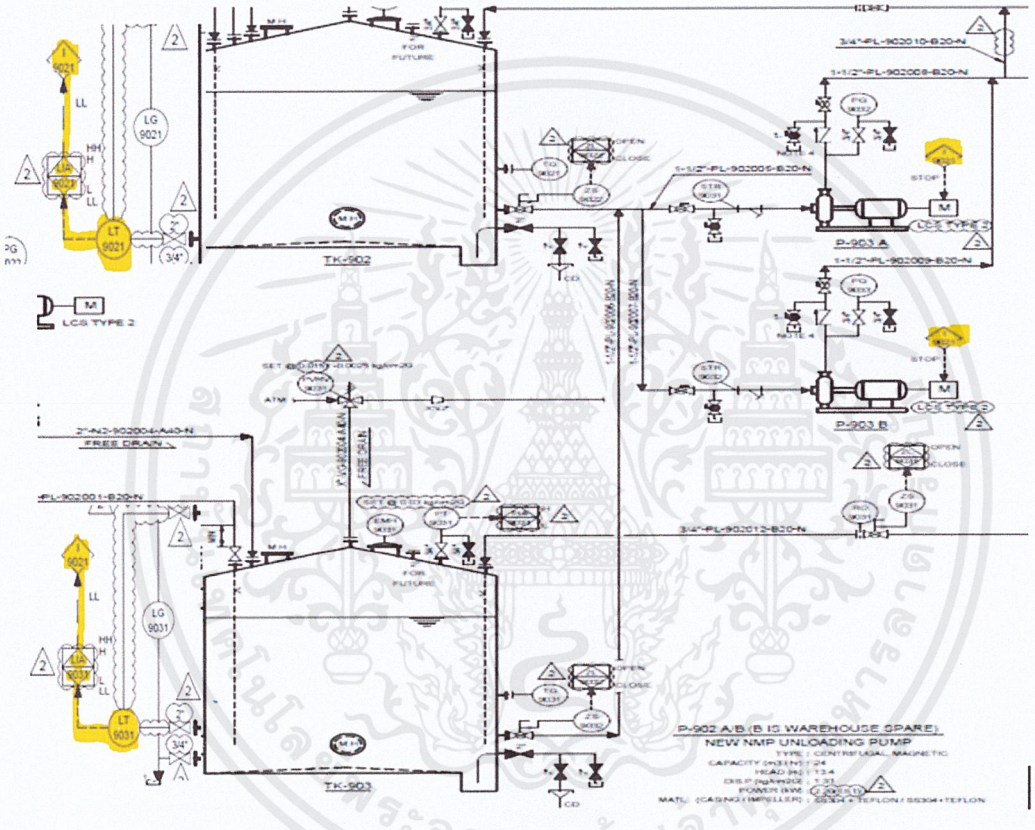
รูปที่ 4.17 Logic การทำงาน P-901A/B

ในส่วนการทำงานของปั๊มจะมี 2 เงื่อนไขในคือ เมื่อระดับของเหลวในถังอยู่สูงกว่าระดับ LL จะกำหนดค่าสถานะเป็น 1 และเงื่อนไขที่สองคือต้องมีการกด Start จากผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้ค่าสถานะเท่ากับ 1 เพื่อให้ลอจิค AND GATE มีค่าสถานะกลายเป็น 1 ซึ่งมีผลลัพธ์คือปั๊มเกิดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการหยุดการทำงานของปั๊มมีเงื่อนไขดังนี้ คือ เมื่อระดับของเหลวอยู่ต่ำกว่าระดับ LL จะเกิดการ Interlock ขึ้นโดยค่าสถานะจาก 1 เป็น 0 ส่งผลให้ลอจิค AND ไม่สามารถมีค่าเป็น 1 ได้ส่งผลให้ปั๊มหยุดการทำงาน หรืออีกวิธีหนึ่งคือการกด Stop จะทำให้ปั๊มหยุดการทำงานทันทีโดยไม่ต้องรอเงื่อนไข LL

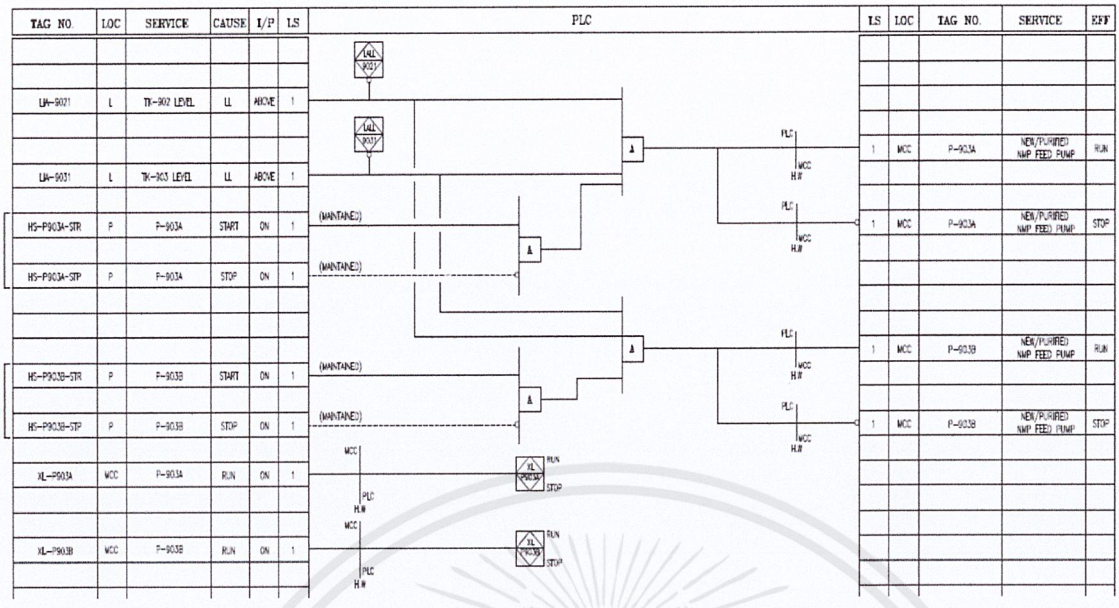
ในการสั่งสัญญาณ Start/Stop นั้นสามารถสั่งได้จากโปรแกรมของตัว PLC หรือสามารถเปลี่ยนค่าสถานะจากบริเวณปฏิบัติการได้โดยสังเกตตรงที่ลูกศรชี้ ซึ่งบ่งบอกว่าค่าสถานะจะเป็น Start/Stop อย่างใดอย่างหนึ่ง



รูปที่ 4.18 Tank Farm TK-902/903

ส่วนของถัง TK-902 และ TK-903 นั้นจะมีการใช้งานปั๊มเดียวกันคือ P-903A/B จึงใช้สัญญาณ I-9021 ร่วมกันในการสั่งหยุดการทำงานของปั๊มทั้ง 2 ตัว โดยมีเงื่อนไขคือหากระดับน้ำของถังใดถังหนึ่งมีระดับต่ำกว่าระดับ LL จะเกิดการ Interlock ขึ้นเพื่อทำการหยุดการทำงานของตัวปั๊ม P-903A/B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



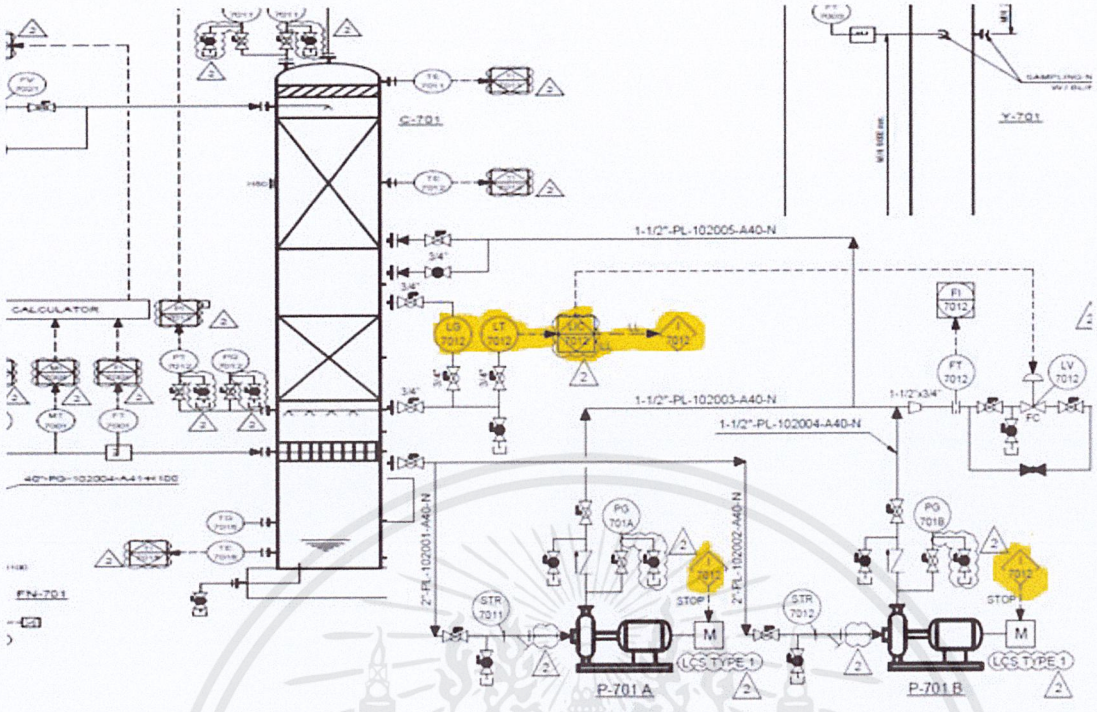
รูปที่ 4.19 Logic การทำงาน P-903A/B

ในการออกแบบลอจิคจะกำหนดเงื่อนไขคือ เมื่อระดับน้ำของถัง TK-902 หรือ TK-903 ต่ำกว่าระดับ LL จะเปลี่ยนค่าสถานะจาก 1 เป็น 0 ส่งผลให้ลอจิค AND มีเงื่อนไขเป็น 0 ซึ่งมีผลลัพธ์คือปั๊มหยุดการทำงาน ส่วนในเงื่อนไข Start/Stop จะทำงานแบบเดียวกันกับ TK-901

4.7.2 Process Area

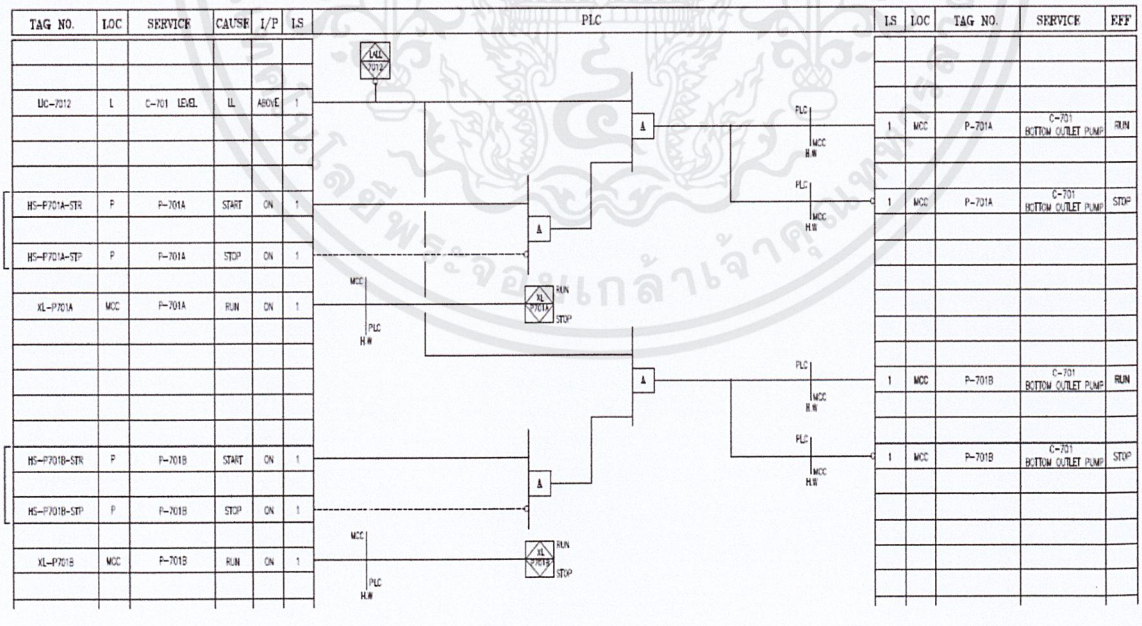
ในส่วนของบริเวณกระบวนการผลิตนั้น จะมีลักษณะการทำงานของ Interlock ที่เหมือนกันจึงขอยกมาเพียง 1 ตัวอย่างเนื่องจากในส่วนนี้มีหลายบริเวณ ซึ่งนักศึกษาจะใส่ไว้ในเอกสารแนบแทน จากรูปที่ 4.20 เป็นส่วนของหอกลั่นเพื่อทำการเปลี่ยนจากสารระเหย VOCs เป็นสาร NMP ซึ่งมีการใช้สัญญาณ I-7012 ในการสั่งปั๊มหมายเลข P-701A/B ในการหยุดการทำงานเมื่อระดับผลิตภัณฑ์ในหอกลั่นมีระดับกว่าระดับ LL เนื่องจากตำแหน่งของปั๊มอยู่ตรงทิศทางการไหลออกจากหอกลั่น เพื่อป้องกันการเกิด Pump Run Dry จึงจำเป็นต้องมีการใช้สัญญาณ Interlock ขึ้นเพื่อป้องกันความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 การส่งสัญญาณ Interlock-7012 จากหอกลั่น

การออกแบบลอจิคสำหรับสั่งการปั๊ม P-701A/B นั้น เนื่องจากการทำงานลักษณะเหมือนกับตัวปั๊ม P-901A/B จึงนำลอจิคที่ออกแบบไว้ก่อนหน้ามาทำการอ้างอิงได้เลย

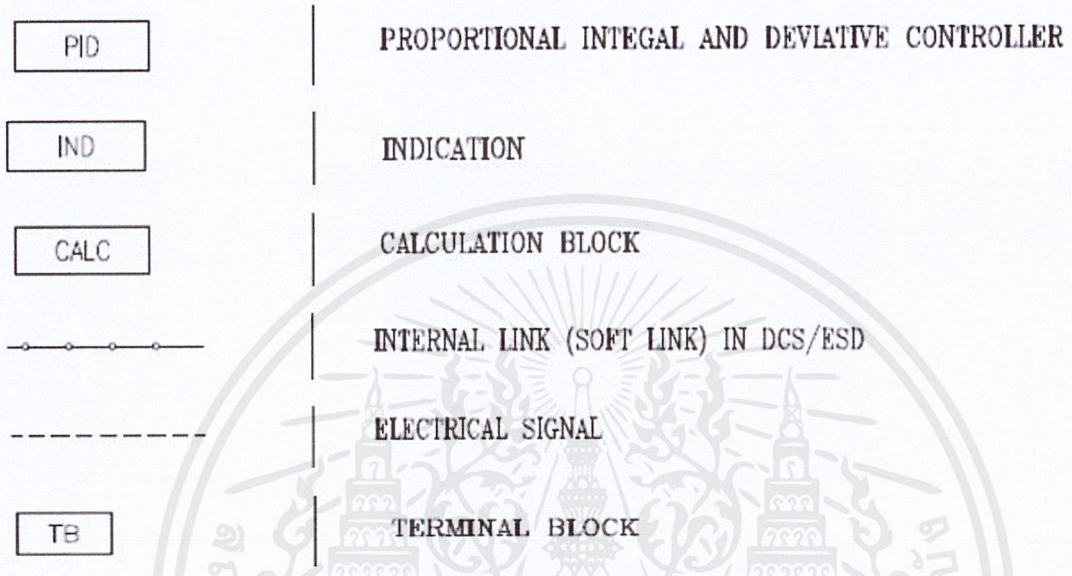


รูปที่ 4.21 Logic การทำงาน P-701A/B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 Complex loop diagram

หลังจากศึกษาลูปควบคุมต่างๆ ของกระบวนการผลิตในโครงการจาก P&ID เพื่อทำการสังเกตเพื่อระบุว่าระบบใดเป็นระบบที่มีการทำงานที่ซับซ้อน ซึ่งพบว่ามีลูปควบคุมแบบ Cascade loop และลูปควบคุมที่มีการคำนวณค่าจากกระบวนการ โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ในการร่างแบบจะมีดังนี้คือ



รูปที่ 4.22 สัญลักษณ์ที่ใช้ใน Complex Loop

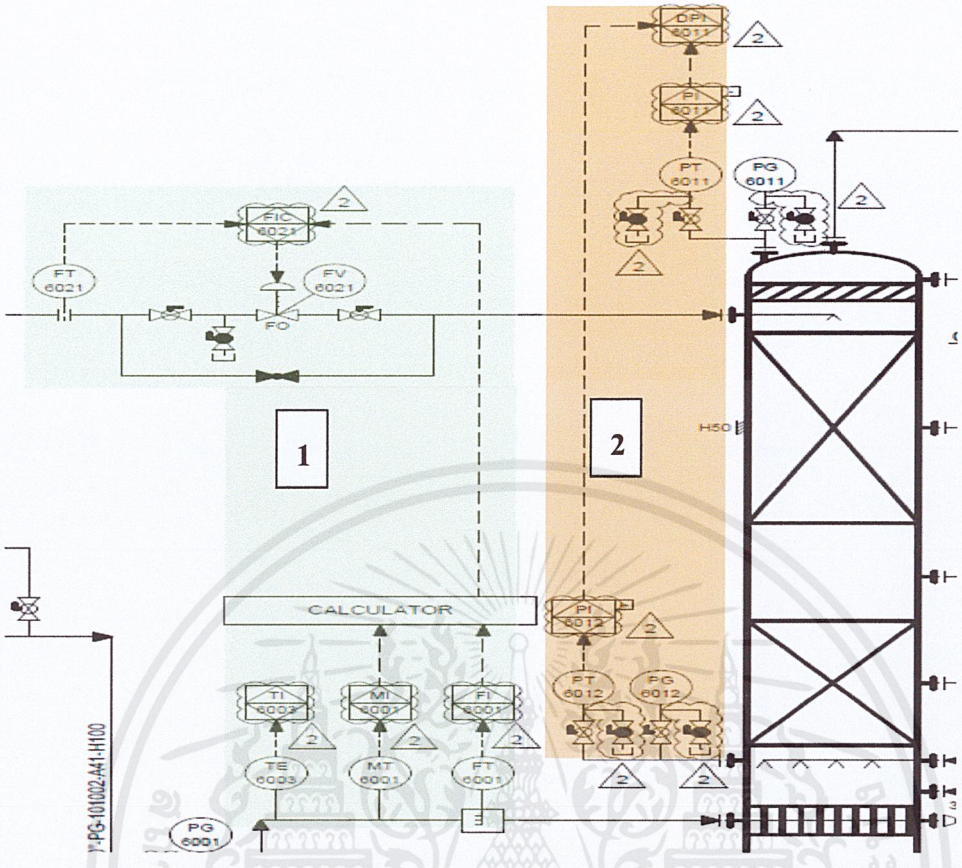
โดย PID หมายถึง การควบคุมจากค่าตัวแปรที่กำหนด
IND หมายถึง การแสดงผลค่าในโปรแกรม
CALC หมายถึง การคำนวณโดยใช้สูตรใดๆ

ซึ่งในการจัดทำ Complex loop diagram นั้นจะมีลูปควบคุมที่ซับซ้อนอยู่ 3 ลูปดังนี้

4.8.1 Anode/Cathode VOCs Concentration Column

จากการศึกษาบริเวณนี้ซึ่งเป็นบริเวณส่วนของหอกลั่น พบว่ามีลูปควบคุมที่ซับซ้อนอยู่ 2 ลูป คือลูปหมายเลขที่หนึ่งและสอง ดังในรูป 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

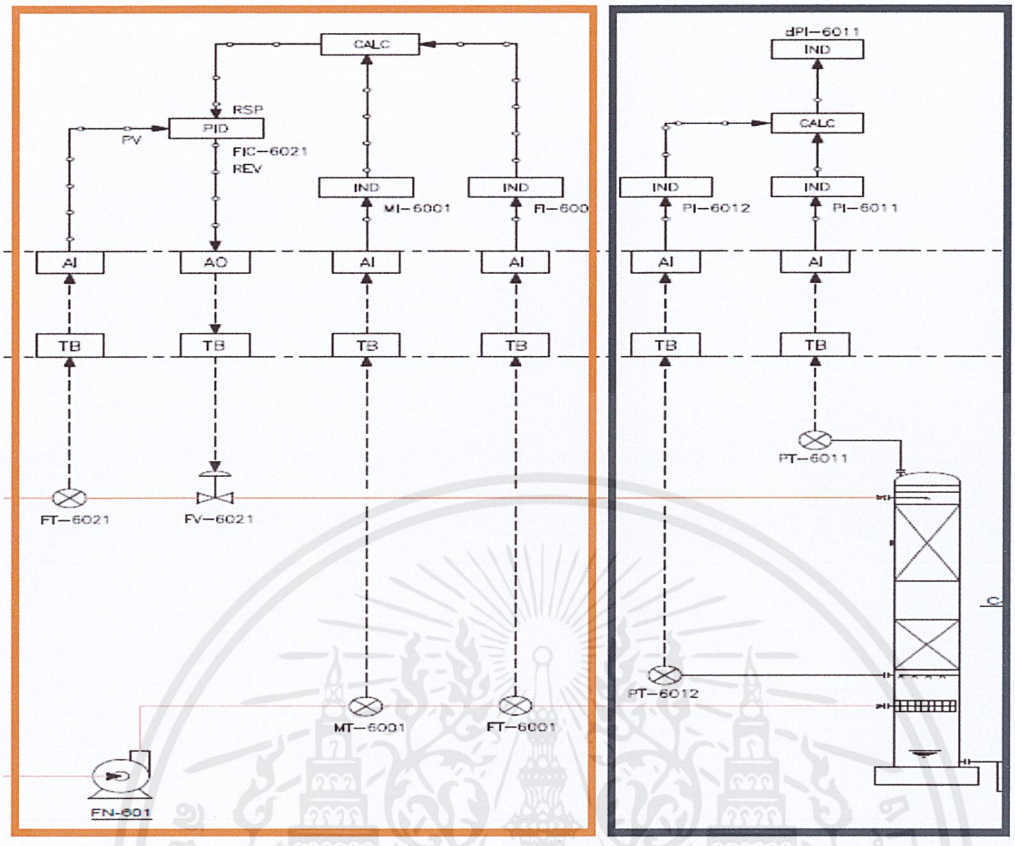


รูปที่ 4.23 ลูปควบคุมซับซ้อนหมายเลข 1 และ 2

ลูปควบคุมหมายเลข 1 เป็นลูปควบคุมประเภท Cascade โดยทำการควบคุม Control Valve แบบ Failed-Open โดยจะมีสัญญาณจากทรานสมิตเตอร์หมายเลข FT-6003 (Flow Transmitter) และ MT-6003 (Moisture Transmitter) เข้าสู่ตัวควบคุม PLC เพื่อเข้าสู่การคำนวณ และนำค่าผลลัพธ์ที่ได้ไปเข้าสัญญาณ FIC-6021 ซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมโดยตัว FIC-6021 จะมีสัญญาณจาก FT-6021 มาใช้ในการคำนวณด้วย เพื่อนำค่าคำนวณที่ได้จากกระบวนการมาควบคุม Control Valve ซึ่งหลังจากทำการศึกษาการทำงานของลูปควบคุมแล้วสามารถทำการออกแบบได้ดังกรอบสีแดงในรูป 4.24

ลูปควบคุมหมายเลข 2 เป็นลูปควบคุมที่นำค่าตัวแปรกระบวนการจากทรานสมิตเตอร์วัดความดันหมายเลข PT-6011 และ PT-6012 ไปยังตัวควบคุม PLC เพื่อแสดงค่าในโปรแกรมและนำค่าสัญญาณ PI-6011 และ PI-6012 ไปทำการคำนวณเพื่อนำค่าที่คำนวณได้ส่งสัญญาณ DPI-6011 เพื่อแสดงค่าผลต่างระหว่างแรงดันของส่วนบนและส่วนล่างของหอกลั่น ซึ่งหลังจากทำการศึกษาการทำงานของลูปควบคุมแล้วสามารถทำการออกแบบได้ดังกรอบสีดำในรูป 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



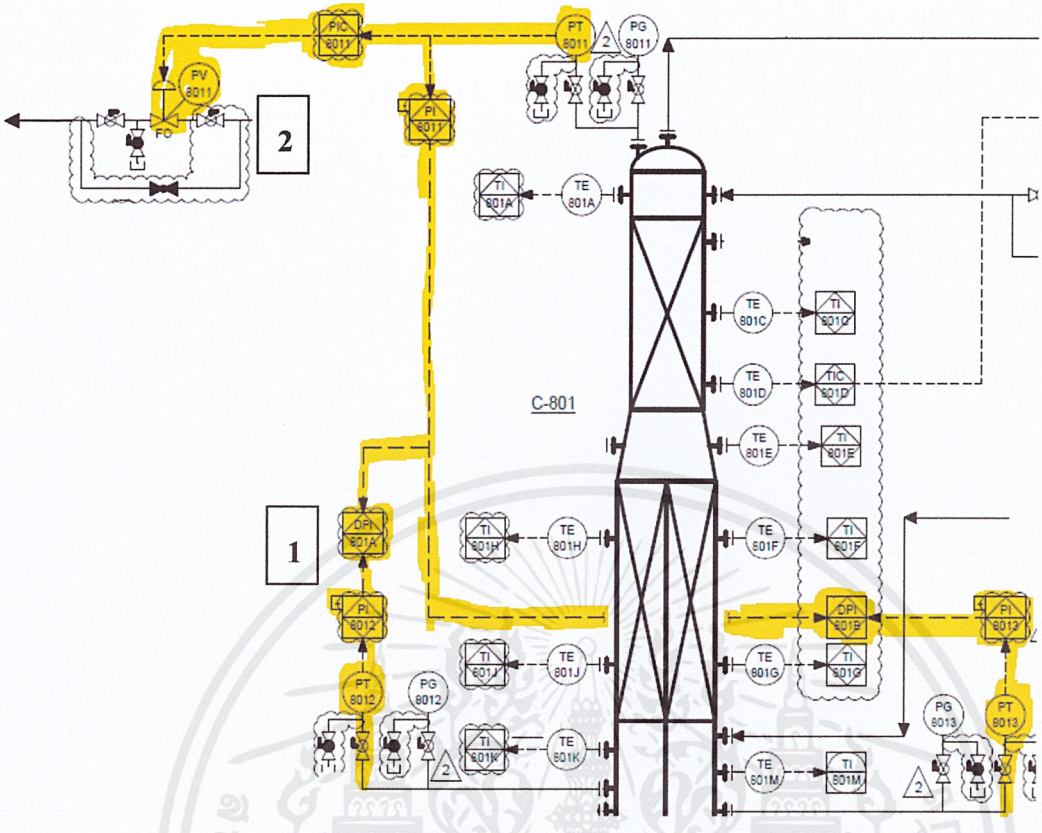
รูปที่ 4.24 Complex Loop 1&2

4.8.2 Reflux Drum Pressure Control

ในส่วนหัวข้อนี้นั้น เป็นการทำงานของการควบคุมความดันในถังโดยใช้วาล์วควบคุมปรับแรงดันให้เหมาะสมโดยในกระบวนการนี้มีลูปควบคุมที่ทำงานซับซ้อนอยู่ 1 ลูป มีอุปกรณ์เครื่องมือวัดดังนี้คือ ทรานสมิตเตอร์วัดความดัน 3 ตัวหมายเลข PT-8011 ถึง PT-8013 ในส่วนของการทำงานของลูปนี้มีอยู่ 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการแสดงผลในตัวควบคุม PLC มีสัญญาณค่าความดันจากกระบวนการดังนี้ คือ PI-8011, PI-8012, PI-8013 และการแสดงผลผลต่างของความดันระหว่างความดันข้างบนกับข้างล่าง โดยแบ่งเป็นฝั่งซ้ายและขวา โดยฝั่งซ้าย คือ DPI-801A ที่เป็นสัญญาณแสดงผลค่าผลต่างความดันระหว่าง PI-8011 กับ PI-8012 และฝั่งขวา DPI-801B ที่เป็นสัญญาณแสดงผลค่าผลต่างความดันระหว่าง PI-8011 กับ PI-8013

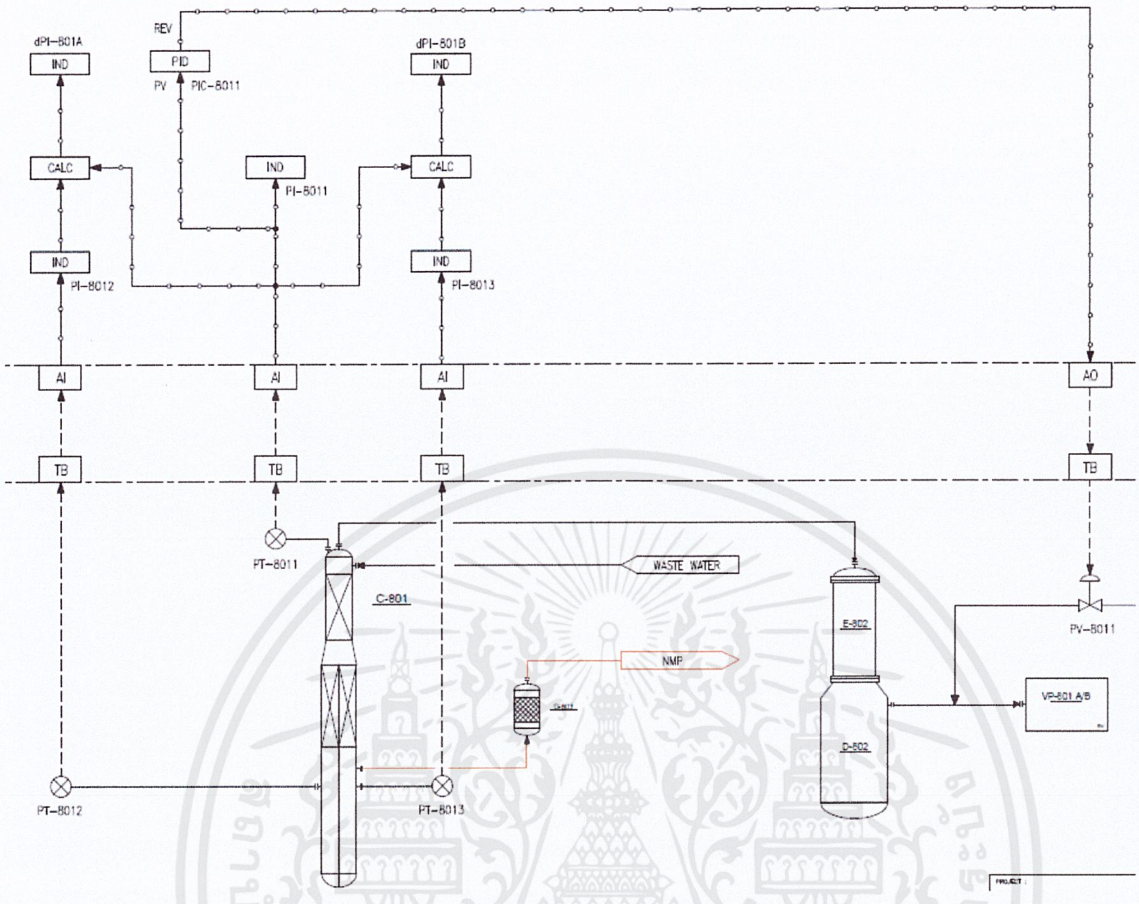
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ลูปควบคุมซับซ้อนของหอกลั่น

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการควบคุมแรงดันในท่อลำเลียง โดยในการควบคุมนั้นจะใช้สัญญาณควบคุมที่สั่งมาจาก PLC หมายเลข PIC-8011 โดยในการควบคุมวาล์วจะนำค่าความดันส่วนบนของถังจากทรานสมิตเตอร์หมายเลข PT-8011 มาทำการประมวลผลและนำค่าผลลัพธ์ที่ได้ ส่งค่าสัญญาณไปที่วาล์วควบคุมแบบ Failed Open หมายเลข PV-8011 เพื่อควบคุมความดันต่อไป ซึ่งได้ทำการออกแบบดังในรูป 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 Complex Loop สำหรับหอกลั่นที่เสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลจากการดำเนินงาน

รายงานฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่ออธิบายขั้นตอนการออกแบบเอกสารทางวิศวกรรมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ โดยเอกสารทั้งหมดที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้นนั้นได้รับการอนุมัติจากบริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน) เพื่อนำไปใช้ในโครงการ VOCs Concentration and NMP Purification Plant Project ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในโรงงานเคมีของบริษัท อมิตา เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งในท้ายสุดแล้วเอกสารทั้งหมดที่ได้ทำการออกแบบนั้นจะส่งมอบให้ทางผู้ว่าจ้างนำไปใช้ในการจัดทำโรงงานเคมีต่อไป

5.2 ปัญหาที่พบและอุปสรรค

1. ไม่มีประสบการณ์ในการจัดทำและจัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ ส่งผลให้การทำงานมีความผิดพลาด
2. ขาดความรู้และความเข้าใจในลักษณะงานที่ได้รับในช่วงแรก ส่งผลให้การทำงานไม่ต่อเนื่อง
3. ลักษณะงานที่ทำต้องใช้เวลานานถึงจะเสร็จ ส่งผลให้ไม่สามารถทำงานได้ทุกส่วน

5.3 แนวทางแก้ไข

1. สอบถามผู้นิเทศงานเพื่อทำความเข้าใจถึงกระบวนการต่างๆ และลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน

2. ศึกษาการจัดทำเอกสารจากงานเก่าๆ ที่บริษัทดำเนินการจัดทำเสร็จสมบูรณ์แล้ว เพื่อให้เกิดความเข้าใจและส่งผลให้การทำงานมีความต่อเนื่องมากขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

ควรเพิ่มเนื้อหาในส่วนของเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือวัดมากขึ้นในการสอน เพื่อให้นักศึกษาที่ไปปฏิบัติงานมีความรู้เป็นพื้นฐาน ส่งผลให้ปฏิบัติงานเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **NMP** เข้าถึงได้จาก:

http://th.haofeichemical.com/info/n-methyl-pyrrolidone-nmp-26625535.html

[2] **VOCs** เข้าถึงได้จาก:

http://www.nsm.or.th/other-service/669-online-science/knowledge-inventory/sci-vocabulary/sci-vocabulary-science-museum/3771-vocs.html

[3] **P&ID** เข้าถึงได้จาก:

http://tamagozzilla.blogspot.com/2015/06/piping-and-instrumental-diagram-p-mo.html

[4] **Lithium-Ion Battery** เข้าถึงได้จาก:

https://www.thanop.com/tag/lithium-ion-battery/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้