

# การปรับปรุงระบบส่งจ่ายน้ำมันดิบด้วยระบบอัตโนมัติ

## IMPROVEMENT OF PETROLEUM FEEDER SYSTEM BY AUTOMATED SYSTEM



เอกรินทร์ วิชาช่วย  
Ekarin Vichachuai

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

KMITL-2023-EN-M-027-163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVEMENT OF PETROLEUM FEEDER SYSTEM BY AUTOMATED  
SYSTEM

SYSTEM



EKARIN VICHACHUAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING  
SCHOOL OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2023  
KMITL-2023-EN-M-027-163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงระบบส่งจ่ายน้ำมันดิบด้วยระบบอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายเอกรินทร์ วิชาช่วย
รหัสประจำตัว	64601174
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒน์

## บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคการออกแบบและปรับปรุงจากระบบเดิมของกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันดิบ จากการทำงานด้วยการควบคุมด้วยเจ้าหน้าที่ (Manual) มาเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic) โดยนำระบบอุปกรณ์ควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติ (Programmable Logic Controller : PLC) มาประยุกต์ใช้ โดยออกแบบระบบให้สามารถควบคุมจากตัวควบคุมหลักของระบบเดิมที่ใช้ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับกระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม (Distributed Control System : DCS) มาควบคุมการทำงานของส่วนควบคุมการจ่ายน้ำมัน (Valve) แบบอัตโนมัติ ด้วยแอกทูเอเตอร์หัวขับเคลื่อน (Valve Actuator) แบบไฟฟ้า หรือการเปิดปิดด้วยส่วนควบคุมมอเตอร์ (Motor Operated Valve : MOV) ของหัวขับเคลื่อนมอเตอร์ (Motor Actuator) ในระบบการควบคุมแอกทูเอเตอร์ (Actuator) โดยใช้โปรโตคอลการควบคุมติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในวงการอุตสาหกรรม (Profibus) ซึ่งนำมาใช้แทน Valve เปิดปิดแบบ Manual โดยควบคุมการเปิดปิด Valve ของแต่ละถังและตำแหน่งที่จะนำมาผสมกันตามสูตรในการผลิตที่รับคำสั่งมาจาก DCS เพื่อให้ได้สัดส่วนที่ได้ตามมาตรฐานก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตในโรงกลั่น เทคนิคที่นำเสนอจะเป็นการนำการสื่อสารแบบ Profibus โปโตคอลมาใช้จัดการข้อมูลในการควบคุม Valve Actuator โดยใช้การสั่งงานผ่าน PLC ยี่ห้อ B&R โมเดล X20CP3586 เชื่อมต่อโครงข่ายและควบคุมผ่านโมดูล Profibus Master ยี่ห้อ B&R โมเดล X20IF1061-1 สำหรับควบคุม Profibus Slave ของแต่ละหน่วยควบคุม และสื่อสารรับส่งข้อมูลกับทาง DCS คอนโทรลเลอร์ผ่าน DP/DP Couple รุ่น Siemens 6ES7158-0AD01-0XA0 ทำหน้าที่เป็น Profibus Gateway ข้อมูลสถานะและคำสั่งควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้า จะถูกบริหารจัดการโดย PLC และการนำระบบ PLC และ Valve Actuator ไฟฟ้า ถูกนำมาใช้จะตอบโจทย์ความต้องการในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมโดยให้การสั่งงานที่รวดเร็วและความหนาเชื่อถือที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis</b>	Improvement of Petroleum Feeder System by Automated System
<b>Student</b>	Mr. Ekarin Vichachuai
<b>Student ID.</b>	64601174
<b>Degree</b>	Master of Engineering
<b>Program</b>	Electrical and Computer Engineering
<b>Year</b>	2023
<b>Thesis Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Sirichai Tammaruckwattana

## ABSTRACT

This thesis presents a practical technique to design and improvement the existing system of Petroleum feeders from manual operation to automatic control by using programable logic controllers (PLCs) interface to the main controller (DCS) of the existing system via using Profibus protocol mapping data to control motor-operated valve (MOVs) which upgrade from existing system which uses manual valve operate by the operator. The controlled MOV utilized follows a recipe from a master controller for mixing crude oil from each tank and feeding it to the header after this supply to the refinery process. The proposed technique is based on the use of Profibus protocol to manage data to control MOVs by using PLCs modeled B&R X20CP3586 for interconnections of four nodes through Profibus master modeled B&R X20IF1061-1 for twelve slaves, eighteen slaves, fifteen slaves and two slaves for each node, and master controller over a control network to communicate between master control (DCS) with PLCs through DP/DP couple modeled Siemens SIMATIC DP 6ES7158-0AD01-0XA0 working as a Profibus gateway. Input status and output command of each MOV valve are sent/receive and controlled by the PLCs are specified with command and status byte for cyclic communications. The proposed PLC control system for control of the MOV valve can operate following the manufacturer's requirements with fast response and more reliability.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้ความรู้ตลอดจนแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาพร้อมทั้งการสนับสนุน และจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณผู้แต่งหนังสือ เอกสารอ้างอิง และเว็บไซต์ต่างๆ ที่คณะผู้จัดทำได้นำมาใช้อ้างอิงประกอบการศึกษา และจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวถึงและผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ได้มีส่วนช่วยเหลือในการสนับสนุนให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดาและมารดา ซึ่งเป็นผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

เอกรินทร์ วิชาช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และห้ามอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 หลักการใหม่ที่น่าสนใจในวิทยานิพนธ์.....	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์.....	5
2.1 กล่าวนำ.....	5
2.2 หลักการทำงานระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการส่งจ่ายน้ำมันดิบ.....	6
2.3 ระบบควบคุม ACTUATOR ผ่านโปรโตคอล.....	7
2.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ Profibus DP.....	7
2.3.2 ลักษณะพื้นฐาน Profibus DP.....	8
2.3.3 วาล์วอุตสาหกรรมอัตโนมัติ.....	9
2.3.4 หัวขับไฟฟ้า (Electric Actuator).....	9
2.3.5 การทำงานพื้นฐานของระบบ Actuator.....	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และห้ามอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.6 ระบบการควบคุม Actuator .....	11
2.3.7 คำสั่งและสัญญาณสถานะของการควบคุม Actuator .....	12
2.4 เอกสารอ้างอิงบทที่ 2 .....	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	17
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน .....	17
3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์.....	17
3.2.1 แสดง PLC (B&R Automation X20CP3586) .....	17
3.2.2 โมดูล PROFIBUS DP V1 master (B&R Automation X20IF1061-1).....	19
3.2.3 โมดูลต่อขยาย Bus module expansion (B&R Automation X20BC1083) .....	21
3.2.4 แสดง DP/DP Couple รุ่น SIEMENS 6ES7158-0AD01-0XA0 .....	22
3.2.5 Actuator controls รุ่น AC(V) 01.2 .....	24
3.2.6 ซอฟต์แวร์ Automation studio 4.....	26
3.3 หลักการทำงานและการออกแบบ.....	27
3.4 ระบบควบคุมที่นำเสนอ.....	29
3.4.1 อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในระบบ.....	29
3.4.2 คำอธิบายของข้อมูลอินเทอร์เฟซ .....	30
3.4.3 อธิบายโครงสร้างโปรแกรม .....	39
3.5 การออกแบบและวางแผนการทำงาน .....	44
3.5.1 การวางแผนและออกแบบทางด้าน Hardware.....	44
3.5.2 การวางแผนและออกแบบทางด้าน Software .....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 วิธีการดำเนินงาน .....	45
3.6.1 ออกแบบกำหนดโครงสร้างของระบบ (Hardware configuration) .....	45
3.6.2 การกำหนดตั้งค่าอุปกรณ์.....	49
3.6.3 การกำหนดตัวแปรกระบวนการและโครงสร้างโปรแกรม .....	59
3.6.4 โปรแกรมและฟังก์ชันบล็อก.....	63
3.6.5 โครงสร้างโปรแกรมควบคุม .....	64
3.7 เอกสารอ้างอิงบทที่ 3 .....	68
บทที่ 4 ผลของการดำเนินงาน .....	69
4.1 ฟังก์ชันการทำงานของระบบที่ถูกทำการปรับปรุงด้วยระบบอัตโนมัติ .....	69
บทที่ 5 ผลสรุปและข้อเสนอแนะ .....	73
5.1 บทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน.....	73
เอกสารอ้างอิง.....	74
ภาคผนวก ก โปรแกรมโค้ดที่ใช้ในการควบคุม .....	76
ภาคผนวก ข คำศัพท์ภาคขยาย .....	79
ภาคผนวก ค บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VI บังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 คุณสมบัติการติดต่อสื่อสารแบบ Profibus .....	15
ตาราง 3.1 องค์ประกอบของ PLC และพอร์ตการเชื่อมต่อ .....	19
ตาราง 3.2 องค์ประกอบของโมดูล PROFIBUS และพอร์ตการเชื่อมต่อ .....	21
ตาราง 3.3 องค์ประกอบของโมดูลต่อขยาย และพอร์ตการเชื่อมต่อ .....	22
ตาราง 3.4 คำอธิบายความหมายของไบต์สถานะแต่ละบิต .....	30
ตาราง 3.5 คำอธิบายความหมายของไบต์คำสั่งแต่ละบิต .....	32
ตาราง 3.6 รายการอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบควบคุม .....	34
ตาราง 3.7 แสดงจำนวนอุปกรณ์ควบคุมในแต่ละโหนด .....	35
ตาราง 3.8 แสดงพื้นที่ของการ Data mapping ที่รองรับ .....	50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ภาพรวมของกระบวนการ (Plant Overview).....	2
รูปที่ 2.1 สัญญาณระหว่าง PLC controller กับ Valve Actuator ไฟฟ้า .....	13
รูปที่ 2.2 โครงข่ายการสื่อสารแบบ Profibus.....	15
รูปที่ 3.1 หน่วยประมวลผลกลาง PLC รุ่น X20CP3586.....	17
รูปที่ 3.2 องค์ประกอบของ PLC และพอร์ตการเชื่อมต่อ.....	18
รูปที่ 3.3 แสดง Profibus Interface Module รุ่น X20IF1061-1 .....	20
รูปที่ 3.4 องค์ประกอบของโมดูล PROFIBUS และพอร์ตการเชื่อมต่อ .....	20
รูปที่ 3.5 แสดง Bus module expansion รุ่น X20BC1083 .....	21
รูปที่ 3.6 องค์ประกอบของโมดูลต่อขยาย และพอร์ตการเชื่อมต่อ .....	22
รูปที่ 3.7 แสดง DP/DP Couple.....	23
รูปที่ 3.8 องค์ประกอบของโมดูล DP/DP Couple และพอร์ตการเชื่อมต่อ รูปประกอบอ้างอิง .....	24
รูปที่ 3.9 แสดง Actuator controls รุ่น AC(V) 01.2.....	24
รูปที่ 3.10 ซอฟต์แวร์โปรแกรมมิ่ง .....	26
รูปที่ 3.11 ระบบดั้งเดิมแบบ Manual คอนโทรล.....	27
รูปที่ 3.12 ระบบที่นำเสนอแบบใช้ Valve Actuator ไฟฟ้า.....	28
รูปที่ 3.13 ข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างวาล์วและ PLC .....	29
รูปที่ 3.14 ไบต์ข้อมูลแสดงสถานะของวาล์วที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร .....	30
รูปที่ 3.15 ไบต์ข้อมูลคำสั่งของวาล์วที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร .....	31
รูปที่ 3.16 โครงสร้างของระบบควบคุมในภาพรวมอุปกรณ์ .....	33
รูปที่ 3.17 ภาพแสดงโครงสร้างของระบบควบคุม Hardware configuration.....	36
รูปที่ 3.18 แสดง Hardware configuration แสดง node ควบคุม (3), (4), (5) ตามตาราง 3.7 ...	37
รูปที่ 3.19 แสดง Hardware configuration แสดง node ควบคุม (1), (2) ตามตาราง 3.7.....	38
รูปที่ 3.20 ปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งไปยัง DCS คอนโทรลเลอร์ .....	39
รูปที่ 3.21 แผนผังโปรแกรมในการควบคุมวาล์ว.....	40
รูปที่ 3.22 หน้าที่การทำงานของแต่ละขั้นโปรแกรม .....	40
รูปที่ 3.23 โพล์ชาร์ตของฟังก์ชันบล็อกวาล์วควบคุม FB_MovPosControl.....	41
รูปที่ 3.24 แสดง IO Interface ของฟังก์ชันบล็อกวาล์วควบคุม .....	42
รูปที่ 3.25 โพล์ชาร์ตของฟังก์ชันบล็อก Data Interface FB_AumaMov_DP_Management....	43
รูปที่ 3.26 แสดง IO Interface ของฟังก์ชันบล็อก Data interface.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VIII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.27	โครงข่ายอุปกรณ์ในระบบ .....	45
รูปที่ 3.28	โครงสร้างของอุปกรณ์ควบคุม .....	46
รูปที่ 3.29	โหมดควบคุม Profibus interface module.....	47
รูปที่ 3.30	แสดงการกำหนดโหมดควบคุมกลุ่มวาล์ว Infeed Tank.....	47
รูปที่ 3.31	แสดงการกำหนดโหมดควบคุมกลุ่มวาล์ว Infeed Header .....	48
รูปที่ 3.32	แสดงการกำหนดโหมดควบคุมกลุ่มวาล์ว Infeed Pump.....	48
รูปที่ 3.33	แสดงการกำหนดโหมดควบคุมกลุ่มวาล์ว Recirculate .....	49
รูปที่ 3.34	แสดงการกำหนดโหมดควบคุม Data Interface .....	49
รูปที่ 3.35	กำหนดขนาดพื้นที่ไบต์ควบคุมวาล์ว ( Data mapping ) .....	50
รูปที่ 3.36	แสดง Data mapping ไบต์อินพุตและไบต์เอาต์พุตของวาล์ว .....	51
รูปที่ 3.37	กำหนดพื้นที่สื่อสารข้อมูลผ่าน DP/DP Couple .....	52
รูปที่ 3.38	แสดงการจองพื้นที่ในการสื่อสารข้อมูล.....	52
รูปที่ 3.39	การจองพื้นที่ของแต่ละโหมดในการสื่อสารข้อมูล .....	53
รูปที่ 3.40	หลักการทำงานการแลกเปลี่ยนข้อมูลของ DP/DP Coupler.....	54
รูปที่ 3.41	แสดง Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหมด Infeed Tank.....	55
รูปที่ 3.42	แสดง Data mapping ข้อมูลสถานะของโหมด Infeed Tank.....	55
รูปที่ 3.43	แสดง Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหมด Infeed Header .....	56
รูปที่ 3.44	แสดง Data mapping ข้อมูลสถานะของโหมด Infeed Header.....	57
รูปที่ 3.45	แสดง Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหมด Infeed Pump.....	58
รูปที่ 3.46	แสดง Data mapping ข้อมูลสถานะของโหมด Infeed Pump.....	58
รูปที่ 3.47	แสดง Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหมด Recirculate .....	59
รูปที่ 3.48	แสดง Data mapping ข้อมูลสถานะของโหมด Recirculate .....	59
รูปที่ 3.49	การกำหนดตัวแปรในการสื่อสารข้อมูลระหว่างวาล์วและ PLC.....	60
รูปที่ 3.50	ตัวแปรข้อมูลระดับบิท ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างวาล์วและ PLC.....	61
รูปที่ 3.51	ตัวแปรในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Master controller .....	62
รูปที่ 3.52	ตัวแปรข้อมูลระดับบิทของการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Master controller .....	62
รูปที่ 3.53	การกำหนดตัวแปรในส่วนของ ฟังก์ชันบล็อกในการตรวจสอบวาล์ว .....	63
รูปที่ 3.54	การประกาศตัวแปรแบบฟังก์ชันบล็อก.....	64

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.55 แสดง I/O Interface ของฟังก์ชันบล็อก FB_AumaMOV_DP_Management.....	64
รูปที่ 3.56 แปรใช้งานของฟังก์ชันบล็อก FB_AumaMOV_DP_Management.....	64
รูปที่ 3.57 แสดง I/O Interface ของฟังก์ชันบล็อก FB_MovPosControl.....	65
รูปที่ 3.58 ตัวแปรใช้งานของฟังก์ชันบล็อก FB_MovPosControl.....	65
รูปที่ 3.59 แสดงโครงสร้างโปรแกรมในการควบคุมวาล์ว.....	66
รูปที่ 3.60 แสดง Infeed Tank 1 Local variable .....	66
รูปที่ 3.61 การอินเตอร์เฟซบล็อกสำหรับการควบคุมวาล์ว.....	67
รูปที่ 3.62 การอินเตอร์เฟซบล็อกสำหรับฟังก์ชันการแจ้งเตือน .....	67
รูปที่ 3.63 แสดงการเชื่อมต่อของแต่ละบล็อกควบคุม (Program flow control).....	68
รูปที่ 4.1 ผังแสดงการผสมน้ำมันดิบ.....	69
รูปที่ 4.2 อัตราการผลิตต่อหนึ่งชั่วโมง.....	70
รูปที่ 4.3 อัตราการผลิตต่อหนึ่งชั่วโมง เมื่อเกิดความขัดข้องในไลน์ของ Pump 2.....	71
รูปที่ 4.4 อัตราการผลิตต่อหนึ่งชั่วโมง เมื่อมีการนำ Pump P-001 มาทำงานทดแทน .....	72
รูปที่ ก 1. แสดง Function Block FB_AumaMOV_DP_Management.....	76
รูปที่ ก 2. แสดง Function Block FB_AumaMOV_DP_Management (continue).....	76
รูปที่ ก 3. แสดง Function Block FB_MovPosControl.....	77
รูปที่ ก 4. แสดง Program for valve control and signal interface .....	77
รูปที่ ก 5. แสดง Program for monitoring valve position .....	78
รูปที่ ข 1. แสดง การโอนถ่ายข้อมูลผ่านอุปกรณ์ DP/DP couple.....	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และขอร้องไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

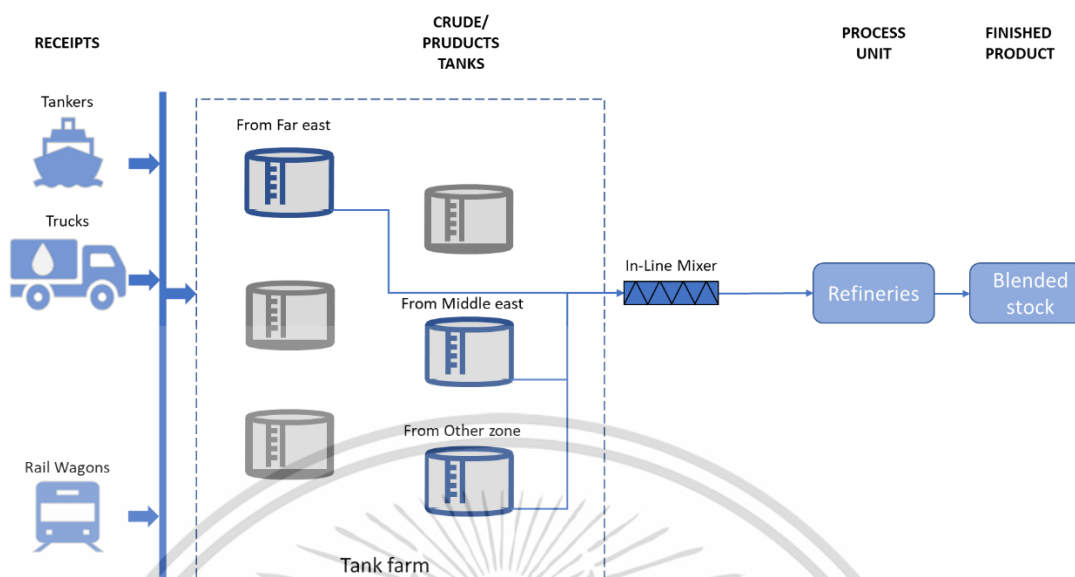
# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอุตสาหกรรมการผลิตการปรับปรุงและขยายกระบวนการผลิตจากระบบที่มีอยู่เดิม เป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการผลิตที่มากขึ้น รวมทั้งผลกำไรและความน่าเชื่อถือของระบบและทั้งลดข้อจำกัดในกระบวนการผลิต หลีกเลี่ยงความเสียหายในการผลิตที่จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตลดลง ในระบบการส่งจ่ายน้ำมันดิบที่นำมาเสนอนี้จะปรับปรุงระบบโดยการนำเอา Valve Actuator ไฟฟ้า ที่ใช้ Profibus มาแทนที่ระบบเดิมซึ่งใช้การเปิดปิดกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันดิบด้วยเจ้าหน้าที่แบบ Manual Valve ในการปฏิบัติงานที่ใช้คนงานในการควบคุมการเปิดปิดระบบ Valve นั้น ซึ่งเตรียมงานการผลิตการปรับเปลี่ยนสูตรสัดส่วนในการผสมน้ำมันดิบนั้น ทำได้ไม่ง่ายเนื่องจากสถานที่ปฏิบัติงาน และตำแหน่งของ Valve แต่ละตัวที่อยู่ห่างกัน ทำให้สูญเสียเวลาในการเตรียมงาน หรือหากมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต โดยการนำระบบอุปกรณ์ควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติ PLC มาใช้ในการควบคุม Valve ในกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันดิบจะสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็วควบคุมการเปิดปิด Valve ได้อย่างแม่นยำกว่าและช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบรวมทั้งได้มาซึ่งประสิทธิภาพในการผลิตจากการที่ปรับเปลี่ยนสูตร และสัดส่วนในการผสมน้ำมันดิบที่ทำได้โดยง่ายจากการควบคุมแบบอัตโนมัติผ่านระบบ PLC ด้วยการออกแบบโดยใช้ PLC เป็นตัวควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้า ผ่านการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับกระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรมในกรณีที่ระบบการเชื่อมต่อกับตัว DCS ไม่สามารถใช้งานได้ Valve Actuator ไฟฟ้า สามารถควบคุมระยะไกลผ่าน PLC ในโหมดควบคุมภายใน (Local control) ระหว่างที่รอการแก้ไขยังคงสามารถควบคุมตำแหน่งของ Valve ไม่ให้อยู่ในตำแหน่งที่อันตรายในกรณีที่ระบบยังไม่พร้อมใช้งาน การออกแบบเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบจากการที่ DCS คอนโทรลเลอร์ขัดข้องเกิดปัญหาในการเชื่อมต่อควบคุม สามารถใช้การควบคุมชุด Valve Actuator ไฟฟ้ากับทาง DCS คอนโทรลเลอร์ ผ่านทาง PLC แบบ Local control โดยใช้การสื่อสาร Profibus แบบโครงข่ายการกระจายการสื่อสาร (Decentralized Periphery : DP) เป็นการสื่อสารกับทาง DCS คอนโทรลเลอร์ เพื่อยังให้เป็นโครงข่ายเดียวกัน โดย Profibus แบบ DP เป็นการสื่อสารที่มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก มีความรวดเร็วพร้อมทั้งให้การรับส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกล ทั้งยังมีความเร็วในการรับส่งสูง และสามารถรองรับขนาดของข้อมูลที่จะทำการรับส่งสื่อสารขนาดใหญ่ปริมาณสูงได้โดย รูปที่ 1.1 แสดงภาพรวมของกระบวนการของระบบและการเคลื่อนที่ของน้ำมันดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ภาพรวมของกระบวนการ (Plant Overview)

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของบทความนี้ก็นำเสนอการปรับปรุงและขยายระบบการควบคุมอุปกรณ์ในกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันดิบ โดยใช้โพรโตคอล Profibus แบบ DP เป็นตัวสื่อสารจัดการข้อมูลในการควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้าผ่าน PLC โดยเป็นการควบคุมจาก DCS คอนโทรลเลอร์ สั่งงานไปยัง Valve Actuator ไฟฟ้าใช้โดย PLC เป็นตัวกลางในการรับส่ง โดยใช้ DP/DP Couple ทำหน้าที่เป็นช่องทางในการรับส่งข้อมูลระหว่าง DCS คอนโทรลเลอร์ กับ PLC โดยที่ PLC จะทำการส่งผ่านคำสั่งในการควบคุมไปยัง Valve Actuator ไฟฟ้า

## 1.3 หลักการใหม่ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์

ระบบควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้าในงานวิทยานิพนธ์นี้ จะทำให้สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทางผลิตได้โดยง่าย สามารถควบคุมได้จากระยะไกล ควบคุมการทำงานผ่านโพรโตคอลสื่อสารที่ใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติ ออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ PLC เป็นตัวกลางในการจัดการข้อมูลการควบคุมวาล์ว และเชื่อมต่อกับระบบเดิม เพิ่มความมีเสถียรภาพให้กับระบบควบคุมที่สามารถสั่งงานควบคุมทั้งแบบระยะไกล (Remote control) และแบบสั่งงานจากหน้างานแบบ

Local Control ที่ทำหน้าที่เป็นระบบสำรองในอีกนัยยะหนึ่งในกรณีที่ระบบควบคุมหลักเกิดขัดข้อง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีไว้เพื่อกำหนดขอบเขตการศึกษา และวิจัยเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงานของ Valve Actuator ไฟฟ้า จาก DCS ส่วนควบคุมหลัก (Master controller) และจาก PLC เป็นส่วนควบคุมย่อย (Local controller) ทำงานร่วมกันเพื่อใช้ในการควบคุมในระยะไกลให้เป็นไปตามวางแผนงาน และเป้าหมายที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีการควบคุมผ่านโปรโตคอลสื่อสาร เพื่อใช้ในงานวิทยานิพนธ์
2. เรียนรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ
3. ออกแบบระบบควบคุมให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ทำงาน ให้ง่ายต่อการดำเนินโครงการ
4. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีระบบควบคุม
5. วางแผนงานให้สามารถทำงานวิจัยได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
6. เขียนโปรแกรมเพื่อออกแบบระบบควบคุม

## 1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย 5 บท กับอีก 3 ภาคผนวก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึงปัญหาและที่มาของวิทยานิพนธ์ วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์ หลักการใหม่ที่น่าสนใจ ขอบเขตของโครงการ รวมถึงรายละเอียดของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ ในการปรับปรุงระบบส่งจ่ายน้ำมันดิบด้วยระบบอัตโนมัติ, ระบบควบคุมระยะไกลผ่านโปรโตคอล Profibus DP, ตัวควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้า, อุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานในการปรับปรุงระบบส่งจ่ายน้ำมันดิบด้วยระบบอัตโนมัติ เป็นการกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างของการปรับปรุงระบบควบคุมวาล์ว จากควบคุมแบบ Manual มาเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยการใช้การควบคุมวาล์วจากระยะไกล และเชื่อมต่อกับระบบเดิมผ่าน PLC ที่เป็นตัว mapping สัญญาสื่อสารระหว่างระบบควบคุมหลัก DCS กับตัวควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลของการดำเนินงานของการปรับปรุงระบบส่งจ่ายน้ำมันดิบด้วยระบบอัตโนมัติ แสดงการทำงานของระบบส่งจ่ายน้ำมันดิบเสถียรภาพของระบบที่มากขึ้นจากการทำงานผ่านระบบสำรอง (Redundant) เนื่องด้วยสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตและสูตรในการผลิตได้โดยง่ายและลดเวลาในการปฏิบัติงาน

บทที่ 5 ผลสรุปการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ส่วนท้ายของวิทยานิพนธ์จะเป็นภาคผนวก มีรายละเอียดดังนี้

ภาคผนวก ก. โปรแกรมโค้ดที่ใช้ในการควบคุม

ภาคผนวก ข. คำศัพท์ภาคขยาย

ภาคผนวก ค. บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

### 2.1 กล่าวนำ

โรงกลั่นปิโตรเลียมจะทำการแปรรูปน้ำมันดิบและของเหลวอื่นๆ ไปสู่ผลิตภัณฑ์มากมายที่เราใช้ในชีวิตประจำวัน โรงกลั่นส่วนใหญ่มุ่งไปที่การผลิตเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการขนส่ง น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และน้ำมันเครื่องบิน นอกจากนี้ ยังมีผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมอื่นๆ อีกที่ผลิตในโรงกลั่น รวมถึงของเหลวที่สามารถส่งให้กับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีใช้ในการผลิตสารเคมีและพลาสติกหลากหลายชนิด เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและ เพื่อเพิ่มผลกำไรสูงสุด แผนการผลิตปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะปรับเปลี่ยนตามความต้องการของตลาด

วิธีการกลั่นน้ำมันดิบเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม โรงกลั่นปิโตรเลียมจะทำการแปรรูปน้ำมันดิบไปเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการขนส่ง ให้ความร้อน ทำถนน ผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมี

โรงกลั่นจะแยกน้ำมันดิบออกเป็นชั้นต่างๆ ซึ่งจากนั้นจะถูกปรับแต่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ โรงกลั่นน้ำมันเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนและมีราคาแพง โรงกลั่นทั้งหมดมีสามขั้นตอนพื้นฐานคือ แยก เปลี่ยนรูป และ การรักษา

กระบวนการกลั่นทั้งหมดที่มีจุดประสงค์เพื่อจัดสารประกอบที่ไม่ต้องการหรือสารปนเปื้อนออก และปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์บางอย่างเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่บังคับใช้ การจัดเก็บทั้งน้ำมันดิบที่รับเข้ามาและผลิตภัณฑ์ปลายทางที่ได้จากการกลั่น จะถูกนำมาจัดเก็บเป็นการชั่วคราวในถังขนาดใหญ่ ที่ฟาร์มถัง (Tank Farm) ใกล้กับโรงกลั่น โดยใช้ ท่อส่ง รถไฟ รถบรรทุก ในการลำเลียงมาจัดเก็บและหรือ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น (Final Product) ส่งไปยังสถานที่ต่างๆ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบสามารถแปรรูปน้ำมันดิบออกเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่าง ๆ มากมาย ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพของน้ำมันดิบจะเป็นตัวกำหนดว่าจะสามารถแปรรูปออกมาได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสูงสุดได้อย่างไร การที่น้ำมันดิบมีคุณภาพที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันออกไปในแต่ละแหล่งต้นทางที่รับมา ลักษณะทางกายภาพคุณภาพของน้ำมันดิบ จะเป็นตัวกำหนดว่าจะดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลั่นอย่างไร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลายทางตามต้องการ จะต้องการกระบวนการเพิ่มเติมที่มีราคาแพง เพื่อปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำมันดิบ

นอกจากน้ำมันดิบที่จะนำมาผสมก่อนการกลั่นแล้ว โรงกลั่นและโรงผสมยังมีการผสมเพิ่มน้ำมัน และของเหลวอื่นๆ ในระหว่างกระบวนการผลิตเพื่อผลิต ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก่อนขายให้กับผู้บริโภค

ในกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันดิบ น้ำมันดิบจะได้อาจมาจากแหล่งต่างๆ หลายที่ทั่วทั้งโลก อาทิเช่น ส่งมาจากทางตะวันออกกลาง ตะวันออกไกล หรือจากแหล่งอื่นๆทั่วโลก คุณภาพของน้ำมันที่ได้มาก็ แตกต่างกันไป เนื่องด้วยคุณภาพของน้ำมันดิบจากแต่ละแหล่ง ในแต่ละเวลาเราไม่สามารถ ควบคุมคุณภาพได้ ดังนั้นก่อนทำการส่งเข้ากระบวนการผลิตในโรงกลั่น จะต้องทำการปรับปรุง คุณภาพน้ำมันดิบก่อนทำการส่ง โดยได้จากการทำการผสมกันตามสัดส่วนให้ได้ตามมาตรฐานที่ กำหนดเสียก่อน ก่อนจะส่งเข้ากระบวนการกลั่น

## 2.2 หลักการทำงานระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการส่งจ่ายน้ำมันดิบ

ระบบอัตโนมัติช่วยเพิ่มความคล่องตัวในการดำเนินงานปฏิบัติงาน ตลอดจนการวางแผนการผลิต และบริหารสินค้าคงคลังในการจัดเก็บน้ำมันดิบ

ฟาร์มถัง (Tank Farm) ของโรงกลั่นเป็นส่วนใหญ่ที่สุด ทั้งในแง่ของขนาดและจำนวนของ ทุกๆโรงกลั่น โรงกลั่นต้องจัดการกับน้ำมันดิบสำรองและสินค้าคงคลังจำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับ จำนวนเงินลงทุนอย่างสูงอยู่เสมอในการบริหารน้ำมันดิบ การบริหารปริมาณสินค้าคงคลังจำนวนของ น้ำมันดิบที่แม่นยำมีความสำคัญต่อการดำเนินงาน อย่างไรก็ตามลักษณะการดำเนินงานการ ปฏิบัติงานที่ซับซ้อนและมีความเปลี่ยนแปลงอยู่เสมออาจทำให้ยากต่อการระบุถึงระดับปริมาณ น้ำมันดิบในถังในปัจจุบันหรือการคาดการณ์ปริมาณของสินค้าคงคลังที่ต้องมีในอนาคตของโรงกลั่น ซึ่งอาจส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพิ่มขึ้นในกระบวนการผลิต วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นไปที่ นำเสนอระบบควบคุมอัตโนมัติในระบบการจัดการ Tank Farm ในการส่งจ่ายน้ำมันดิบ ทั้งในส่วน ของการจัดเก็บและการลำเลียงออก ที่จะนำมาซึ่งการลดข้อจำกัดจากการปฏิบัติงาน และการ ปรับเปลี่ยนกระบวนการที่ง่ายขึ้น

การบริหารในโรงกลั่นนั้น โรงกลั่นพยายามอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนามาตรฐานให้ดียิ่งขึ้นในการ ควบคุมการสูญเสีย และจัดการบริหารสินค้าคงคลังที่ดีขึ้น เพื่อประหยัดต้นทุน

การดำเนินงานของถังจัดเก็บน้ำมันดิบเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายน้ำมัน การรับและจัดเก็บน้ำมันดิบ และรวมทั้งการผสมน้ำมันดิบ การปรับปรุงที่สำคัญในการดำเนินงานและการจัดการที่สามารถทำได้ผ่านระบบอัตโนมัติ การนำระบบควบคุมอัตโนมัติมาช่วยในเรื่องของการเคลื่อนย้ายน้ำมันและการจัดเก็บเป็นการช่วยให้มีผลการดำเนินงานของระบบดังนี้

1. ลดเวลาในการดำเนินการผลิต
2. เพิ่มประสิทธิภาพการผสม
3. จัดเตรียมการวางแผนในการจัดเก็บที่ดีขึ้น
4. เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารสินค้าคงคลัง
5. ลดข้อผิดพลาดในการกำหนดเส้นทางเคลื่อนย้ายน้ำมันดิบ

การเคลื่อนย้ายน้ำมันดิบและการจัดเก็บโดยอัตโนมัติช่วยให้ฟาร์มถังและกระบวนการชองบรรทุกทั้งหมดได้รับการจัดการและทำงานอัตโนมัติด้วยความสม่ำเสมอสูงสุดและเป็นไปตามมาตรฐาน สิ่งนี้จะช่วย ทั้งประหยัดทั้งเงินและเวลา จากการทำให้ระบบเคลื่อนย้ายและจัดเก็บน้ำมันดิบของโรงกลั่นเป็นไปโดยอัตโนมัติ

เพื่อควบคุมการดำเนินงานของโรงกลั่นให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น การปรับปรุงลำดับการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบและช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานโดยง่าย และลดการสูญเสียเวลาในขั้นตอนการทำงาน ระบบอัตโนมัตินี้จะสนับสนุนกระบวนการผลิตให้มีเสถียรภาพมากขึ้น

## 2.3 ควบคุม Valve Actuator ผ่านโปรโตคอล Profibus DP (Actuator controls via Profibus DP)

ในโครงการวิจัยนี้จะนำตัวควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้า [1] มาปรับปรุงแทนการควบคุมแบบ Manual เดิมให้เป็นแบบอัตโนมัติแทนที่วาล์วแบบเดิมที่เป็นแบบ Manual เปิด/ปิด

### 2.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ Profibus DP

สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลในระบบอัตโนมัติระหว่างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในระบบ การใช้ระบบ Fieldbus แบบอนุกรมเพื่อการสื่อสาร ในหลายๆ แอปพลิเคชันลักษณะงานได้รับการพิสูจน์แล้วในความน่าเชื่อถือที่เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีทั่วไปแล้ว การประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ในส่วนของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทุนในการเดินสายการว่าจ้าง และการบำรุงรักษา ทำได้โดยใช้ Fieldbus เทคโนโลยี ในขณะที่ในอดีต ระบบ Fieldbus ที่ใช้มักจะเป็นของผู้ผลิตเฉพาะค่ายและเข้ากันไม่ได้กับระบบบัสอื่นๆ Profibus โพรโตคอล เป็นระบบที่ใช้ในปัจจุบันจะเป็นแบบเปิดและเป็นมาตรฐาน ซึ่งหมายความว่าผู้ใช้ไม่ต้องพึ่งพาซัพพลายเออร์ผู้ผลิตอุปกรณ์แต่ละราย และสามารถเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดภายในกลุ่มผลิตภัณฑ์ในราคาที่แข่งขันได้มากที่สุด

Profibus DP [2] เป็นระบบ Fieldbus แบบเปิดชั้นนำในยุโรปและยังใช้อย่างประสบความสำเร็จทั่วโลก Profibus DP เป็นโพรโตคอล fieldbus แบบเปิดระดับสากลซึ่งได้รับมาตรฐาน IEC 61158 และ IEC 61784 มาตรฐานนี้ช่วยให้มั่นใจได้ว่าการลงทุนของผู้ผลิตและผู้ใช้ได้รับการปกป้องในระดับที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และรับประกันความเป็นอิสระในการเลือกผู้ผลิตของอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานการสื่อสารแบบ Profibus DP

### 2.3.2 ลักษณะพื้นฐาน Profibus DP

Profibus DP กำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคและการทำงานของระบบ Fieldbus แบบอนุกรมที่อนุญาตให้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ระบบอัตโนมัติ โพรโตคอล Profibus DP ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับส่งข้อมูลที่รวดเร็ว ที่ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมส่วนกลาง เช่น PLC หรือ PC สื่อสารผ่านการเชื่อมต่อแบบอนุกรมที่รวดเร็วกับอุปกรณ์ต่อพ่วงภาคสนาม เช่น อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต Valve Actuator และมอเตอร์อินเวอร์เตอร์ (Motor Inverter)

การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภาคสนามเหล่านี้เป็นการสื่อสารแบบวนรอบ (Cyclic) ฟังก์ชันการสื่อสารที่จำเป็นตามลำดับถูกกำหนดโดยฟังก์ชันพื้นฐานของ Profibus DP ตามมาตรฐาน IEC 61158 และ IEC 61784

ระบบ Profibus DP จะแยกความแตกต่างของอุปกรณ์เป็นสองแบบคือ ระหว่างอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์รองดังนี้

1. อุปกรณ์หลัก (Master device) ควบคุมการรับส่งข้อมูลบนบัส สามารถรับ - ส่งข้อความได้โดยไม่ต้องร้องขอจากภายนอก ภายในโพรโตคอล Profibus มาสเตอร์จะเรียกอีกอย่างว่า อุปกรณ์แอคทีฟ (Active Device)

2. อุปกรณ์รอง (Slave device) หรือเรียกอีกอย่างว่า สเลฟ (Slave) ที่เป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงของระบบ อุปกรณ์ต่อพ่วงทั่วไปคืออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต Valve Actuator, Motor

Inverter และทรานสดิวเซอร์การวัด (Transducer Measurement) เป็นอุปกรณ์ที่ทำตามคำร้องขอของส่วนควบคุมหลักสำหรับอุปกรณ์ Slave เรียกอีกอย่างว่า Passive Device

ฟังก์ชันพื้นฐานของ Profibus DP การทำงานจะเป็นแบบวงรอบ มาสเตอร์จะอ่านข้อมูลอินพุตจาก Slave และเขียนข้อมูลเอาต์พุตไปยัง Slave นอกเหนือจากการถ่ายโอนข้อมูลแบบวนรอบของกระบวนการแล้ว Profibus DP ยังมีฟังก์ชันที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวินิจฉัย (Diagnostic) การรับส่งข้อมูลถูกตรวจสอบผ่านฟังก์ชันการตรวจสอบที่ฝั่งมาสเตอร์และ Slave

การถ่ายโอนข้อมูล จะใช้สายเคเบิลชนิดคู่บิดเกลียว RS-485 หรือสายไฟเบอร์ ออปติกรองรับอัตราบิตสูงสุด 12 Mbit/s ตัว Actuator รุ่นที่ใช้อยู่ที่ 1.5 Mbit/s การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หลัก และอุปกรณ์รอง สูงสุด 126 อุปกรณ์ บนบัสเชื่อมต่อ

### 2.3.3 วาล์วอุตสาหกรรมอัตโนมัติ

การใช้งานทางอุตสาหกรรมสมัยใหม่อยู่บนพื้นฐานของการควบคุมที่มีความแม่นยำสูงของระบบวาล์วอัตโนมัติ สำหรับการจัดการในการจัดการกระบวนการที่ซับซ้อน Actuator ทำหน้าที่เคลื่อนที่ตำแหน่งวาล์วตามคำสั่งการทำงานที่ออกโดย DCS เมื่อถึงตำแหน่งสิ้นสุดหรือตำแหน่งที่ต้องการ Actuator จะหยุดและส่งสัญญาณสถานะย้อนกลับไปยังระบบควบคุม

### 2.3.4 หัวขับไฟฟ้า (Electric Actuator)

หัวขับ Actuator ไฟฟ้าจะติดตั้งมาพร้อมมอเตอร์ไฟฟ้าและอาจจะมีชุดเกียร์ร่วมมาด้วยกัน ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยเฉพาะสำหรับวาล์วอัตโนมัติ โดยให้แรงบิดที่จำเป็นสำหรับการทำงานของชิ้นส่วนในการเคลื่อนที่ของวาล์ว โดยมีทั้งแบบวาล์วประตูหรือวาล์วปีกผีเสื้อ ตลอดจนบอลวาล์วและโกลบวาล์ว สามารถใช้งานวาล์วแบบ Manual ได้โดยใช้วงล้อซึ่งเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน Actuator จะรับข้อมูลตำแหน่งและแรงบิดวาล์ว จากหน่วยควบคุมกระบวนการ และเป็นตัวสั่งในการเปิดและปิดด้วยหัวขับ Motor Actuator โดยทั่วไปแล้ว Actuator จะมาพร้อมชุดควบคุมย่อยติดตั้งในตัว (control panel) นอกเหนือจากอินเตอร์เฟซควบคุมระยะไกลกับทาง DCS

ข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับ Actuator ได้รับการระบุไว้ในมาตรฐานสากล EN 15714-2 ตั้งแต่ปี 2009 หน่วยควบคุมของ Actuator จัดจำตำแหน่งการเดินทางเคลื่อนที่และตรวจจับแรงบิดที่

ใช้ เมื่อเคลื่อนตำแหน่งถึงปลายทางหรือแรงบิดแตะถึงค่าสูงสุดของค่าแรงบิดที่กำหนดไว้ ชุดควบคุมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมมอเตอร์ เมื่อได้รับสัญญาณนี้ส่วนควบคุมมอเตอร์ที่อยู่ใน Actuator จะหยุดการทำงานของ Actuator ส่วนควบคุมมอเตอร์จะมีอินเทอร์เฟซไฟฟ้ากับ DCS/PLC คอนโทรลเลอร์ของระบบ ที่จะแลกเปลี่ยนคำสั่งการทำงานและสัญญาณป้อนกลับระหว่าง MOV และ DCS/PLC คอนโทรลเลอร์

### 2.3.5 การทำงานพื้นฐานของ Actuator

โหมดการควบคุมพื้นฐานของ Actuator แบ่งเป็นสองโหมดควบคุมคือ แบบเปิด-ปิด และแบบควบคุมตามตำแหน่ง โดยมีรายละเอียดแสดงดังนี้

1. ควบคุม เปิด - ปิด การควบคุมประเภทนี้เป็นการควบคุมแบบง่ายและเยอะที่สุด ในระหว่างการทำงานจะประกอบด้วย สัญญาณคำสั่งควบคุมการเปิดและปิด รวมทั้งสัญญาณสถานะป้อนกลับ สถานะตำแหน่งเปิด สถานะตำแหน่งปิด ซึ่งเพียงพอสำหรับการควบคุม การหยุดอัตโนมัติทำได้ทั้งแบบ เมื่อ เคลื่อนที่ไปสู่ตำแหน่งวาล์ว และทอร์กมอเตอร์เกินกว่าค่าทอร์กสูงสุด Actuator จะหยุดเมื่อถึงตำแหน่งสิ้นสุดมีกลไกการหยุดสองแบบให้เลือกใช้งานขึ้นอยู่กับ ประเภทของวาล์วคือ

- เมื่อถึงตำแหน่งปลายทางจะสั่งหยุด Actuator โดยอัตโนมัติทันทีที่ถึงตำแหน่งที่ตั้งไว้ในตำแหน่งสิ้นสุดในแต่ละด้าน

- เมื่อค่าแรงบิดเกิน ส่วนควบคุม Actuator จะสั่งหยุด Actuator โดยอัตโนมัติทันทีที่ใช้แรงบิดเกินค่าความปลอดภัยที่ตั้งไว้ ล่วงหน้าก่อนจะถึงที่ตำแหน่งปลายทางวาล์วสำหรับ Actuator ที่ไม่มีส่วนควบคุมทั้งหมดนี้ ประเภทของการตัดการทำงานอัตโนมัติต้องเป็นโปรแกรมจากระบบควบคุมภายนอก แต่ก็มี Actuator บางรุ่นสามารถควบคุมได้ในตัวเอง

2. ควบคุมตามตำแหน่ง ตัวควบคุม Actuator จะรับค่าตำแหน่งจากโฮสต์ DCS หรือ PLC เป็นสัญญาณ เช่น 0/4-20 mA ตัว Actuator จะเปรียบเทียบกับค่านี้กับตำแหน่งวาล์วปัจจุบันและสั่งงานตัว Actuator จนกว่าค่าตำแหน่งจริงจะเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ และส่งตำแหน่งวาล์วกลับไปยัง DCS หรือ PLC

### 2.3.6 การควบคุม Actuator

Actuator สามารถรวมเข้ากับระบบอัตโนมัติใดๆก็ได้ การเลือกใช้ Actuator ที่มาพร้อมชุดควบคุมช่วยประหยัดเวลาในการวางแผนโครงการ การติดตั้ง และเอกสารเพิ่มเติมที่จำเป็นเมื่อเปรียบเทียบกับเลือกการควบคุมแบบภายนอก ข้อดีเพิ่มเติมของ Actuator ที่มาพร้อมชุดควบคุมคือการทดสอบเดินเครื่อง (Commissioning) ทำได้ง่าย การควบคุมแอมพลูเอเตอร์สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ควบคุมจากภายนอก (Actuator External Controls) สำหรับการควบคุมแบบภายนอกนั้น สัญญาณ Actuator ทั้งหมด เช่น สัญญาณลิมิตสวิทช์ สัญญาณสวิทช์ทอร์ก สัญญาณมอเตอร์โปรเทคชันและตำแหน่งวาล์ว (หากจำเป็น) จะถูกส่งไปยังระบบควบคุมภายนอกทำการประมวลผล สวิตช์เกียร์สำหรับควบคุมมอเตอร์จะติดตั้งอยู่ภายในตู้ควบคุมและเดินสายมายัง Actuator หากจำเป็นต้องมีการควบคุมใกล้ตัววาล์ว จะต้องติดตั้งใกล้กับ Actuator และรวมเข้ากับการควบคุมตู้ควบคุมภายนอก

2. การควบคุมแบบรวม (Actuator Integral Control) Actuator ที่ติดตั้งส่วนควบคุมในตัวสามารถทำงานผ่านชุดคอนโทรลบนตัวเครื่องได้ทันที (Control Panel) ที่ได้จ่ายไฟเข้าตัว Actuator แล้ว ส่วนชุดควบคุมได้รับการปรับให้เข้ากับ Actuator ที่ต่อควบคุมสามารถตั้งค่า Actuator ภายในเครื่องได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อโดยตรงกับ DCS/PLC เฉพาะคำสั่งการทำงานและสัญญาณป้อนกลับเท่านั้นที่มีการแลกเปลี่ยนระหว่างระบบควบคุมและ Actuator

3. การควบคุมแบบ Fieldbus (Fieldbus Actuator Control) ในระบบ Fieldbus Actuator ที่ควบคุมทั้งหมดเชื่อมโยงกับ DCS/PLC ผ่านสายเคเบิลแบบ 2 สาย คำสั่งการทำงานและสัญญาณป้อนกลับทั้งหมดระหว่าง Actuator และ DCS/PLC นั้นแลกเปลี่ยนกันโดยผ่านสายเคเบิล ทำให้การเดินสายอินพุตและเอาต์พุตในการควบคุมไม่จำเป็นอีกต่อไป เมื่อใช้การควบคุมแบบ Fieldbus ซึ่งช่วยลดปริมาณสายและความต้องการพื้นที่ภายในตู้ควบคุม การใช้สายเคเบิลแบบสองเส้นช่วยลดความยุ่งยากในออกแบบวงจรควบคุมและประหยัดค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากจำเป็นต้องใช้สายเคเบิลยาว

ข้อดีอีกอย่างของเทคโนโลยี Fieldbus คือ สามารถส่งข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการวินิจฉัยไปยังห้องควบคุมได้ ตัวควบคุม Actuator จะทำการอินเตอร์เฟซแบบขนานกับโฮสต์ โดยสามารถตั้งค่าอุปกรณ์และกำหนดค่าผ่านการสื่อสารแบบ Fieldbus ได้ Actuator รุ่นที่นำมาใช้ พร้อมใช้งานรองรับการทำงานกับระบบ Fieldbus แบบต่างๆได้ทั้งหมด ของ

กระบวนการควบคุมอัตโนมัติ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.7 คำสั่งและสัญญาณสถานะของ Actuator

ในการใช้งานควบคุมอย่างง่าย สามารถทำงานด้วย 5 สัญญาณดังนี้คือ คำสั่งการทำงาน OPEN และ CLOSE และสัญญาณสถานะบอกตำแหน่งสิ้นสุดของวาล์วทั้ง OPEN/END ตำแหน่ง CLOSED/END เช่นเดียวกับสัญญาณความผิดพลาดต่างๆในการทำงานของวาล์วก็เพียงพอแล้ว และสามารถทำงานได้อย่างน่าเชื่อถือด้วยสัญญาณคำสั่งและสถานะของวาล์วทั้งห้านี้

อย่างไรก็ตาม หากต้องการควบคุมตำแหน่งวาล์ว จำเป็นต้องมีสัญญาณต่อเนื่องเพิ่มเติม เพื่อบอกจุดกำหนดตำแหน่ง (Position Setpoint) และสัญญาณบอกตำแหน่งปัจจุบัน (Actual Position) โดยทั่วไปจะเป็นสัญญาณแอนะล็อก 4–20 mA สำหรับการสื่อสารเชื่อมต่อแบบขนาน

โพรโตคอล Fieldbus นำมาใช้เพื่อขยายแบนด์วิธสำหรับการรับส่งข้อมูล นอกเหนือจากการส่งรับคำสั่งและสัญญาณป้อนกลับที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการแล้ว ยังรวมถึงการเข้าถึงพารามิเตอร์อุปกรณ์และการส่งข้อมูลการทำงานที่จำเป็นกับ DCS/PLC สามารถทำการส่งได้ผ่านการสื่อสารแบบ Fieldbus

รูปแบบการส่งสัญญาณแบบดั้งเดิมไปยัง DCS/PLC แบ่งเป็นสองแบบ แบบ Hard Wired และ แบบ Fieldbus

1. แบบ Hard Wired คืออินพุตและเอาต์พุตทั้งหมดเป็นการเชื่อมต่อแบบสายไฟ เข้าที่เทอร์มินัลตั้งรายละเอียดสัญญาณดังนี้

- 3 อินพุตไบนารีสำหรับคำสั่งควบคุมเปิด, หยุด, ปิด
- เอาต์พุตไบนารี 5 เอาต์พุตพร้อมฟังก์ชันต่อไปนี้: ตำแหน่งสิ้นสุดปิด, ตำแหน่งสิ้นสุดเปิด, สวิตช์เลือกใน REMOTE, สวิตช์เลือกใน LOCAL, สัญญาณรวมความผิดปกติ
- สัญญาณแอนะล็อก 0/4 – 20 mA สำหรับการบ่งชี้ตำแหน่งระยะไกล

2. แบบ Field Bus คือการกำหนดสัญญาณของเอาต์พุตสามารถตั้งค่าผ่านอุปกรณ์ และสามารถแก้ไขได้ในภายหลังผ่านส่วนควบคุม:

- อินพุตไบนารีสูงสุดหกตัว เช่น คำสั่งการทำงาน OPEN, STOP, CLOSE, เปิดใช้งานสัญญาณสำหรับการควบคุมภายใน และคำสั่งฉุกเฉิน (Emergency Stop) ฯลฯ
- เอาต์พุตไบนารีสิบตัว เช่น ใช้สำหรับบอกตำแหน่งสิ้นสุด ตำแหน่งตรงกลาง ตำแหน่งสวิตช์เลือกโหมดการทำงาน ความล้มเหลว (Failures) ฯลฯ

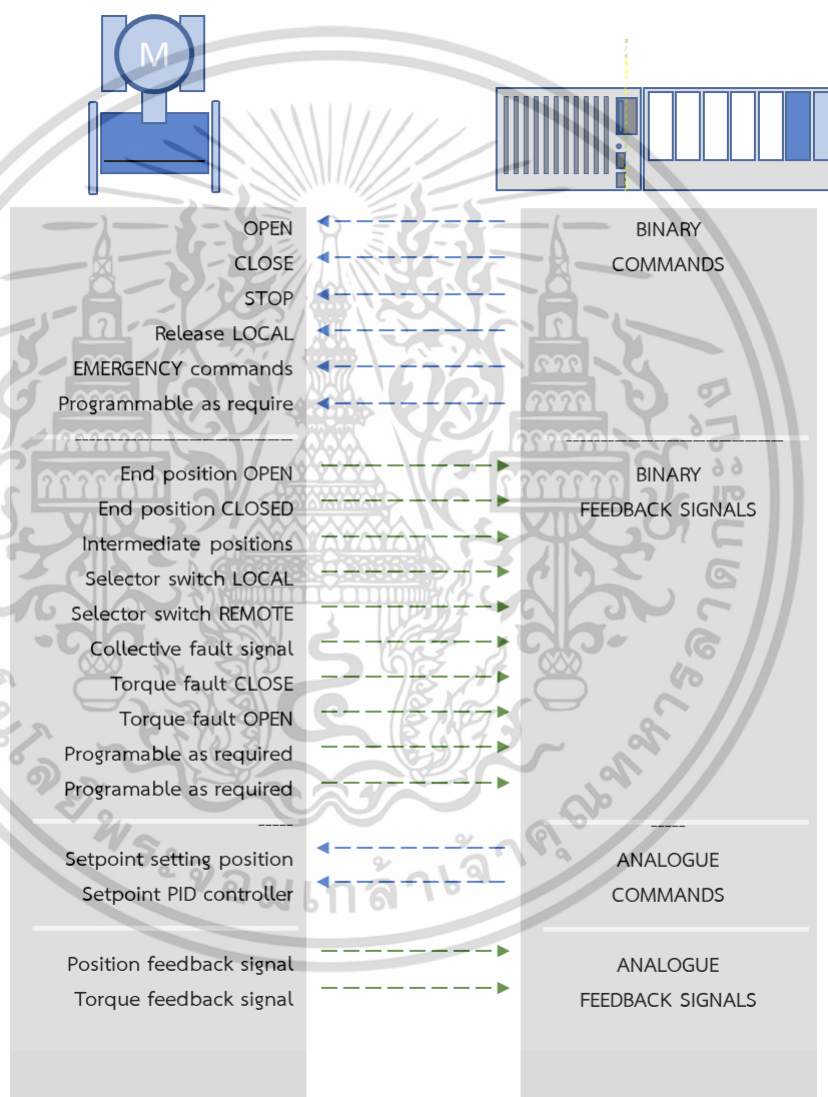
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อินพุตแอนะล็อกสูงสุด 2 อินพุต (0/4 – 20 mA) เช่น สำหรับการรับสัญญาณ setpoint เพื่อควบคุมตัวกำหนดตำแหน่งหรือตัวควบคุม PID

- เอาต์พุตแอนะล็อกสูงสุด 2 เอาต์พุต (0/4 – 20 mA) เช่น สำหรับบอกตำแหน่งของ วาล์วหรือแรงบิด

สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในการควบคุมวาล์วอัตโนมัติในอุตสาหกรรมดังที่กล่าวแสดงดังรูป

2.1 ด้านล่าง



รูปที่ 2.1 สัญญาณระหว่าง Controller กับ Valve Actuator ไฟฟ้า

การนำเทคโนโลยี Fieldbus มาใช้ นำมาซึ่งการช่วยลดต้นทุน นอกจากนี้ ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการ เช่น การกำหนดพารามิเตอร์ระยะไกลจะไม่สามารถทำได้หากไม่มี

เทคโนโลยี Fieldbus เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีระบบ Fieldbus ที่แตกต่างกันมากมายในท้องตลาด การตั้งค่าบางอย่างได้รับการพัฒนาในแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับการใช้งานในโรงงานบางประเภท เนื่องจาก Actuator สามารถถูกนำไปใช้ในโรงงานทั่วทุกประเภททุกอุตสาหกรรม จึงออกแบบมาให้พร้อมใช้งานกับระบบ Fieldbus ใดๆ ก็ตามที่มีใช้ในอุตสาหกรรม ดังนี้ ไม่ว่าจะ เป็น Profibus DP, Modbus RTU, Foundation fieldbus และ Hart

โดยในส่วนของ Profibus ประกอบด้วย fieldbus ทั้งสามเวอร์ชันคือ: Profibus PA สำหรับกระบวนการอัตโนมัติสำหรับการส่งข้อมูลบนพื้นฐานอีเทอร์เน็ต (Profinet) และ Profibus DP สำหรับใช้ในระบบอัตโนมัติในโรงงาน โรงไฟฟ้า และเครื่องจักร

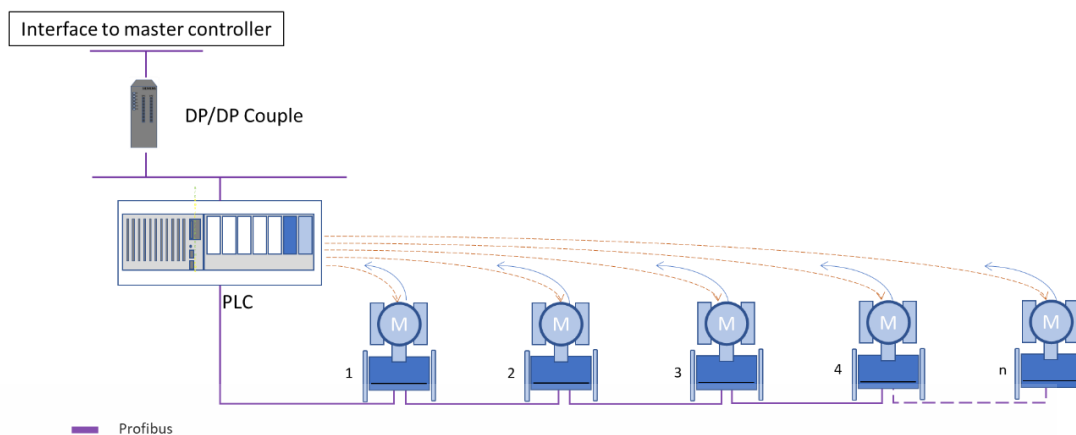
เนื่องจากการออกแบบที่ง่าย และมีเสถียรภาพบนพื้นฐานของ RS-485 ของ Profibus DP และระดับการบริการที่แตกต่างกัน DP-V0 (การแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบวนรอบแบบเร็วและกำหนดข้อมูลได้), DP-V1 (สามารถเข้าถึงพารามิเตอร์อุปกรณ์และข้อมูลสถานะแบบไม่เป็นวงรอบ) รวมถึง DP-V2 ( ฟังก์ชันเพิ่มเติม เช่น การเก็บค่าเวลาหรือระบบการทำงานฉุกเฉินสำรอง) Profibus DP จึงเป็นโซลูชันในอุดมคติสำหรับระบบอัตโนมัติในโรงงาน ที่มีคุณสมบัติและประโยชน์ใช้สอยดังจะกล่าวถึงต่อไปนี้ รวมทั้งแสดงในตารางที่ 2.1 เพิ่มเติม

1. มาตรฐานสากล IEC 61158/61784 (CPF3) [www.profibus.com](http://www.profibus.com)
2. รองรับระบบขนาดใหญ่
3. รองรับการทำงานร่วมกับ DSC/PLC ตามมาตรฐาน FDT, EDD
4. มีอุปกรณ์ที่รองรับการเชื่อมต่อ Profibus ให้เลือกมากมาย
5. การใช้งานทั่วไปทั้ง โรงไฟฟ้า, โรงบำบัดน้ำเสีย, โรงบำบัดน้ำ, ฟาร์มถัง

คุณสมบัติของ Actuator ที่รองรับการสื่อสารแบบ Profibus DP แสดงดังด้านล่าง

1. รองรับ Profibus DP-V0, DP-V1 และ DP-V2
2. การแลกเปลี่ยนข้อมูลความเร็วสูง
3. การทำงานร่วมกับ DCS/PLC ผ่าน FDT หรือ EDD
4. ความยาวสายสูงสุดประมาณ. 10 กม. (ไม่มีอุปกรณ์ทวนสัญญาณสูงสุด 1,200ม)
5. สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้สูงสุด 126 เครื่อง
6. ออปชัน: รองรับ redundant
7. ออปชัน: รองรับการส่งข้อมูลผ่านสายไฟเบอร์ออปติก
8. ออปชัน: การป้องกันแรงดันไฟเกินสูงสุด 4 kV

โครงสร้างการติดต่อสื่อสารผ่านทาง Profibus ที่ต่อขยายควบคุมกลุ่มวาล์วแสดงดัง รูปที่ 2.2 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงข่ายการสื่อสารแบบ Profibus

ตาราง 2.1 คุณสมบัติการติดต่อสื่อสารแบบ Profibus

Actuator อินเทอร์เน็ตเฟส	โปรโตคอล Profibus
ข้อมูลทั่วไป	คอยทำการแลกเปลี่ยนคำสั่งการทำงานแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง สัญญาณป้อนกลับค่าขอสถานะระหว่าง Actuator และ DCS ซึ่งทั้งหมดเป็นข้อมูลดิจิทัล
โปรโตคอลที่รองรับ	DP-V0, DP-V1, DP-V2
จำนวนอุปกรณ์ที่รองรับ	126 (อุปกรณ์ภาคสนาม 125 ตัวและมาสเตอร์ Profibus DP หนึ่งตัว) โดยไม่มีตัวทวนสัญญาณ เช่น สูงสุด 32 อุปกรณ์ต่อส่วน Profibus DP
ความยาวสายเคเบิลสูงสุด โดยไม่มีตัวทวนสัญญาณ	สูงสุด 1,200 ม. (สำหรับอัตราบอด < 187.5 kbit/s), 1,000 ม. ที่ 187.5 kbit/s, 500 ม. ที่ 500 kbit/s, 200 ม. ที่ 1.5 Mbit/s
ความยาวสายเคเบิลสูงสุด พร้อมตัวทวนสัญญาณ	ประมาณ 10 กม. (ใช้กับอัตราบอด < 500 kbit/s เท่านั้น) ประมาณ 4 กม. (ที่ 500 kbit/s) ประมาณ 2 กม. (ที่ 1.5 Mbit/s) ความยาวสายเคเบิลสูงสุดที่เป็นไปได้ขึ้นอยู่กับประเภทและจำนวนอุปกรณ์ทวนสัญญาณ โดยปกติแล้วสามารถใช้ตัวทำซ้ำได้สูงสุด 9 ตัวในระบบ Profibus DP หนึ่งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 เอกสารอ้างอิงบทที่ 2

[1] The actuator controls AC(V) 01.2/AC(V) ExC 01.2 Profibus DP, AUMA Handbook

[2] PROFIBUS System Description Technology and Application, Profibus & Profinet International (PI), 2016.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบระบบควบคุม
3. ออกแบบและเลือกอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้
4. ออกแบบโปรแกรมควบคุม
5. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

#### 3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์

##### 3.2.1 PLC (B&R Automation X20CP3586)

ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผล Local controller [3] ในการเชื่อมต่อจัดการข้อมูลระหว่างวาล์วและระบบควบคุม DCS แสดงดังรูป 3.1



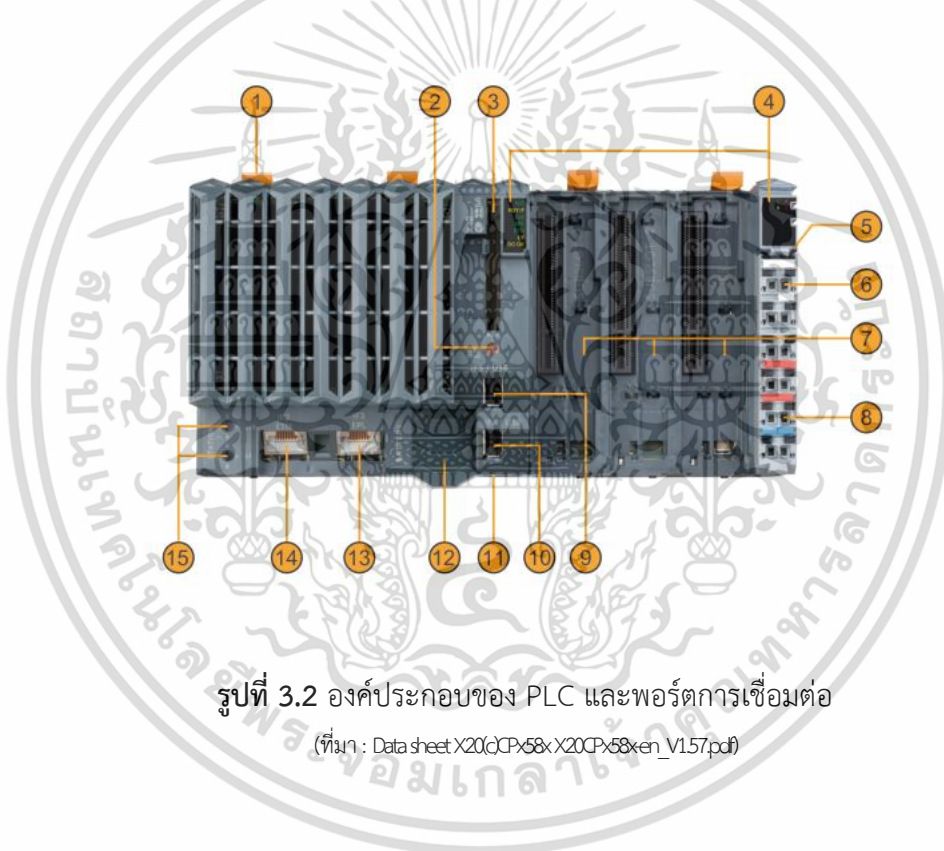
รูปที่ 3.1 หน่วยประมวลผลกลาง PLC รุ่น X20CP3586

ที่มา : <https://www.br-automation.com/fileadmin/1313696279551-de-bigicon-1.2.jpg>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ PLC (B&R Automation X20CP3586) มีคุณสมบัติดังนี้

1. ใช้ CPU ประสิทธิภาพสูง Intel ATOM 1600/1000/600 มีโปรเซสเซอร์ I/O ในตัว
2. CPU ระดับเริ่มต้นคือ Intel ATOM 333 MHz ที่เข้ากันได้กับโปรเซสเซอร์ I/O ในตัว
3. อีเทอร์เน็ตออนบอร์ด POWERLINK V1/V2 และ USB
4. มีรุ่นทั้งแบบ 1 หรือ 3 สล็อตสำหรับการขยายอินเตอร์เฟซโมดูล
5. ใช้ CompactFlash เป็นหน่วยความจำแอปพลิเคชันแบบสามารถถอดได้
6. DDR2-SRAM สูงสุด 512 MB ตามความต้องการด้านประสิทธิภาพ
7. สามารถทำเป็นระบบ Redundant คอนโทรลเลอร์ได้
8. ขนาดกะทัดรัด ไม่ต้องมีพัดลมระบายความร้อน



รูปที่ 3.2 องค์ประกอบของ PLC และพอร์ตการเชื่อมต่อ

(ที่มา : Data sheet X20cP×58×X20CP×58×en\_V1.57.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ PLC (B&R Automation X20CP3586) มีส่วนประกอบและพอร์ตการเชื่อมต่อ แสดงดังตาราง 3.1 ด้านล่างดังนี้

ตาราง 3.1 องค์ประกอบของ PLC และพอร์ตการเชื่อมต่อ

	องค์ประกอบ/คำอธิบาย		องค์ประกอบ/คำอธิบาย
1	Top-hat rail latch / ส่วนต่อราง DIN rail	9	IF5 – USB
2	Selecting application memory / สวิตช์เลือกโหมดการทำงาน	10	IF4 – USB
3	Slot for CompactFlash / ช่องสำหรับหน่วยความจำแอปพลิเคชัน	11	Reset button / ปุ่มรีเซ็ต
4	LED status indicator / ไฟแสดงสถานะ LED - คอนโทรลเลอร์ X20 และ หน่วยจ่ายพลังงาน	12	Battery compartment / แบตเตอรี่สำหรับแบคอัพข้อมูลหน่วยความจำแรม
5	IF6 – X2X Link / พิลด์บัส x2x มาสเตอร์	13	IF3 – POWERLINK / อินเทอร์เน็ต POWERLINK
6	IF1 – RS232 / อินเทอร์เน็ต RS232	14	IF2 – Ethernet / อินเทอร์เน็ต Ethernet
7	Slot for interface modules / ช่องสำหรับโมดูลอินเทอร์เน็ตสื่อสาร	15	Ethernet station address / หมายเลขโหนด
8	Terminal block for controller and I/O supply, RS232 connection / จุดต่อแหล่งจ่ายไฟคอนโทรลเลอร์	-	-

### 3.2.2 โมดูล Profibus DP V1 master (B&R Automation X20IF1061-1)

โมดูล Profibus [3] ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ field device ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลควบคุม ระหว่าง PLC ไปยังวาล์ว และระหว่าง PLC ไปยังระบบควบคุม DCS แสดงดังรูป 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### รูปที่ 3.3 Profibus Interface Module รุ่น X20IF1061-1

(ที่มา : <https://www.br-automation.com/fileadmin/1282159635384-de-bigicon-1.2.jpg>)

อุปกรณ์โมดูล Profibus DP V1 Master (B&R Automation X20IF1061-1) มีคุณสมบัติดังนี้

โมดูลอินเทอร์เฟซมาพร้อมกับอินเทอร์เฟซ PROFIBUS DP V1 เป็นส่วนต่อขยายที่สามารถต่อใช้รวมเข้ากับระบบ PLC B&R และทำให้สามารถถ่ายโอนข้อมูลทั้งสองทิศทางได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย โมดูลอินเทอร์เฟซนี้สามารถทำงานต่อรวมได้บน X20 CPU รวมทั้งตัวควบคุมบัส POWERLINK ที่ขยายได้ เช่น โมดูล X20BC1083



### รูปที่ 3.4 องค์ประกอบของโมดูล Profibus และพอร์ตการเชื่อมต่อ

(ที่มา : Datasheet X20(c)BC1083 X20BC1083-ENG\_V2.60.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.2 องค์ประกอบของโมดูล Profibus และพอร์ตการเชื่อมต่อ

	องค์ประกอบ/คำอธิบาย		องค์ประกอบ/คำอธิบาย
1	IF1 – Profibus DP / อินเทอร์เน็ต Profibus DP มาสเตอร์	2	LED status indicators / ไฟแสดงสถานะ LED

### 3.2.3 โมดูลต่อขยาย Bus module expansion (B&R Automation X20BC1083)

เป็นโมดูลส่วนต่อเพิ่มขยาย Rack [3] ควบคุมในการเพิ่มอินเทอร์เน็ตโมดูล และ I/O ของระบบ แสดงดังรูป 3.5



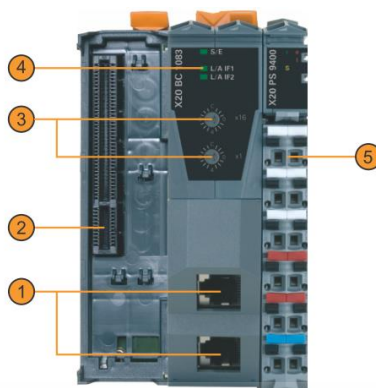
รูปที่ 3.5 Bus module expansion รุ่น X20BC1083

(ที่มา: <https://www.br-automation.com/fileadmin/1242336427728-de-bigicon-1.4.jpg>)

โมดูลต่อขยาย X20BC1083 มีคุณสมบัติดังนี้

1. โมดูลขยายบัสที่สามารถเชื่อมต่อโมดูลอินเทอร์เน็ตได้สูงสุด 2 โมดูลนอกเหนือจากตัวควบคุมบัส
2. เชื่อมต่อกับ PLC ที่เป็น Master ของระบบผ่านทางบัสสื่อสาร Powerlink
3. สามารถอัปเดตเฟิร์มแวร์ผ่าน Fieldbus
4. ทำหน้าที่เป็น Switch Hub ในตัวสำหรับการเดินสายเคเบิลอีเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 องค์ประกอบของโมดูลต่อขยาย และพอร์ตการเชื่อมต่อ

(ที่มา : Data sheet X20(c)BC1083 X20BC1083-ENG\_V260.pdf)

ตาราง 3.3 องค์ประกอบของโมดูลต่อขยาย และพอร์ตการเชื่อมต่อ

	องค์ประกอบ/คำอธิบาย		องค์ประกอบ/คำอธิบาย
1	Powerlink Connection with 2x RJ45 for Simple Wiring / อินเทอร์เน็ต Powerlink	4	LED Status Indicator / ไฟแสดงสถานะ LED
2	Slot for Interface Module / ช่องสำหรับโมดูลอินเทอร์เน็ตสื่อสาร	5	Terminal Block for Bus Controller and I/O Supply / จุดต่อแหล่งจ่ายไฟโมดูล
3	Node Number Switch / หมายเลขโหนด	6	-

### 3.2.4 DP/DP Couple รุ่น SIEMENS 6ES7158-0AD01-0XA0

ใช้สำหรับรวมระบบควบคุมสองระบบเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลสื่อสารระหว่าง Master controller และ Local controller ผ่าน Profibus โปรโตคอล

DP/DP Coupler [2] ใช้เพื่อเชื่อมต่อสองเครือข่ายระบบควบคุมสองระบบเข้าด้วยกันบนบัส Profibus DP เพื่อเปิดช่องการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างคอนโทรลเลอร์ของทั้งสองเครือข่าย ความยาวสูงสุดของข้อมูลที่ถ่ายโอนได้สูงสุดที่ข้อมูลอินพุต 244 ไบต์และข้อมูลเอาต์พุต 244 ไบต์ แสดงดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



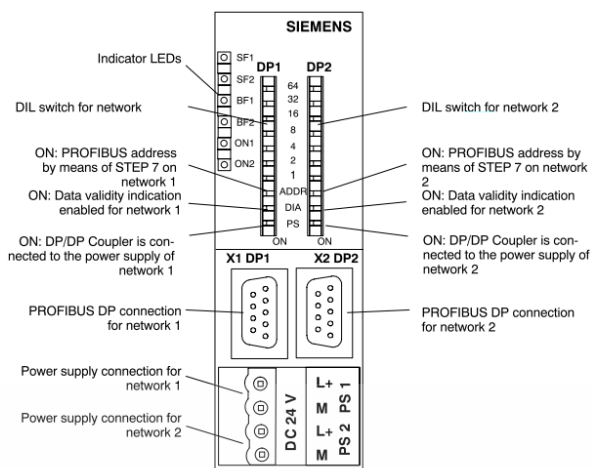
### รูปที่ 3.7 DP/DP Coupler

(ที่มา: [https://mall.industry.siemens.com/mall/collaterals/files/140/jpg/P\\_IK10\\_XX\\_00105i.jpg](https://mall.industry.siemens.com/mall/collaterals/files/140/jpg/P_IK10_XX_00105i.jpg))

โดยอุปกรณ์ DP/DP Coupler มีคุณสมบัติดังนี้

1. ความยาวสูงสุดของการแลกเปลี่ยนข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลอินพุต 244 ไบต์ และข้อมูลเอาต์พุต 244 ไบต์ ซึ่งสูงสุด 128 ไบต์สอดคล้องกัน
2. กำหนดช่องการสื่อสาร(slot) ได้มากถึง 16 พื้นที่ I/O สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล
3. รองรับ PROFIBUS Transmission Rate ได้ถึง Max. 12 Mbit/s
4. หากด้านใดด้านหนึ่งล้มเหลว ค่าเอาต์พุตของอีกด้านหนึ่งจะยังคงอยู่
5. DPV1 ได้รับการสนับสนุนด้วยฟังก์ชันการวินิจฉัย (Diagnostic)
6. การตั้งค่า PROFIBUS ADDRESS ผ่านสวิตช์เลือกบน DP/DP Coupler
7. สามารถกำหนดอัตราการส่งข้อมูลที่แตกต่างกันระหว่าง PROFIBUS ทั้งสองด้านของ DP/DP connector
8. สามารถแยกระบบไฟฟ้า (Isolation) ระหว่างเครือข่าย DP ออกจากกันมีแหล่งจ่ายไฟคู่

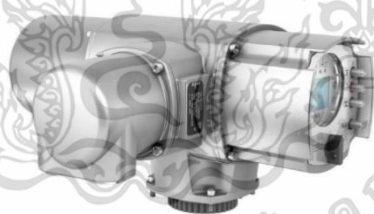
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 องค์ประกอบของโมดูล DP/DP Coupler และพอร์ตการเชื่อมต่อ รูปประกอบอ้างอิง [2]

### 3.2.5 Actuator controls รุ่น AC(V) 01.2

การควบคุมวาล์วผ่าน Actuator control [1] เป็นการนำระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ หากกระบวนการผลิตต้องการฟังก์ชันการควบคุมที่ปรับเปลี่ยนได้เอง การบันทึกข้อมูล ปรับแต่งการเชื่อมต่อ หรือหากวาล์วและ Actuator ต้องการต่อรวมเข้ากับระบบการจัดการของโรงงานในการวินิจฉัยระบบขั้นสูง แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 Actuator controls รุ่น AC(V) 01.2

(ที่มา: [https://www.auma.com/fileadmin/user\\_upload/images\\_com/products/ac\\_01\\_2.jpg](https://www.auma.com/fileadmin/user_upload/images_com/products/ac_01_2.jpg))

ตัวควบคุม AC(V) 01.2 มาพร้อมกับอินเทอร์เฟซแบบ hard-wire สำหรับการกำหนดค่า และมีฟังก์ชันอินเทอร์เฟซไปยังระบบ fieldbus ที่ใช้ในกระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติ

ฟังก์ชันการวินิจฉัยประกอบด้วย การบันทึกค่าเวลา การบันทึกคุณลักษณะของแรงบิด การบันทึกอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนอย่างต่อเนื่องภายใน Actuator นอกจากนี้ การนับจำนวน การเริ่มต้นและเวลาการทำงานของมอเตอร์ นอกเหนือจากฟังก์ชันพื้นฐานแล้ว ตัวควบคุม AC(V) 01.2 ยังมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลือกฟังก์ชันอื่นเพื่อตอบสนองความต้องการพิเศษ อาทิเช่น ทอร์กบายพาสเพื่อจะคลายเกลียววาล์วหาควาล์วแน่นเกินไป หรือฟังก์ชันสำหรับยืดเวลาการทำงานเพื่อหลีกเลี่ยงภาวะ water hammer ภายในท่อ

ตัว Actuator AC(V) 01.2 มี user interface ที่ง่ายต่อการใช้งาน และง่ายสำหรับในการต่อรวม Actuator เข้ากับระบบ DCS/PLC สามารถตั้งโปรแกรมควบคุมผ่านจอแสดงผลกราฟิกขนาดใหญ่ใช้งานง่าย และสามารถทำผ่านทางซอฟต์แวร์เฉพาะ AUMA CDT ที่สามารถเชื่อมต่อผ่าน Bluetooth ไร้สาย หรือสำหรับการเชื่อมต่อผ่าน Fieldbus ทำให้การตั้งค่าตั้งโปรแกรมสามารถทำได้จากห้องควบคุม

อุปกรณ์ Actuator controls รุ่น AC(V) 01.2 มีคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์ดังนี้

#### 1. คุณสมบัติในการออกแบบ

- ออกแบบแบบโมดูลาร์แยกชิ้น ไม่ประกบติดกับภาคไดรฟ์ ง่ายต่อการอัปเดตหรือเปลี่ยน
- มีระบบควบคุมที่ตัววาล์ว พร้อมสวิตช์เลือก แบบ interlock
- จอ LCD แสดงสถานะและรองรับการตั้งโปรแกรมในตัววาล์ว
- มี Overload และ ทอร์คมอนิเตอร์ริงและควบคุม
- รองรับการติดตั้งบนผนังยึด
- การควบคุมมอเตอร์ผ่าน คอนแทคเตอร์ และไทรสเตอร์
- มีฟังก์ชันการแก้ไขเฟสอัตโนมัติ
- รองรับใช้แหล่งจ่ายไฟ 24 VDC จากภายนอก

#### 2. คุณสมบัติการเชื่อมต่อดังนี้

- อินพุตควบคุมที่มีแรงดันไฟฟ้าต่างกัน (DC/AC)
- รีเลย์เข้าพุทบอกวาล์วสถานะ (relay output status indicator)
- อินพุตควบคุมแบบแอนะล็อก (0/4-20 มิลลิแอมป์)
- มีฟังก์ชันควบคุมกระบวนการ (PID) ในตัว
- รองรับการควบคุม Fieldbus
- รองรับการทำงานแบบรีดันแดนท์
- Fail safe โปรแกรมเมเบิล
- บันทึกข้อมูลการดำเนินงาน สามารถดูได้ย้อนหลัง
- เชื่อมต่ออุปกรณ์กับโน้ตบุ๊กและแท็บเล็ต Android
- ความปลอดภัยด้านการทำงาน ในการกำหนดค่าที่เลือกสามารถป้อนกลับตำแหน่งสิ้นสุดที่

ปลอดภัยได้ถึง SIL 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.6 ซอฟต์แวร์ Automation studio 4



#### รูปที่ 3.10 ซอฟต์แวร์โปรแกรมมิ่ง

(ที่มา: <https://www.br-automation.com/fileadmin/1372221509424-de.html-1.2.jpg>)

เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและออกแบบโครงข่ายระบบควบคุม ที่รองรับได้หลายภาษา มีความเข้ากันได้กับภาษาตามมาตรฐาน IEC 61131-3, CFC และ ANSIC ดังนี้

1. IEC 61131-3 - LD (ไดอะแกรมแลตเตอร์) ภาษาการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิก Ladder Diagram LAD (ตามมาตรฐาน IEC DIN EN 61131-3) ภาษาแบบแผนภาพวงจร สัญลักษณ์ที่คุ้นเคยใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม เช่น คอยล์ หลอดไฟ และสวิตช์แบบปกติเปิดและปิดตามปกติ จากนั้นจะรวมกันในเครือข่ายเพื่อสร้างโครงสร้างเชิงตรรกะ Ladder Diagram และยังสามารถรวมบล็อกฟังก์ชันได้

2. IEC 61131-3 - FBD (แผนภาพบล็อกฟังก์ชัน) ภาษาการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกนี้ใช้สัญลักษณ์ตรรกะของพีชคณิตบูลีน เหมาะสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมแบบลิงก์ต่อเนื่อง เนื่องจากการแสดงภาพทำให้เข้าใจตรรกะการเขียนโปรแกรมได้ง่าย

3. IEC 61131-3 - IL (รายการคำสั่ง) IL เป็นภาษาที่สอดคล้องกับมาตรฐาน IEC ซึ่งสามารถพบได้ในเกือบทุกคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบัน ภาษานี้สามารถเปรียบเทียบได้ดีที่สุดกับการเขียนโปรแกรมในภาษาแอสเซมบลี

4. IEC 61131-3 - SFC (แผนภูมิฟังก์ชันตามลำดับ) SFC เป็นภาษากากราฟิกที่แสดงลำดับการควบคุมอย่างชัดเจน เหมาะอย่างยิ่งสำหรับโปรแกรมแบบสแต็ปที่มุ่งเน้นเวลาและเหตุการณ์ แผนภูมิฟังก์ชันตามลำดับประกอบด้วยขั้นตอนการควบคุมที่เชื่อมโยงกันโดยมีเงื่อนไขเป็นตัวเลือกในการทำงาน

5. IEC 61131-3 - ST (Structured Text) ST เป็นภาษาระดับสูงตามตัวอย่างภาษาปาสคาลสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง ภาษานี้เป็นภาษาของ IEC 61131-3 ที่ใช้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

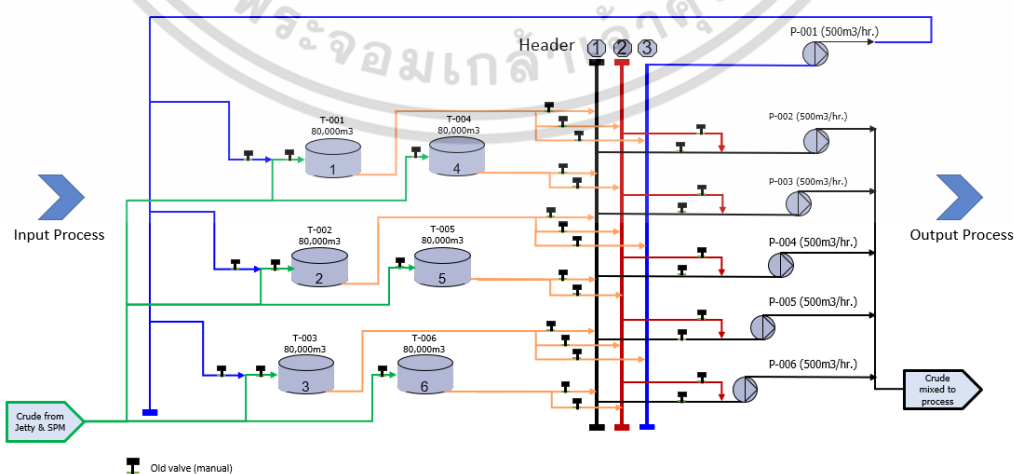
6. CFC (Continuous Function Chart) CFC เป็นภาษาที่คล้ายกับ FBD ในขณะที่ตัวแก้ไข FBD เป็นแบบเครือข่ายและจัดเรียงบล็อกโดยอัตโนมัติ ใน CFC บล็อกสามารถวางได้อย่างอิสระบนหน้าจอ สามารถสร้างพีดีแอนด์คลูบได้โดยไม่มีตัวแปรชั่วคราว ภาษานี้เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการนำเสนอภาพรวมของแอปพลิเคชัน

7. ANSI C เป็นภาษาที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเขียนโปรแกรมแอปพลิเคชันและไลบรารี ANSI C ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้บล็อกฟังก์ชันและเข้าถึงตัวแปรจากภาษา IEC อื่นๆด้วยการรวมคอมไพเลอร์ GNU ทำให้มีคอมไพเลอร์ C ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดตัวหนึ่ง

ในโครงการที่นำเสนอนี้ จะใช้สองภาษาคือ SFC (แผนภูมิฟังก์ชันตามลำดับ) และ ST (Structured Text) โดยภาษา SFC ใช้ในส่วนของโปรแกรมเลือกโหมดการทำงาน ส่วน ST ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมและ ฟังก์ชันบล็อก

### 3.3 หลักการทำงานและการออกแบบ

ในกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันดิบ น้ำมันดิบจะมาจากแหล่งต่างๆหลายที่ทั่วโลก เช่นส่งมาจากตะวันออกกลาง หรือจากแหล่งอื่นๆ ทั่วโลก คุณภาพของน้ำมันที่ได้มาก็แตกต่างกันไป การกักเก็บน้ำมันดิบเข้ามาเก็บจะทำได้ทั้งทางเรือและขนส่งทางรถ โดยจะมาพักไว้ที่ถังเก็บก่อนส่งไปที่โรงกลั่น เนื่องจากคุณภาพของน้ำมันดิบจากที่มาแต่ละแหล่ง และในแต่ละเวลา ไม่สามารถควบคุมได้ ดังได้กล่าวแล้วข้างต้น ดังนั้นก่อนทำการส่งเข้ากระบวนการกลั่นจะต้องทำการปรับคุณภาพน้ำมันดิบก่อนทำการส่ง โดยการนำมาผสมกันตามสัดส่วนให้ได้ตามมาตรฐานเสียก่อน ก่อนที่จะส่งเข้าสู่กระบวนการกลั่น โดยสูตรสัดส่วนการผสม จากแหล่งใด ในสัดส่วนเท่าไรจะถูกกำหนดจากจากราคาและคุณภาพของน้ำมันดิบที่ได้มาจัดเก็บไว้

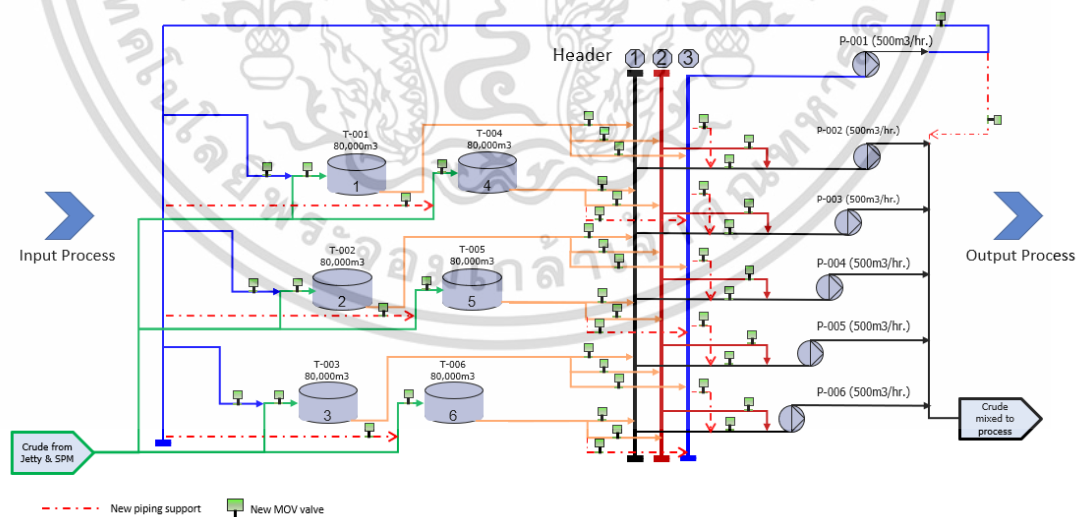


รูปที่ 3.11 ระบบดั้งเดิมแบบ Manual คอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบส่งจ่ายน้ำมันดิบในรูปที่ 3.11 ด้านบนวาล์วทั้งหมดที่ใช้จะเป็นแบบ Manual ที่ทำการเปิดปิดด้วยมือ ตำแหน่งท่อส่งจ่ายทั้งสามรับน้ำมันดิบจากถังกักเก็บ โดยมีท่อเซอร์วิส (ท่อจ่ายที่ 3) ใช้ในการรอน้ำมัน ที่ซึ่งสามารถนำน้ำมันดิบวนไปพักรวมกันได้ ข้อจำกัดของระบบดังกล่าวในรูปคือ วาล์วทุกตัวในระบบเป็นแบบ Manual การปรับเปลี่ยนเส้นทางการส่งจ่ายนั้นทำได้จากเปิด/ปิด จากหน้างานโดยผู้ปฏิบัติงานเท่านั้นทำให้เกิดความล่าช้าในการปรับเปลี่ยน และการไม่สามารถวนน้ำมันดิบได้ครอบคลุมทุกถัง ในการนำเก็บไปพักยังถังทุกถัง เกิดการเสียโอกาสที่จะใช้ถังและทำให้ถังที่ไม่ต่อเข้ากับท่อเซอร์วิสน้ำมันว่าง (T004/T005/T006) เพื่อรับน้ำมันดิบอื่นๆเข้ามา การจะใช้งาน T004/T005/T006 ในการกักเก็บน้ำมันนั้น จำเป็นต้องใช้งานรอนกระแทงใช้จนหมด ซึ่งเป็นการเสียโอกาสในการผลิต และการบริหารสินค้าคงคลังได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

เนื่องจากกระบวนการผลิตต้องการอัตราการส่งจ่ายน้ำมันดิบที่มีประสิทธิภาพความน่าเชื่อถือ และการควบคุมสัดส่วนในการผสมน้ำมันดิบที่มีความแม่นยำ การออกแบบปรับปรุงจากระบบเดิมเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพในการผลิต ได้ทำการปรับเปลี่ยนการควบคุมการเปิดปิดวาล์วแบบ Manual มาเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ นำ Valve Actuator ไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ ปรับปรุงระบบท่อให้สามารถวนน้ำมันจากทุกถังได้ โดยเพิ่มท่อจากถัง T004/T005/T006 ต่อเข้ากับท่อจ่ายเซอร์วิส(ท่อจ่ายที่ 3) ที่เป็นท่อน้ำมันดิบ และเพิ่มหน้าที่ของปั๊ม P-001 ให้สามารถทำหน้าที่เป็นตัวส่งจ่ายน้ำมันดิบสำรองของระบบได้ ในกรณีที่ปั๊มตัวหลักขัดข้องหรือเมื่อจำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุง จะสามารถนำมาใช้ทดแทนเพื่อรักษาอัตราการผลิตการในส่งจ่ายได้อย่างคงที่ ระบบที่ทำการปรับปรุงแล้วได้แสดงดังรูปที่ 3.12



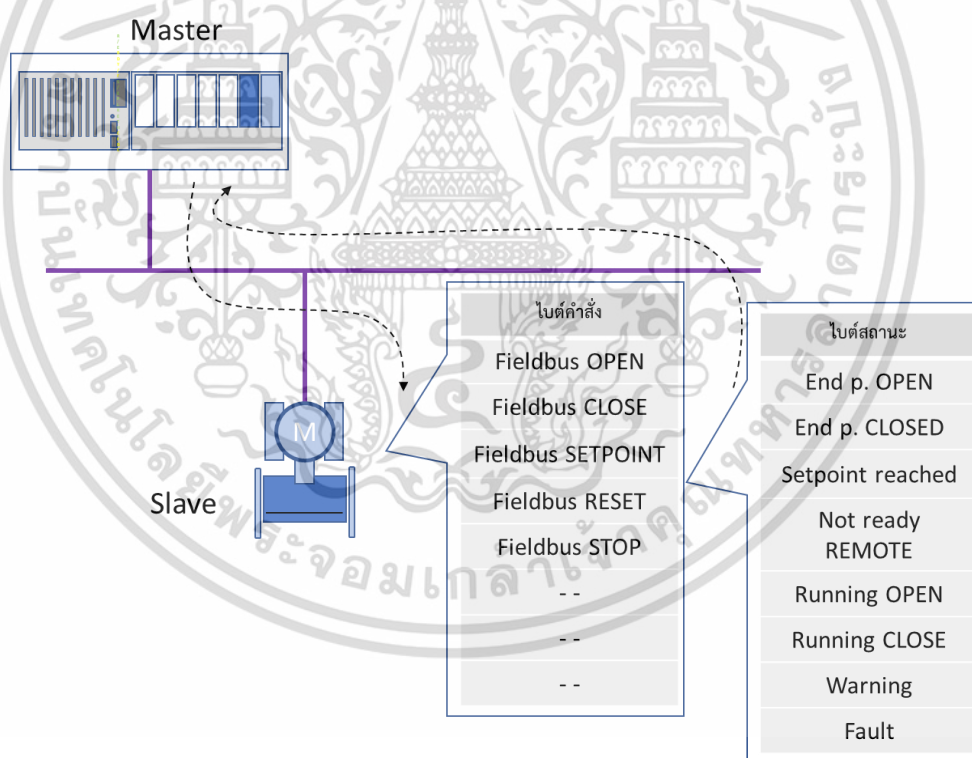
รูปที่ 3.12 ระบบที่นำเสนอแบบใช้ Valve Actuator ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ระบบควบคุมที่นำเสนอ

#### 3.4.1 อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในระบบ

โครงสร้างระบบการควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้าผ่านระบบ PLC ใช้การสื่อสารเชื่อมต่อแบบ Profibus DP [4] ควบคุมการทำงานผ่านเทเลแกรมควบคุม ผ่านไบต์คำสั่งและไบต์สถานะของวาล์ว เพื่อสามารถควบคุมและติดตามสถานะของวาล์วเราจะใช้เทเลแกรมในการควบคุม แสดงดังรูปที่ 3.13 เนื่องด้วยลักษณะการทำงานของวาล์วเป็นแบบเปิด/ปิด ดังนั้น สัญญาณการควบคุมและสถานะวาล์วจากเทเลแกรมขนาดหนึ่งไบต์จึงเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการควบคุม แม้ว่าเทเลแกรมมาตรฐานจะมีมาให้ทั้งข้อมูลตำแหน่งของวาล์ว ค่าแรงบิดของวาล์ว ที่สามารถนำมาใช้ได้รวมทั้งสามารถควบคุมความเร็วและตำแหน่งของวาล์วได้ก็ตาม จากจำนวนข้อมูลที่ใช้รับส่งจากที่กล่าวมาข้างต้น DP/DP couple ที่นำมาใช้สำหรับรับส่งข้อมูลที่สามารถรับส่งได้ที่ 244 ไบต์สูงสุดเพียงพอต่อความต้องการของระบบในการรับส่งข้อมูลกับ DCS คอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.13 ข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างวาล์วและ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 คำอธิบายของข้อมูลอินเตอร์เฟซ

การควบคุมการทำงานของวาล์ว กำหนดการสื่อสารเป็นสองไบต์ คือไบต์สถานะหรือข้อมูลอินพุต และไบต์คำสั่งควบคุม หรือข้อมูลเอาต์พุต ดังรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลอินพุต สัญญาณข้อมูลอินพุต (อินพุตกระบวนการ) อินพุตที่เป็นตัวแทนของกระบวนการที่ให้มาสเตอร์ (ตัวควบคุม) อ่านสถานะของ Actuator Byte: Logic Signals

Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	
7	6	5	4	3	2	1	0	
	Fault	Warning	Running CLOSE	Running OPEN	Not ready REMOTE	Setpoint reached	End p. CLOSED	End p. OPEN

รูปที่ 3.14 ไบต์ข้อมูลแสดงสถานะของวาล์วที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

ตาราง 3.4 คำอธิบายความหมายของไบต์สถานะแต่ละบิต

บิต	ตัวแทนกระบวนการ	คำอธิบาย
0	End position OPEN	สัญญาณลิมิตสวิตช์ทำงานในทิศทางเปิด
1	End position CLOSED	สัญญาณลิมิตสวิตช์ทำงานในทิศทางปิด
2	Setpoint pos. reached	ค่าตำแหน่งอยู่ภายในค่าที่ตั้งไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ อยู่ใน dead band จะมีการส่งสัญญาณออกมา
3	Not ready REMOTE	ไม่พร้อม REMOTE ไม่สามารถใช้งาน Actuator จาก REMOTE ได้ Actuator สามารถสั่งงานได้ผ่านส่วนควบคุมภายในเครื่องเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	Running OPEN	ดำเนินการคำสั่งการทำงานผ่านปุ่มกดควบคุมภายในเครื่องหรือผ่าน Fieldbus ในทิศทาง OPEN : Fieldbus OPEN หรือ Fieldbus SETPOINT (เอาต์พุตกระบวนการ) บิตนี้ยังคงถูกตั้งค่าในระหว่างการหยุดการทำงานชั่วคราว
5	Running CLOSE	ดำเนินการคำสั่งการทำงานผ่านปุ่มกดควบคุมภายในเครื่องหรือผ่าน Fieldbus ในทิศทาง CLOSE : Fieldbus CLOSE หรือ Fieldbus SETPOINT (เอาต์พุตกระบวนการ) บิตนี้ยังคงถูกตั้งค่าในระหว่างการหยุดการทำงานชั่วคราว
6	Warning	สัญญาณเตือนมีไว้เพื่อเป็นข้อมูลเท่านั้น และจะไม่ขัดจังหวะหรือปิดการทำงาน (ซึ่งตรงข้ามกับความผิดพลาด)
7	Fault	สัญญาณความผิดปกติ สาเหตุที่ทำให้ Actuator ทำงานไม่ได้

2. ข้อมูลเอาต์พุต มาสเตอร์ (ส่วนควบคุม) สามารถควบคุม slave ( Actuator ) ผ่านเอาต์พุตควบคุมกระบวนการ การจัดเรียงเอาต์พุตตัวแทนกระบวนการ ในการดำเนินการระยะไกล สวิตช์เลือกต้องอยู่ในตำแหน่งรีโมทคอนโทรล (REMOTE)

Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit	Bit
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	Fieldbus STOP	Fieldbus RESET	Fieldbus SETPOINT	Fieldbus CLOSE	Fieldbus OPEN

รูปที่ 3.15 ไบต์ข้อมูลคำสั่งของวาล์วที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

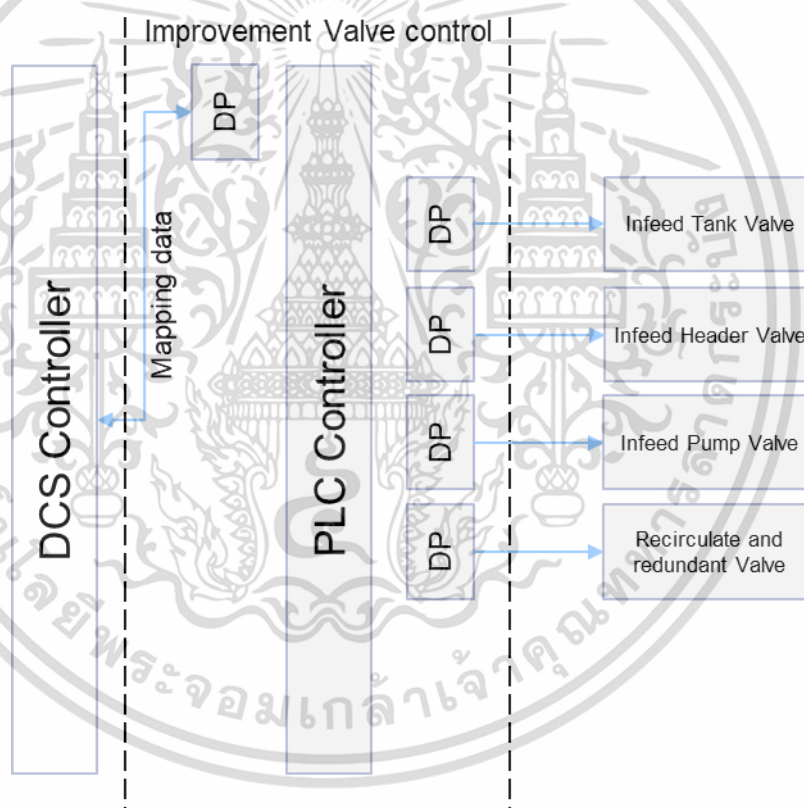
ตาราง 3.5 คำอธิบายความหมายของไบต์คำสั่งแต่ละบิต

บิต	ตัวแทนกระบวนการ	คำอธิบาย
0	Fieldbus OPEN	คำสั่งการทำงานในทิศทาง OPEN
1	Fieldbus CLOSE	คำสั่งการทำงานในทิศทาง CLOSE
2	Fieldbus SETPOINT	บิตนี้ใช้เพื่อเลือกโหมดการควบคุมระหว่าง โหมดควบคุมตำแหน่งและโหมดการดำเนินการแบบ เปิด - ปิด 1 – Position Setpoint 0 – on/off
3	Fieldbus RESET	สัญญาณเตือนและความผิดพลาดของการควบคุม Actuator สามารถรีเซ็ตได้ผ่าน Fieldbus ในขณะที่ สวิตช์ เลือกอยู่ในตำแหน่ง รีโมทคอนโทรล (REMOTE) ผ่าน Fieldbus (เช่น ความผิดปกติของความร้อนของอุปกรณ์ PTC และความผิดปกติของแรงบิด) การทำงานของบิตนี้สอดคล้องกับการกดปุ่ม RESET ที่ส่วนควบคุมภายในเครื่อง
4	Fieldbus STOP	ไม่ใช้งาน
5	--	ไม่มีคำสั่ง
6	--	ไม่มีคำสั่ง
7	--	ไม่มีคำสั่ง

ในการออกแบบระบบเพื่อให้ง่ายต่อการขยายระบบ การติดตั้ง การเดินสายสัญญาณ จะแบ่งการควบคุมวาล์วออกเป็นโซน ที่กระจายไปตามตำแหน่งที่ติดตั้ง ในระบบที่ออกแบบนี้จะประกอบด้วย 5 โซนแบ่งเป็นหนึ่งโซนสำหรับรับส่งข้อมูลกับทาง DCS คอนโทรลเลอร์ โซนสำหรับถังเข้าควบคุมวาล์ว 12 ตัว โซนสำหรับขาเข้าท่อจ่ายควบคุมวาล์ว 18 ตัว โซนสำหรับขาเข้าปั๊มควบคุมวาล์ว 15 ตัว และโซนสุดท้ายควบคุมวาล์วสองตัว สำหรับการวนน้ำมันดิบและวาล์ว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับบีมสำรอง ดังแสดงในตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.17 PLC ที่ใช้กำหนดเป็นยี่ห้อ B&R โมเดล X20CP3586 ที่มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ Ethernet และ POWERLINK bus มาให้ ต่อขยายโมดูล Interface ได้ 3 โมดูลซึ่งทั้งโมดูล 3 โมดูลจะใช้เป็นโมดูล Interface Profibus ยี่ห้อ B&R โมเดล X20IF1061-1 และทำการต่อขยายเพิ่มโมดูล slot อีก 2 โมดูล โดยใช้ POWERLINK bus controller ยี่ห้อ B&R โมเดล X20BC1083 ใช้เพื่อเพิ่มโมดูล Interface แบบ Profibus อีกสองตัว

รูปที่ 3.16 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมที่นำเสนอ PLC ควบคุมกลุ่มวาล์ว ในแต่ละพื้นที่ผ่านทางการสื่อสารแบบ Profibus DP ติดต่อสื่อสารกับทาง DCS คอนโทรลเลอร์ ผ่านทาง Profibus gateway ที่นำอุปกรณ์ DP/DP couple โมเดล 6ES7158-0AD01-0XA0 มาใช้จัดการการรับส่งข้อมูลระหว่างกันของทั้งสองระบบ ตารางที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในระบบควบคุมที่นำเสนอ



รูปที่ 3.16 โครงสร้างของระบบควบคุมในภาพรวมอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.6 รายการอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบควบคุม

Main Equipment	Device function and model	Manufacturer
PLC	Local controller, PLC CPU X20 CP3586 B&R, X20CP3586	B&R
Node Machine Interface	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Infeed Tank	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Infeed Header	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Infeed Pump	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Recirculate and Redundant	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Expansion hub	POWERLINK bus controller (Rack expansion), X20BC1083	B&R
DP/DP couple	DP/DP couple Coupling module, 6ES7 158-0AD01-0XA0	B&R
Field Device	Device function and model	Manufacturer
MOV	Actuator controls AC(V) ExC 01.2 Profibus DP	AUMA

จาดตารางที่ 3.7 แสดงจำนวนอุปกรณ์ควบคุมในแต่ละโหนด กำหนดขนาดของข้อมูลในการสื่อสาร

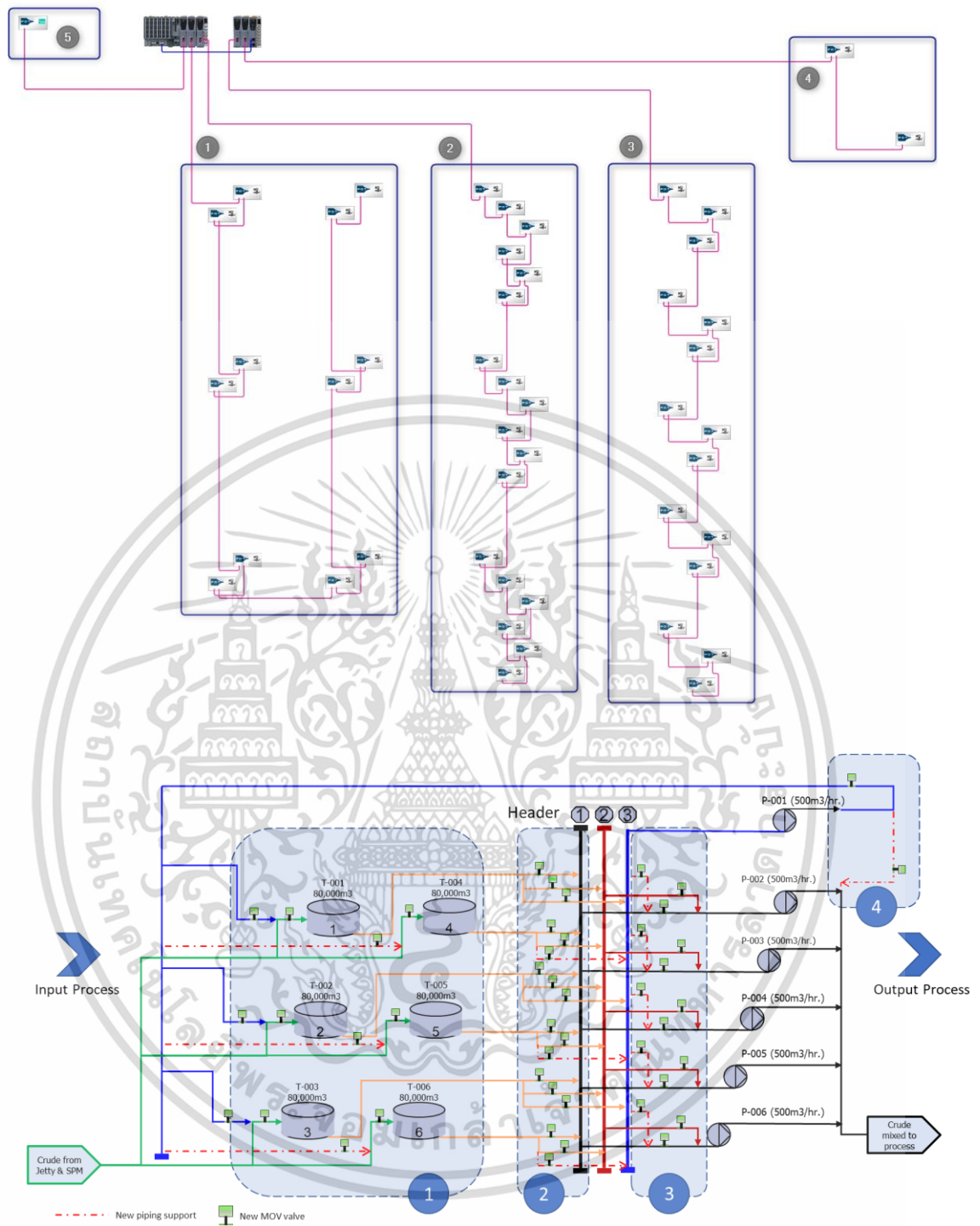
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.7 แสดงจำนวนอุปกรณ์ควบคุมในแต่ละโหนด

Node	Name	Control Address
1	X20IF1061_1 for Infeed Tank	2 ... 13
2	X20IF1061_1 for Infeed Header	2 ... 19
3	X20IF1061_1 for Infeed Pump	2 ... 16
4	X20IF1061_1 for Recirculate and Redundant	2 ... 3
5	X20IF1061_1 for Signal Interface	2

Profibus DP master Module, X20IF1061-1 จะแยกโหนดควบคุมออกเป็นส่วนพื้นที่ Infeed tank (2) Infeed Header (3) Infeed pump (4) Recirculate และ (5) DP/DP couple (Profibus Gateway)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

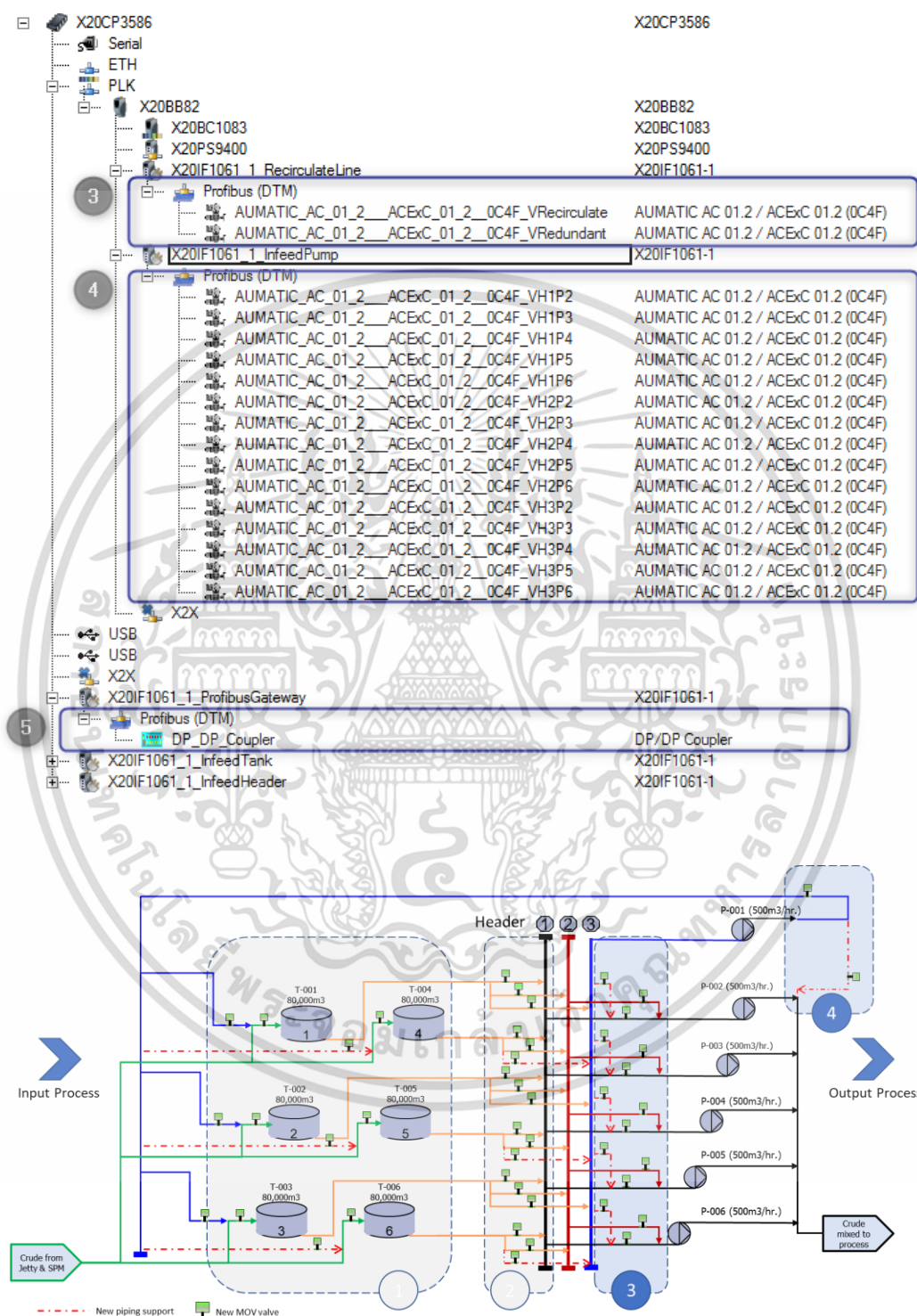


รูปที่ 3.17 ภาพแสดงโครงสร้างของระบบควบคุม Hardware configuration

รูป 3.17 แสดงการทำ Hardware configuration ในโปรแกรม Automation studio จากอุปกรณ์ที่เลือกใช้และการออกแบบของระบบ ที่จะแบ่งวาล์วออกเป็นกลุ่มที่สัมพันธ์กับพื้นที่ปฏิบัติงาน รูป 3.18 เป็นการทำให้ Hardware configuration ของกลุ่มวาล์ว (3) Infeed Pump (4)

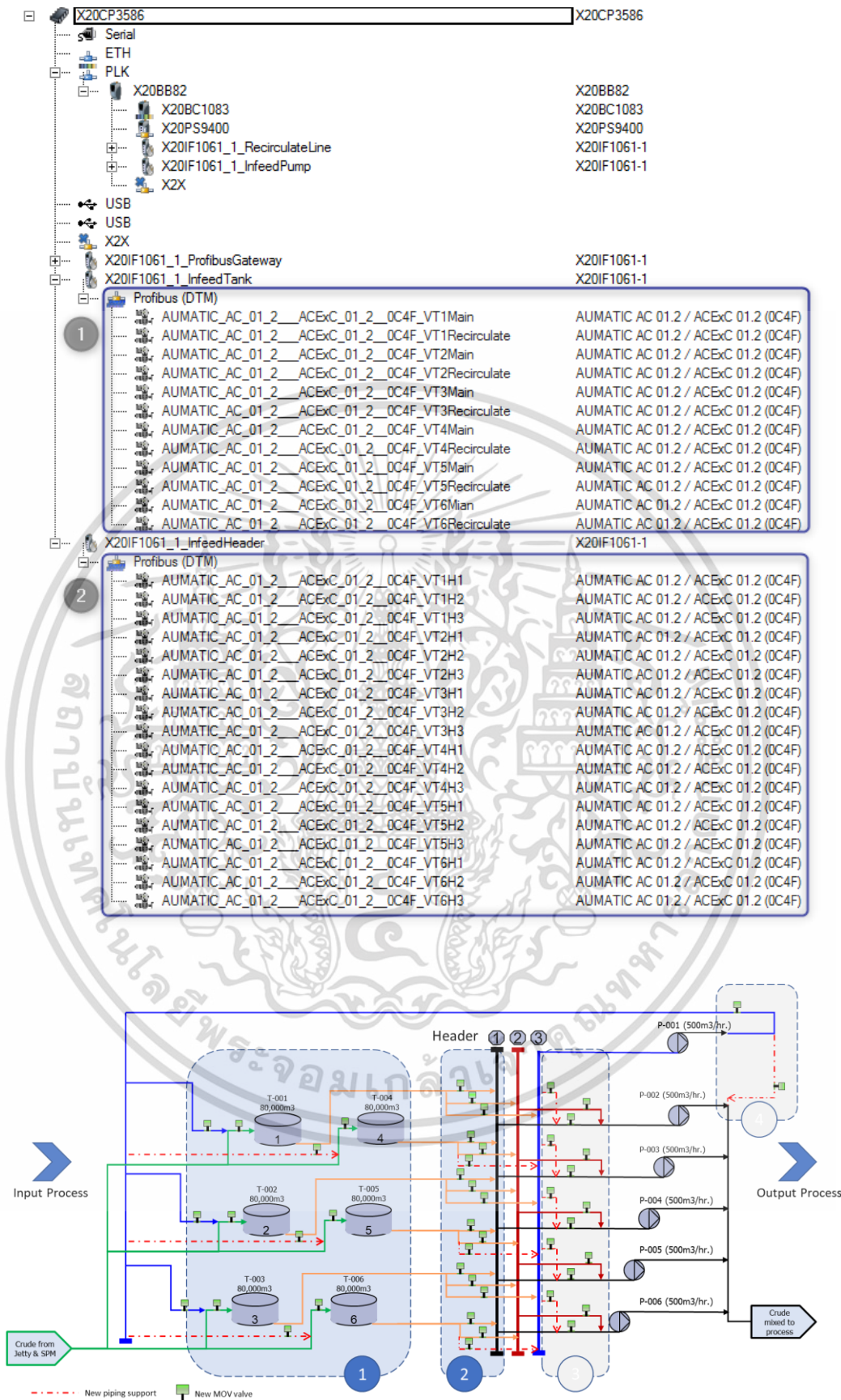
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recirculate and Redundant และ รูป 3.19 เป็นการทำให้ Hardware configuration ของกลุ่มวาล์ว (1) Infeed Tank (2) Infeed Header



รูปที่ 3.18 รูป Hardware configuration แสดง node ควบคุม (3), (4), (5) ตามตาราง 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



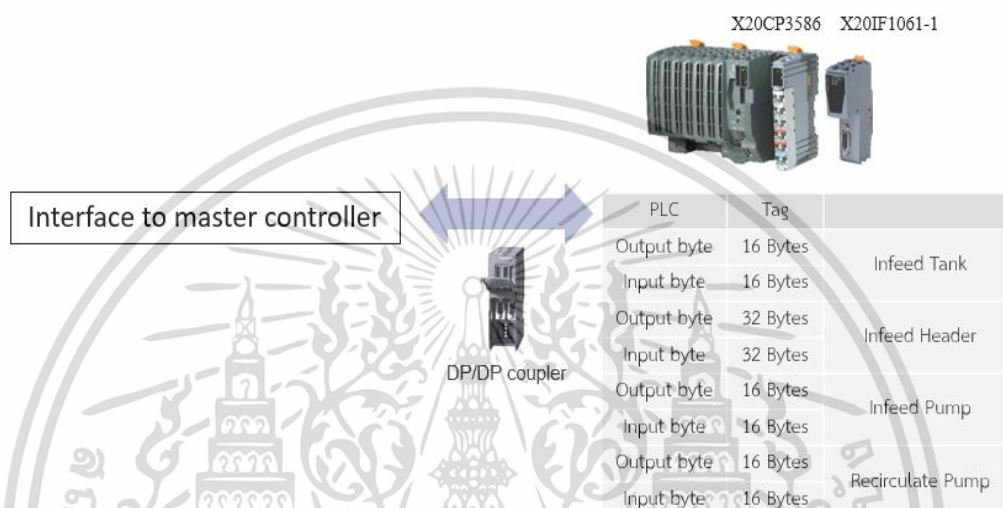
รูปที่ 3.19 Hardware configuration แสดง node ควบคุม (1), (2) ตามตาราง 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DCS คอนโทรลเลอร์ และ PLC รับส่งข้อมูลระหว่างกันผ่านทาง DP/DP couple วาล์วควบคุมทุกตัวในระบบ ในแต่ละตำแหน่ง ส่งผ่านข้อมูลควบคุมไปยัง DCS คอนโทรลเลอร์ ผ่านทาง DP/DP couple

ในรูปที่ 3.20 แสดงจำนวนข้อมูลที่ผู้ใช้รับและส่งในการควบคุมวาล์วในแต่ละโหนด ผ่าน PLC ไปยัง DCS คอนโทรลเลอร์



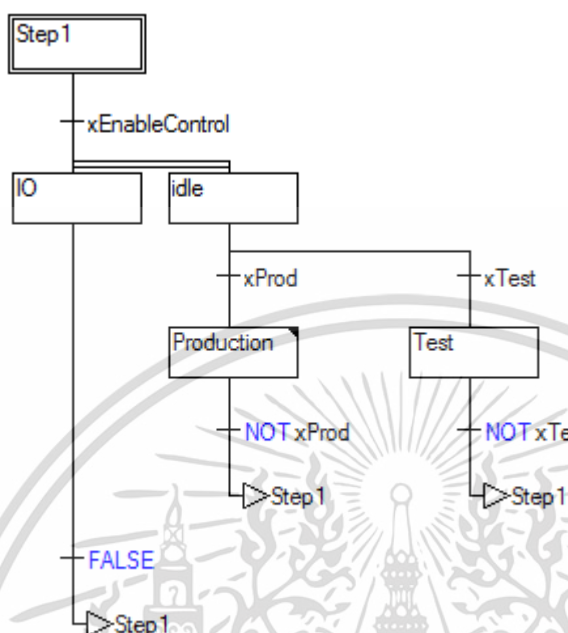
รูปที่ 3.20 ปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งไปยัง DCS คอนโทรลเลอร์

การกำหนดพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Local PLC และระบบควบคุม DCS แบ่งออกเป็นแต่ละพื้นที่การควบคุม ขนาดพื้นที่คัมขึ้นอยู่กับจำนวนวาล์วของแต่ละพื้นที่ จากรูปที่ 3.20 แสดง Infeed tank จอง 16 ไบต์, Infeed Header จอง 32 ไบต์, Infeed Pump จอง 16 ไบต์ และ Recirculate และ Redundant จอง 16 ไบต์

### 3.4.3 อธิบายโครงสร้างโปรแกรม

คำสั่งควบคุมวาล์วจาก DCS คอนโทรลเลอร์ จะถูกส่งมายังที่ PLC ซึ่งแบ่งออกเป็นสองโหมดควบคุม คือโหมดการผลิต และโหมดทดสอบ สำหรับในโหมดผลิตจะทำการควบคุมวาล์วแบบอัตโนมัติโดย DCS คอนโทรลเลอร์ ตามกระบวนการผลิตที่ต้องการ ในโหมดทดสอบ สามารถควบคุมวาล์วแบบ Manual ผ่านได้ทั้งสองทางทั้งทาง DCS คอนโทรลเลอร์ และทาง PLC ซึ่งทั้งสองหน่วยควบคุมสามารถรับรู้สถานะของวาล์วได้ทุกตัวเช่น ตำแหน่งวาล์ว โหมดควบคุมของวาล์ว และการ

แจ้งเตือนความผิดปกติของวาล์ว รูปที่ 3.21 แสดง flow การทำงานในรูปแบบโปรแกรมในภาษา SFC ในการควบคุมวาล์ว หน้าที่การทำงานของแต่ละขั้นโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.21 แผนผังโปรแกรมในการควบคุมวาล์ว

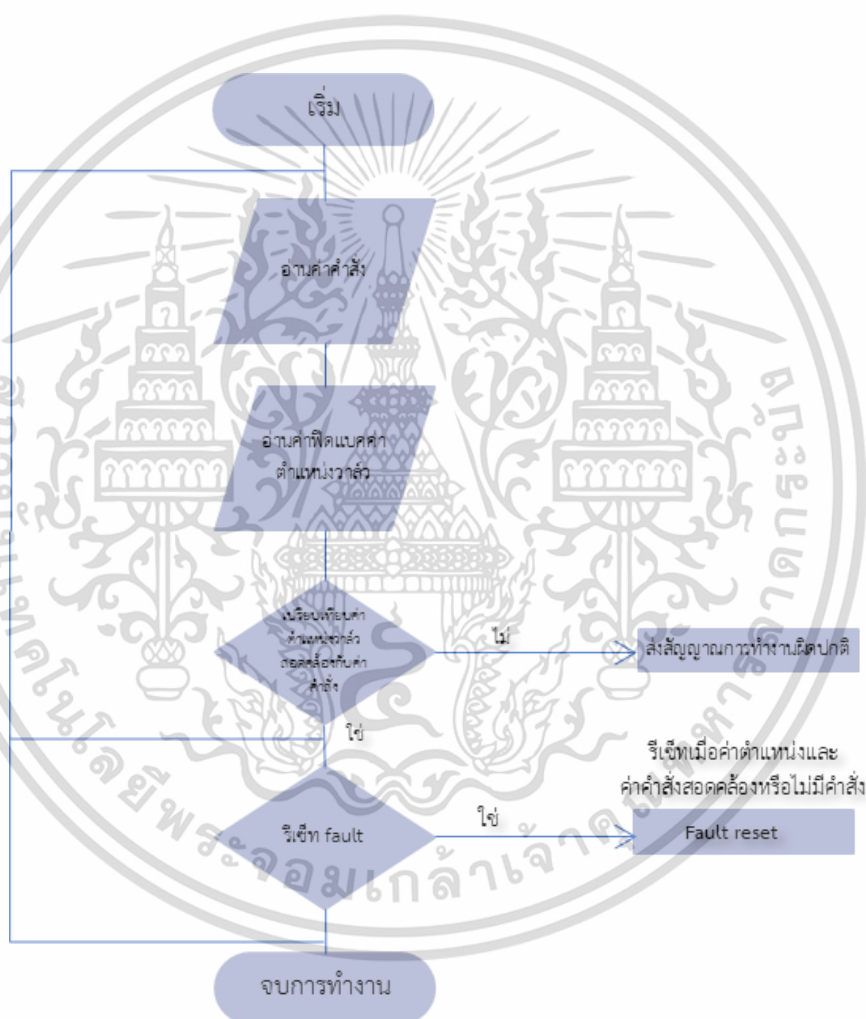
IO	Input and output update, prepare data for automatic control
Idle	No execute
Production	Step and sequence for automatic control
Test	Test function and manual control

รูปที่ 3.22 หน้าที่การทำงานของแต่ละขั้นโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมในโหมดการผลิต การเปิดและปิดของวาล์วแต่ละตัวจะควบคุมแบบอัตโนมัติโดย PLC ไปยังตำแหน่งที่ต้องการเพื่อในการส่งน้ำมันดิบไปยังกระบวนการผลิตโรงกลั่น ซึ่งการควบคุมในโหมดการผลิตจะถูกควบคุมโดยตรงจาก DCS คอนโทรลเลอร์ การเปลี่ยนการส่งจากถังน้ำมันดิบใดๆ ควบคุมตามสูตรการผลิตที่ต้องการ ในขณะที่เมื่อเราต้องการควบคุมตำแหน่งวาล์ว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

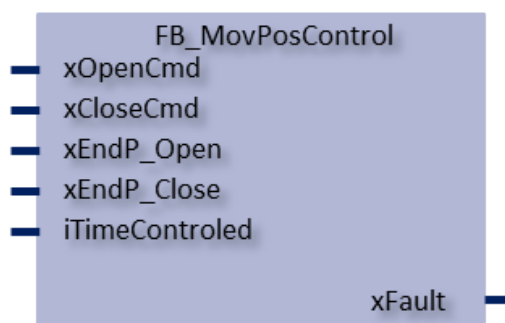
แบบ Manual เช่นในกรณีที่การติดต่อสื่อสารกับ คอนโทรลเลอร์หลัก DCS ชัดข้อง หรือเมื่อมีการซ่อมบำรุง การควบคุมวาล์วแบบ Manual จะถูกจัดการโดยส่วนของโปรแกรมทดสอบ

การควบคุมวาล์วผ่าน PLC สามารถที่จะสร้างลอจิกควบคุมและติดตามสถานะและตำแหน่งวาล์ว แบบตลอดเวลาได้ รูปที่ 3.23 แสดง flow chart ลอจิกการควบคุมวาล์วของฟังก์ชันบล็อก FB\_MovPosControl ฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในการตรวจเช็คตำแหน่งวาล์ว โดยจะนำสัญญาณสถานะตำแหน่งของวาล์วมาเปรียบเทียบกับคำสั่งที่ต้องการเปิดหรือปิดในเวลาที่กำหนด ถ้าหากตำแหน่งของวาล์วไม่สอดคล้องกับคำสั่งในเวลาที่กำหนดก็จะมีสัญญาณเตือนบอกถึงความผิดปกติในการทำงานของวาล์ว



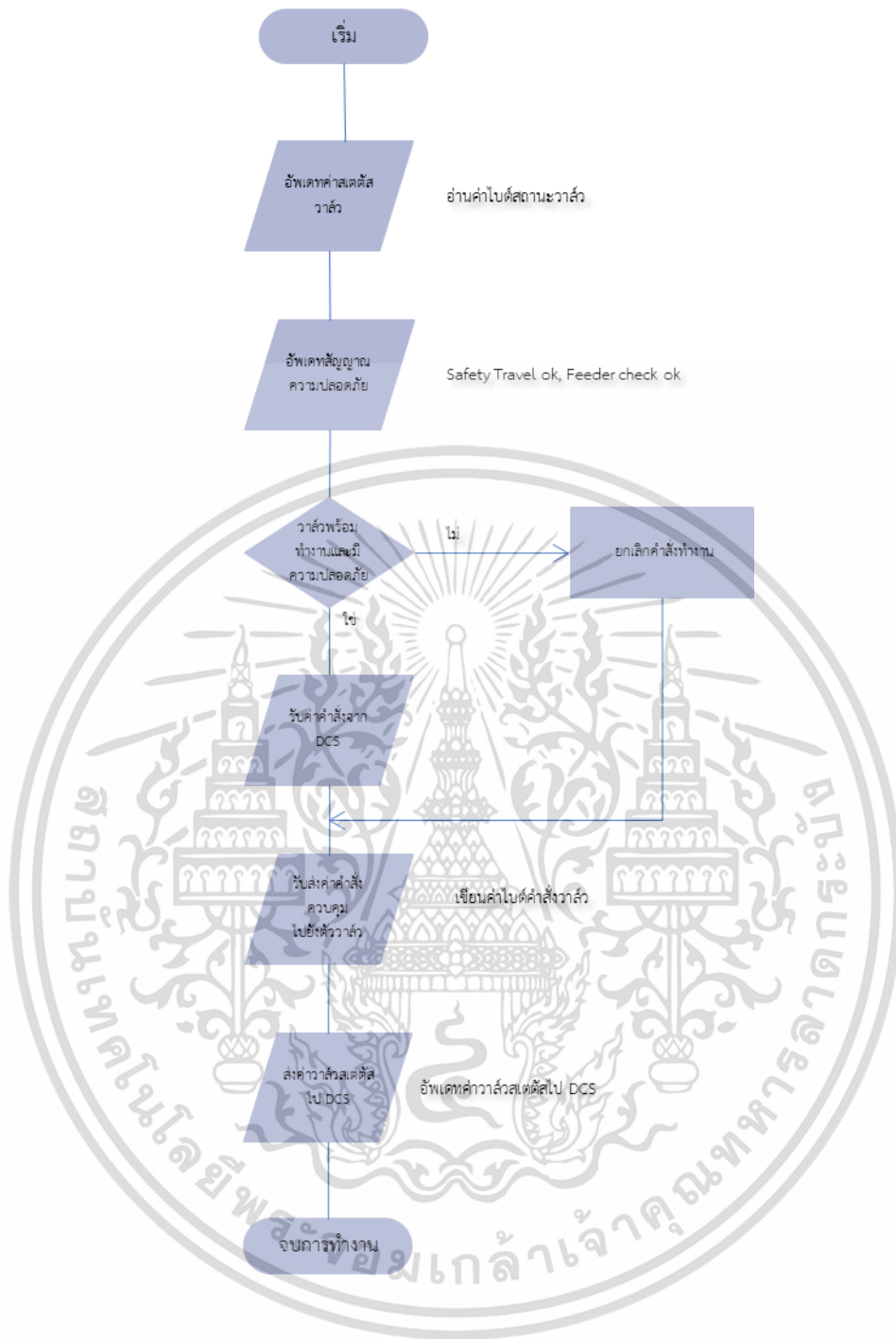
รูปที่ 3.23 โฟลว์ชาร์ตของฟังก์ชันบล็อกวาล์วควบคุม FB\_MovPosControl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



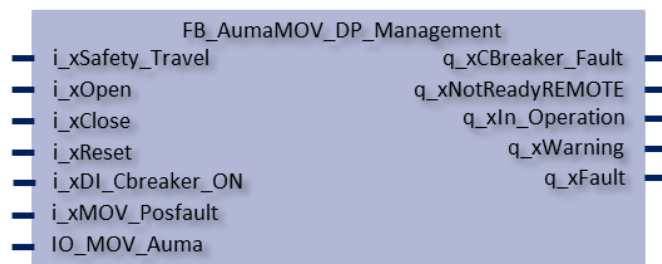
รูปที่ 3.24 IO Interface ของฟังก์ชันบล็อกวาล์วควบคุม

การรับส่งสัญญาณควบคุมวาล์วจาก DCS ผ่าน PLC ลำดับขั้นตอนการควบคุม แสดงดังรูปที่ 3.25 แสดง Flow chart ลอจิกการควบคุมวาล์วและการแลกเปลี่ยนข้อมูลคำสั่ง ของฟังก์ชันบล็อก FB\_AumaMov\_DP\_Management ลำดับการทำงานที่ออกแบบคือจะทำการ ตรวจสอบสถานะวาล์ว และสัญญาณความปลอดภัย ก่อนจะทำการรับสัญญาณคำสั่งจาก DCS และทำการส่งสัญญาณสถานะกลับไปยังระบบ DCS เพื่อเป็นสัญญาณตรวจสอบ หลังจากทำงานตามคำสั่งจาก DCS เสร็จเป็นที่เรียบร้อย



รูปที่ 3.25 โฟลว์ชาร์ตของฟังก์ชันบล็อก Data Interface FB\_AumaMov\_DP\_Management

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 IO Interface ของฟังก์ชันบล็อก Data interface

### 3.5 การออกแบบและวางแผนการทำงาน

#### 3.5.1 การวางแผนและออกแบบทางด้าน Hardware

1. ศึกษาค้นหาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบส่งจ่ายน้ำมัน
2. หาข้อมูลอุปกรณ์หลัก ที่จำเป็นในโครงการ
3. ออกแบบการสื่อสารข้อมูลการเชื่อมต่อของโครงสร้างระบบ
4. ศึกษาค้นหาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติทั้ง PLC และวาล์วควบคุม
5. กำหนดโครงสร้างระบบควบคุม ระบบบัสที่ใช้งาน
6. กำหนดออกแบบรูปแบบในการสื่อสารข้อมูล
7. นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบโปรแกรมการควบคุม

#### 3.5.2 การวางแผนและออกแบบทางด้าน Software

1. นำอุปกรณ์ที่เลือกเข้ามาเขียน Hardware configuration
2. กำหนดตั้งค่าอุปกรณ์ PLC, วาล์วควบคุม Actuator ไฟฟ้า และ DP/DP couple
3. เขียนผังงาน (Flowchart) ของระบบเพื่อกำหนดทิศทางการเขียนโปรแกรม
4. กำหนดตัวแปรกระบวนการ
5. ออกแบบฟังก์ชันโปรแกรม
6. เขียนโปรแกรมการใช้งาน
7. ทดสอบโปรแกรม

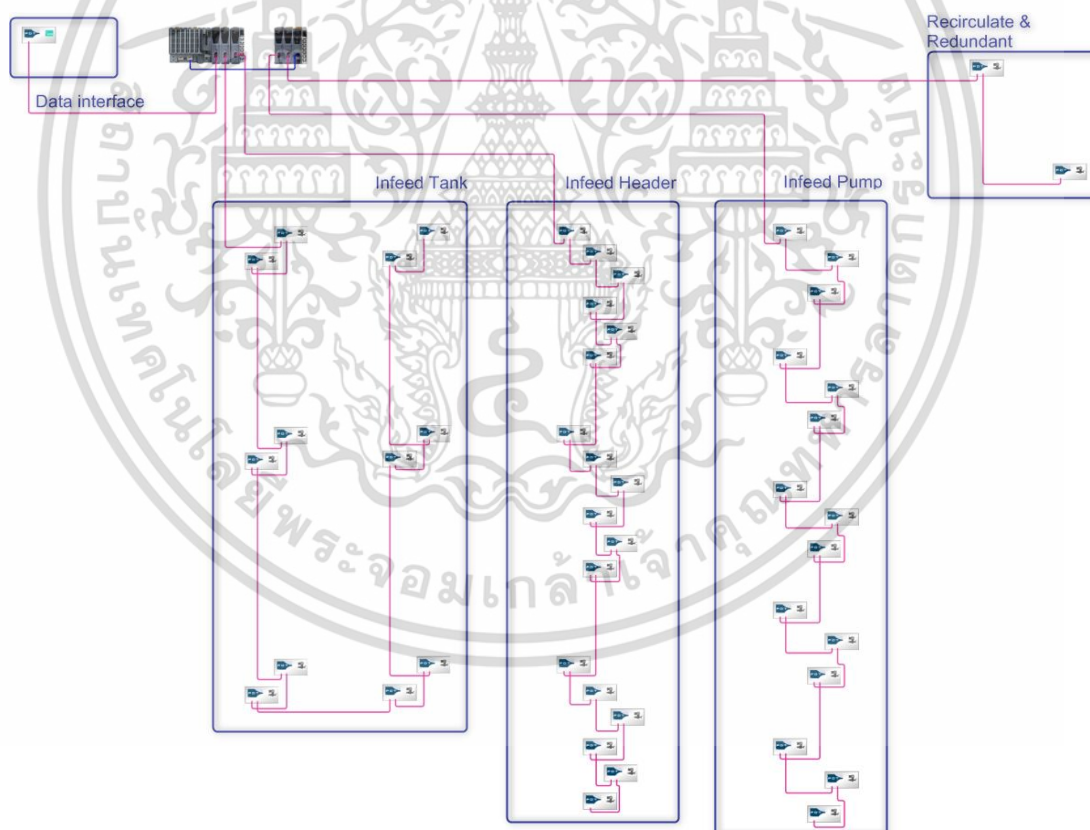
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.6 วิธีการดำเนินงาน

### 3.6.1 ออกแบบกำหนดโครงสร้างของระบบ (Hardware configuration)

เมื่อได้อุปกรณ์ PLC และวาล์วควบคุมรุ่นที่เหมาะสมที่จะเลือกใช้ ที่รองรับความต้องการของระบบแล้ว จึงนำมาเลือกใช้ให้เข้ากับระบบที่ออกแบบ กำหนดจำนวนของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในระบบและ กำหนดกลุ่มอุปกรณ์ เส้นทางการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ และการตั้งค่าอุปกรณ์ความสามารถของอุปกรณ์ที่กำหนดนำมาใช้งานจะมีคุณสมบัติดังนี้

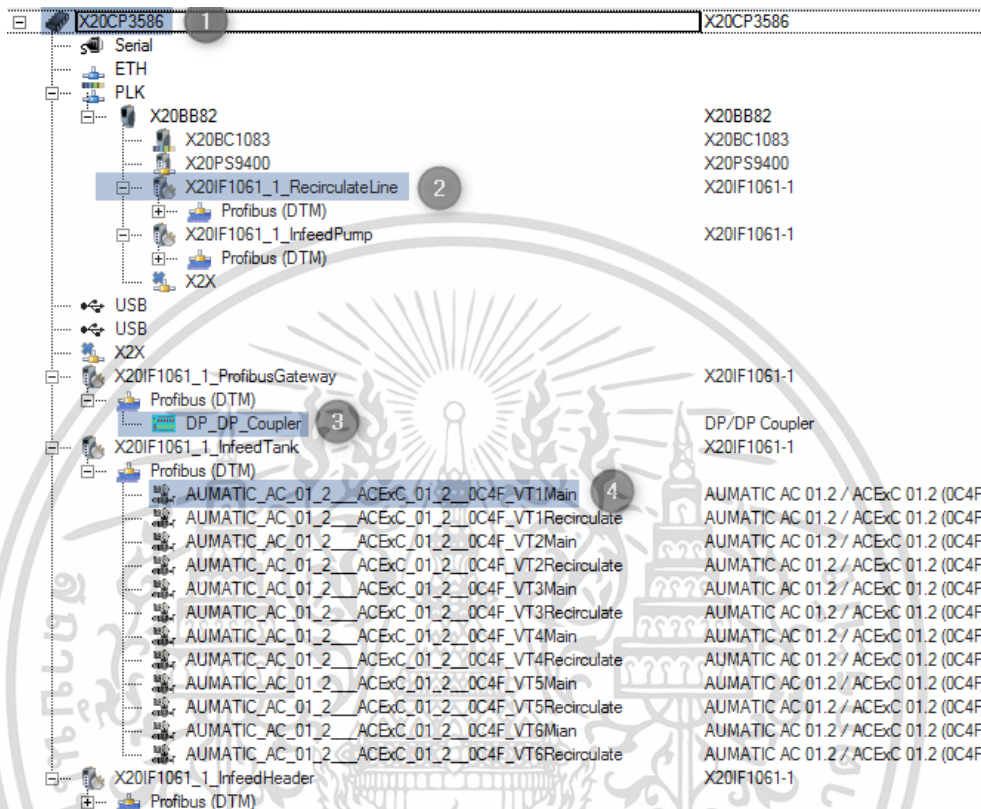
1. รุ่น PLC ที่เลือกใช้จะต้องรองรับการต่อขยายของระบบ (I/O และ Interface module)
2. อุปกรณ์ในระบบทั้ง PLC และวาล์วควบคุมที่เลือกใช้รองรับการติดต่อสื่อสารแบบ Profibus จากข้อกำหนดทั้งสองจึงนำมาออกแบบเน็ตเวิร์คของระบบได้ดังรูป 3.27



รูปที่ 3.27 โครงข่ายอุปกรณ์ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยส่วนต่อขยาย 5 โหนด ของ PLC ที่รองรับอินเทอร์เฟซแบบ Profibus ที่ติดต่อสื่อสารกับวาล์วควบคุมที่ทำการแยกเป็นกลุ่มการใช้งานในแต่ละพื้นที่หน้างาน การออกแบบลักษณะนี้จะง่ายในการเดินสายและในการตรวจเช็คซ่อมบำรุง



รูปที่ 3.28 โครงสร้างของอุปกรณ์ควบคุม

อุปกรณ์หลักระบบประกอบด้วย (1) PLC X20CP3586 เป็น CPU หลักของระบบ (2) Profibus interface module X20IF1061\_1 เป็นตัวอินเทอร์เฟซสัญญาณระหว่าง PLC กับ วาล์วควบคุม Actuator และ PLC กับ DCS controller (3) DP/DP couple SIEMENS 6ES7158-0AD01-0XA0 เป็นตัวอินเทอร์เฟซสัญญาณระหว่าง PLC กับยัง master controller DCS (4) วาล์วควบคุม Actuator ที่มีการเชื่อมต่อแบบ Profibus ดังแสดงในรูป 3.28

อินเทอร์เฟซโมดูลจะแบ่งกลุ่มของวาล์วออกอิงตามการติดตั้งหน้างานของวาล์ว โดยจะทำการแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (1) Infeed Tank, (2) Infeed Header, (3) Infeed Pump และ (4) Recirculate line และอีกหนึ่งตัวใช้สำหรับการอินเทอร์เฟซข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



X20IF1061_1_InfeedHeader	X20IF1061-1
Profibus (DTM)	
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT1H1	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT1H2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT1H3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT2H1	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT2H2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT2H3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT3H1	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT3H2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT3H3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT4H1	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT4H2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT4H3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT5H1	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT5H2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT5H3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT6H1	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT6H2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VT6H3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)

รูปที่ 3.31 แสดงการกำหนดโหนดควบคุมกลุ่มวาล์ว Infeed Header

แสดงการ mapping อุปกรณ์ในส่วนของกลุ่มวาล์ว infeed Pump ประกอบด้วยวาล์ว

จำนวน 15 ตัว ดังรูป 3.32

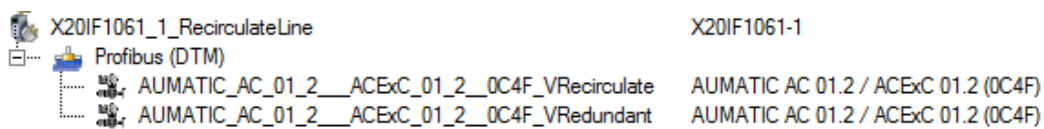
X20IF1061_1_InfeedPump	X20IF1061-1
Profibus (DTM)	
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH1P2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH1P3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH1P4	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH1P5	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH1P6	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH2P2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH2P3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH2P4	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH2P5	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH2P6	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH3P2	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH3P3	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH3P4	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH3P5	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)
AUMATIC_AC_01_2__ACExC_01_2__0C4F_VH3P6	AUMATIC AC 01.2 / ACExC 01.2 (0C4F)

รูปที่ 3.32 แสดงการกำหนดโหนดควบคุมกลุ่มวาล์ว Infeed Pump

แสดงการ mapping อุปกรณ์ในส่วนของกลุ่มวาล์ว Recirculate and redundant line

ประกอบด้วยวาล์วจำนวน 2 ตัว ดังรูป 3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33 แสดงการกำหนดโหนดควบคุมกลุ่มวาล์ว Recirculate

แสดงการ mapping อุปกรณ์ในส่วนของ Data interface ประกอบด้วย DP/DP couple จำนวน 1 ตัว ดังรูป 3.34

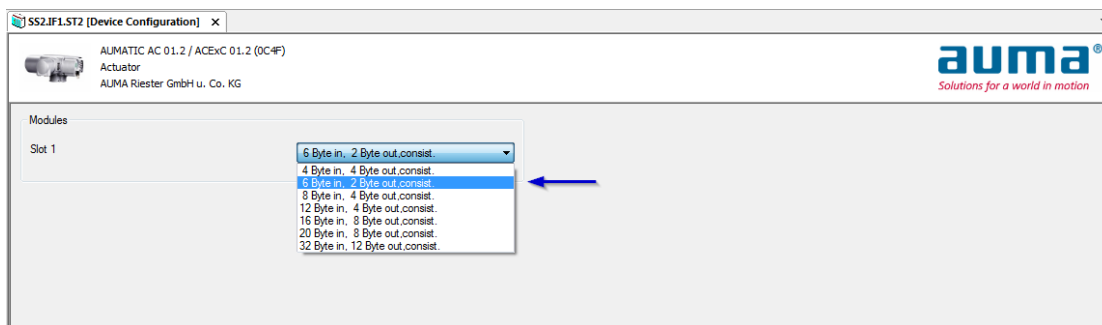


รูปที่ 3.34 แสดงการกำหนดโหนดควบคุม Data Interface

### 3.6.2 การกำหนดตั้งค่าอุปกรณ์

การกำหนดค่าในส่วนของสัญญาณอินเทอร์เฟซ (Signal Interface) และข้อมูลการสื่อสารแลกเปลี่ยน (Data mapping) ของตัวอุปกรณ์ Valve Actuator และ DP/DP couple แสดงการตั้งค่าของอุปกรณ์ทั้งสองได้ดังนี้

1. การตั้งค่าวาล์วควบคุม Actuator ไฟฟ้า ในส่วนของการตั้งค่าวาล์วควบคุม Actuator ไฟฟ้านั้น จะต้องทำการตั้งค่าการรับส่งข้อมูลให้สอดคล้องกันกับความต้องการของระบบ เพื่อเพียงพอกับการใช้ในการควบคุมและติดตามการทำงานของวาล์วได้อย่างครบถ้วน โดยในที่นี้เราเลือกจำนวนของการแลกเปลี่ยนข้อมูล Data mapping ที่ 6 input byte และ 2 output byte จากตัวเลือกที่มี ดังรูป 3.35 ที่ซึ่งเพียงพอต่อการติดต่อสื่อสารกับตัว Valve Actuator ที่เรากำหนดไว้ที่ ไบต์ควบคุม 1 input byte และ ไบต์สถานะ 1 output byte แสดงการกำหนดจำนวนข้อมูล Data mapping ได้ดังรูป 3.35



รูปที่ 3.35 กำหนดขนาดพื้นที่ไบต์ควบคุมวาล์ว ( Data mapping )

ตัวควบคุม Valve Actuator ไฟฟ้า รองรับการกำหนดค่าสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบวนรอบ(Cyclic) ผ่าน Profibus DP ที่ต่อร่วมกับระบบควบคุม การกำหนดจำนวนช่องทางการสื่อสารจะแตกต่างกันไปตามลักษณะงานที่ใช้ควบคุม ตัวเลือกจำนวนข้อมูลที่จะใช้ควบคุมที่สามารถทำการเลือกได้แสดงได้ดังตารางที่ 3.8 ที่สอดคล้องกับรูปที่ 3.35

ตาราง 3.8 แสดงพื้นที่ของการ Data mapping ที่รองรับ

Input	Output	Consistent
4 Bytes	4 Bytes	consistent
8 Bytes	4 Bytes	consistent
12 Bytes	4 Bytes	consistent
16 Bytes	8 Bytes	consistent
20 Bytes	8 Bytes	consistent
6 Bytes	2 Bytes	Consistent
32 Bytes	12 Bytes	Consistent

เมื่อได้ทำการตั้งค่ากำหนดไบต์ในการสื่อสารรับส่งแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะต้องทำการกำหนดการ mapping ข้อมูลระหว่าง PLC และ วาล์วควบคุม Actuator ไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประมวลผลและการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

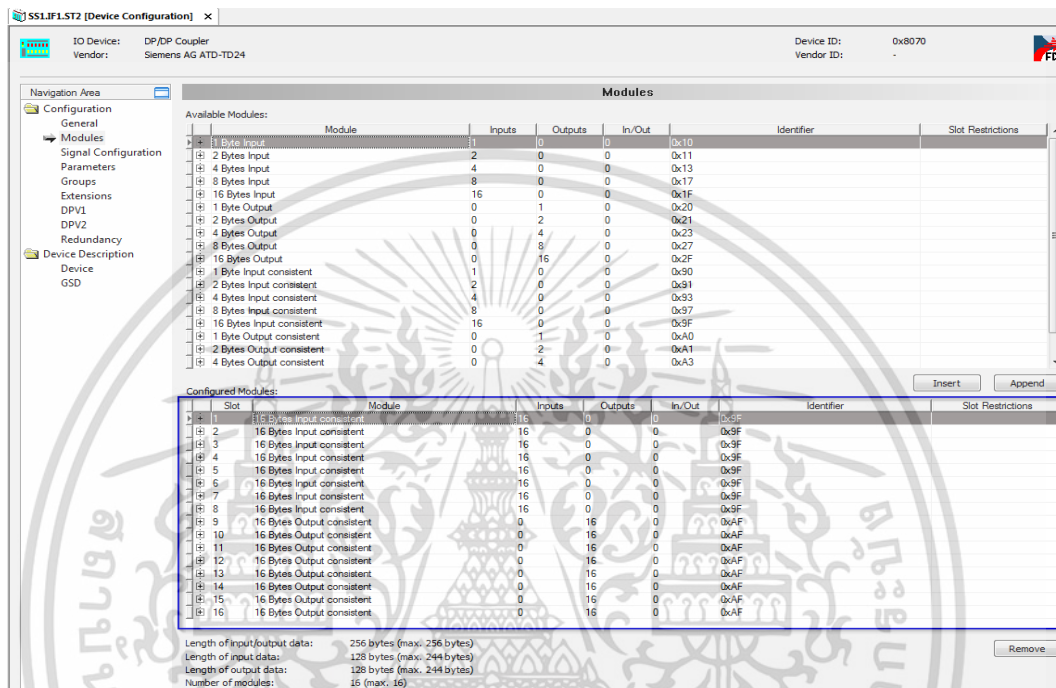
Channel Name	Process Variable	Data Type
ModuleOk		BOOL
Module001_16_Bit_unsigned		UINT
Module001_1_Bit_binary	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusFault	BOOL
Module001_1_Bit_binary1	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusWarnings	BOOL
Module001_1_Bit_binary2	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusRunnungCLOSE	BOOL
Module001_1_Bit_binary3	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusRunnungOPEN	BOOL
Module001_1_Bit_binary4	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusNotReadyREMOTE	BOOL
Module001_1_Bit_binary5	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusSetpointReached	BOOL
Module001_1_Bit_binary6	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusEnd_p_CLOSED	BOOL
Module001_1_Bit_binary7	::IO_VTMain[1].Input.xFieldbusEnd_p_OPEN	BOOL
Module001_1_Bit_binary8		BOOL
Module001_1_Bit_binary9		BOOL
Module001_1_Bit_binary10		BOOL
Module001_1_Bit_binary11		BOOL
Module001_1_Bit_binary12		BOOL
Module001_1_Bit_binary13		BOOL
Module001_1_Bit_binary14		BOOL
Module001_1_Bit_binary15		BOOL
Module001_1_Bit_binary16		BOOL
Module001_1_Bit_binary17		BOOL
Module001_1_Bit_binary18		BOOL
Module001_1_Bit_binary19		BOOL
Module001_1_Bit_binary20		BOOL
Module001_1_Bit_binary21		BOOL
Module001_1_Bit_binary22		BOOL
Module001_1_Bit_binary23		BOOL
Module001_1_Bit_binary24		BOOL
Module001_1_Bit_binary25		BOOL
Module001_1_Bit_binary26		BOOL
Module001_1_Bit_binary27		BOOL
Module001_1_Bit_binary28		BOOL
Module001_1_Bit_binary29		BOOL
Module001_1_Bit_binary30		BOOL
Module001_1_Bit_binary31	::IO_VTMain[1].Output.xFieldbusSTOP	BOOL
Module001_1_Bit_binary32	::IO_VTMain[1].Output.xFieldbusRESET	BOOL
Module001_1_Bit_binary33	::IO_VTMain[1].Output.xFieldbusClose	BOOL
Module001_1_Bit_binary34	::IO_VTMain[1].Output.xFieldbusOpen	BOOL
Module001_8_Bit_byte		USINT

รูปที่ 3.36 Data mapping ไบต์อินพุตและไบต์เอาต์พุตของวาล์ว

จากรูปที่ 3.36 แสดงข้างต้น เป็นการ mapping ข้อมูลรับส่งระหว่าง PLC และ วาล์วควบคุม Actuator ไฟฟ้า แบ่งเป็นพื้นที่ input (1) และ พื้นที่ output (2) ได้เรียงบิตตามไบต์สื่อสาร

ไบต์ควบคุมและ ไบต์สถานะ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตั้งค่า DP/DP Couple เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการ mapping ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ master controller สองตัว ในที่นี้นั้นคือระหว่าง PLC กับ DCS controller ในโครงการนี้จะ ออกแบบโดยทำการ mapping ข้อมูลที่ 128-byte input และ 128-byte output โดยแบ่งเป็นพื้นที่ อินพุต และ เอาต์พุต อย่างละ 128 byte



รูปที่ 3.37 กำหนดพื้นที่สื่อสารข้อมูลผ่าน DP/DP Couple

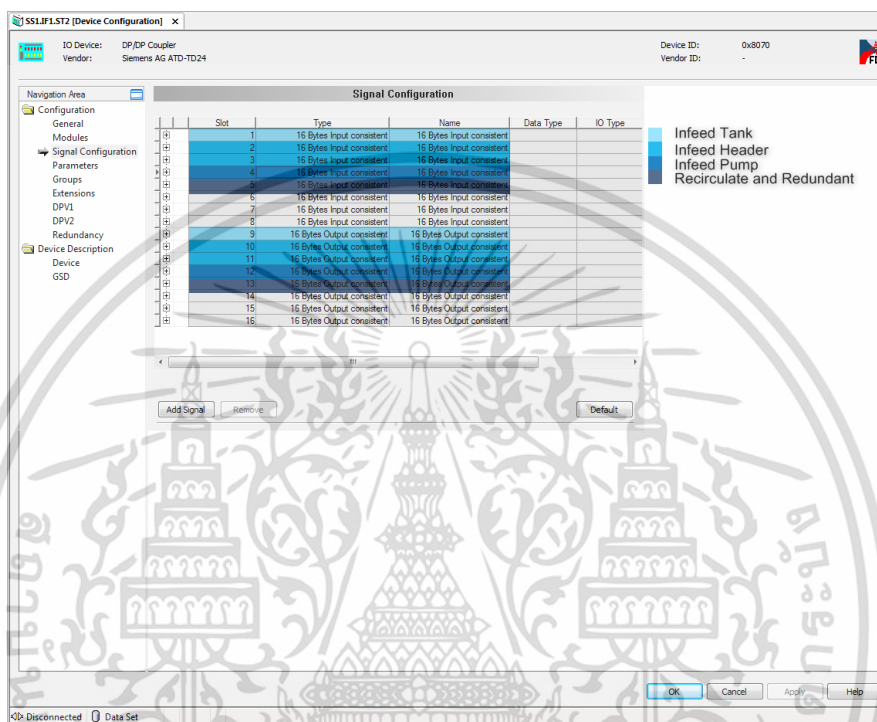
Slot	Module	Inputs	Outputs	In/Out	Identifier	Slot Restrictions
1	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
2	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
3	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
4	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
5	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
6	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
7	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
8	16 Bytes Input consistent	16	0	0	0x9F	
9	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	
10	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	
11	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	
12	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	
13	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	
14	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	
15	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	
16	16 Bytes Output consistent	0	16	0	0xAF	

รูปที่ 3.38 แสดงการจองพื้นที่ในการสื่อสารข้อมูล

จากข้อมูลสื่อสารรับส่งในแต่ละกลุ่มของวาล์วควบคุม Actuator ไฟฟ้า จะทำการจองพื้นที่ในการรับส่งข้อมูลของแต่ละกลุ่มวาล์วไว้ในพื้นที่ ที่ไม่ซ้ำซ้อนกันโดยแสดงได้ในรูป Infeed tank

จากจำนวนวาล์วในกลุ่ม 12 ตัว จะทำการจองไว้ 16 byte จากจำนวนขั้นต่ำที่สามารถจองได้, Infeed เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ได้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Header จะทำการจองพื้นที่ไว้ที่ 32 byte จากจำนวนวาล์วในกลุ่ม 18 ตัว, Infeed Pump จะทำการจองพื้นที่ไว้ 16 byte จากจำนวนวาล์วในกลุ่มที่ 15 ตัว และ Recirculate/Redundant จะทำการจองพื้นที่ไว้ 16 byte เป็นขั้นต่ำจากจำนวนวาล์วในกลุ่ม 2 ตัว การจองพื้นที่ของแต่ละพื้นที่แสดงดังรูปที่ 3.39

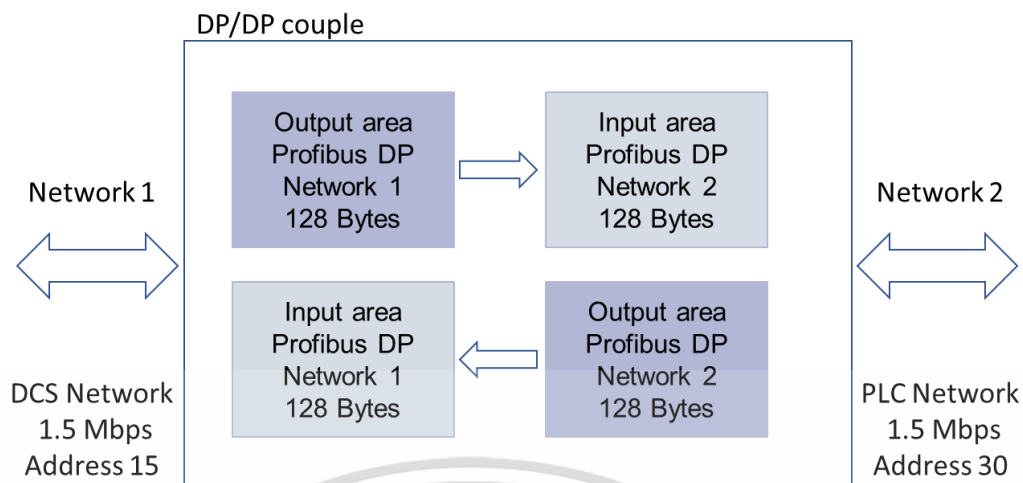


รูปที่ 3.39 การจองพื้นที่ของแต่ละโหนดในการสื่อสารข้อมูล

การ mapping data ของ DP/DP couple แสดงการกำหนดค่าและหลักการทำงานได้ดังรูป 3.40 การกำหนดค่าของทั้ง 2 โคร่งข่ายจะมีความอิสระต่อกัน นั่นคือทั้งสองระบบสามารถตั้งค่า Profibus address ของฝั่งตัวเองได้

รูป 3.40 ในเน็ตเวิร์ค ที่ 1 กำหนดค่า Profibus address เท่ากับ 15 และเป็น address 30 ที่เน็ตเวิร์ค 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 หลักการทำงานการแลกเปลี่ยนข้อมูลของ DP/DP Coupler

ทั้งสองเครือข่ายอาจทำงานที่ความเร็วในการสื่อสารที่แตกต่างกัน เช่น ความเร็วของเครือข่ายที่ 1 เขียนข้อมูลไปยังบัฟเฟอร์เอาต์พุตช้ากว่าอัตราที่เครือข่าย 2 ในการอ่านข้อมูล ดังนั้นเครือข่าย 2 จึงอ่านข้อมูลเดียวกันอย่างต่อเนื่อง ผลกระทบคือ ในทางกลับกันเมื่อมีการถ่ายโอนข้อมูลจากเครือข่าย 2 ไปยังเครือข่าย 1 บัฟเฟอร์เอาต์พุตจะถูกเขียนทับหลายครั้งก่อนที่เครือข่าย 1 จะอ่านบัฟเฟอร์ข้อมูล ซึ่งหมายความว่าเฉพาะข้อมูลที่เขียนในปัจจุบันเท่านั้นที่เครือข่ายที่ 1 จะอ่านและนำไปใช้ ในโครงการนี้เราตั้งความเร็วจากทั้งสองฝั่งให้มีค่าเท่ากันดังนั้นจะได้รับสถานะการทำงานของวาล์วเป็นแบบ real-time

การ mapping data ของข้อมูลของแต่ละกลุ่มวาล์วจะแบ่งพื้นที่การจองดังแสดงตามรูป 3.39 การ mapping ข้อมูลของกลุ่มวาล์ว infeed tank จะใช้ทั้งหมด 12 ไบต์ข้อมูล ตามจำนวนวาล์วในกลุ่ม infeed tank โดยทำการจองไว้ที่ 16 ไบต์ โดยเริ่มจากพื้นที่อินพุตและ พื้นที่เอาต์พุตที่ 1 - 16 แสดงดังรูป 3.41 และ 3.42

Channel Name	Process Variable	Data Type
ModuleOk		BOOL
Module001_Input_1	::DPDP_Interface_VTMain[1].Input	USINT
Module001_Input_2	::DPDP_Interface_VTRecirculate[1].Input	USINT
Module001_Input_3	::DPDP_Interface_VTMain[2].Input	USINT
Module001_Input_4	::DPDP_Interface_VTRecirculate[2].Input	USINT
Module001_Input_5	::DPDP_Interface_VTMain[3].Input	USINT
Module001_Input_6	::DPDP_Interface_VTRecirculate[3].Input	USINT
Module001_Input_7	::DPDP_Interface_VTMain[4].Input	USINT
Module001_Input_8	::DPDP_Interface_VTRecirculate[4].Input	USINT
Module001_Input_9	::DPDP_Interface_VTMain[5].Input	USINT
Module001_Input_10	::DPDP_Interface_VTRecirculate[5].Input	USINT
Module001_Input_11	::DPDP_Interface_VTMain[6].Input	USINT
Module001_Input_12	::DPDP_Interface_VTRecirculate[6].Input	USINT
Module001_Input_13		USINT
Module001_Input_14		USINT
Module001_Input_15		USINT
Module001_Input_16		USINT

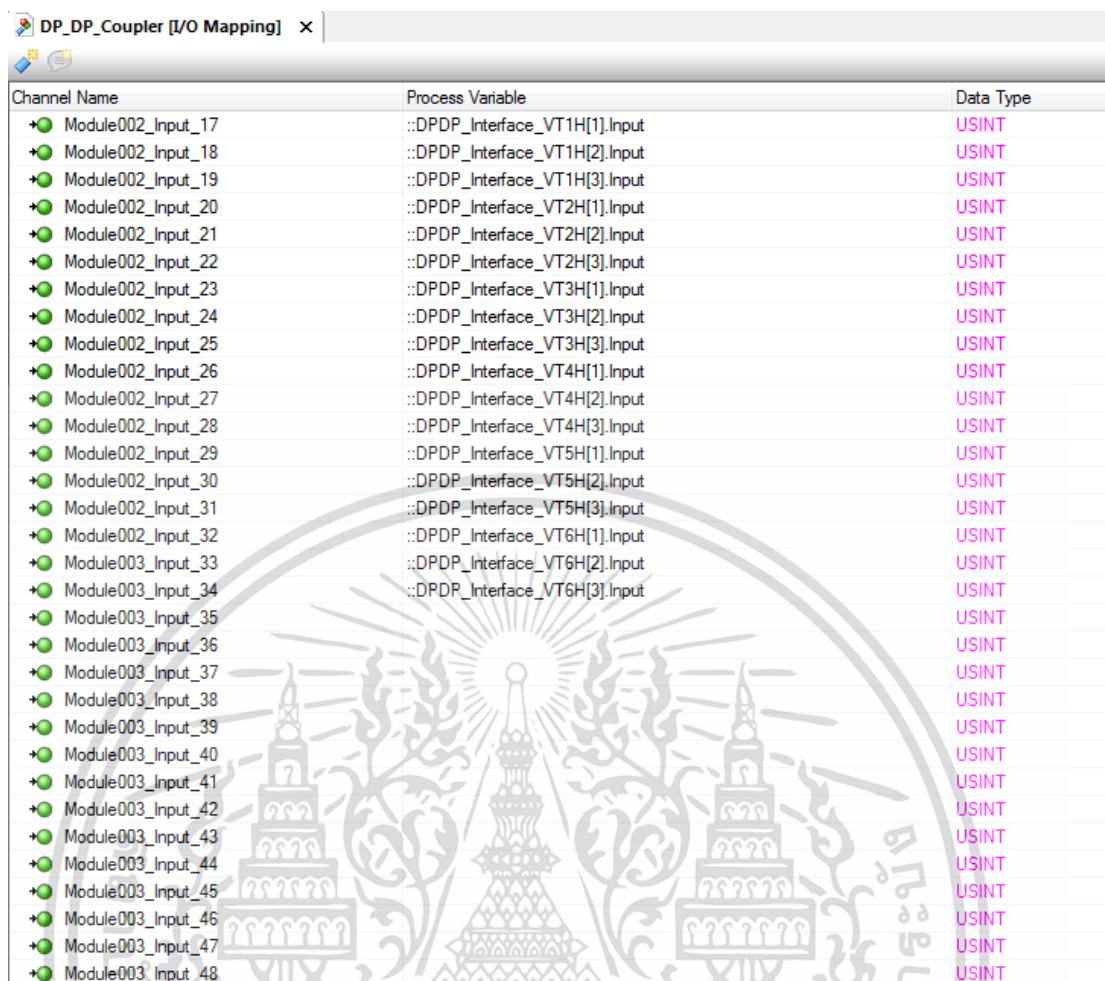
รูปที่ 3.41 Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหนด Infeed Tank

Channel Name	Process Variable	Data Type
Module009_Output_1	::DPDP_Interface_VTMain[1].Output	USINT
Module009_Output_2	::DPDP_Interface_VTRecirculate[1].Output	USINT
Module009_Output_3	::DPDP_Interface_VTMain[2].Output	USINT
Module009_Output_4	::DPDP_Interface_VTRecirculate[2].Output	USINT
Module009_Output_5	::DPDP_Interface_VTMain[3].Output	USINT
Module009_Output_6	::DPDP_Interface_VTRecirculate[3].Output	USINT
Module009_Output_7	::DPDP_Interface_VTMain[4].Output	USINT
Module009_Output_8	::DPDP_Interface_VTRecirculate[4].Output	USINT
Module009_Output_9	::DPDP_Interface_VTMain[5].Output	USINT
Module009_Output_10	::DPDP_Interface_VTRecirculate[5].Output	USINT
Module009_Output_11	::DPDP_Interface_VTMain[6].Output	USINT
Module009_Output_12	::DPDP_Interface_VTRecirculate[6].Output	USINT
Module009_Output_13		USINT
Module009_Output_14		USINT
Module009_Output_15		USINT
Module009_Output_16		USINT

รูปที่ 3.42 Data mapping ข้อมูลสถานะของโหนด Infeed Tank

การ mapping ข้อมูลของกลุ่มวาล์ว infeed header จะใช้ทั้งหมด 18 ไบต์ข้อมูล ตามจำนวนวาล์วในกลุ่ม infeed header โดยทำการจองไว้ที่ 32 ไบต์ โดยจะเริ่มจากพื้นที่อินพุตและเอาต์พุตที่ 17-48 แสดงดังรูป 3.43 และ 3.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Channel Name	Process Variable	Data Type
Module002_Input_17	::DPDP_Interface_VT1H[1].Input	USINT
Module002_Input_18	::DPDP_Interface_VT1H[2].Input	USINT
Module002_Input_19	::DPDP_Interface_VT1H[3].Input	USINT
Module002_Input_20	::DPDP_Interface_VT2H[1].Input	USINT
Module002_Input_21	::DPDP_Interface_VT2H[2].Input	USINT
Module002_Input_22	::DPDP_Interface_VT2H[3].Input	USINT
Module002_Input_23	::DPDP_Interface_VT3H[1].Input	USINT
Module002_Input_24	::DPDP_Interface_VT3H[2].Input	USINT
Module002_Input_25	::DPDP_Interface_VT3H[3].Input	USINT
Module002_Input_26	::DPDP_Interface_VT4H[1].Input	USINT
Module002_Input_27	::DPDP_Interface_VT4H[2].Input	USINT
Module002_Input_28	::DPDP_Interface_VT4H[3].Input	USINT
Module002_Input_29	::DPDP_Interface_VT5H[1].Input	USINT
Module002_Input_30	::DPDP_Interface_VT5H[2].Input	USINT
Module002_Input_31	::DPDP_Interface_VT5H[3].Input	USINT
Module002_Input_32	::DPDP_Interface_VT6H[1].Input	USINT
Module003_Input_33	::DPDP_Interface_VT6H[2].Input	USINT
Module003_Input_34	::DPDP_Interface_VT6H[3].Input	USINT
Module003_Input_35		USINT
Module003_Input_36		USINT
Module003_Input_37		USINT
Module003_Input_38		USINT
Module003_Input_39		USINT
Module003_Input_40		USINT
Module003_Input_41		USINT
Module003_Input_42		USINT
Module003_Input_43		USINT
Module003_Input_44		USINT
Module003_Input_45		USINT
Module003_Input_46		USINT
Module003_Input_47		USINT
Module003_Input_48		USINT

รูปที่ 3.43 Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหนด Infeed Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Channel Name	Process Variable	Data Type
Module010_Output_17	::DPDP_Interface_VT1H[1].Output	USINT
Module010_Output_18	::DPDP_Interface_VT1H[2].Output	USINT
Module010_Output_19	::DPDP_Interface_VT1H[3].Output	USINT
Module010_Output_20	::DPDP_Interface_VT2H[1].Output	USINT
Module010_Output_21	::DPDP_Interface_VT2H[2].Output	USINT
Module010_Output_22	::DPDP_Interface_VT2H[3].Output	USINT
Module010_Output_23	::DPDP_Interface_VT3H[1].Output	USINT
Module010_Output_24	::DPDP_Interface_VT3H[2].Output	USINT
Module010_Output_25	::DPDP_Interface_VT3H[3].Output	USINT
Module010_Output_26	::DPDP_Interface_VT4H[1].Output	USINT
Module010_Output_27	::DPDP_Interface_VT4H[2].Output	USINT
Module010_Output_28	::DPDP_Interface_VT4H[3].Output	USINT
Module010_Output_29	::DPDP_Interface_VT5H[1].Output	USINT
Module010_Output_30	::DPDP_Interface_VT5H[2].Output	USINT
Module010_Output_31	::DPDP_Interface_VT5H[3].Output	USINT
Module010_Output_32	::DPDP_Interface_VT6H[1].Output	USINT
Module011_Output_33	::DPDP_Interface_VT6H[2].Output	USINT
Module011_Output_34	::DPDP_Interface_VT6H[3].Output	USINT
Module011_Output_35		USINT
Module011_Output_36		USINT
Module011_Output_37		USINT
Module011_Output_38		USINT
Module011_Output_39		USINT
Module011_Output_40		USINT
Module011_Output_41		USINT
Module011_Output_42		USINT
Module011_Output_43		USINT
Module011_Output_44		USINT
Module011_Output_45		USINT
Module011_Output_46		USINT
Module011_Output_47		USINT
Module011_Output_48		USINT

รูปที่ 3.44 Data mapping ข้อมูลสถานะของโหนด Infeed Header

การ mapping ข้อมูลของกลุ่มวาล์ว infeed pump จะใช้ทั้งหมด 15 ไบต์ข้อมูล ตามจำนวนวาล์วในกลุ่ม infeed pump โดยทำการจองไว้ 16 ไบต์ เริ่มจากพื้นที่ 49-64 ของทั้งอินพุตและเอาต์พุต แสดงดังรูป 3.45 และ 3.46

Channel Name	Process Variable	Data Type
Module004_Input_49	::DPDP_Interface_VH1P[2].Input	USINT
Module004_Input_50	::DPDP_Interface_VH1P[3].Input	USINT
Module004_Input_51	::DPDP_Interface_VH1P[4].Input	USINT
Module004_Input_52	::DPDP_Interface_VH1P[5].Input	USINT
Module004_Input_53	::DPDP_Interface_VH1P[6].Input	USINT
Module004_Input_54	::DPDP_Interface_VH2P[2].Input	USINT
Module004_Input_55	::DPDP_Interface_VH2P[3].Input	USINT
Module004_Input_56	::DPDP_Interface_VH2P[4].Input	USINT
Module004_Input_57	::DPDP_Interface_VH2P[5].Input	USINT
Module004_Input_58	::DPDP_Interface_VH2P[6].Input	USINT
Module004_Input_59	::DPDP_Interface_VH3P[2].Input	USINT
Module004_Input_60	::DPDP_Interface_VH3P[3].Input	USINT
Module004_Input_61	::DPDP_Interface_VH3P[4].Input	USINT
Module004_Input_62	::DPDP_Interface_VH3P[5].Input	USINT
Module004_Input_63	::DPDP_Interface_VH3P[6].Input	USINT
Module004_Input_64		USINT

รูปที่ 3.45 Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหนด Infeed Pump

Channel Name	Process Variable	Data Type
Module012_Output_49	::DPDP_Interface_VH1P[2].Output	USINT
Module012_Output_50	::DPDP_Interface_VH1P[3].Output	USINT
Module012_Output_51	::DPDP_Interface_VH1P[4].Output	USINT
Module012_Output_52	::DPDP_Interface_VH1P[5].Output	USINT
Module012_Output_53	::DPDP_Interface_VH1P[6].Output	USINT
Module012_Output_54	::DPDP_Interface_VH2P[2].Output	USINT
Module012_Output_55	::DPDP_Interface_VH2P[3].Output	USINT
Module012_Output_56	::DPDP_Interface_VH2P[4].Output	USINT
Module012_Output_57	::DPDP_Interface_VH2P[5].Output	USINT
Module012_Output_58	::DPDP_Interface_VH2P[6].Output	USINT
Module012_Output_59	::DPDP_Interface_VH3P[2].Output	USINT
Module012_Output_60	::DPDP_Interface_VH3P[3].Output	USINT
Module012_Output_61	::DPDP_Interface_VH3P[4].Output	USINT
Module012_Output_62	::DPDP_Interface_VH3P[5].Output	USINT
Module012_Output_63	::DPDP_Interface_VH3P[6].Output	USINT
Module012_Output_64		USINT

รูปที่ 3.46 Data mapping ข้อมูลสถานะของโหนด Infeed Pump

การ mapping ข้อมูลของกลุ่มวาล์ว Recirculate and redundant line จะใช้ทั้งหมด 2 ไบต์ข้อมูล ตามจำนวนวาล์วในกลุ่ม Recirculate and redundant line โดยทำการจองไว้ 16 ไบต์ จากพื้นที่ 65-80 ของทั้งพื้นที่ Input และ Output แสดงดังรูป 3.47 และ 3.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Channel Name	Process Variable	Data Type
Module005_Input_65	::DPDP_Interface_VRecirculate.Input	USINT
Module005_Input_66	::DPDP_Interface_VRedudant.Input	USINT
Module005_Input_67		USINT
Module005_Input_68		USINT
Module005_Input_69		USINT
Module005_Input_70		USINT
Module005_Input_71		USINT
Module005_Input_72		USINT
Module005_Input_73		USINT
Module005_Input_74		USINT
Module005_Input_75		USINT
Module005_Input_76		USINT
Module005_Input_77		USINT
Module005_Input_78		USINT
Module005_Input_79		USINT
Module005_Input_80		USINT

รูปที่ 3.47 Data mapping ข้อมูลคำสั่งของโหนด Recirculate

Channel Name	Process Variable	Data Type
Module013_Output_65	::DPDP_Interface_VRecirculate.Output	USINT
Module013_Output_66	::DPDP_Interface_VRedudant.Output	USINT
Module013_Output_67		USINT
Module013_Output_68		USINT
Module013_Output_69		USINT
Module013_Output_70		USINT
Module013_Output_71		USINT
Module013_Output_72		USINT
Module013_Output_73		USINT
Module013_Output_74		USINT
Module013_Output_75		USINT
Module013_Output_76		USINT
Module013_Output_77		USINT
Module013_Output_78		USINT
Module013_Output_79		USINT
Module013_Output_80		USINT

รูปที่ 3.48 Data mapping ข้อมูลสถานะของโหนด Recirculate

### 3.6.3 การกำหนดตัวแปรกระบวนการและโครงสร้างโปรแกรม

ในส่วนของการออกแบบโปรแกรม จะมีในส่วนของการประกาศตัวแปร และการออกแบบโปรแกรมฟังก์ชันการทำงาน ในส่วนของตัวแปรกระบวนการ(Data type) การประกาศจะแบ่งออกเป็นสองพื้นที่คือแบบ global variable และแบบ local variable รวมถึงยังใช้การประกาศตัวแปรแบบ Structure type และแบบ basic data type การประกาศตัวแปรแบบ Global variable เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรในส่วนนี้จะเข้าถึงได้จากทุกส่วนของโปรแกรม เป็นตัวแปรที่ใช้อ้างอิงได้ทุกพื้นที่ของโปรแกรม ใช้ในการผ่านข้อมูลและอ่านสถานะ ในการประมวลผลของโปรแกรม ส่วนการประกาศตัวแปรแบบ Local variable จะใช้ในการประมวลผลในส่วนของโปรแกรมน้อยเท่านั้น

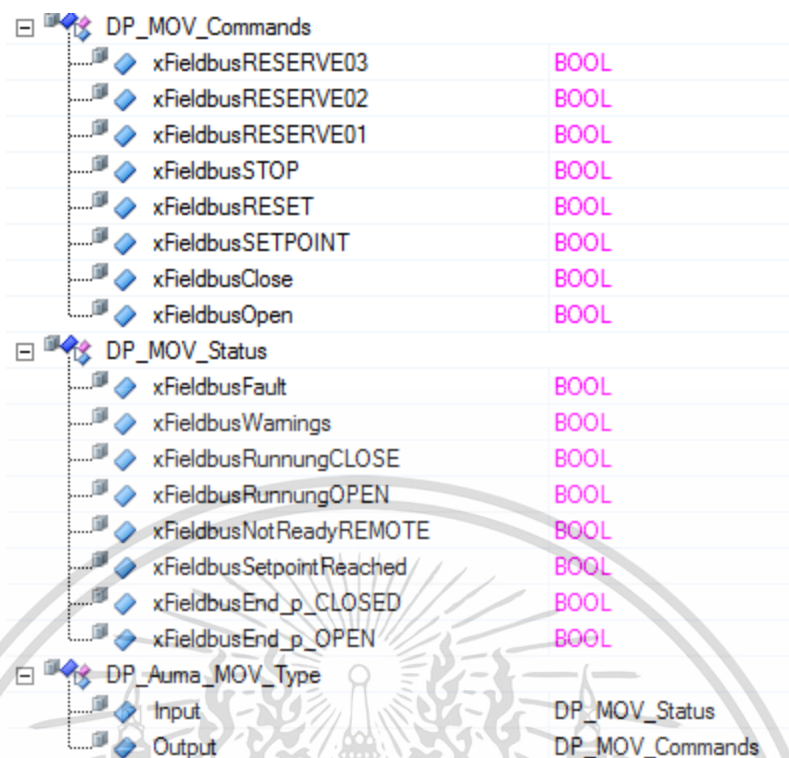
1. ตัวแปรในส่วนของโปรแกรมการอินเตอร์เฟซสัญญาณกับวาล์ว คือโปรแกรมในส่วนของ การควบคุมวาล์ว จะมีทั้งตัวแปรในส่วนที่ส่งออกและรับเข้าออกแบบเป็น 1 Byte input และ 1 Byte output โดยการใช้การประกาศตัวแปรแบบ Structure Data Type ดังรูปที่ 3.49

Name	Type
IO_MOV_DP - Infeed Tank	
IO_VTMain	DP_Auma_MOV_Type[1..6]
IO_VTRecirculate	DP_Auma_MOV_Type[1..6]
IO_MOV_DP - Infeed Header	
IO_VT1H	DP_Auma_MOV_Type[1..3]
IO_VT2H	DP_Auma_MOV_Type[1..3]
IO_VT3H	DP_Auma_MOV_Type[1..3]
IO_VT4H	DP_Auma_MOV_Type[1..3]
IO_VT5H	DP_Auma_MOV_Type[1..3]
IO_VT6H	DP_Auma_MOV_Type[1..3]
IO_MOV_DP - Infeed Pump	
IO_VH1P	DP_Auma_MOV_Type[2..6]
IO_VH2P	DP_Auma_MOV_Type[2..6]
IO_VH3P	DP_Auma_MOV_Type[2..6]
IO_MOV_DP - Recirculate and Redundant	
IO_VRecirculate	DP_Auma_MOV_Type
IO_VRedundant	DP_Auma_MOV_Type

รูปที่ 3.49 การกำหนดตัวแปรในการสื่อสารข้อมูลระหว่างวาล์วและ PLC

โดยจะทำการนำการประกาศแบบ array ระบุค่าตามจำนวนวาล์วในแต่ละกลุ่ม มาใช้ร่วม เพื่อเป็นการง่ายในการอ่านโปรแกรม และไม่ทำให้โปรแกรมมีขนาดใหญ่ซึ่งจะมีผลกับการใช้พื้นที่เมมโมรี่ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 ตัวแปรข้อมูลระดับบิต ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างวาล์วและ PLC

ตัวแปรในการควบคุมวาล์วแต่ละตัวจะประกาศเป็นตัวแปรแบบ Structure data type ที่แสดงในรูปที่ 3.50 ซึ่งประกาศเป็นตัวแปร DP\_Auma\_MOV\_Type เป็นแบบชนิด Structure ที่ออกแบบมาให้รองรับการรับส่งสัญญาณระหว่าง PLC กับ Valve Actuator โดยจะกำหนดตัวแปรย่อยบิต Input และ output สอดคล้องกับบิตคำสั่ง และบิตสถานะ

## 2. ตัวแปรในส่วนของโปรแกรมการอินเตอร์เฟซสัญญาณกับ Master controller

คือการรับส่งข้อมูลไปยัง Master controller จะทำผ่านทาง DP/DP couple ตัวแปร AumaDPDP\_Interface ที่ใช้เป็นตัวแปรในการรับส่งข้อมูลของแต่ละวาล์ว จะประกาศเป็นตัวแปรแบบ Structure data type โดยใช้ในการประกาศเป็นแบบ array ตามจำนวนวาล์วในแต่ละกลุ่ม แสดงดังรูป 3.51

DPDP Interface - Infeed Tank		
DPDP_Interface_VTMain	AumaDPDP_Interface[1..6]	
DPDP_Interface_VTRecirculate	AumaDPDP_Interface[1..6]	
DPDP Interface - Infeed Header		
DPDP_Interface_VT1H	AumaDPDP_Interface[1..3]	
DPDP_Interface_VT2H	AumaDPDP_Interface[1..3]	
DPDP_Interface_VT3H	AumaDPDP_Interface[1..3]	
DPDP_Interface_VT4H	AumaDPDP_Interface[1..3]	
DPDP_Interface_VT5H	AumaDPDP_Interface[1..3]	
DPDP_Interface_VT6H	AumaDPDP_Interface[1..3]	
DPDP Interface - Infeed Pump		
DPDP_Interface_VH1P	AumaDPDP_Interface[2..6]	
DPDP_Interface_VH2P	AumaDPDP_Interface[2..6]	
DPDP_Interface_VH3P	AumaDPDP_Interface[2..6]	
DPDP Interface - Recirculate and Redundant		
DPDP_Interface_VRecirculate	AumaDPDP_Interface	
DPDP_Interface_VRedudant	AumaDPDP_Interface	

รูปที่ 3.51 ตัวแปรในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Master controller

การรับส่งข้อมูลระหว่าง DP/DP Couple กับทาง Master controller จะทำการรับส่งข้อมูลจากตัววาล์ว ผ่านไปที่ Master controller โดยกำหนดเป็นไบต์อินพุต และ ไบต์เอาต์พุต ของแต่ละวาล์ว ความหมายของไบต์อินพุตและ ไบต์เอาต์พุต ในแต่ละบิต ดังแสดงดังรูป 3.52

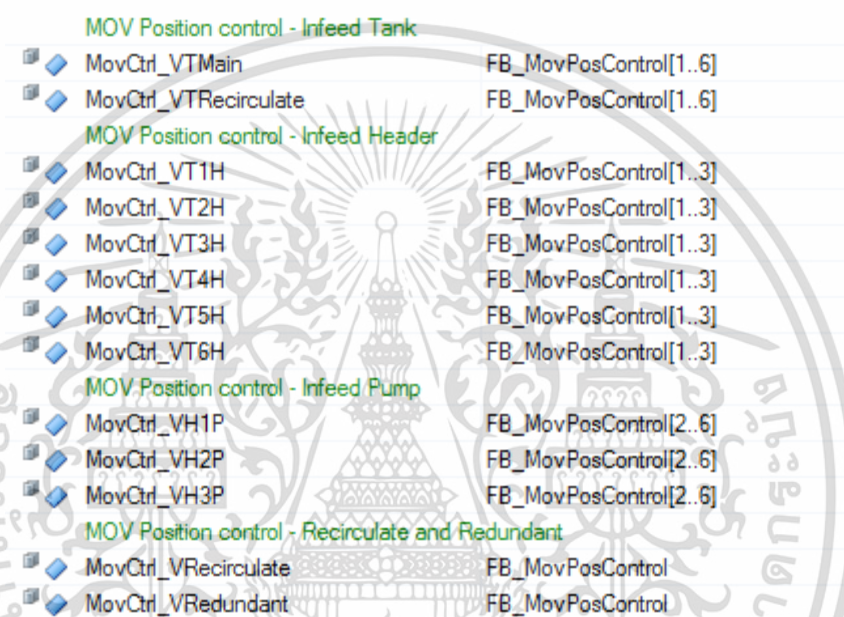
AumaDP_STW_Type		
xFault	BOOL	
xWarning	BOOL	
xRunningCLOSE	BOOL	
xRunningOPEN	BOOL	
xNotReadyRemote	BOOL	
xSetpointReached	BOOL	
xEndPClosed	BOOL	
xEndPOpened	BOOL	
AumaDP_CTW_Type		
xReserve03	BOOL	
xReserve02	BOOL	
requestREMOTE	BOOL	
xFieldbusSTOP	BOOL	
xFieldbusRESET	BOOL	
xFieldbusSETPOINT	BOOL	
xFieldbusCLOSE	BOOL	
xFieldbusOPEN	BOOL	
AumaDPDP_Interface		
Input	USINT	
Output	USINT	

รูปที่ 3.52 ตัวแปรข้อมูลระดับบิตของการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Master controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ตัวแปรในส่วนของโปรแกรมการตรวจสอบตำแหน่งการทำงานของวาล์ว

ในการสั่งงานเปิดปิดวาล์ว การตรวจสอบสถานะในการทำงานจริงของวาล์วมีความจำเป็น ในการติดตามสถานะการทำงานจริงของวาล์ว จะทำการออกแบบโดยใช้ function block เป็นตัวประมวลผลโดยจะนำสัญญาณที่รับจากวาล์วผ่านการเชื่อมต่อแบบ Profibus DP นำมาทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณคำสั่งกับค่าสถานะตำแหน่งของวาล์ว เพื่อส่งเป็นสัญญาณเตือนของระบบ เป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ



Block Name	Associated Function Block
<b>MOV Position control - Infeed Tank</b>	
MovCtrl_VTMain	FB_MovPosControl[1..6]
MovCtrl_VTRecirculate	FB_MovPosControl[1..6]
<b>MOV Position control - Infeed Header</b>	
MovCtrl_VT1H	FB_MovPosControl[1..3]
MovCtrl_VT2H	FB_MovPosControl[1..3]
MovCtrl_VT3H	FB_MovPosControl[1..3]
MovCtrl_VT4H	FB_MovPosControl[1..3]
MovCtrl_VT5H	FB_MovPosControl[1..3]
MovCtrl_VT6H	FB_MovPosControl[1..3]
<b>MOV Position control - Infeed Pump</b>	
MovCtrl_VH1P	FB_MovPosControl[2..6]
MovCtrl_VH2P	FB_MovPosControl[2..6]
MovCtrl_VH3P	FB_MovPosControl[2..6]
<b>MOV Position control - Recirculate and Redundant</b>	
MovCtrl_VRecirculate	FB_MovPosControl
MovCtrl_VRedundant	FB_MovPosControl

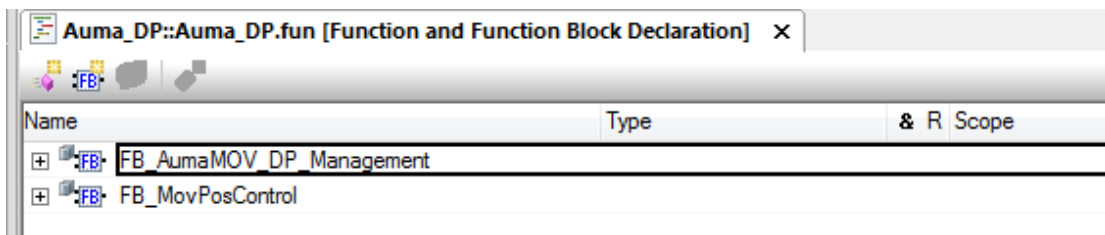
รูปที่ 3.53 การกำหนดตัวแปรในส่วนของ ฟังก์ชันบล็อกในการตรวจสอบวาล์วตำแหน่ง

รูป 3.53 เป็นการประกาศตัวแปรเป็นแบบ function block ที่ใช้ตรวจสอบการทำงานของวาล์ว โดยจะกำหนดเป็นชนิด array ขนาดตามจำนวนของวาล์วในแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในรูป 3.53 FB\_MovPosControl ถูกออกแบบมาใช้สำหรับตรวจสอบสถานะการทำงานของวาล์ว

#### 3.6.4 โปรแกรมและฟังก์ชันบล็อก

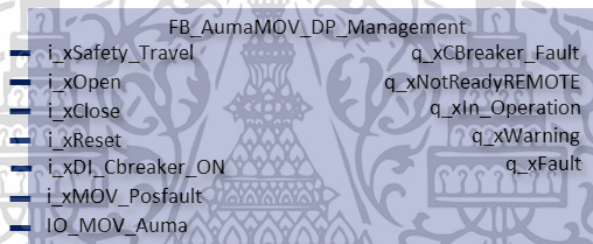
ฟังก์ชันบล็อกควบคุมการทำงานที่ใช้ในระบบควบคุมมีสองฟังก์ชัน แบ่งเป็นสำหรับใช้ในการควบคุมวาล์ว (FB\_AumaMOV\_DP\_Management) และใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งการทำงานของวาล์ว (FB\_MovPos) การประกาศฟังก์ชันบล็อก แสดงดังรูป 3.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.54 การประกาศตัวแปรแบบฟังก์ชันบล็อก

1. FB\_AumaMOV\_DP\_Management เป็น function block ที่ออกแบบมาใช้สำหรับรับและส่งสถานะการทำงานและคำสั่งของวาล์ว ออกแบบการทำงานสอดคล้องตาม Flow chart ดังรูป 3.25 กำหนดบล็อกอินเทอร์เฟซเป็น Input Output และ In\_Out คำอธิบายความหมายของแต่ละขาอินพุต/เอาต์พุต แสดงดังรูป 3.55 และ 3.56



รูปที่ 3.55 I/O Interface ของฟังก์ชันบล็อก FB\_AumaMOV\_DP\_Management

Name	Type	Scope	Description [1]
FB_AumaMOV_DP_Management			Auma MOV
i_xSafety_Travel	BOOL	VAR_INPUT	To AC(V) 0.12 external limit switch - Quick Stop Command
i_xOpen	BOOL	VAR_INPUT	To AC(V) 0.12 CTW Command - OPEN Command
i_xClose	BOOL	VAR_INPUT	To AC(V) 0.12 CTW Command - CLOSE Command
i_xReset	BOOL	VAR_INPUT	To AC(V) 0.12 CTW Command - Fault Reset Command
i_xDI_Cbreaker_ON	BOOL	VAR_INPUT	To AC(V) 0.12 external signal - feeder monitoring
i_xMOV_PosFault	BOOL	VAR_INPUT	To AC(V) 0.12 feedback position fault
q_xCbreaker_Fault	BOOL	VAR_OUTPUT	From AC(V) 0.12 - Alarm feeder fault
q_xNotReadyREMOTE	BOOL	VAR_OUTPUT	From AC(V) 0.12 - Message not ready to remote
q_xIn_Operation	BOOL	VAR_OUTPUT	From AC(V) 0.12 - Message valve in operation
q_xWarning	BOOL	VAR_OUTPUT	From AC(V) 0.12 - Message common warning
q_xFault	BOOL	VAR_OUTPUT	From AC(V) 0.12 - Alarm common fault
IO_MOV_Auma	DP_Auma_MOV_Type	VAR_IN_OUT	To/From AC(V) 0.12 Command/Status
xDisconnected	BOOL	VAR	
xWarning	BOOL	VAR	
xFault	BOOL	VAR	
Rec_STW	AumaDP_STW_Type	VAR	
Send_CTW	AumaDP_CTW_Type	VAR	
TON_WarningFilter	TON	VAR	
TON_FaultFilter	TON	VAR	

รูปที่ 3.56 แปรใช้งานของฟังก์ชันบล็อก FB\_AumaMOV\_DP\_Management

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. FB\_MovPosControl เป็น function block ที่ออกแบบมาใช้สำหรับทำหน้าที่ในการติดตามตำแหน่งของวาล์วที่สอดคล้องกับคำสั่งควบคุม และแจ้งเตือนกลับเมื่อมีตำแหน่งของวาล์วไม่สอดคล้องกับคำสั่งทำงาน ออกแบบการทำงานสอดคล้องตาม Flow chart ดังรูป 3.23 กำหนดบล็อกอินเตอร์เฟซเป็น Input และ Output คำอธิบายความหมายของแต่ละขาอินพุต/เอาต์พุต แสดงดังรูป 3.57 และ 3.58



รูปที่ 3.57 I/O Interface ของฟังก์ชันบล็อก FB\_MovPosControl

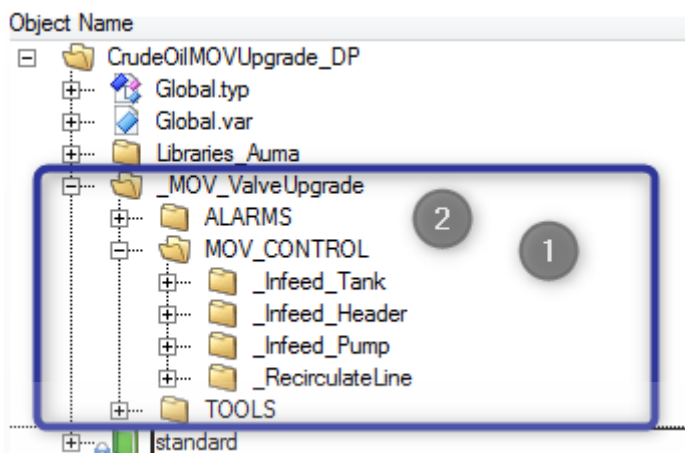
Name	Type	Scope	Description [1]
FB_AumaMOV_DP_Management			Auma MOV
FB_MovPosControl			Valve position monitoring
xOpenCmd	BOOL	VAR_INPUT	Valve open command
xCloseCmd	BOOL	VAR_INPUT	Valve close command
xEndP_Open	BOOL	VAR_INPUT	Valve end position OPEN
xEndP_Close	BOOL	VAR_INPUT	Valve end position CLOSE
iTimeControlled	TIME	VAR_INPUT	time delay ON
xFault	BOOL	VAR_OUTPUT	Feedback valve position fault
time	TON	VAR	

รูปที่ 3.58 ตัวแปรใช้งานของฟังก์ชันบล็อก FB\_MovPosControl

### 3.6.5 โครงสร้างโปรแกรมควบคุม

โครงสร้างของโปรแกรมควบคุมแบ่งเป็นสองส่วน คือ เป็นในส่วนควบคุมวาล์ว (1: MOV\_CONTROL) และ ส่วนแจ้งเตือน(2: Alarm) ดังแสดงในรูปที่ 3.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



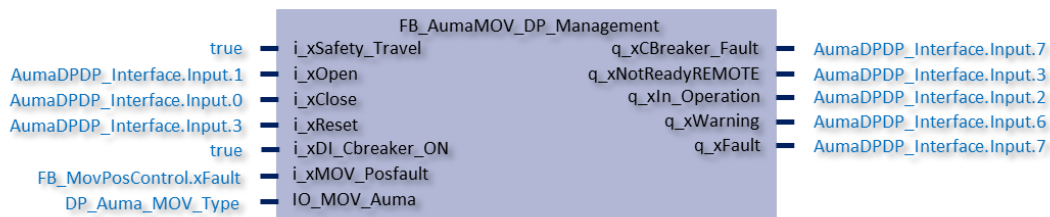
รูปที่ 3.59 แสดงโครงสร้างโปรแกรมในการควบคุมวาล์ว

1. โปรแกรมควบคุมวาล์ว(MOV\_CONTROL) จะแยกกลุ่มวาล์วการควบคุมออกเป็นแต่ละส่วนพื้นที่ ของวาล์วในการจัดกลุ่มการควบคุม ใช้ฟังก์ชันบล็อก FB\_AumaMov DP\_Management ในการควบคุม ประกาศเป็น Local variable รับและส่งค่าผ่านค่าไปยังตัวแปร Global ในการควบคุมรับส่งค่ากับ Valve Actuator และรับส่งคำสั่งและค่าสถานะวาล์วกับทาง DP/DP couple ผ่านทางตัวแปร DP\_Auma\_MOV\_Type และ AumaDPDP\_Interface ตามลำดับการอินเทอร์เฟซสัญญาณ In, Out และ In\_Out แสดงดังรูปที่ 3.60 และ 3.61

Name	Type
Infeed Tank	
VTMain	FB_AumaMOV_DP_Management[1..6]
VTRecirculate	FB_AumaMOV_DP_Management[1..6]
Internal Var for test mode	
xVAR_VT1MainTestOpen	BOOL
xVAR_VT1MainTestClose	BOOL

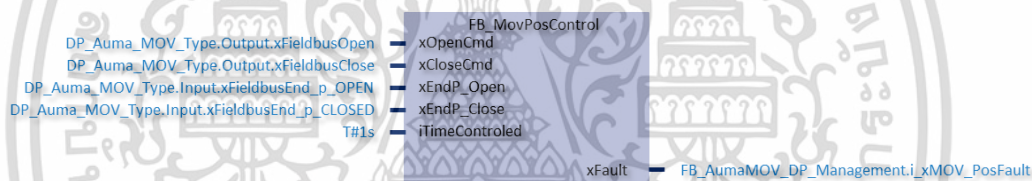
รูปที่ 3.60 Infeed Tank 1 Local variable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



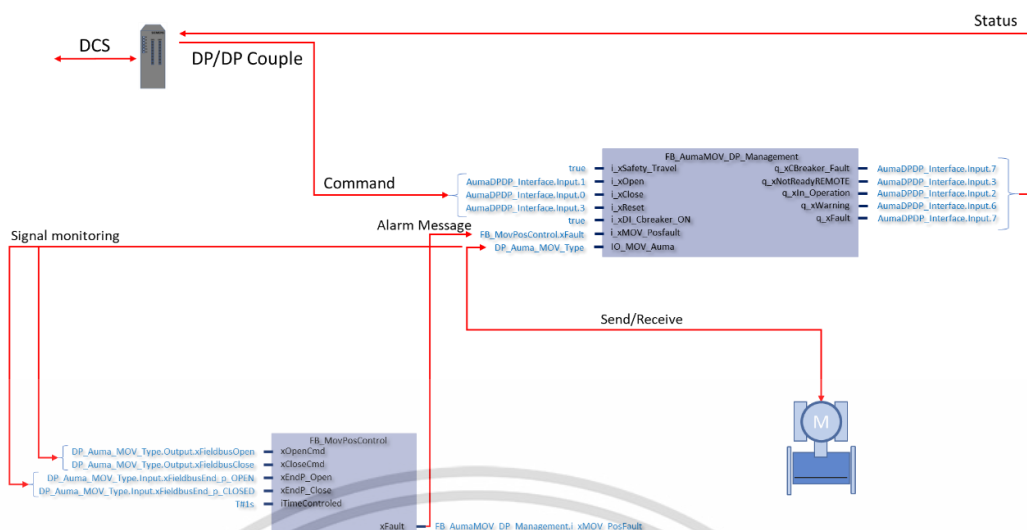
รูปที่ 3.61 การอินเตอร์เฟซบล็อกสำหรับการควบคุมวาล์ว

2. โปรแกรมการแจ้งเตือน (Alarm) ใช้ฟังก์ชันบล็อก FB\_MovPosControl ที่ประกาศเป็นแบบ Global variable ในการติดตามการทำงานของวาล์วและแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติของการทำงานของวาล์ว สัญญาณความผิดปกติถูกส่งกลับไปยัง ฟังก์ชันบล็อก FB\_AumaMOV\_DP\_Management พีดแบบบอกถึงความผิดปกติในการทำงานของวาล์ว การอินเตอร์เฟซสัญญาณ In และ Out แสดงดังรูปที่ 3.62



รูปที่ 3.62 การอินเตอร์เฟซบล็อกสำหรับฟังก์ชันการแจ้งเตือน

รูปที่ 3.63 แสดงการ mapping data ของลูปลการควบคุมวาล์ว อินเตอร์เฟซสัญญาณจาก Master controller ผ่าน DP/DP couple ทำการประมวลผลก่อนส่งไปควบคุม และพร้อมทั้งส่งกลับค่าสถานะของวาล์ว



รูปที่ 3.63 แสดงการเชื่อมต่อของแต่ละบล็อกควบคุม (Program flow control)

### 3.7 เอกสารอ้างอิงบทที่ 3

- [1] The actuator controls AC(V) 01.2/AC(V) ExC 01.2 Profibus DP, AUMA Handbook
- [2] DP/DP Coupler manual, Edition 02/2006, Hardware Installation and Operating Manual, Simatic Siemens Handbook, 2006.
- [3] X20 system User's Manual V.4.00, B&R Handbook, 2021.
- [4] PROFIBUS System Description Technology and Application, Profibus & Profinet International (PI), 2016.

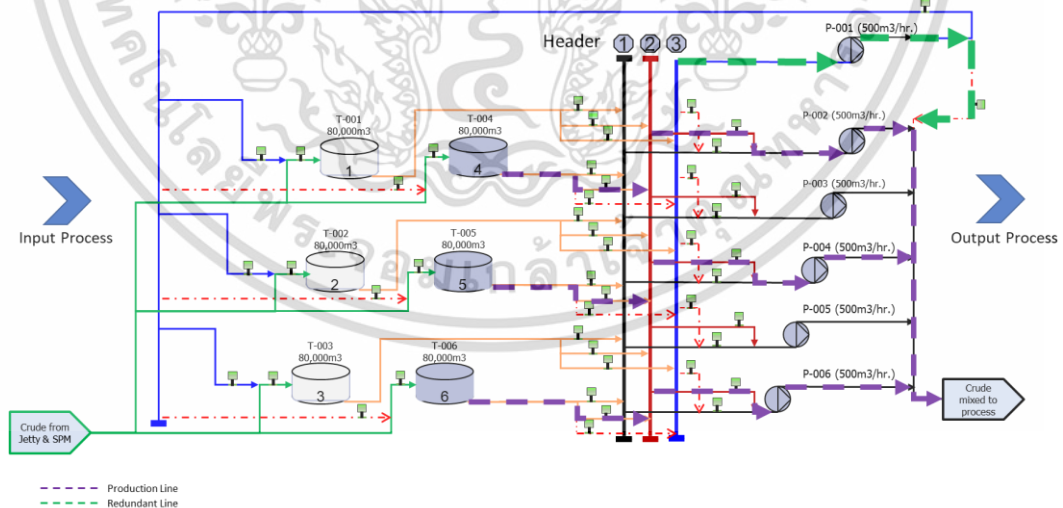
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลของการดำเนินงาน

#### 4.1 ฟังก์ชันการทำงานของระบบที่ถูกทำการปรับปรุงด้วยระบบอัตโนมัติ

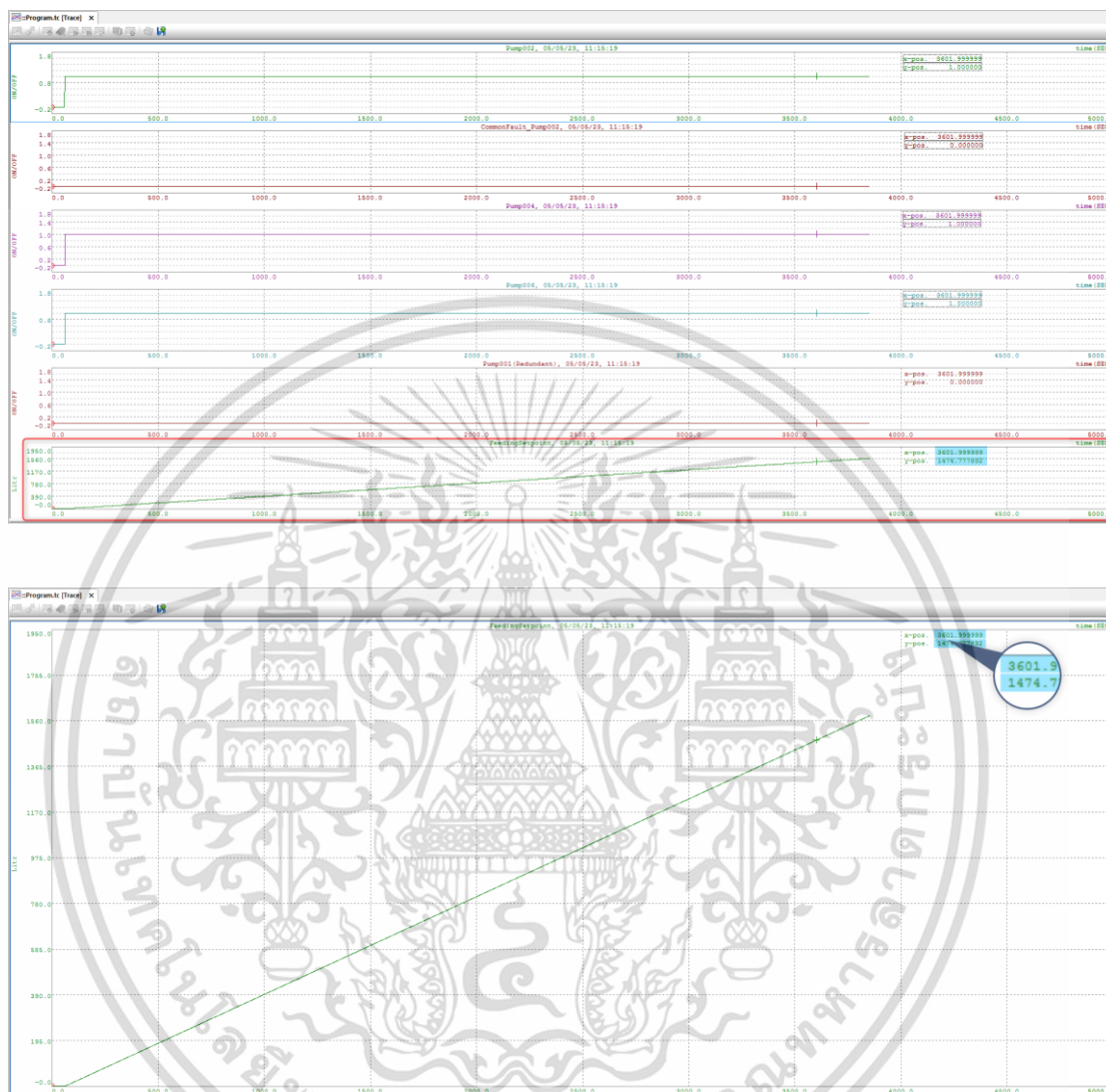
เมื่อนำระบบที่นำเสนอมาใช้ในกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันดิบ เนื่องด้วยการนำ Valve Actuator ไฟฟ้ามาใช้ ขั้นตอนในการเตรียมการผลิตและการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตที่ซึ่งสามารถเปิดปิด วาล์วได้ง่ายจากการควบคุมผ่าน PLC สามารถลดเวลาเตรียมการก่อนการผลิตและการปรับเปลี่ยน สัดส่วนสูตรการผลิตในการผสม จากเดิมที่เตรียมการผลิตหรือปรับเปลี่ยนสัดส่วนสูตรการผลิตโดยใช้ คน รูปที่ 4.2 และ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของระบบเมื่อนำระบบที่นำเสนอมาใช้ โดยในการกระบวนการส่งจ่ายน้ำมันนี้ จะทำการผสมน้ำมันดิบจาก ถัง T004, T005, T006 เข้าด้วยกันส่งผ่านไปยังหัวจ่ายที่ 2 ผ่านไปที่ปั๊ม P-002, P-004, P-006 ส่งเข้ากระบวนการกลั่น ดังรูป 4.1 ระบบใหม่นี้จะใช้ปั๊ม P-001 ทำหน้าที่เป็นสำรองระบบ ใช้ในกรณีระบบหลักขัดข้องเช่น วาล์ว หรือ ระบบท่อชำรุด หรือในระหว่างซ่อมบำรุงระบบหลัก ระบบการทำงานจะตัดการนำส่งน้ำมันดิบมาใช้ เส้นทางสำรองนี้เพื่อลดความสูญเสียของอัตราการผลิตที่ไม่คงที่ อันเกิดจากความขัดข้องใดๆที่ สามารถเกิดขึ้นได้ในขบวนการ



รูปที่ 4.1 ผังแสดงการผสมน้ำมันดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

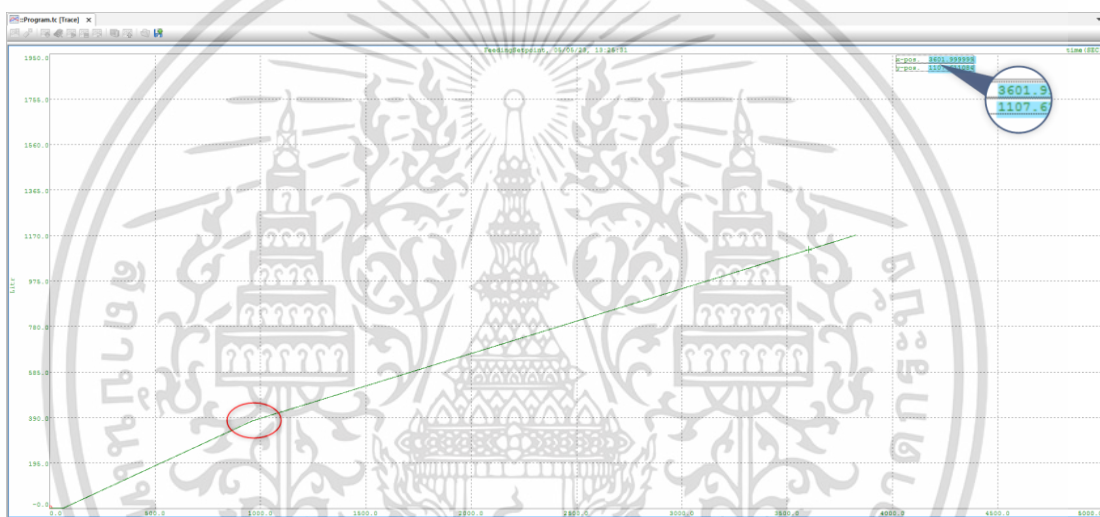
จากรูปที่ 4.2 แสดงกระบวนการส่งผ่านน้ำมันดิบในหนึ่งชั่วโมง ผ่านปั๊มทั้งสามตัว อัตราการผลิตจากทั้งสามตัวอยู่ที่ 1474 m<sup>3</sup>/H ที่อัตราการการผลิตของแต่ละตัวที่ 500 m<sup>3</sup>/H



รูปที่ 4.2 อัตราการผลิตต่อหนึ่งชั่วโมง

เปรียบเทียบในกรณีระบบหลักขัดข้องในกระบวนการผลิต ในกรณีนี้ Pump P-002 เกิดขัดข้อง ทำให้ปิดเส้นทางการส่งผ่านเพื่อทำการซ่อมแซมแก้ไข ทำให้อัตราการผลิตลดลงหนึ่งในสามของความสามารถในกระบวนการผลิต แสดงดังรูปที่ 4.3

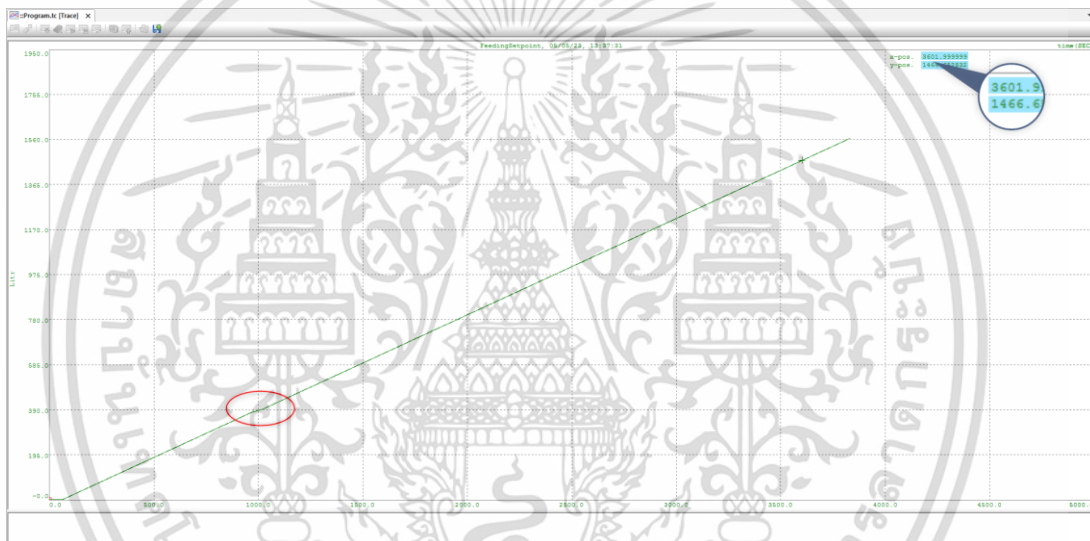
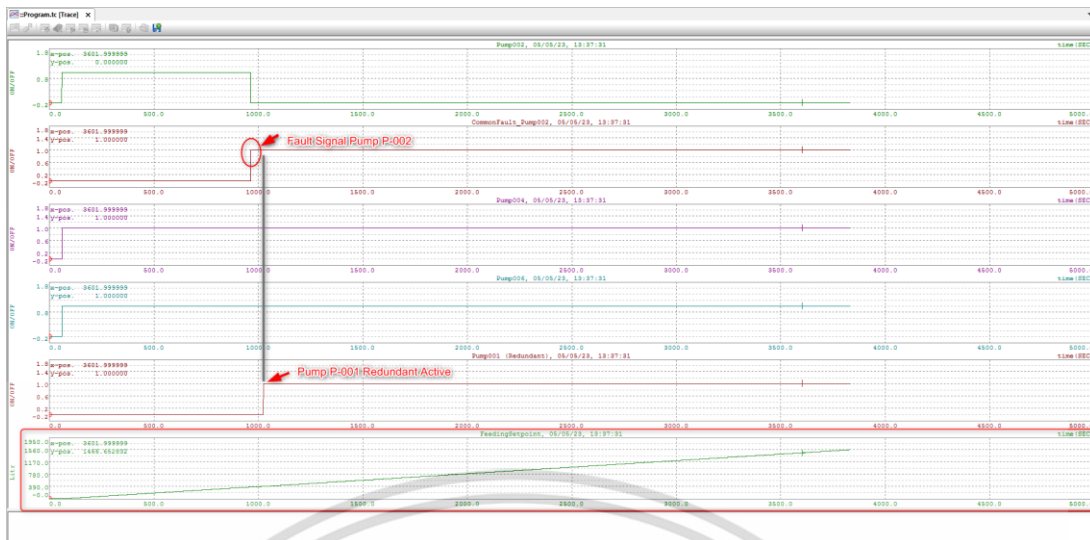
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 อัตราการผลิตต่อหนึ่งชั่วโมง เมื่อเกิดความขัดข้องในไลน์ของ Pump 2

ต่อเมื่อมีการนำระบบใหม่มาใช้ ที่ระบบนี้จะใช้ปั๊ม P-001 ทำหน้าที่เป็นสำรองระบบ ในกรณีระบบหลักขัดข้อง ด้วยการเปลี่ยนจากวาล์ว Manual มาใช้เป็นวาล์วควบคุมแบบ Actuator ไฟฟ้า ทำให้เมื่อเกิดความขัดข้องในเส้นทางส่งใดๆ ในกรณีนี้คือเส้นทาง Pump P-002 การปรับเปลี่ยนเส้นทางสามารถทำได้โดยง่าย ด้วยระบบเส้นทางสำรองนี้จะทำให้อัตราการผลิตคงที่ ไม่เกิดผลกระทบต่อกระบวนการส่งน้ำมันดิบที่ส่งไปยังโรงกลั่นน้ำมัน ดังรูปที่ 4.4 โดยอัตราการผลิตที่ถูกขัดเซยด้วย Pump P-001 จะอยู่ที่ 1466 m<sup>3</sup>/H เทียบกับอัตราการผลิตปกติที่ 1474 m<sup>3</sup>/H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 อัตราการผลิตต่อหนึ่งชั่วโมง เมื่อมีการนำ Pump P-001 มาทำงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### ผลสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน

ระบบที่นำเสนอไม่เพียงแต่จะควบคุมกระบวนการโดยการควบคุมการทำงานของ Valve Actuator ไฟฟ้า ผ่านทางคอนโทรลเลอร์หลัก DCS เท่านั้น แต่ยังสามารถควบคุมการทำงานผ่าน PLC ที่นำมาขยายระบบได้ด้วย ซึ่งนำมาใช้ในสองหน้าที่ ทั้งเป็นตัวคุมการทำงานของ Valve Actuator ไฟฟ้า และเป็นตัวรับส่งคำสั่งจากคอนโทรลเลอร์หลัก DCS ส่งงานผ่านไปยัง Valve Actuator ไฟฟ้าผ่านทางตัว PLC ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมสำรองที่หน้างาน ที่สามารถนำมาใช้สั่งงานควบคุมวาล์วได้ ทั้งยังลดเวลาในขั้นตอนเตรียมการผลิตที่สามารถควบคุมการเปิดปิดวาล์วจากระยะไกลแทนการให้เจ้าหน้าที่มาปฏิบัติงานที่หน้างาน ลดขั้นตอนในการเตรียมการผลิตและเพิ่มความรวดเร็วในการปฏิบัติงานการปรับเปลี่ยนแผนการผลิต พร้อมทั้งเพิ่มความเชื่อถือให้กับระบบ ระบบนี้เป็นหนึ่งในแนวทางที่นำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิต ที่ให้ราคาสมเหตุสมผลต่อการลงทุน และให้กระบวนการผลิตที่มีความเชื่อถือมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- [1] The actuator controls AC(V) 01.2/AC(V) ExC 01.2 Profibus DP, AUMA Handbook
- [2] DP/DP Coupler manual, Edition 02/2006, Hardware Installation and Operating Manual, Simatic Siemens Handbook, 2006.
- [3] X20 system User's Manual V.4.00, B&R Handbook, 2021.
- [4] PROFIBUS System Description Technology and Application, Profibus & Profinet International (PI), 2016.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### โปรแกรมโค้ดที่ใช้ในการควบคุม

```

st Auma_DP:AumaMOV_DP_Management.st [Structured Text] x
FB_AumaMOV_DP_Management
FUNCTION_BLOCK FB_AumaMOV_DP_Management
// for Safety
i_xSafety_Travel;

(* Command Open *)
IF NOT xDisconnected AND i_xSafety_Travel AND NOT xFault AND i_xOpen THEN
  Send_CTW_xFieldbusOPEN := TRUE;
ELSE
  Send_CTW_xFieldbusOPEN := FALSE;
END_IF

(* Command Close *)
IF NOT xDisconnected AND i_xSafety_Travel AND NOT xFault AND i_xClose THEN
  Send_CTW_xFieldbusCLOSE := TRUE;
ELSE
  Send_CTW_xFieldbusCLOSE := FALSE;
END_IF

(* Command Stop *)
IF NOT i_xSafety_Travel OR xFault THEN
  Send_CTW_xFieldbusOPEN := FALSE;
  Send_CTW_xFieldbusCLOSE := FALSE;
ELSEIF i_xReset AND i_xSafety_Travel AND (xFault OR Send_CTW_xFieldbusSTOP) THEN
  END_IF
Send_CTW_xFieldbusRESET := i_xReset;

(* Fault filter *)
TON_FaultFilter.IN := ((Rec_STW_xFault OR i_xMOV_PosFault) AND i_xSafety_Travel) OR NOT i_xSafety_Travel;
TON_FaultFilter.PT := T#100ms;
IF TON_FaultFilter.Q THEN
  xFault := TRUE;
ELSEIF i_xReset FROM
  xFault := FALSE;
END_IF

// Feeder check
IF NOT i_xDI_CBreaker_ON THEN
  xDisconnected := TRUE;
ELSEIF i_xReset THEN
  xDisconnected := FALSE;
END_IF

(* Warning filter *)
TON_WarningFilter.IN := Rec_STW_xWarning AND i_xSafety_Travel;
TON_WarningFilter.PT := T#100ms;
IF TON_WarningFilter.Q THEN
  xWarning := TRUE;
ELSEIF i_xReset THEN
  xWarning := FALSE;
END_IF

```

รูปที่ ก 1. Function Block FB\_AumaMOV\_DP\_Management

```

st Auma_DP:AumaMOV_DP_Management.st [Structured Text] x
FB_AumaMOV_DP_Management

(* MOV Interface *)
//Commands byte
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusRESERVE03 := FALSE; (*not used*)
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusRESERVE02 := FALSE; (*not used*)
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusRESERVE01 := FALSE; (*not used*)
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusSTOP := Send_CTW_xFieldbusSTOP;
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusRESET := Send_CTW_xFieldbusRESET;
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusSETPOINT := FALSE;
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusClose := Send_CTW_xFieldbusCLOSE;
IO_MOV_Auma.Output.xFieldbusOpen := Send_CTW_xFieldbusOPEN;

//Status Byte(Logic signal)
Rec_STW_xFault := IO_MOV_Auma.Input.xFieldbusFault;
Rec_STW_xWarning := IO_MOV_Auma.Input.xFieldbusWarnings;
Rec_STW_xRunningCLOSE;
Rec_STW_xRunningOPEN;
Rec_STW_xNotReadyRemote := IO_MOV_Auma.Input.xFieldbusRunningCLOSE OR IO_MOV_Auma.Input.xFieldbusRunningOPEN;
Rec_STW_xSetpointReached := IO_MOV_Auma.Input.xFieldbusSetpointReached;
Rec_STW_xEndPClosed;
Rec_STW_xEndPOpened;

//Interface DCS
q_xCBreaker_Fault := xDisconnected;
q_xNotReadyREMOTE := Rec_STW_xNotReadyRemote;
q_xIn_Operation := Rec_STW_xRunningCLOSE OR Rec_STW_xRunningOPEN;
q_xWarning := xWarning;
q_xFault := xFault;
END_FUNCTION_BLOCK

```

รูปที่ ก 2. Function Block FB\_AumaMOV\_DP\_Management (continue)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

(* Valve Position Control *)
FUNCTION_BLOCK FB_MovPosControl
//Position monitoring
time(TIME:= (
  (( xOpenCmd AND NOT xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Open) OR xEndP_Close))
  OR
  (( NOT(xOpenCmd) AND xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Close) OR xEndP_Open))
  AND
  NOT (xFault)
),
);

PT:= #TimeControlled); //Fault timer on delay
IF time.Q THEN //Fault Generate
  xFault:= TRUE;
END_IF

//Reset, Position reached
IF NOT(
  ((xOpenCmd AND NOT xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Open) OR xEndP_Close) OR
  ((NOT(xOpenCmd) AND xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Close) OR xEndP_Open))
  )
  OR (NOT(xOpenCmd) AND NOT(xCloseCmd)) THEN
  xFault:= FALSE;
END_IF
END_FUNCTION_BLOCK

```

รูปที่ 3. Function Block FB\_MovPosControl

```

(* Production Program *)
(* ----- Tank # 1 ----- *)
(* VIMain *)

//Fields signals
VIMain[1].i_xSafety_Travel := TRUE;
VIMain[1].i_xDL_CBreaker_ON := DPUR;
VIMain[1].i_xMOV_PosFault := MovCtrl_VIMain[1].xFault;

//Cmd from local control + DCS control
VIMain[1].i_xOpen := DDDP_Interface_VIMain[1].Input.0; //Command Open
VIMain[1].i_xClose := DDDP_Interface_VIMain[1].Input.1; //Command Close
VIMain[1].i_xReset := DDDP_Interface_VIMain[1].Input.3; //Command Reset

(* Interface to Drive *)
VIMain[1].IO_MOV_Auma := IO_VIMain[1];

//Interface DCS (MOV status)
DDDP_Interface_VIMain[1].Output.2 := NOT VIMain[1].q_xIn_Operation; //Seppoint Reached
DDDP_Interface_VIMain[1].Output.3 := VIMain[1].q_xNotReadyREMOTE; //Not ready to Remote
DDDP_Interface_VIMain[1].Output.6 := VIMain[1].q_xWarning; //Warning
DDDP_Interface_VIMain[1].Output.7 := VIMain[1].q_xFault OR VIMain[1].q_xCBreaker_Fault; //Fault

```

รูปที่ 4. Program for valve control and signal interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PROGRAM _CYCLIC

(* Infeed Tank *)
(* VTMain *)
MovCtrl_VTMain[1](xOpenCmd := IO_VTMain[1].Output.xFieldbusOpen,
xCloseCmd := IO_VTMain[1].Output.xFieldbusClose,
xEndp_Open := IO_VTMain[1].Input.xFieldbusEndp_OPEN,
xEndp_Close := IO_VTMain[1].Input.xFieldbusEndp_CLOSED,
xTimeControlled := T#1s );

```

รูปที่ 5. Program for monitoring valve position

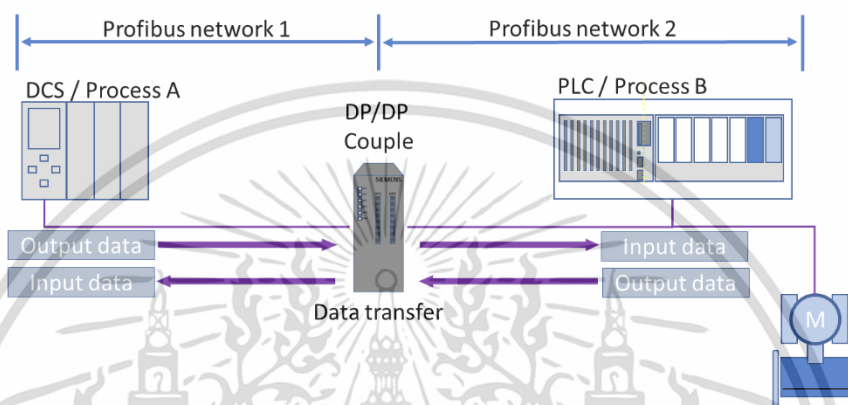


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### คำศัพท์ภาคขยาย

DP/DP couple – หน้าที่ของตัวอุปกรณ์คือเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่าง 2 Profibus เน็ตเวิร์คเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างสองเครือข่าย



รูปที่ ข 1. การโอนถ่ายข้อมูลผ่านอุปกรณ์ DP/DP couple

**MASTER CONTROL** – ในบทความนี้คือระบบควบคุมหลักของโครงการ ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการทั้งหมด ทั้งแบบ Automatic และ Manual ซึ่งในที่นี้จะออกแบบโดยใช้หน่วยประมวลผลแบบ DCS เป็นตัวควบคุม

**LOCAL CONTROL** – จะเป็นหน่วยควบคุมย่อยของระบบ ออกแบบให้ควบคุมเฉพาะอย่างเพื่อลดความซับซ้อนของระบบหลักแต่ยังมีการติดต่อสื่อสารกับระบบควบคุมหลัก รวมทั้งออกแบบให้ใช้ในกรณีที่ต้องการให้ใช้เป็นระบบสำรอง ในกรณีที่หน่วยควบคุมหลักขัดข้อง ซึ่งในที่นี้จะออกแบบโดยใช้หน่วยประมวลผลแบบ PLC เป็นตัวควบคุม

## ภาคผนวก ค

## บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

ICCAS 2022: BUSAN KOREA



# ICCAS 2022

2022 22<sup>nd</sup> International Conference on Control, Automation and Systems

» PROCEEDINGS

**November 27(SUN) ~ December 01(THU), 2022**  
**BEXCO, Busan, Korea**

IEEE Catalog number: CFP2210D-USB  
 ISBN: 978-89-93215-25-0  
 ISSN: 2093-7121

<https://2022.iccas.org>

Welcome Message  
 Conference Organization  
 Table of Contents  
 Author Index  
 E-proceeding Search  
 Sponsors  
 Exit

Copyright © 2022 Institute of Control, Robotics and Systems (ICROS)  
 Tel: +82-2-6949-5801 / Fax: +82-2-6949-5807 / E-mail: conference@icros.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ในหมวดของ Industrial Applications of control II, MB5-4

2022 The 22nd International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2022)  
BEXCO, Busan, Korea, Nov. 27~Dec. 01, 2022

## Automatic Control Crude Oil Feeder System

S. Tammaruckwattana<sup>1</sup>, E. Vichachuai<sup>2</sup> and W. Petchmaneeelumka<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,  
Bangkok, 10520, Thailand (sirichai.ta@kmitl.ac.th)

<sup>2</sup> School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,  
Bangkok, Thailand (64601174@kmitl.ac.th)

<sup>3</sup> School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,  
Bangkok, 10520, Thailand (wandee.pe@kmitl.ac.th) \* Corresponding author

**Abstract:** This paper presents a practical technique to design/improvement the existing Thailand crude storage tanks system from manual valves to automatic control for decrease the operator waste time by using programmable logic controllers (PLCs) interface to the main controller (DCS) of the existing system via using Profibus protocol mapping data to control motor-operated valve (MOVs) which upgrade from existing system which uses manual valve operate by the operator. The controlled MOV utilized follows a recipe from a master controller for mixing crude oil from each tank and feeding it to the header after this supply to the refinery process. The proposed technique is based on the use of Profibus protocol to manage data to control MOVs by using PLCs modeled B&R X20CP3586 for interconnections of four nodes through Profibus master modeled B&R X20IF1061-1 for twelve slaves, eighteen slaves, fifteen slaves and two slaves for each node, and master controller over a control network to communicate between master control (DCS) with PLCs through DP/DP couple modeled Siemens SIMATIC DP 6ES7158-0AD01-0XA0 working as a Profibus gateway. Input status and output command of each MOV valve are sent/receive and controlled by the PLCs are specified with command and status byte for cyclic communications. The proposed PLC control system for control of the MOV valve can operate following the manufacturer's requirements with fast response and more reliability.

**Keywords:** PLC, Profibus DP, Profibus gateway, MOV Valve.

### 1. INTRODUCTION

In industrial manufacturing developing and expand for existing process control systems are needed, to improve the efficiency rate of productivity, profitability, and reliability and reduce the restriction of process operation to avoid production losses and drop in efficiency during production. These systems are based on the use of motor-operated valve (MOV) control via Profibus communication instead of the existing system which uses a manual valve in process of crude oil feeding process operated by an operator [1]. All manual valves are controlled by the operator it takes a lot of time and is not easy to make a new process recipe. Using PLC as centralized control so that the complex process can be controlled faster than operate by the operator and able to make work process running with precise flowrate and blending ratio for feeding to process to increase the reliability of the process. Based on using PLC as centralized control, high efficiency of the process can be obtained because all process recipes can be managed, all tasks are performed in automatic, and can obtain high flexibility and adaptability. However, once communication of master control is failed all slave devices will be down, and cannot control but still the design with using of PLC interface to master control can be avoided control conditions when the network is down by the using of Profibus gateway controlled by the master controller and also local controller is possible to depend on weather condition you need to control from where

remote or local, for example, the system still in control from local PLC as temporary in case network of master control down during waiting for system back to avoid an unsafe condition of valve position.

To expand the control device by reducing an impact of a failure of master control on an entire system of processes, the researchers add an expanded unit interface to the master control (DCS) as hierarchical control or distributed control by using PLCs connected to the same network. Profibus DP is one process communication capability for high-volume of data exchange in real-time and with a large scale of a distance of control. Profibus DP is defined in IEC 61158 ("Digital data communication for measuring and control – Fieldbus for use in the industrial control system) and IEC 61784 ("Profile sets for continuous and discrete manufacturing relative to Fieldbus use in industrial control systems") standard [4]. When implementing the Profibus DP system, bandwidth limitation, as well as the amount of data being communicated, must be considered.

This paper aims to present an upgrade the operating of Crude oil movement by an Automatic system instead the field manual operated for reducing the crude feeding change-over time including reliability with expands system by using Profibus DP communication of PLCs to manage data to all MOV valves to control the process of crude oil feeder in refinery manufacture. Master controller and upgrade unit using DP/DP couple as Profibus gateway for data exchange. A practical technique to create the communication of local PLC is

used to control four groups of MOV valves and one node used as Profibus Gateway for mapping data to a master controller.

**2. Working principle and design**

In a crude oil feeder system, there is crude oil from different locations in the world such middle east, the far east, and other zones possible supply from different locations, and at different times of storage the quality will not the same even from same location. From jetty or truck

loading crude oil are feeding to the storage tank, each storage tank keeps crude oil before feed to process since crude oil quality from each source cannot control so, before supply to refinery process, they need to be mixed following the recipe with different ratio various depend on the quality of crude oil of each tank and each location before a feed to refinery process. The refinery economizer will decide which tank will be a good choice to feed by using price comparison and the quality of crude oil.

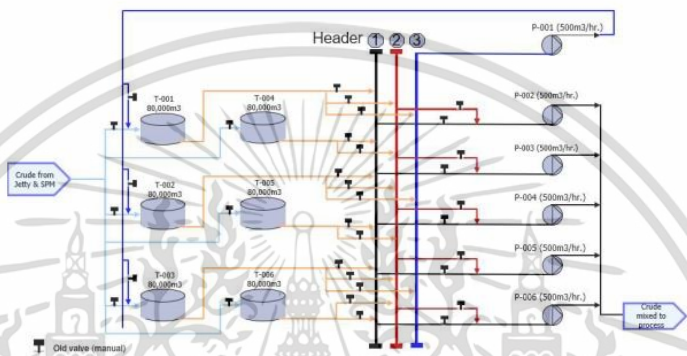


Fig. 1. The existing system, manual valve

In the existing system, all valves installed in the process line were manually controlled by operators which valve position will be on/off depending on the process recipe that has been used. Moreover, recirculate line (Header 3) supports only tank T001/002/003. Tank number T004/005/006 cannot circulate to other tanks. In this condition tank, T004/005/006 will lose an opportunity to transfer to other tanks to store other new crude oil which coming have to wait for load because these tanks cannot circulate to other tanks. If the worker needs to use these tanks to store crude oil, they have to drain out or wait for feeding until to empty. The existing system is shown in Fig. 1.

Since the efficiency rate of transfer and blending ratio

is precise, the process of designing a new facility to support and also improve reliability is needed. To ensure the reliability of crude oil feeding, the automated feeding system is required to change from manual control to automatic control. All manual valves will be modified to fix the Motor operated actuator on the existing valves meaning as replaced by MOV valves. Existing circulate limitation of tank T004/005/006 required to be improved for eliminating crude oil exchange restrictions by adding a feed line connect to recirculate line and using recirculate pump P-001 as redundant of a process for all feeder pumps by adding a line to an outlet of feeder pump. The new design of the feeder system is shown in Fig. 2.

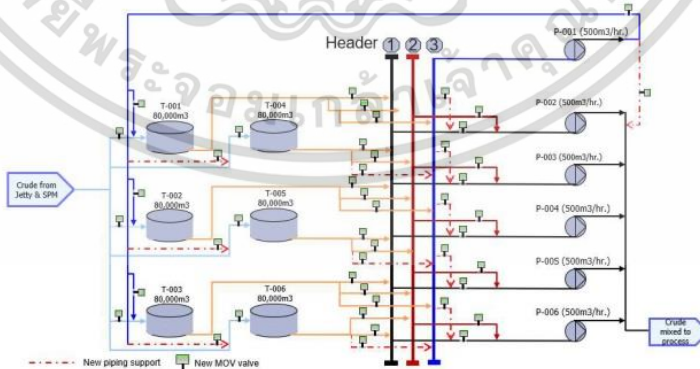


Fig. 2. The proposed system, MOV valve

### 3. PROPOSED CONTROL SYSTEM

#### 3.1 Hardware Architecture Details

Fig. 3 shows an overview of the hardware configuration of the improved manual valve to automate control of MOV valves from Profibus communication. All MOV valves use the telegram of command/status as shown to control and monitor. All interface signals send/receive to the master controller by using PLC for mapping data and managing data to control MOV valves. The telegram of control/monitoring [1] is shown in Fig.4, hence valve function is just on/off so we design PLC and valve interface signal by using 1 byte for command and status. Standard valve telegram also reserve area for actual position/ torque value for monitoring and also speed/ position setpoint for this application is not need these data area for reserve, this application using one DP/DP couple for manage the data which the maximum size of the transmitted data 244 bytes of input data and 244 bytes of output data can be transferred [2].

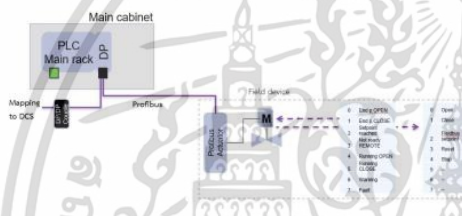


Fig. 3. Overview of hardware configuration

Status input Byte

Fault	Warnings	Running CLOSE	Running OPEN	Not ready REMOTE	Setpoint reached	End p. CLOSE	End p. OPEN
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Command output Byte

!	!	!	Stop	Reset	Fieldbus setpoint	Close	Open
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Fig. 4. Data interface

To increase the system availability and provide expansion flexibility, the proposed control systems are based on a distributed concept by using multiple branches. Each Profibus module assigns control for each location of a slave device. There are 5 nodes for this proposed system and one node for the data interface. Node infeed tank manages 12 MOV valves, node infeed header manages 18 MOV valves, node infeed pump manages 15

MOV valves and the last node manages 2 MOV valves for a recirculating and redundant line. Main PLCs modeled B&R X20CP3586 with built-in Ethernet and POWERLINK are used. There are 3 slots for module interface expansion equipped with Profibus interface modeled B&R X20IF1061-1 and expand another two slots by use POWERLINK bus controller modeled B&R X20BC1083 with 2 slots interface module [3] for support total 5 Profibus master which is used.

The system architecture of a proposed system is shown in Fig. 5. That PLC is used for controlling slave devices for each location with Profibus connections. The PLCs and the master controller are communicated with each other through the Profibus gateway over the DP/DP couple modeled 6ES7158-0AD01-0XA0. Table 1 gives the details of the major devices that use. Table 2 summarizes Profibus addresses for network setup.

Table 1. Details of major equipment list

Main cabinet	Network controller and Module	Manufacturer
PLC	PLC CPU X20 CP3586 B&R, X20CP3586	B&R
Node Interface	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Infeed Tank	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Infeed Header	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Infeed Pump	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Node Recirculate and Redundant	Profibus DP master Module, X20IF1061-1	B&R
Expansion hub	POWERLINK bus controller, X20BC1083	B&R
DP/DP couple	DP/DP coupler Coupling module, 6ES7158-0AD01-0XA0	Siemens

Table 2. Network assign of each node of the proposed system

Node	Control Address
X20IF1061_1 for Infeed Tank	2 ... 13
X20IF1061_1 for Infeed Header	2 ... 19
X20IF1061_1 for Infeed Pump	2 ... 16
X20IF1061_1 for Recirculate and Redundant	2 ... 3
X20IF1061_1 for signal interface	2

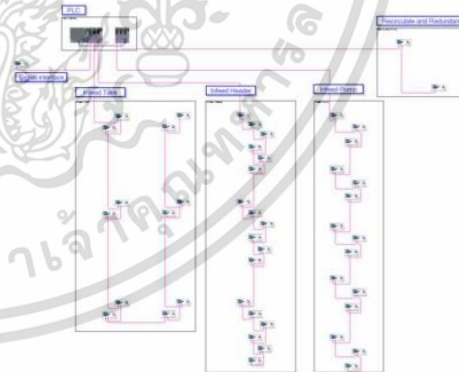


Fig. 5. The network configuration of the proposed system

Both network devices exchange data by using DP/DP coupler. All Profibus devices in the proposed system (MOV valve of each node) can send and receive real-time command/status data cyclic by DP/DP couple. The data exchanged area can be managed.

Fig. 6 shows a diagram for data mapping between the master controller and PLC.

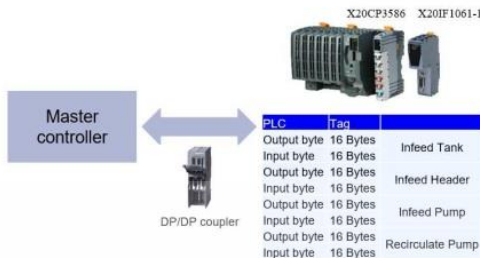


Fig. 6. Data mapping for a master controller

3.2 Developed Program Descriptions

The command for a control group of valves will be received from the PLC that divide into two functions which are production mode and test mode. The production mode valve will control automatically following the process recipe and for test mode, the command from master control or local control is possible to remote control from both locations to manual control MOV valve. This means that all valve status can be monitored such as valve position, mode of a valve, warning, and alarm. Fig.7 shows the flowchart for the main PLC to control the sequential operations of the MOV valve. Fig. 8 describes the meaning of each step of operations of the PLC.

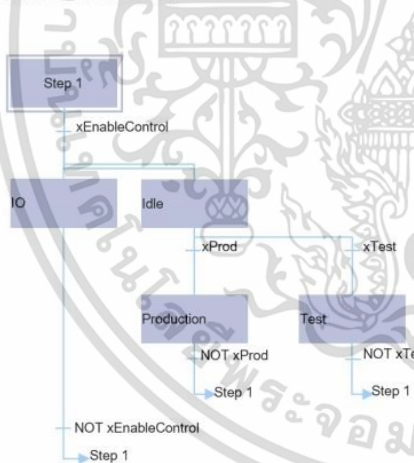


Fig. 7. Sequential function chart of a control program

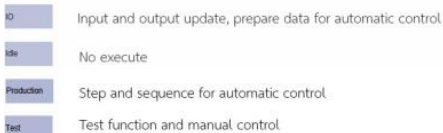


Fig. 8. Details of each step of the flow program

In the case of normal production, PLCs running in the automatic mode for an operating group of valves into the required position to feed crude oil to a process by each step of control will control the production step. In the master controller DCS there is a possibility to change the feeding route by changing the process recipe and mixing ratio in this step of the program. By the way, manual control is also possible by test steps. If there is a problem during production, it is also possible to control it as manual by the operator.

The movement of the MOV valve is controlled and monitored by the PLC. Fig. 9 shows the flowchart for the function block for control valve position to motoring each operation of each MOV valve. Based on the signal got from the MOV valve compare with time control, the MOV valve operates by request to follow the command position. Once the valve stop at the desired position, the position feedback will compare with time, and then will generate an alarm if the position of the valve does not correspond with the command. Sample logic implementation is shown in Fig. 10 [5].

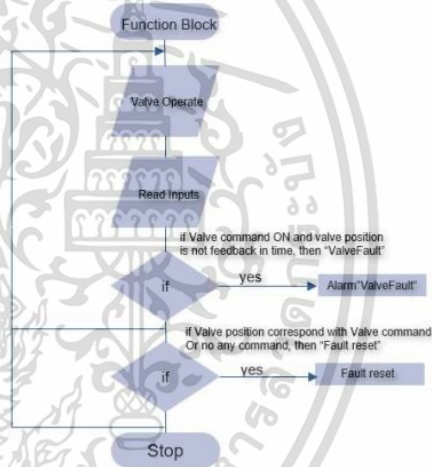


Fig. 9. Control valve function block Flow chart

FB\_MovPosControl



```

ladder (FB:=)
  ((xOpenCmd AND NOT(xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Open) OR xEndP_Close))
  OR
  ((NOT(xOpenCmd) AND xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Close) OR xEndP_Open)
  AND NOT(xFault))
  AND NOT(xFault))
  I: tTimeControlled)
  IF alarm_Q THEN
    xFault:=TRUE;
  END_IF
  IF NOT(
  ((xOpenCmd AND NOT(xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Open) OR xEndP_Close))
  OR
  ((NOT(xOpenCmd) AND xCloseCmd) AND (NOT(xEndP_Close) OR xEndP_Open))
  OR (NOT(xOpenCmd) AND NOT(xCloseCmd) THEN
    xFault:=FALSE;
  END_IF
  
```

Fig. 10. Logical algorithm of function block

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4. IMPLEMENTED SYSTEM

The proposed system implemented in the feeding process can control all MOV valves to the desired route by using PLC control to prevent loss of production and save time during preparation for production since before all valve position manual are controlled by the operator. Figs. 12 and 13 compare reliabilities of process between before and after implementation to process. In this production shown in Fig. 11, the worker will mix crude oil from tank T-004/005/006 together feed pass-through header line 2 to pump P-002/004/006 then fed to process with implemented. This system uses pump 1 as a redundant system, when one of the slave devices of each line fails during production such as MOV valve fail, piping, or pump leak, the system will switch to a redundant route to use the route of pump P-001 fed crude oil to process immediately safe time and loss of production, or in case that system needs to maintenance route of any pump, pump P-001 can use as spare of the system bring the flexibility of control to the system.

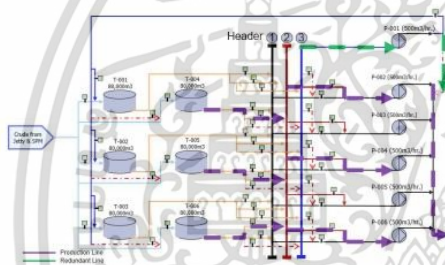


Fig. 11. Example for process recipe

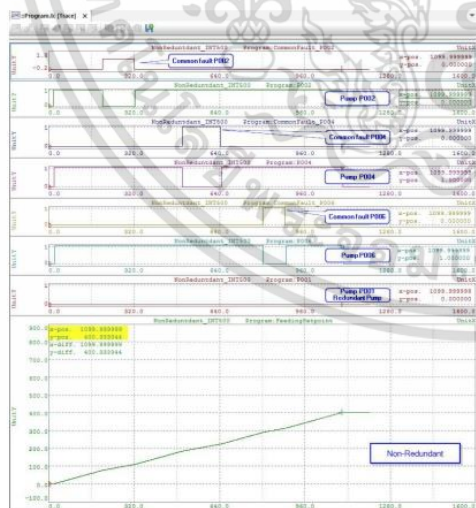


Fig. 12. Process control without redundant

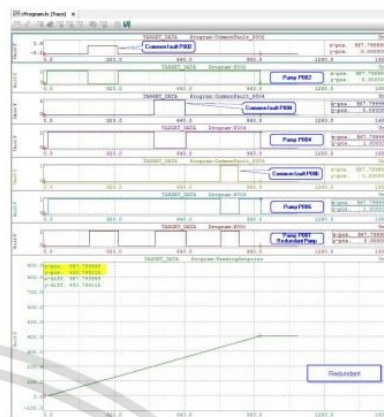


Fig. 13. Process control with redundant

### 5. CONCLUSION

This paper is a study to provide an alternative solution to handle feeding valve in Crude oil storage area which helps to increase reliability and eliminate waste of operating time by the operator. The proposed system is not only based on the master control concept by using DCS as the main controller to operate the process but also when the system, is not available to control by the master controller, this system offers the local control by PLC with expansion flexibility of process operate based on Profibus communications for data exchanges between the PLCs to master control and also slave device, especially it can be reduced operate-time which normally handle by an operator-controlled each valve by manual, instead the researcher use automate control to handle this process. According to the desired workability of the improved reliability and safe time for each process, recipes have to be prepared and also switch routes of feeding during production. It is more flexible when the system is controlled by PLC. All mixing recipes can be created easily and fast to adapt. This system is one of the possible methods to upgrade existing processes which come with a reasonable cost to invest and reliability of the manufacturer.

### REFERENCES

- [1] The actuator controls AC(V) 01.2/AC(V) ExC 01.2 Profibus DP, *AUMA Handbook*
- [2] DP/DP Coupler manual, Edition 02/2006, Hardware Installation and Operating Manual, *Simatic Siemens Handbook*, 2006.
- [3] X20 system User's Manual V.4.00, *B&R Handbook*, 2021.
- [4] PROFIBUS System Description Technology and Application, *Profibus & Profinet International (PI)*, 2016.
- [5] T. M. Antonsen, PLC Controls with Structured Text (ST), V3, *IEC 61131-3 and best practice ST programming*, 2020.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ - นามสกุล นายเอกรินทร์ วิชาช่วย
- วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 25 กันยายน 2520
- ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2544 และในปี 2564 ได้เข้าศึกษาต่อใน ระดับ ปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าและ คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้