



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมประตูระบายน้ำแบบพับได้กวานพะเยา  
Control System of Flap Gate Weirs Kwan Phayao

นายภาณุพงศ์ อุดวิชัย

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม  
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมประตูระบายน้ำแบบพับได้กว๊านพะเยา

Control System of Flap Gate Weirs Kwan Phayao

นายภาณุพงศ์ อุดวิชัย

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา	ระบบควบคุมประตुरะบายน้ำแบบพับได้กวีานพะเยา
นักศึกษา	นายภาณุพงศ์ อุตวิชัย
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า
ผู้นิเทศงาน	คุณคณาเดช พิสุทธิ์พิบูลวงศ์ และ คุณชโลธร เกิดทวี
สถานประกอบการ	บริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุป จำกัด

### บทคัดย่อ

โครงการนี้นำเสนอวิธีการดำเนินการของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติของฝายพับได้สองบานและประตुरะบายน้ำอีกเจ็ดบาน สำหรับระบบการระบายน้ำของโครงการพัฒนากวีานพะเยาอย่างยั่งยืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ฝายพับและประตูน้ำที่ถูกขับเคลื่อนด้วยกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกและมอเตอร์สามเฟสนั้นสามารถควบคุมได้โดยพีแอลซีรุ่น SIMATIC S7-1200 ซึ่งมีโหมดการควบคุมสามแบบ คือ ระบบควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode) ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) และ ระบบควบคุมจากระยะไกล (Remote Mode) โดยโครงสร้างและการทำงานของฝายพับทั้งสองบานนั้นเหมือนกัน แต่โครงสร้างและการทำงานของประตูน้ำทั้งเจ็ดบานจะแตกต่างกันเล็กน้อย โครงการนี้จะนำเสนอส่วนของฝายพับเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากประตुरะบายน้ำนั้นถูกพัฒนามาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วแต่ฝายพับถูกสร้างขึ้นใหม่ทั้งหมด สำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Human Machine Interface : HMI) ในหน้างานถูกสร้างขึ้นโดยโปรแกรม TIA Portal V14 เพื่อแสดงตัวแปรต่างๆในแบบเรียลไทม์ และในส่วนของเว็บ HMI สำหรับการควบคุมระยะไกลถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver เพื่อแสดงตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งสถานะของพีแอลซีและภาพจากกล้องวงจรปิด (CCTV) ผลการทดสอบที่นำเสนอสามารถยืนยันว่าโครงการนี้สามารถใช้งานได้จริงทุกประการ

คำสำคัญ: พีแอลซี, HMI, ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ

Cooperation Title	Control System of Flap Gate Weirs Kwan Phayao
Student	Mr.Panupong Utvichai
Department	Instrumentation and Control Engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Asst.Prof.Dr.Wandee Petchmaneelumka
Mentor	Mr.Kanadetch Pisutpiboonwong and Mr.Chalotorn Kerttavi
Company	Automation Control System Group Co.,Ltd.

## ABSTRACT

This project presents an automatic control for two flap gate weirs and seven floodgates which significantly improves efficiency of the irrigation system for Kwan Phayao reservoir. Two types of water gates, geared motor and hydraulic cylinder, can be controlled automatically by PLC SIMATIC S7-1200 series. It provides three control mode: automatic, manual, and remote mode. Most structures and functions of the flap gates are uniform. On the contrary, floodgates have different structure due to many times of repair and reconstruction. In this work, Control System of Flap Gate Weirs Kwan Phayao, which has never been built is presented. Human Machine Interface (HMI) for field site is created by TIA Portal V14 which display the measured process variables in real-time. For long range remote control the website HMI is created using Adobe Dreamweaver. The website is capable of displaying the variables, real-time CCTV camera images and long range remote controlling. This experiment result confirm that this project is effective.

**Keywords:** PLC, HMI, Automatic Control

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบคุณบุคลากร บริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรู๊ป จำกัด ที่มอบความรู้ทั้งด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติหน้างาน ประสบการณ์การทำงาน คำชี้แนะ แนวทางการแก้ปัญหา และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนระยะเวลาการศึกษาจัดทำปริญญาบัตร

ขอขอบคุณ คุณประสิทธิ์พร พิสุทธิ์พิบูลวงศ์ ประธานบริษัท ที่มอบโอกาสให้ได้ทำงานที่บริษัท คอยให้คำปรึกษา คำชี้แนะต่าง ๆ เกี่ยวกับงานของบริษัท

ขอขอบคุณ คุณพิพัฒน์ พิสุทธิ์พิบูลวงศ์ คุณคณาเดช พิสุทธิ์พิบูลวงศ์ และ คุณชโลธร เกิดทวี พนักงานที่ปรึกษา ที่คอยกำกับดูแล ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหาทั้งเรื่องการทำงานและการใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งควบคุมงานให้เสร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ที่ให้คำแนะนำและกำกับดูแลนักศึกษาชั้นปี 4 ในโครงการสหกิจศึกษาของสาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาณุพงศ์ อุดวิชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา|||จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูปภาพ.....	VIII
สารบัญตาราง.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	3
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	3
1.4 วิธีดำเนินการของโครงการ.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 หลักการของฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1.1 Absolute Encoder.....	7
2.1.1.1 ข้อดีของ ABSOCODER.....	7
2.1.1.2 หลักการทำงานของ ABSOCODER.....	8
2.1.1.3 การสื่อสารของ ABSOCODER.....	9
2.1.2 Hydrostatic Level Sensor.....	10
2.1.3 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system).....	11
2.1.3.1 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump).....	11
2.1.3.2 กระบอกลูกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder).....	12
2.1.3.3 ถังน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic oil tank).....	14
2.1.4 พีแอลซี (Programmable Logic Controller).....	14
2.1.4.1 ชนิดของ PLC.....	15
2.1.4.2 โครงสร้างของ PLC.....	16
2.1.4.3 หลักการทำงานของ PLC.....	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา IV ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.5 Human Machine Interface (HMI) .....	21
2.1.6 เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสไฟฟ้าด้วยเรดาร์ (Velocity radar sensor).....	21
2.2 การสื่อสาร (Communication) .....	22
2.2.1 สัญญาณอนาล็อก (Analog signal) .....	22
2.2.2 สัญญาณดิจิทัล (Digital signal) .....	24
2.2.3 Profinet Protocol.....	24
2.2.4 Profibus Protocol.....	24
2.2.5 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication) .....	24
2.2.5.1 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous transmission) .....	25
2.2.5.2 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous transmission) .....	26
2.2.6 TCP/IP Protocol.....	27
2.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง .....	28
2.3.1 โปรแกรม TIA Portal V14.....	28
2.3.2 โปรแกรม AutoCAD 2018 .....	29
2.3.3 โปรแกรม Adobe Dreamweaver.....	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน .....	30
3.1 กล่าวนำ.....	30
3.2 ระบบควบคุม (Control Mode).....	30
3.2.1 Automatic Mode.....	30
3.2.2 Manual Mode .....	31
3.3.3 Remote Mode .....	32
3.2.4 โครงสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ .....	33
3.2.5 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของแต่ละโหมดควบคุม.....	34
3.3 แนวคิดการออกแบบโต๊ะควบคุม .....	38
3.4 จัดทำ BOM (Bill of Materials) ของโต๊ะควบคุม .....	39
3.5 กำหนด Input/Output List เพื่อนำไปใช้กับ PLC.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา V ะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.1 Tag Name .....	46
3.5.2 Description .....	46
3.5.3 Data Type.....	46
3.5.4 PLC Address.....	47
3.6 เขียนแบบโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้า.....	47
3.7 เขียนโปรแกรมระบบควบคุม.....	49
3.7.1 ส่วนโปรแกรม (Programming) .....	50
3.7.2 ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI) .....	55
3.7.3 ส่วนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) .....	60
3.8 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ.....	66
3.8.1 ชุดต้นกำลัง (Power Unit) .....	66
3.8.1.1 องค์ประกอบชุดต้นกำลัง.....	67
3.8.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Electric Generator) .....	67
3.8.3 ระบบเครนเหนือศีรษะ (Electric Overhead Travelling Crane) .....	68
3.8.4 เซนเซอร์วัดระดับน้ำ (Water Level Sensor) .....	69
3.8.5 เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำ (Water Velocity Sensor) .....	69
3.8.6 กล้องวงจรปิด (CCTV) .....	70
3.8.7 สวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch) .....	70
3.8.8 Encoder .....	71
3.8.9 โต๊ะควบคุม (Control Desk) .....	72
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน .....	73
4.1 ระบบป้อนกลับ (Absolute Encoder) .....	73
4.1.1 บทนำ.....	73
4.1.2 วิธีการ .....	73
4.1.3 ข้อสรุป.....	73

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ระบบควบคุม (PLC) .....	74
4.2.1 บทนำ.....	74
4.2.2 วิธีการ .....	74
4.2.3 ข้อสรุป.....	74
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	76
5.1 บทสรุป.....	76
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	76
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	76
เอกสารอ้างอิง.....	77



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ฝ่ายปั๊มได้บานที่ 1 กวีนพะเยา .....	1
1.2 สถานที่ตั้งประตูระบายน้ำและฝ่ายปั๊มได้ จ.พะเยา .....	2
1.3 อาคารควบคุมประตูระบายน้ำขณะก่อสร้างและก่อสร้างแล้วเสร็จ.....	5
1.4 ประตูระบายน้ำใหญ่หลังปรับปรุงแล้วเสร็จ.....	6
2.1 ABSOCODER และส่วนประกอบภายในประเภท Single Turn.....	7
2.2 หลักการระบุตำแหน่งโดยวัดจากความต่างเฟส .....	8
2.3 หลักการทำงานของ ABSOCODER ประเภท Multi Turn.....	9
2.4 การสื่อสารของ ABSOCODER.....	10
2.5 หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดระดับน้ำ.....	10
2.6 โครงสร้างระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) .....	11
2.7 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic Pump) .....	12
2.8 ระบายสูบลูบไฮดรอลิกแบบมาตรฐาน .....	13
2.9 ระบายสูบลูบไฮดรอลิกแบบกลม .....	13
2.10 ระบายสูบลูบไฮดรอลิกแบบคอมแพค .....	14
2.11 ถังน้ำมันไฮดรอลิก .....	14
2.12 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200.....	15
2.13 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1500 ต่อกับโมดูลต่าง ๆ.....	16
2.14 โครงสร้างของ PLC.....	17
2.15 ตัวอย่าง Ladder Diagram.....	18
2.16 ตัวอย่าง Structure Text.....	18
2.17 ตัวอย่าง Sequential Function Chart (SFC) .....	19
2.18 ตัวอย่าง Function Block Diagram (FBD) .....	20
2.19 ตัวอย่าง Instruction List.....	20
2.20 SIMATIC HMI รุ่น KTP 700 Basic .....	21
2.21 เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสด้วยเรดาร์ .....	22
2.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้และกระแส 4-20 mA.....	23
2.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้และแรงดัน 1-5 V.....	23
2.24 สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) .....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.25 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication) .....	25
2.26 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) .....	26
2.27 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission) .....	26
2.28 โครงสร้างของ TCP/IP Protocol .....	27
2.29 การรับ-ส่งข้อมูลของแต่ละชั้นโครงสร้าง TCP/IP Protocol.....	28
2.30 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC .....	28
2.31 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบและเขียนโต๊ะควบคุม .....	29
2.32 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้าง Web Application.....	29
3.1 Block Diagram ของโหมดอัตโนมัติสำหรับฝ้ายพับได้ 1 บาน.....	31
3.2 Block Diagram ของโหมดอัตโนมัติสำหรับฝ้ายพับได้ 2 บาน.....	31
3.3 Block Diagram ของโหมดควบคุมด้วยมือสำหรับฝ้ายพับได้ 2 บาน.....	31
3.4 Block Diagram ของโหมดควบคุมด้วยมือสำหรับประตูระบายน้ำ 2 บาน.....	32
3.5 Block Diagram ของโหมดควบคุมระยะไกลสำหรับฝ้ายพับได้ 2 บาน.....	32
3.6 Block Diagram ของโหมดควบคุมระยะไกลสำหรับประตูระบายน้ำ 2 บาน.....	33
3.7 โครงสร้างการควบคุมของระบบควบคุมฝ้ายพับได้และประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติ.....	33
3.8 แผนผังแสดงขั้นตอนการเริ่มต้นระบบ .....	34
3.9 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝ้ายพับแบบ Manual Mode .....	35
3.10 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝ้ายพับแบบ Automatic Mode.....	36
3.11 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝ้ายพับแบบ Remote Mode.....	37
3.12 แนวคิดหลัก (Concept) ของการออกแบบโต๊ะควบคุม (Control Desk) .....	38
3.13 ตัวอย่างแบบโต๊ะควบคุม.....	47
3.14 ตัวอย่างแบบรูเจาะอุปกรณ์ของโต๊ะควบคุม.....	48
3.15 ตัวอย่างแบบแผงอุปกรณ์ภายในโต๊ะควบคุม .....	48
3.16 ตัวอย่างแบบทางไฟฟ้าของโต๊ะควบคุม.....	49
3.17 ไอคอนของโปรแกรม TIA Portal V14.....	49
3.18 ไอคอนของโปรแกรม Adobe Dreamweaver.....	49
3.19 Ladder ของ Start System.....	50
3.20 Ladder ของ Select Mode (Manual) .....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา IX ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 Ladder ของ Normal Water Level.....	51
3.22 Ladder ของ Warning Water Level.....	51
3.23 Ladder ของ Normal System Lamp.....	51
3.24 Ladder ของ Normal State.....	52
3.25 Ladder ของ Warning System Lamp.....	52
3.26 Ladder ของ Warning State.....	53
3.27 Ladder ของ Highest State (WP,FP) .....	53
3.28 Ladder ของ Lowest State (WP,FP1) .....	54
3.29 Ladder ของ Flap Gate 1 Up.....	54
3.30 Ladder ของ Flap Gate 1 Down.....	54
3.31 Ladder ของ HMI Flap Gate 1 Up.....	55
3.32 Ladder ของ HMI Flap Gate 1 Down .....	55
3.33 หน้าจอ HMI เสมือนและ Tools ต่าง ๆ.....	56
3.34 HMI หน้า Main Screen.....	56
3.35 HMI หน้า Index Screen .....	57
3.36 HMI หน้า Water Pipe Control.....	57
3.37 HMI หน้า Flap Gate Control.....	58
3.38 HMI หน้า Flood Gate Control.....	58
3.39 HMI หน้า Fish Way Control Screen.....	59
3.40 HMI หน้า Contact Screen.....	59
3.41 Data Block ของหน้าจอ HMI .....	60
3.42 Split Mode ของโปรแกรม Adobe Dreamweaver .....	60
3.43 Code ที่ใช้สำหรับประกาศตัวแปร.....	61
3.44 Code การสร้างตาราง.....	61
3.45 Code การเพิ่มหน้าเว็บที่ต้องการ.....	61
3.46 Code การเชื่อมลิงค์.....	61
3.47 Code การป้อนอินพุตจากหน้าเว็บไป PLC.....	62
3.48 Code การตกแต่งโดยใช้ CSS .....	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา X ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.49 Code การนำ CSS มาใช้งาน .....	62
3.50 Index page in web application .....	63
3.51 Water pipe control page in web application .....	63
3.52 Flap gates control page in web application.....	64
3.53 Flood gates control page in web application.....	64
3.54 Fish way control page in web application.....	65
3.55 Contact page in web application.....	65
3.56 Data block ของ web application .....	66
3.57 ชุดต้นกำลัง (Power Unit) .....	67
3.58 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานดีเซล (Diesel Generator) .....	68
3.59 เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane) .....	68
3.60 การติดตั้งเซนเซอร์วัดระดับน้ำ .....	69
3.61 การติดตั้งเซนเซอร์วัดความเร็วกระแส น้ำ .....	69
3.62 ตำแหน่งกล้อง CCTV หน้าน้ำและท้ายน้ำ .....	70
3.63 สวิตช์จำกัดระยะเมื่อประตูอยู่จัดต่ำสุด .....	71
3.64 Encoder ต่อกับจุดหมุนฝายพับได้.....	71
3.65 Encoder ต่อกับชุดเกียร์ทด .....	72
3.66 โต๊ะควบคุม (Control Desk) .....	72
4.1 การสอบเทียบจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของฝายพับ .....	74
4.2 Main PLC ภายในโต๊ะควบคุม .....	75
4.3 การ Wiring แผงหน้าโต๊ะควบคุม.....	75

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแสดงหัวข้องานและระยะเวลาดำเนินงาน .....	5
3.1 BOM List .....	39
3.2 Input/Output List .....	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา XII ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ฝาย (Weir) เป็นโครงสร้างทางชลประทานที่มีลักษณะเป็นเขื่อนน้ำล้นใช้สำหรับการเปลี่ยนขนาดและรูปแบบการไหลของแม่น้ำ ประโยชน์ของฝายมักจะถูกใช้ในการป้องกันน้ำท่วม การกักเก็บน้ำบริเวณต้นน้ำ และการบริหารทรัพยากรน้ำ [1] โดยที่ฝายถูกสร้างขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) เพื่อเก็บน้ำสำหรับใช้ในเกษตรกรรม การบริโภค หรืออุปโภค เป็นต้น โดยที่อ่างเก็บน้ำถูกสร้างขึ้นจากคอนกรีต ดิน หิน หรือสิ่งที่อยู่รอบ ๆ แม่น้ำหรือลำธาร [2] ในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำจะมีการสร้างทางน้ำล้น (Spillway) เพื่อควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยด้วยการระบายน้ำส่วนเกินออกมายังท้ายน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำล้นตัว ซึ่งจะทำให้อ่างเก็บน้ำเกิดความเสียหาย [3]



ภาพที่ 1.1 ฝายพับบานที่ 1 กว๊านพะเยา

เนื่องจากทางหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บทรัพยากรน้ำในอ่างเก็บน้ำกว๊านพะเยาและต้องการที่จะเปลี่ยนจากการใช้แรงงานคนในการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ จึงมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการที่จะสร้างระบบควบคุมฝายพับแบบอัตโนมัติและพัฒนาให้ประตูละบายน้ำสามารถเปิด-ปิดได้โดยอัตโนมัติ โดยการสร้างฝายให้มีการเปิด-ปิดในมุม 0-60 องศา ในการควบคุมจะรับค่าเป้าหมาย (Set Point) จากผู้ปฏิบัติงาน (Operator) และค่าตัวแปรกระบวนการ (PV) ซึ่งเป็นค่าเอาต์พุต (Output) ของเซนเซอร์ต่าง ๆ (Sensor) เช่น เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำ, เซนเซอร์วัดระดับน้ำ และเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) เป็นต้น มาประมวลผลผ่านอุปกรณ์ควบคุม (Controller) แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปสั่งชุดต้นกำลังที่เป็นระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system) เพื่อให้น้ำมันไฮดรอลิกนั้นไปดันกระบอกไฮดรอลิกทำให้บานฝายยกตัวขึ้น ส่วนของประตูละบายน้ำซึ่งจะใช้ชุดต้นกำลังที่เป็นระบบมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor System) โดยที่เพลลาของมอเตอร์ไฟฟ้ากับเพลลาของประตูละบายน้ำจะเชื่อมต่อกันด้วยคัปปลิง (Coupling) ซึ่งมอเตอร์จะส่งกำลังไปให้เครื่องกว้านบานระบายเพื่อยกประตูละบายขึ้น-ลง

จากนั้นเพลลาเอาต์พุตของประตูละบายน้ำก็จะถูกหดรอบด้วยชุดเกียร์ทด (Gear reducer) เพื่อนำมาต่อกับเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) โดยมีรูปแบบการควบคุม 3 โหมดการทำงาน คือ การควบคุมการเปิด-ปิดบานโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual mode) การควบคุมการเปิด-ปิดบานแบบอัตโนมัติ (Auto mode) และการควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกล (Remote mode) โดยที่ Manual Mode สามารถควบคุมระดับบานฝายและระดับประตูน้ำได้ภายในอาคารควบคุม และ Auto Mode จะสามารถควบคุมระดับบานฝายในกรณีที่เกิดสถานะฉุกเฉินจากระดับน้ำที่สูงเกินกำหนดไว้โดยระบบจะสั่งลดระดับบานฝายลง (ระดับน้ำในสถานะฉุกเฉินคือ 80% ของระดับน้ำที่อ่างสามารถเก็บได้) เพื่อระบายน้ำให้ระดับน้ำอยู่ในระดับที่ปลอดภัย และ Remote Mode สามารถควบคุมระดับบานฝายในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถเข้าไปควบคุมที่อาคารควบคุมได้ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 1.2 สถานที่ตั้งประตูละบายน้ำและฝายพับได้ จ.พะเยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ออกแบบและสร้างระบบควบคุมฝายพับได้และประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Control : PLC) ที่มีการรับค่าเอาต์พุตของเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำและเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) ซึ่งเป็นส่วนป้อนกลับที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งการเปิด-ปิดของบานฝายและประตูระบายน้ำมาประมวลผลที่พีแอลซีแล้วส่งสัญญาณควบคุมไปยังชุดต้นกำลังที่เป็นระบบไฮดรอลิกและระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สามารถเปิด-ปิดบานฝายหรือประตูระบายน้ำตามระดับที่ต้องการ

2. เขียนโปรแกรมการควบคุมสำหรับพีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200 ตามเงื่อนไขข้อกำหนดที่ทางหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบต้องการ

3. สร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Human Machine Interface : HMI) ด้วยโปรแกรม TIA Portal V14 สำหรับการควบคุมที่หน้างานในโหมดการควบคุมแบบ Manual Mode และ Auto Mode รวมทั้งสร้างส่วนควบคุมและแสดงผลโดยเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) ด้วยโปรแกรม Adobe Dreamweaver สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกลหรือ Remote Mode

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. เขียนโปรแกรมการควบคุมกระบวนการให้กับพีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200 ในการควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายพับจำนวน 2 บานที่มีโครงสร้างและรูปแบบการทำงานที่เหมือนกันและการขึ้น-ลงของประตูระบายน้ำจำนวน 7 บานที่มีลักษณะการทำงานเหมือนกัน โดยมีการควบคุมอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ การควบคุมการเปิด-ปิดบานโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual mode) ซึ่งจะควบคุมระดับความสูงของบานตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน การควบคุมการเปิด-ปิดบานแบบอัตโนมัติ (Auto mode) โดยมีค่าระดับน้ำเป็นค่า Set point เพื่อควบคุมระดับความสูงของบานในสภาวะฉุกเฉิน และการควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกล (Remote mode) โดยควบคุมระดับความสูงของบานได้จากระยะไกล แต่ทั้งนี้ระดับบานฝายพับและประตูระบายน้ำจะเป็นอิสระต่อกันทั้งหมด

2. สร้างเอชเอ็มไอ (HMI) สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดบานของฝายพับทั้ง 2 บานและประตูระบายน้ำทั้ง 7 บานโดยมีหน้าจอทั้งหมด 15 หน้าจอ สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดบาน ซึ่งประกอบด้วยหน้าจอหลัก (Main screen) จำนวน 1 หน้าจอ หน้าจอแสดงค่าระดับน้ำทั้งหมด (Home screen) จำนวน 1 หน้าจอ หน้าจอควบคุมและแสดงระดับประตูระบายน้ำใหญ่ จำนวน 3 หน้าจอ หน้าจอควบคุมและแสดงระดับประตูระบายน้ำปลาโจน จำนวน 4 หน้าจอ หน้าจอควบคุมและแสดงระดับประตูระบายปากคลอง จำนวน 3 หน้าจอ หน้าจอควบคุมและแสดงระดับบานฝาย จำนวน 1 หน้าจอ หน้าจอแสดงฐานเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Data log) จำนวน 1 หน้าจอ หน้าจอข้อมูลติดต่อของบริษัทผู้ติดตั้งระบบนี้ (Contact screen) จำนวน 1 หน้าจอ

3. สร้างส่วนควบคุมและแสดงผลโดยเว็บเบราว์เซอร์ทั้งหมด 6 หน้า สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดบานใน Remote Mode ซึ่งประกอบด้วยหน้าต่างแสดงผล (Monitor) หน้าต่างควบคุม (Control) และหน้าต่างติดต่อ (Contact) โดยที่หน้าต่างแสดงผลจะแสดงผลค่าตัวเลขของระดับบานประตูน้ำทั้ง 7 บาน บานฝายพับทั้ง 2 บาน ค่าระดับน้ำหน้าบานฝาย (Upstream) และค่าความเร็วกระแส น้ำ (Stream velocity) นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งกล้อง CCTV ที่หน้างานจำนวน 2 ตัว ซึ่งจะสามารถสังเกตการณ์ระดับน้ำหรือระดับบานประตูผ่านแบบเรียลไทม์ (Real-time) ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ รวมทั้งมีการแสดงค่าสถานะต่าง ๆ ในการควบคุม ซึ่งใช้เป็นรูปหลอดไฟ (Lamp) ในส่วนของหน้าต่างควบคุม

#### 1.4 วิธีดำเนินการของโครงการ

1. ศึกษาเงื่อนไขของกระบวนการและการทำงานของระบบควบคุมประตูระบายน้ำและฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี
2. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 เพื่อใช้สำหรับเขียนแบบ เพื่อจัดทำเอกสาร และออกแบบแบบทางไฟฟ้าและแบบหน้าโต๊ะควบคุมของระบบควบคุมประตูระบายน้ำและฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี
3. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ TIA Portal V14 เพื่อกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ และเขียนโปรแกรม โดยใช้พีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200 สำหรับการจำลองการควบคุมกระบวนการ เพื่อให้ได้การควบคุมตามเงื่อนไขที่กำหนด
4. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ TIA Portal V14 เพื่อออกแบบส่วนหน้าจอแสดงผล Human Machine Interface (HMI)
5. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ Adobe Dreamweaver เพื่อออกแบบส่วนของ Web application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.3 อาคารควบคุมประตูระบายน้ำขณะก่อสร้างและก่อสร้างแล้วเสร็จ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงหัวข้องานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	ออกแบบตู้, โต๊ะควบคุม	■			
2	เขียนแบบไฟฟ้า, สั่ง/จัดเตรียมของ	■	■		
3	Site Survey		■		
4	ขยายเขตไฟ 3 เฟส		■	■	
5	ติดตั้งระบบไฮดรอลิก			■	
6	ระบบไฟฟ้าภายในและภายนอกอาคาร			■	
7	ติดตั้งระบบควบคุม และอุปกรณ์ต่าง ๆ			■	
8	Commissioning and Training				■
9	จัดทำ/แก้ไขปริญญาบัตร				■

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำตามความต้องการของหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบ
2. สามารถแสดงข้อมูลของกระบวนการเพื่อให้วิเคราะห์ระบบได้ง่ายและสะดวกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพิ่มประสิทธิภาพและอำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานจากการควบคุมระบบได้จาก ระยะไกล
4. แทนที่การใช้แรงงานคนในการที่จะเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำและฝายพับให้มีความแม่นยำ
6. สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉินจากความสูงของระดับน้ำ เพื่อระบายน้ำออก ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย



ภาพที่ 1.4 ประตูระบายน้ำใหญ่หลังปรับปรุงแล้วเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

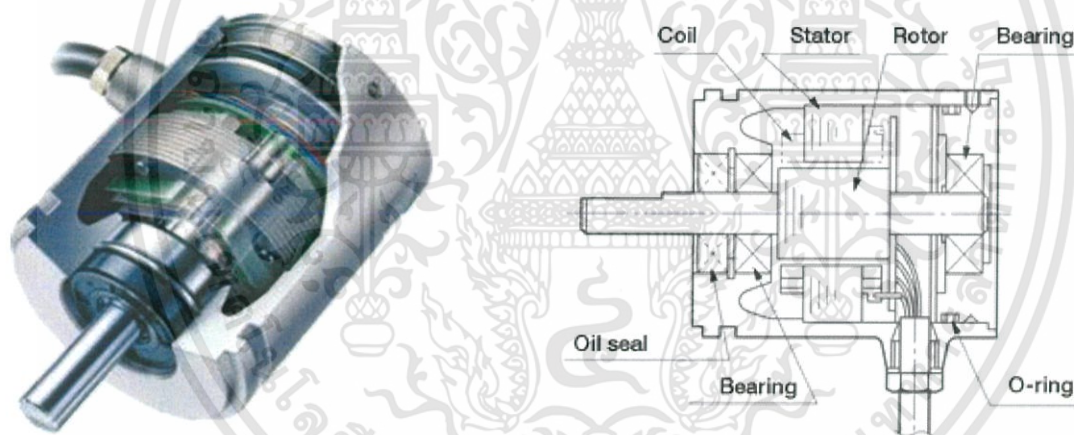
### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ภายในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึง หลักการของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง ของระบบควบคุม ประตุน้ำและฝายพับได้โดยใช้พีแอลซี

#### 2.1 หลักการของฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 Absolute encoder [4]

Absolute encoder เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ABSOCODER เป็นเซนเซอร์ไฟฟ้าเชิงกลที่วัดตำแหน่งเชิงมุมหรือความยาวในการเคลื่อนที่เชิงเส้นภายใต้การเปลี่ยนแปลงของแรงต้านแม่เหล็ก (Magnetic reluctance)



ภาพที่ 2.1 ABSOCODER และส่วนประกอบภายในประเภท Single turn

##### 2.1.1.1 ข้อดีของ ABSOCODER

1. เป็นเซนเซอร์ระบุตำแหน่งที่สมบูรณ์แบบ

ABSOCODER จะจดจำตำแหน่งปัจจุบันได้ทุกครั้ง เมื่อเครื่องจักรทำงานเคลื่อนที่ไปพร้อมกับเซนเซอร์ และเกิดกรณีอุบัติเหตุไฟฟ้าดับ สายไฟฟ้าขาดหรือเสียหาย ไม่สามารถจ่ายไฟให้กับเครื่องจักรได้ เซนเซอร์จะจดจำตำแหน่งที่เครื่องจักรหยุดทำงานไว้เสมอ หมายความว่า ABSOCODER ไม่ต้องทำการตั้งค่าใหม่ (Calibration) หลังจากทีระบบถูกเริ่มต้นใหม่อีกครั้งหรือเครื่องจักรเริ่มทำงานอีกครั้ง เพราะว่ามี Electronic circuit boards หรือ Rotary disc อยู่ข้างใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. เป็นเซนเซอร์ระบุตำแหน่งที่ทนต่อสภาพแวดล้อมทุกประเภท

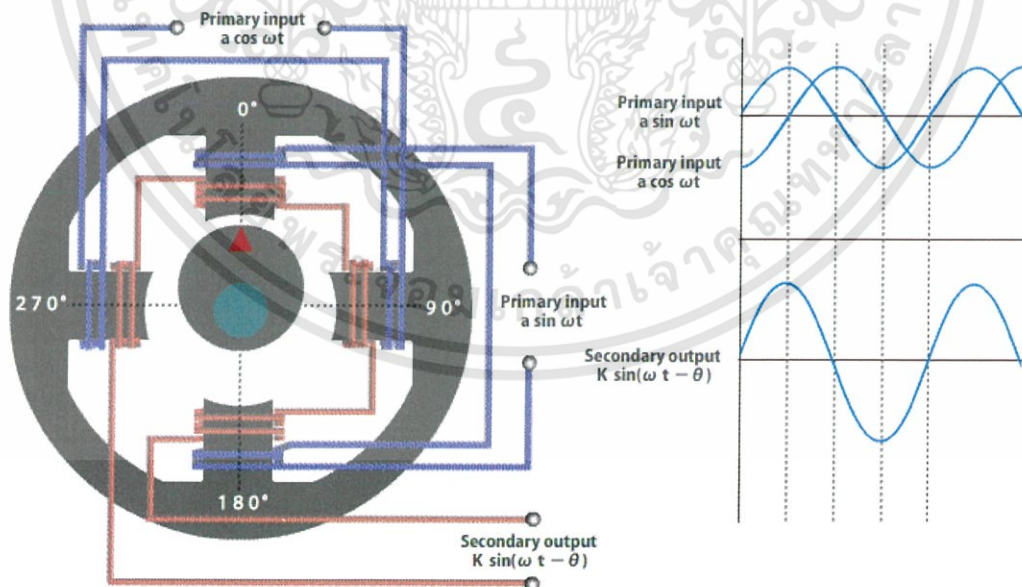
ABSOCODER เป็นเซนเซอร์ที่มีความทนทานอย่างสุดขีดเนื่องจากภายในตัวเซนเซอร์นั้นไม่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงใด ๆ จึงส่งผลให้มีความทนต่ออุณหภูมิสูง, ไฟฟ้าแรงสูง, การสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง, จมน้ำได้ และพังพาได้เสมอเมื่อระบบป้องกันภัยล้มเหลว (fail-safe)

### 2.1.1.2 หลักการการทำงานของ ABSOCODER (Rotary position sensor)

ROTARY ABSOCODER หรือเอ็นโคเดอร์แบบหมุนรอบแกนมี 2 ประเภท

1. Single Turn (หมุน 1 รอบ) เรียกอีกอย่างว่า VRE เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการระยะการหมุนไม่เกิน 360 องศา
2. Multi Turn (หมุนได้มากกว่า 1 รอบ) เรียกอีกอย่างว่า MRE เหมาะกับงานใช้งานที่ต้องการระยะหมุนหลายรอบ

หลักการทำงานนั้นจะอ้างอิงโดย ABSOCODER แบบ Single-turn การระบุตำแหน่งโดยวัดจากค่าความต่างเฟสของค่า Primary Input Coil (ขดลวดปฐมภูมิ) และค่า Secondary Output Coil (ขดลวดทุติยภูมิ) ตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงของแม่เหล็ก

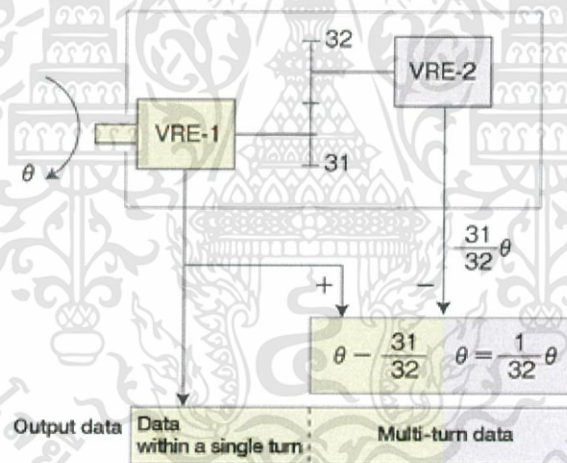


ภาพที่ 2.2 หลักการระบุตำแหน่งโดยวัดจากความต่างเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิงจากภาพที่ 2.2 จะเห็นว่ามีขดลวดพันรอบแกนเหล็กสเตเตอร์ (Stator pole) ทั้ง 4 แกนซึ่งมีอินพุต “ $a \sin \omega t$ ” และ “ $a \cos \omega t$ ” ถูกจ่ายเข้าไปผ่านขดลวด ขณะที่โรเตอร์ (Rotor) นั้นเยื้องเข้าใกล้แกนเหล็กสเตเตอร์โดยหมุนไป  $\theta$  องศา แกนเหล็กทั้ง 4 แกนถูกเหนี่ยวนำทำให้เกิดเอาต์พุต “ $k \sin(\omega t - \theta)$ ” จากนั้นจะสามารถหองศาการหมุน  $\theta$  องศา โดยการนำอินพุต “ $a \sin \omega t$ ” และเอาต์พุต “ $k \sin(\omega t - \theta)$ ” มาคำนวณ

ABSOCODER แบบ MRE นั้นจะมีหลักการการคำนวณเหมือนกับแบบ VRE เนื่องจากมีการตรวจจับการหมุนมากกว่า 1 รอบมุม ภายในของ ABSOCODER แบบ MRE จะเชื่อมต่อกับเฟืองทดที่มีอัตราทด (Gear ratios) ที่ต่างกันและมี VRE ภายใน 2 ตัว โดยที่ VRE-1 จะวัดค่าที่การหมุน 360 องศา ส่วน VRE-2 จะวัดค่าจากจำนวนการหมุนของ VRE-1 ที่หมุนผ่านเฟืองที่ถูกเชื่อมต่อกัน ตำแหน่งจะถูกระบุผ่านระยะที่แตกต่างกันระหว่าง Primary Coils และ Secondary Coils ของ VRE-1 และ VRE-2 จากตำแหน่งของเซนเซอร์และเฟืองที่ถูกเชื่อมต่อ รอบหมุนพื้นฐานของ MRE สามารถหมุนได้ถึง 3,072 รอบ และยิ่งไปกว่านั้น MRE รุ่นพิเศษสามารถหมุนได้มากถึง 8,192 รอบ

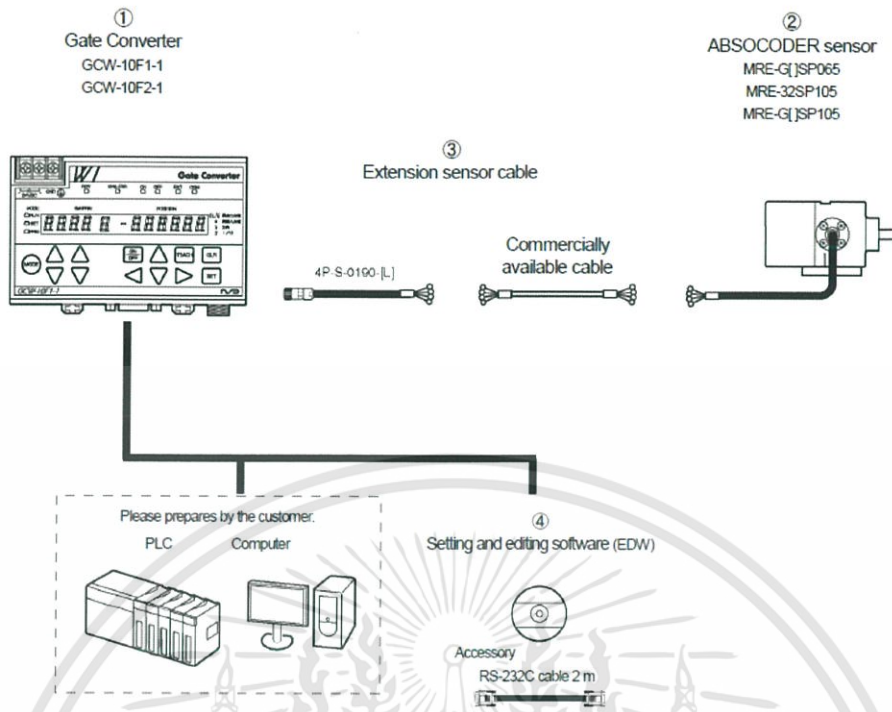


ภาพที่ 2.3 หลักการทำงานของ ABSOCODER ประเภท Multi Turn

### 2.1.1.3 การสื่อสารของ ABSOCODER

ABSOCODER สื่อสารโดยใช้มาตรฐานการสื่อสารแบบ RS-232 ระหว่างอุปกรณ์ Gate Converter และ PLC โดยที่ ABSOCODER นั้นจะเชื่อมต่อกับ Gate Converter และอุปกรณ์ Gate Converter จะแปลงข้อมูลที่ได้รับจาก ABSOCODER ส่งไปยัง PLC ดังภาพที่ 2.4

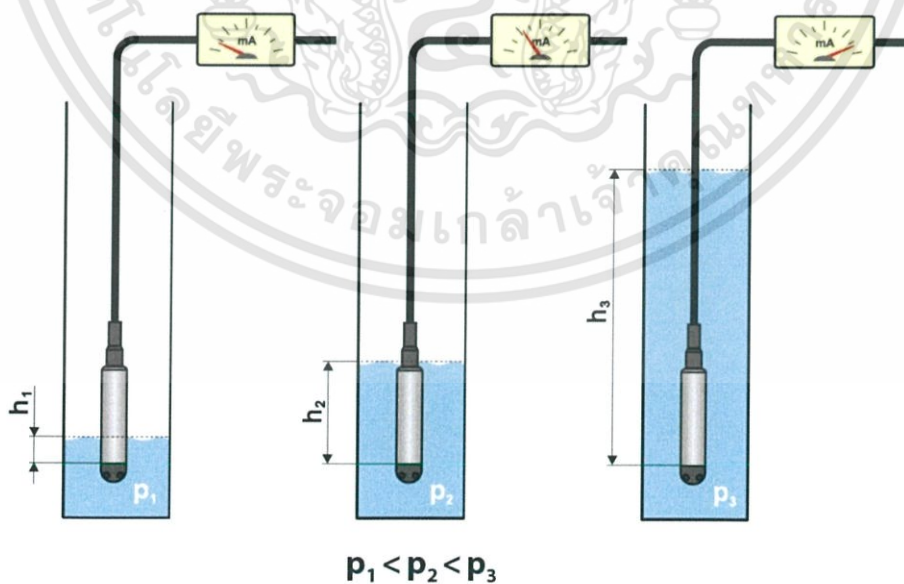
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 การสื่อสารของ ABSOCODER

### 2.1.2 Hydrostatic Level Sensor [5]

เซนเซอร์ตรวจวัดและแสดงระดับของเหลวโดยอาศัยทฤษฎีความต่างของแรงดัน (Differential Pressure) และแปลงค่าส่งสัญญาณ 4-20 mA ออกมาเพื่อนำไปใช้แปลงเป็นค่าระดับน้ำตามที่ต้องการเหมาะสำหรับใช้วัดระดับน้ำในแม่น้ำ, ในคลอง เป็นต้น

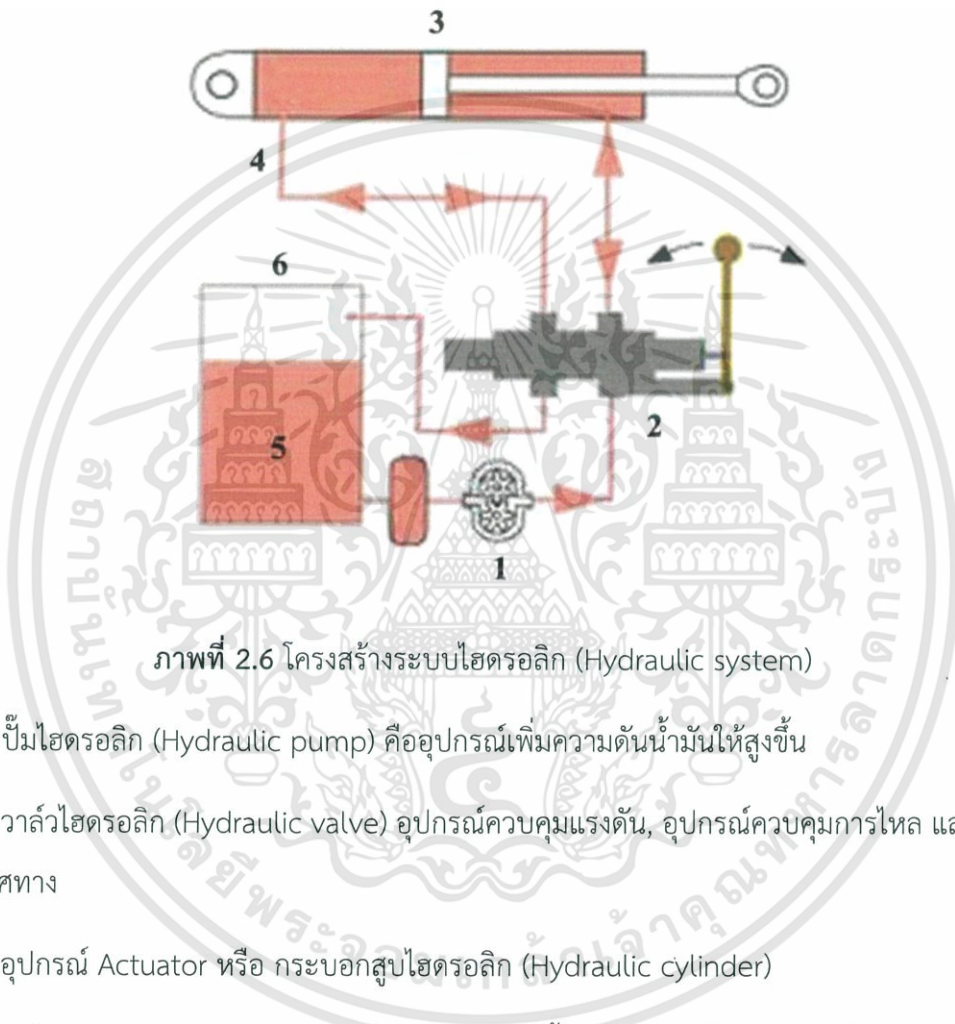


ภาพที่ 2.5 หลักการของเซนเซอร์วัดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system) [6]

ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system) คือระบบการสร้างควบคุมและถ่ายทอดพลังงานกำลังงาน โดยอัดน้ำมันไฮดรอลิก ไปให้อุปกรณ์เปลี่ยนความดันของน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic oil) เป็นพลังงานกล (Actuator) หรือ กระบอกลูกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder) ไปชุดงาน โดยระบบต้องอาศัยอุปกรณ์หลักๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system)

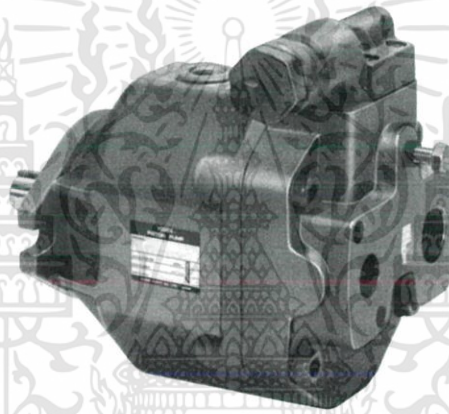
1. ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump) คืออุปกรณ์เพิ่มความดันน้ำมันให้สูงขึ้น
2. วาล์วไฮดรอลิก (Hydraulic valve) อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน, อุปกรณ์ควบคุมการไหล และอุปกรณ์ควบคุมทิศทาง
3. อุปกรณ์ Actuator หรือ กระบอกลูกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder)
4. ท่อไฮดรอลิก (Hydraulic pipe) คือท่อสำหรับส่งน้ำมันไฮดรอลิกไปยังอุปกรณ์ไฮดรอลิกต่าง ๆ
5. น้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic oil) เป็นของเหลวที่ส่งผ่านแรงดันให้เป็นพลังงานกล
6. ถังน้ำมันไฮดรอลิก (Oil tank, Reservoir) คือที่กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3.1 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump)

ปั๊มไฮดรอลิกเปรียบเสมือนหัวใจของระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า เช่น กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าให้เป็นพลังงานของไหลในรูปของอัตราการไหลและความดันซึ่งจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลอีกทีเพื่อนำไปใช้งาน โดยทั่วไปแล้วปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump) สามารถแบ่งเป็น 2 แบบคือ

1. ชนิดปริมาตรคงที่ (Fix displacement) คือชนิดที่ปริมาตรของของเหลวที่ถูกส่งออกจากปั๊มแต่ละวงจรของการเคลื่อนที่จะคงที่ตลอดเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. ชนิดปริมาตรเปลี่ยนแปลงได้ (Variable displacement) คือชนิดที่ปริมาตรของของเหลวที่ถูกส่งออกจากปั๊มแต่ละวงจรของการเคลื่อนที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการปรับตั้งกลไกภายในของปั๊ม



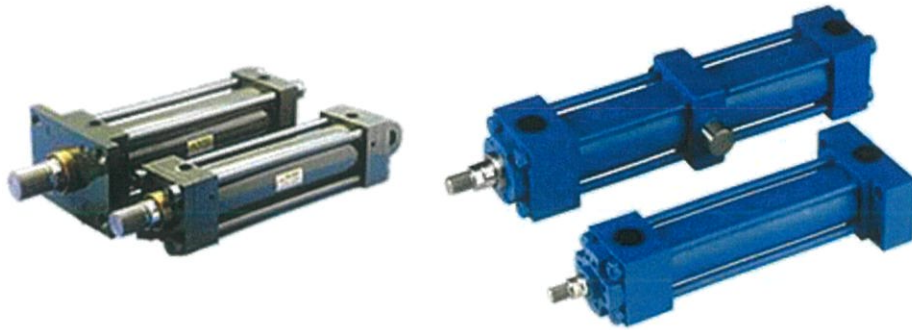
ภาพที่ 2.7 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump)

### 2.1.3.2 กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder) [7]

เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนในระบบไฮดรอลิกที่นิยมใช้ในทุกอุตสาหกรรม โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนพลังงานแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกเป็นแรงผลักหรือดึงในแนวเชิงเส้น กระบอกสูบที่พบในอุตสาหกรรมทั่วไปสามารถแบ่ง ออกเป็นลักษณะใหญ่ๆได้ 3 แบบคือ

1. กระบอกสูบแบบมาตรฐาน (Standard hydraulic cylinder) เป็นที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมาก ง่ายต่อการบำรุงรักษา สามารถเลือกการติดตั้งได้หลายรูปแบบ มีทั้งในรุ่นแรงดันต่ำ (Low pressure 70 bar) และในรุ่นแรงดันสูง (High Pressure 210 bar) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ขนาด 32 มิลลิเมตร ถึง 250 มิลลิเมตร ความยาวช่วงชัก (Stroke) ตั้งแต่ 10 มิลลิเมตร ถึง 2,500 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



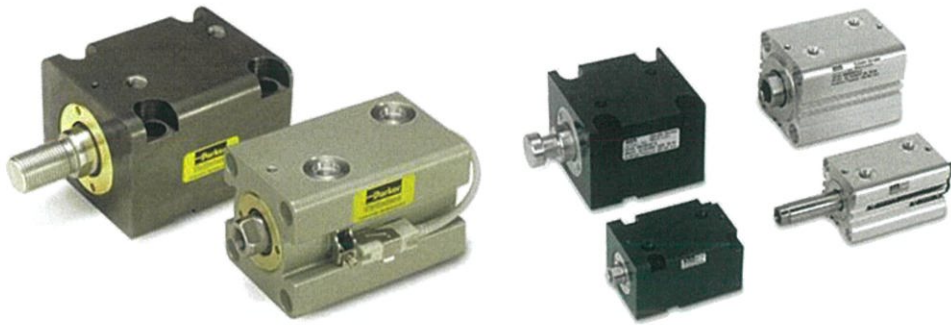
ภาพที่ 2.8 กระบอกสูบไฮดรอลิกแบบมาตรฐาน

2. กระบอกสูบแบบกลม (Welded cylinder) หรือบางทีนิยมเรียกว่า แบบกลมเชื่อม พบมากในงาน Mobile เช่นใน รถเครน, เรือ, เครื่องบิน, หรือรถขุดเจาะ เนื่องจากสามารถรับแรงดันได้สูงสุด 350 bar ในรุ่น High Pressure โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดนี้จะถูกออกแบบให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ขนาด 32 มิลลิเมตร ถึง 600 มิลลิเมตร ความยาวช่วงชัก (Stroke) ตั้งแต่ 10 มิลลิเมตร ถึง 2,500 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2.9 กระบอกสูบไฮดรอลิกแบบกลม

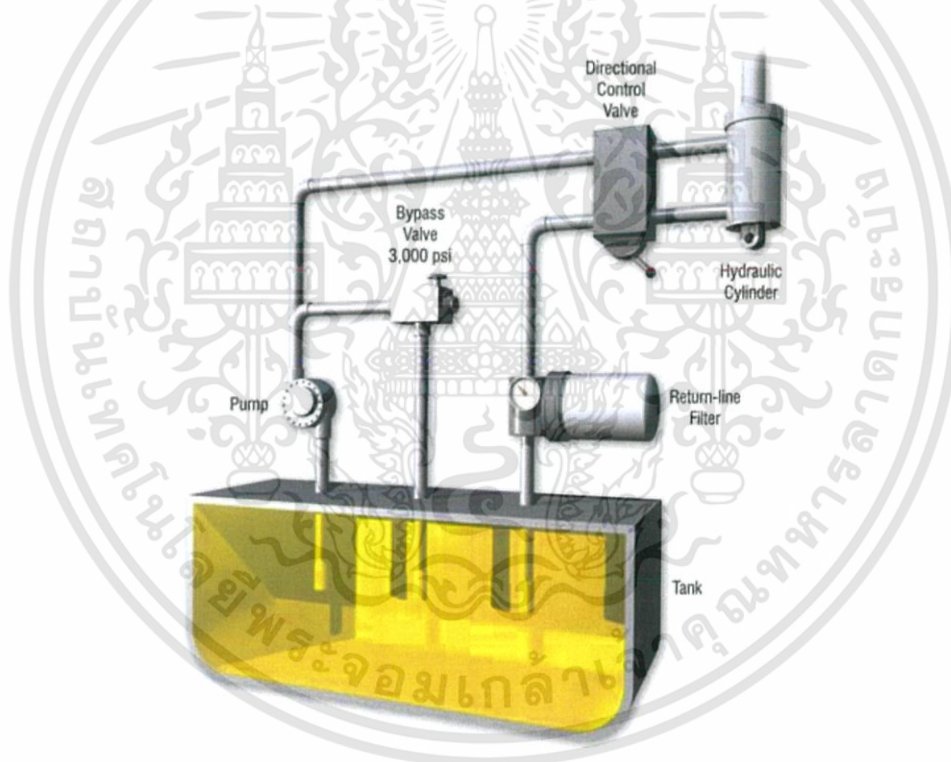
3. กระบอกสูบแบบคอมแพค (Hydraulic compact cylinder) เหมาะกับงาน Automation ในงานประเภท Clamp หรืองาน Jig เป็นต้น โครงสร้างของกระบอกชนิดนี้ส่วนใหญ่ทำจากอลูมิเนียม จึงมีแรงดันที่เหมาะสมกับการใช้งานของกระบอกชนิดนี้คือ 70 bar และมีช่วงชักที่ไม่ยาวมาก โดยความยาวช่วงชักของกระบอกชนิดนี้ไม่เกิน 100 มิลลิเมตร กระบอกชนิดนี้เหมาะสำหรับการติดตั้ง Sensor เพื่อจับตำแหน่งของลูกสูบ



ภาพที่ 2.10 ครอบงอบสูบไฮดรอลิกแบบคอมแพค

### 2.1.3.3 ถังน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic oil tank)

ถังน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic oil tank) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อใช้หมุนเวียนในระบบหน้าที่ของถังน้ำมันไฮดรอลิก



ภาพที่ 2.11 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

### 2.1.4 พีแอลซี (Programmable Logic Controller) [8] [9]

PLC (Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมา เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่าง ๆ แทนวงจรรีเลย์แบบเก่า ซึ่งวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือ การเดินสายและการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมที่มีความยุ่งยากและเมื่อใช้งานไปนาน ๆ หน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อม ดังนั้นปัจจุบัน PLC จึงเข้ามาทดแทนวงจรรีเลย์ เพราะ PLC ใช้งานได้ง่ายกว่า สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

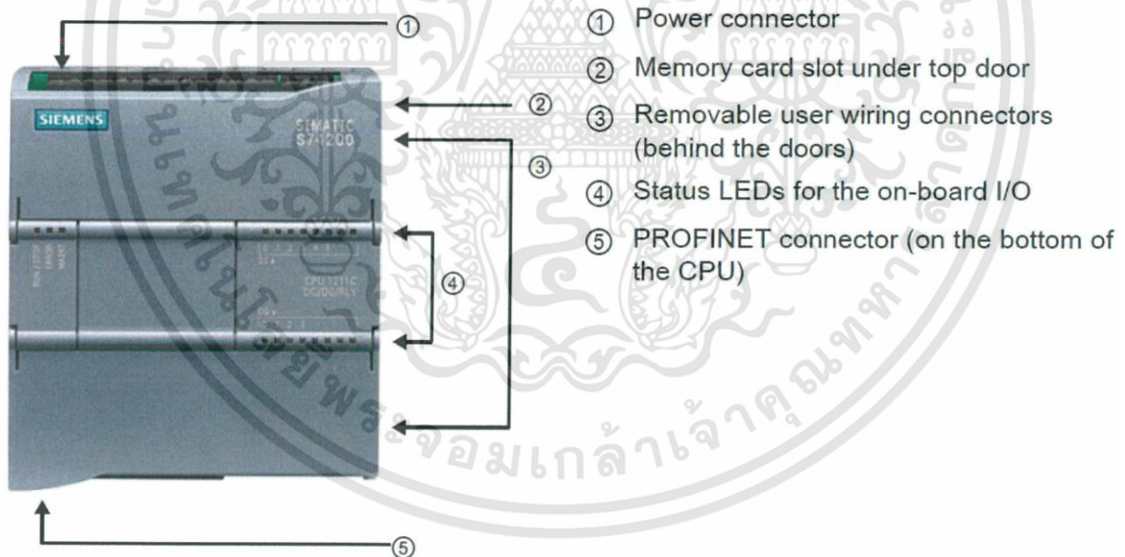
อินพุต/เอาต์พุตได้โดยตรง หลังจากนั้นเพียงแค่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที ถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่ สามารถทำได้โดยเปลี่ยนแปลงแค่โปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้ PLC ยังสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่นเครื่องบันทึกวิดีโอดิจิทัล (DVR), เครื่องพิมพ์ (Printer) เป็นต้น

#### 2.1.4.1 ชนิดของ PLC

ชนิดของ PLC สามารถจำแนกได้หลายแบบในที่นี้จะจำแนกตามลักษณะโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

##### 1. PLC ชนิดบล็อก (Block type PLCs)

PLC ประเภทนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็น ตัวประมวลผล (Processor), หน่วยความจำ (ROM), ภาควินพุต/เอาต์พุต (I/O), และแหล่งจ่ายไฟ (Power supply) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต สามารถใช้หน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Units) เพื่อเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้โดยการต่อเข้ากับ พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector)



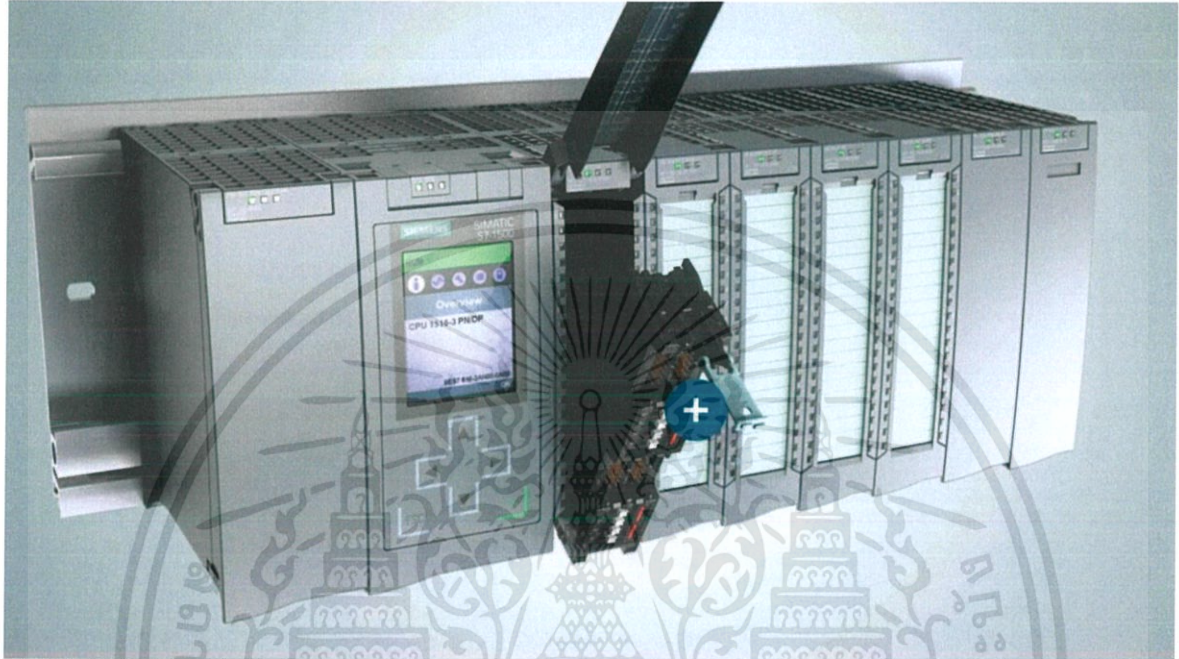
ภาพที่ 2.12 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200

##### 2. PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ลักษณะโครงสร้างจะเป็น PLC ที่มีขนาดใหญ่ส่วนประกอบต่าง ๆ สามารถแยกออกจากกันเป็นลักษณะโมดูล (Modules) เช่นหน่วยอินพุต/เอาต์พุต (I/O Unit) จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุตและโมดูลเอาต์พุตซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่าต้องการโมดูลขนาดกี่อินพุตกี่เอาต์พุต เมื่อเลือกได้ตามต้องการจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำโมดูลอินพุตและโมดูลเอาต์พุตมาประกอบกันบนแผงวงจร (Backplane) ซึ่งสามารถใช้โมดูลอินพุตหรือเอาต์พุตหลาย ๆ โมดูลมาต่อกันได้ แต่ก็ขึ้นอยู่กับโมดูลหน่วยประมวลผล (CPU) ของ PLC ว่าสามารถใช้อินพุตและเอาต์พุตมากที่สุดจำนวนเท่าไร ซึ่งผู้ใช้ก็สามารถเปลี่ยนโมดูลหน่วยประมวลผล CPU ของ PLC ให้มีขนาดและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น



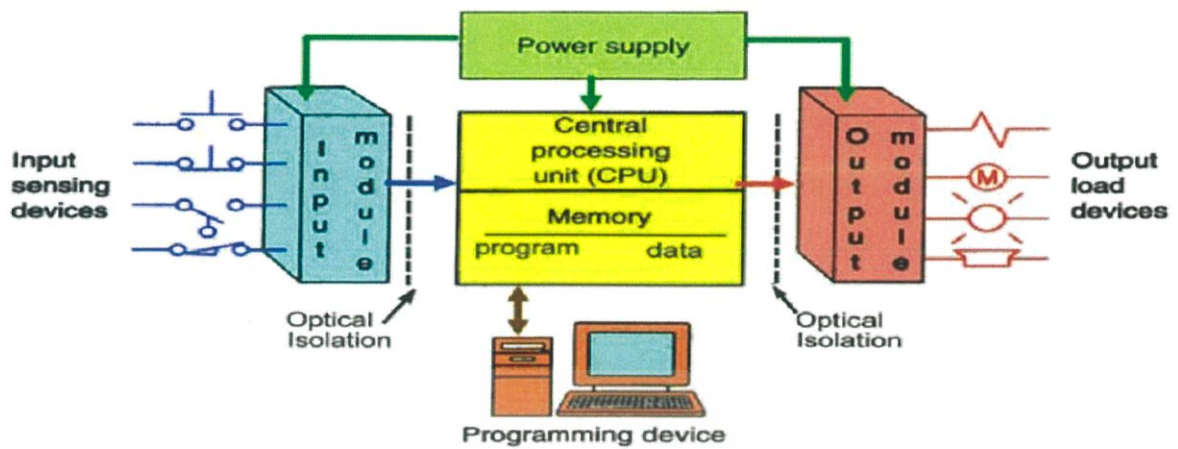
ภาพที่ 2.13 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1500 ต่อกับโมดูลต่าง ๆ

#### 2.1.4.2 โครงสร้างของ PLC

โครงสร้างภายในของ PLC แต่ละส่วนนั้นจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุม หรือที่เราเรียกว่า PLC ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญคือ ยูนิตทั้ง 5 ส่วน เมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็จะกลายเป็น PLC หนึ่งชุดที่สามารถทำงานได้ดังภาพที่ 2.14

1. ซีพียู (CPU; Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory Unit)
3. ภาคอินพุต (Input Unit)
4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)
5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 โครงสร้างของ PLC

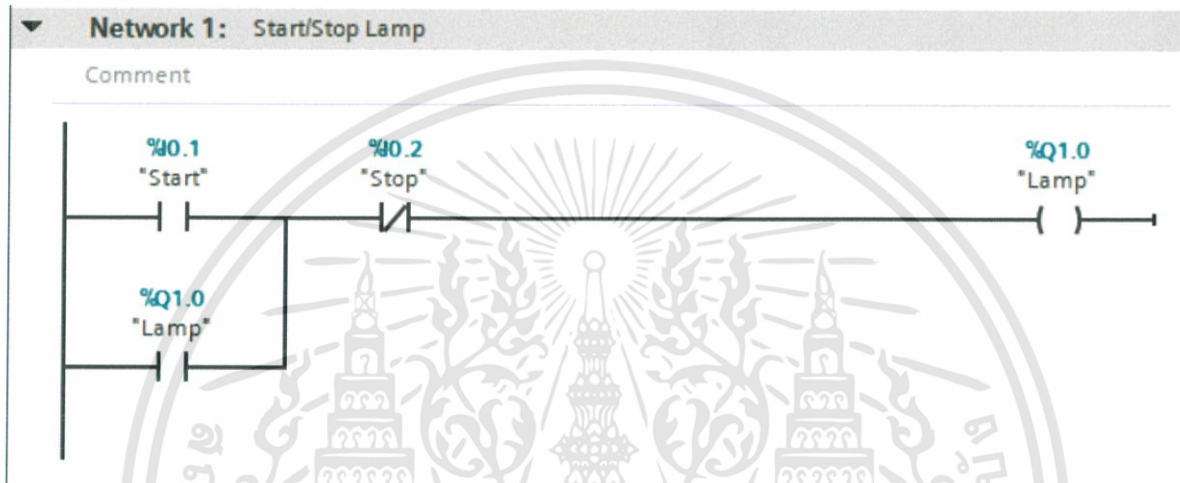
### 2.1.4.3 หลักการทำงานของ PLC

เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาจะถูกเก็บเป็นความจำไว้ในส่วนของความจำ (หน้าคอนแทคที่ต่อกัน เรียกว่า ลอจิก 1 ส่วนคอนแทคที่ไม่ต่อกันเรียกว่าลอจิก 0) หลังจากนั้นแลคเตอร์ไดอะแกรมก็จะสรุปผลรวมกับคอนแทคภายในว่าให้เป็นคอนแทคเปิด (Open) หรือปิด (Closed) ขึ้นอยู่กับการบันทึกของหน่วยความจำ ถ้าหากต้องการสัญญาณเอาต์พุตค่าของลอจิกต้องเป็นเลข 1 ซึ่งหมายถึงชุดหน้าคอนแทคของโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface) ต่อกัน แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทำให้ขดลวดความจำของคอยล์ (Coil Memory) มีค่าเป็นลอจิกเลข 0 และโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface) ไม่ต่อกัน การทำงานของ PLC เมื่อครบ 1 รอบของลำดับดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกน (Scan) ส่วน Scan Time คือเวลาที่ต้องการสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งเป็นตัววัดค่าความเร็วการทำงานของ PLC 1 สแกนใช้เวลาประมาณ 1-100 ms ขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมและชนิดของอินพุต/เอาต์พุต PLC จะใช้เลขฐานต่าง ๆ กับลอจิกในการประมวลผลหรือติดต่อกับผู้ใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements

เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานนั้นทำได้โดยการเปลี่ยนหรือแก้ไขโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบไซ

ลิต-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร PLC มีคำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม 5 ภาษาตามมาตรฐานการสื่อสาร IEC1131-3 ดังนี้

1. Ladder Diagram จะเขียนอยู่ในรูปกราฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่ง Ladder diagram จะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของไดอะแกรมเพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแสและมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุต



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่าง Ladder Diagram

2. Structure Text Language จะเป็นภาษาในระดับสูง โดยพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งประกอบด้วย นิพจน์และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกการทำงาน เช่น IF.....THEN.....ELSE และคำสั่งเกี่ยวข้องกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE เป็นต้น

```

SfcBlock1  LDBlock1  ILBlock1  STBlock1  FbdBlock1
IF START OR RUN THEN
  RUN := TRUE;
END_IF;

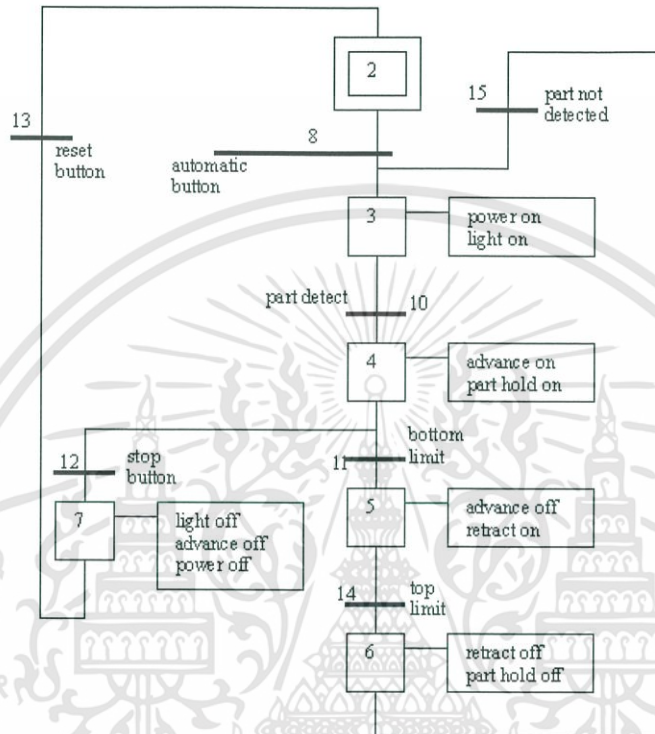
IF STOP THEN
  RUN := FALSE;
END_IF;

```

ภาพที่ 2.16 ตัวอย่าง Structure Text

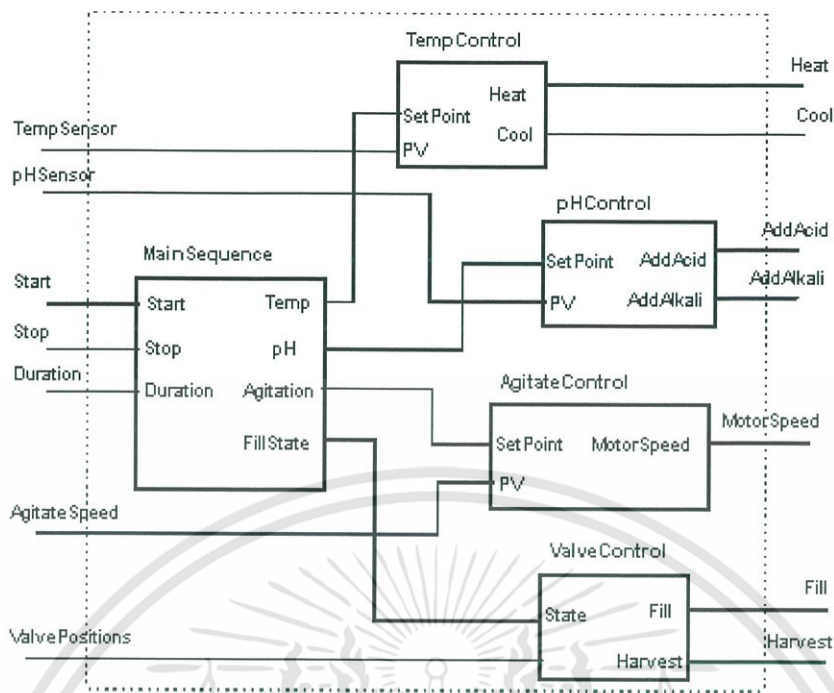
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Sequential Function Chart (SFC) เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบลำดับหรือซีควেনซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (การปฏิบัติการย่อย) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งย่อย) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงานเป็นแบบ Linear, Alternative และ Parallel Step Sequence เป็นต้น



ภาพที่ 2.17 ตัวอย่าง Sequential Function Chart (SFC)

4. Function Block Diagram (FBD) เป็นภาษาที่มีฟังก์ชันการทำงานในรูปแบบของกราฟิก เช่นเดียวกันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม



ภาพที่ 2.18 ตัวอย่าง Function Block Diagram

5. Instruction List เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความและมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine code) จะเห็นว่าในภาษาปัจจุบัน LD, FBD และ IL เป็นภาษาที่บริษัทผู้ผลิต PLC/PC ในปัจจุบัน กำหนดให้ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในแต่ละบริษัทจะมีการพัฒนารูปแบบของภาษาที่แตกต่างกัน

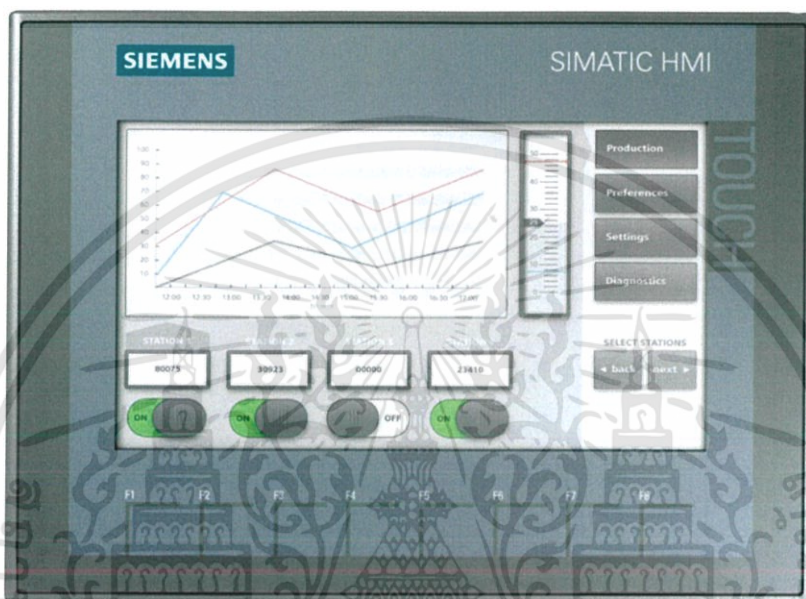
0	BLK	%C8
1	LDF	%I0.1
2	R	
3	LD	%I0.2
4	AND	%M0
5	CU	
6	OUT_BLK	
7	LD	D
8	AND	%M1
9	ST	%Q0.4
10	END_BLK	

ภาพที่ 2.19 ตัวอย่าง Instruction List

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.5 Human Machine Interface (HMI) [10]

ส่วนต่อประสานคนกับเครื่องจักร หรือ Human Machine Interface (HMI) คือการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI รวมถึง SCADA เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่าง ๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน สามารถสั่งการได้โดยผู้ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 2.20 SIMATIC HMI รุ่น KTP 700 Basic

งานในอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุม และจะต้องใช้งานร่วมกับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่าง ๆ โดยให้ PLC ส่งงานไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่าง ๆ ใน Line การผลิต โดยการสื่อสารระหว่าง HMI กับ PLC นั้นมีหลายช่องทางยกตัวอย่าง เช่น RS-485, RS-232, MODBUS, PROFIBUS, และETHERNET เป็นต้น

### 2.1.6 เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำด้วยเรดาร์ (Velocity radar sensor) [11] [12]

เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำด้วยเรดาร์ รุ่น RG-30 ถูกนำมาใช้ร่วมกับงานประเภทอุทก-ศาสตร์ (Hydrography) และการจัดการทรัพยากรน้ำ (Water management) เซนเซอร์ประเภทนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาตรวจวัดความเร็วกระแสน้ำตามแม่น้ำ, คลอง, หรือลำธาร เนื่องจากการทำงานของมันไม่มีความจำเป็นต้องสัมผัสกับผิวน้ำเลยโดยที่อยู่ห่างจากพื้นผิวน้ำได้สูงถึง 130 เมตร ทำให้สามารถเข้าถึงพื้นที่ ๆ ยากต่อการวัดและไม่มีความจำเป็นต้องบำรุงซ่อมแซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำด้วยเรดาร์

เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำอาศัยหลักการการเลื่อนความถี่แบบดอปเปลอร์ (Doppler frequency shift) โดยที่เซนเซอร์จะส่งสัญญาณเรดาร์ออกไปและเปรียบเทียบความถี่ของสัญญาณที่ถูกระท้อนกลับมาจากพื้นผิวน้ำ ความถี่ที่สะท้อนกลับมาจะเปลี่ยนไปตามสัดส่วนกับความเร็วการไหลของพื้นผิวน้ำ จากนั้นนำสัญญาณเหล่านั้นมาคำนวณทำให้ได้ผลลัพธ์คือ ความเร็วการไหลของผิวน้ำตรงกลาง

## 2.2 การสื่อสาร (Communication)

การสื่อสารในที่นี้จะพูดถึงรูปแบบการสื่อสารของ PLC SIMATIC S7-1200 ที่สื่อสารระหว่าง CPU กับ HMI, เซนเซอร์ต่าง ๆ, และ CPU ของ PLC ตัวอื่น

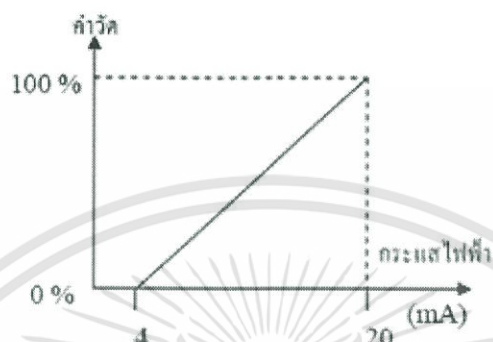
### 2.2.1 สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal)

หมายถึงสัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณแบบค่อยเป็นค่อยไป มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป โดยการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะมีความเสี่ยงที่จะถูกรบกวนทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากระบบควบคุมในอุตสาหกรรมประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมหลายชนิดต่อพ่วงกันเป็นระบบและอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการส่งและรับสัญญาณวัดแบบ Analog ระหว่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานสัญญาณวัดแบบ Analog ให้เป็นสากล เพื่อที่บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมจะได้ยึดถือเป็นมาตรฐานในการออกแบบอุปกรณ์ของตนเพื่อให้สามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ โดยทั่วไปสัญญาณมาตรฐานมี 2 ชนิดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. สัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน

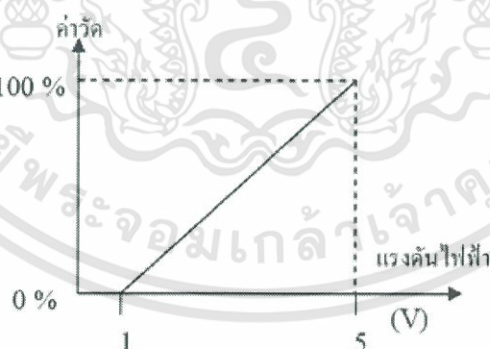
เป็นการส่งสัญญาณในรูปแบบของกระแสตรง (DC Current) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 4-20 mA หมายความว่าเมื่อค่าวัดเป็น 0% จะเท่ากับกระแส 4 mA และหากค่าวัดเป็น 100% จะเท่ากับกระแส 20 mA โดยค่าวัดได้จะอยู่ในช่วง 0-100% ซึ่งสัมพันธ์เชิงเส้นกับกระแส 4-20 mA



ภาพที่ 2.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้และกระแส 4-20 mA

### 2. สัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน

เป็นการส่งสัญญาณในรูปแบบของแรงดันไฟฟ้า (DC Voltage) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 1-5 Vdc หมายความว่าเมื่อค่าวัดเป็น 0% ก็จะทำกับแรงดัน 1V และหากค่าวัดเป็น 100% ก็จะทำกับแรงดัน 5V การใช้สัญญาณมาตรฐานแรงดันนี้ไม่เหมาะกับการที่ต้องส่งสัญญาณระยะไกลเนื่องจากความต้านทานของสายสัญญาณจะทำให้ค่าวัดผิดเพี้ยนไปและถูกสัญญาณรบกวนได้ง่าย

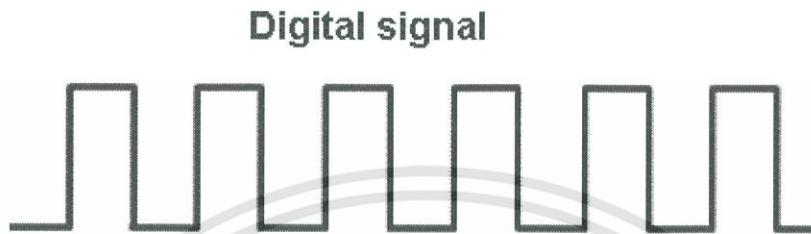


ภาพที่ 2.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้และแรงดัน 1-5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 สัญญาณดิจิทัล (Digital signal)

เป็นสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง รูปแบบของสัญญาณมีความเปลี่ยนแปลงที่ไม่ปะติดปะต่ออย่าง สัญญาณอนาล็อก ในการสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลข้อมูลในคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเลขฐานสอง (0 และ 1) จะถูกแทนด้วยสัญญาณดิจิทัล



ภาพที่ 2.24 สัญญาณดิจิทัล (Digital signal)

## 2.2.3 PROFINET Protocol

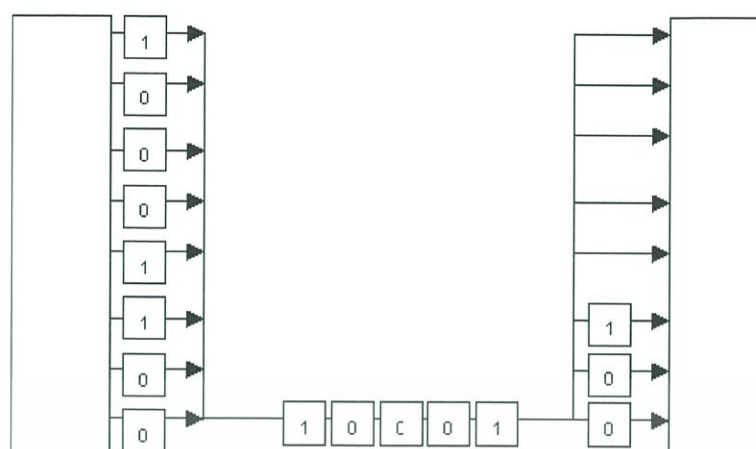
PROFINET Protocol คือมาตรฐาน Ethernet ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างตัวควบคุมกับอุปกรณ์ ซึ่งตัวควบคุมในที่นี้สามารถเป็นได้ทั้ง PLC, DCS, หรือ PAC และตัวอุปกรณ์เช่น Input/Output block, RFID reader, กล้อง CCTV, เซนเซอร์ต่างๆ

## 2.2.4 PROFIBUS Protocol

PROFIBUS Protocol เป็นมาตรฐานแบบหนึ่งสำหรับการติดต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน โดยบัสเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อ ทำให้สามารถลดจำนวนสายลงในขณะเดียวกันก็เพิ่มความเร็วในการติดต่อสื่อสารได้มากขึ้น โดยได้ค่าที่ถูกต้องเที่ยงตรง ระบบโปรฟิบัสเป็นมาตรฐานระบบเปิด สำหรับการผลิตและการควบคุมอัตโนมัติที่ไม่ผูกมัดกับผู้ผลิตใด ๆ โปรฟิบัสเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (IEC61158, EN50170, 50240) เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้มาตรฐานนี้สามารถติดต่อกันและใช้งานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์

## 2.2.5 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication)

รูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งเรียงลำดับกันไปทีละบิตในสายส่งเพียงเส้นเดียว ดังภาพที่ 2.25

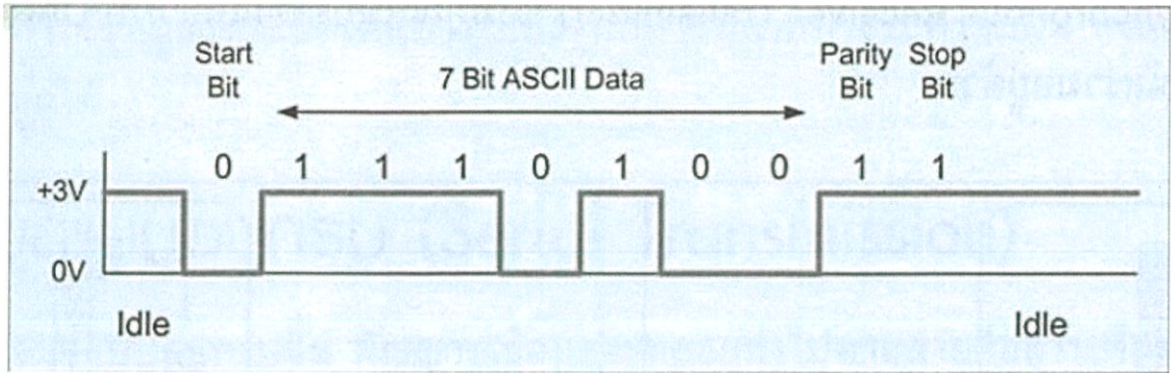


ภาพที่ 2.25 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial data transmission communication)

จากรูปตัวอักษรจะประกอบด้วย 8 บิต เรียงเป็นลำดับ ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างต้นทางถึงปลายทางและปลายทางจะรวบรวมบิตเหล่านี้ทีละบิตจนครบ 8 บิต เป็น 1 ตัวอักษร การส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนาน แต่ค่าใช้จ่ายจะถูกกว่าแบบขนาน ซึ่งเหมาะสำหรับการส่งระยะทางไกล ๆ โดยทั่วไปแล้วการส่งข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วยกลุ่มของตัวอักษร ดังนั้นในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้จึงเกิดปัญหาขึ้นว่า แล้วต้นทางและปลายทางจะทราบได้อย่างไรว่าจะแบ่งแต่ละตัวอักษรตรงบิตใด จึงเกิดวิธีการสื่อสารข้อมูลขึ้น 2 แบบคือ การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous transmission) และการสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous transmission)

### 2.2.5.1 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous transmission)

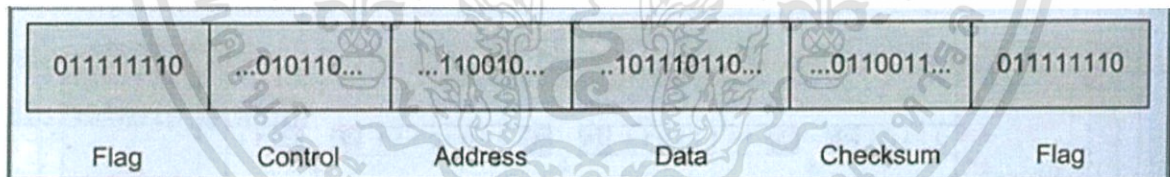
เป็นวิธีที่หลีกเลี่ยงปัญหาด้านเวลา ที่ฝั่งรับไม่ทราบเวลาที่แน่ชัดของข้อมูลที่ส่งมาจากฝั่งส่ง ฝั่งส่งและฝั่งรับไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันในการควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล โดยเริ่มต้นที่ไม่มีข้อมูลใด จะอยู่ในสถานะนิ่งเฉย (Idle state) และกำหนดให้สัญญาณมีค่าเป็น 1 เมื่อมีการส่งข้อมูล ระดับสัญญาณจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 ทำให้เกิดเป็นบิตขึ้นมา เรียกว่า บิตเริ่ม (Start bit) เพื่อบอกให้ทราบว่าต่อไปจะมีข้อมูลส่งมา เมื่อฝั่งส่งได้ส่งบิตข้อมูลจนครบแล้ว (5-8 บิต) ก็จะส่งข้อมูลอีกหนึ่งบิตที่มีระดับสัญญาณมีค่าเป็น 1 เป็นตัวปิดท้าย เรียกว่า บิตจบ (Stop bit) เพื่อบอกให้รู้ว่า ได้ส่ง ข้อมูลครบตามจำนวนไบต์แล้ว ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารด้วยวิธีนี้ คือ คีย์บอร์ด ซึ่งจะพบว่าแต่ละตัวอักษรที่พิมพ์ จะมีช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และเมื่อไม่มีการพิมพ์ข้อมูลใด ๆ ก็จะมีอยู่ในสถานะ Idle



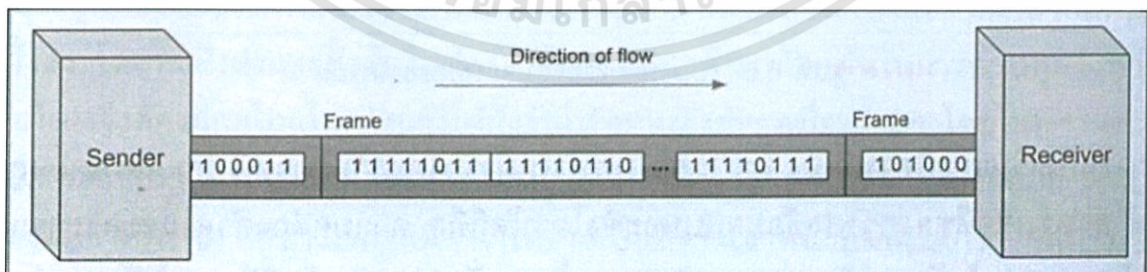
ภาพที่ 2.26 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous transmission)

### 2.2.5.2 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous transmission)

เป็นการส่งกลุ่มข้อมูลแบบต่อเนื่องกันไป โดยบิตที่ทยอยส่งเข้ามาจะมีการรวมกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า เฟรม หรือบล็อกข้อมูลซึ่งอาจมีจำนวนมากกว่า 1 พันบิต เมื่อข้อมูลส่งมาถึงปลายทางฝั่งรับจะทำหน้าที่นับจำนวนบิตและจับกลุ่มเป็นไบต์ ซึ่งการส่งข้อมูลวิธีนี้จะไม่มช่องว่าง และไม่มีบิตเริ่มและบิตจบ การไม่มีช่องว่าง, บิตเริ่ม, และบิตจบ ทำให้ฝ่ายรับไม่สามารถทราบได้เลยว่าข้อมูลที่ส่งมาครบหรือไม่ ดังนั้นการควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันระหว่างอุปกรณ์จึงกลายเป็นสิ่งสำคัญ คือทั้งฝั่งส่งและฝั่งรับจะต้องทำงานสอดคล้องกันตามจังหวะสัญญาณนาฬิกา ฝั่งรับจะได้รับสัญญาณนาฬิกามาจากฝั่งส่ง โดยฝั่งส่งสามารถส่งสัญญาณนาฬิกาได้ 2 วิธี วิธีแรกคือส่งสัญญาณนาฬิกาแยกออกมาจากการส่งข้อมูล หรือวิธีที่สองคือส่งสัญญาณนาฬิกา รวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล



เฟรมข้อมูลที่ส่งในรูปแบบซิงโครนัส



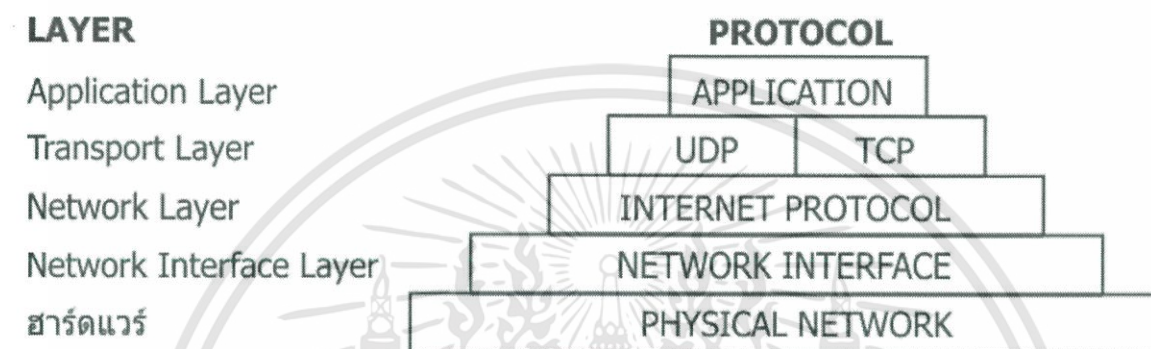
รูปแบบการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

ภาพที่ 2.27 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous transmission)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.6 TCP/IP Protocol [13]

โพรโตคอลคือชุดของกฎสำหรับรูปแบบข้อความและกระบวนการที่อนุญาตให้เครื่องและแอปพลิเคชันโปรแกรมแลกเปลี่ยนข้อมูล กฎเหล่านี้ต้องเป็นไปตามเครื่องแต่ละเครื่องที่เกี่ยวข้องในการสื่อสาร เพื่อให้โฮสต์การรับสามารถเข้าใจข้อความนั้น ๆ รูปภาพนี้จะแสดงโครงสร้างของโพรโตคอล TCP/IP จากด้านบนสุด ประกอบด้วย Application Layer, Transport Layer, Network Layer, Network Interface Layer และ Hardware



ภาพที่ 2.28 โครงสร้างของ TCP/IP Protocol

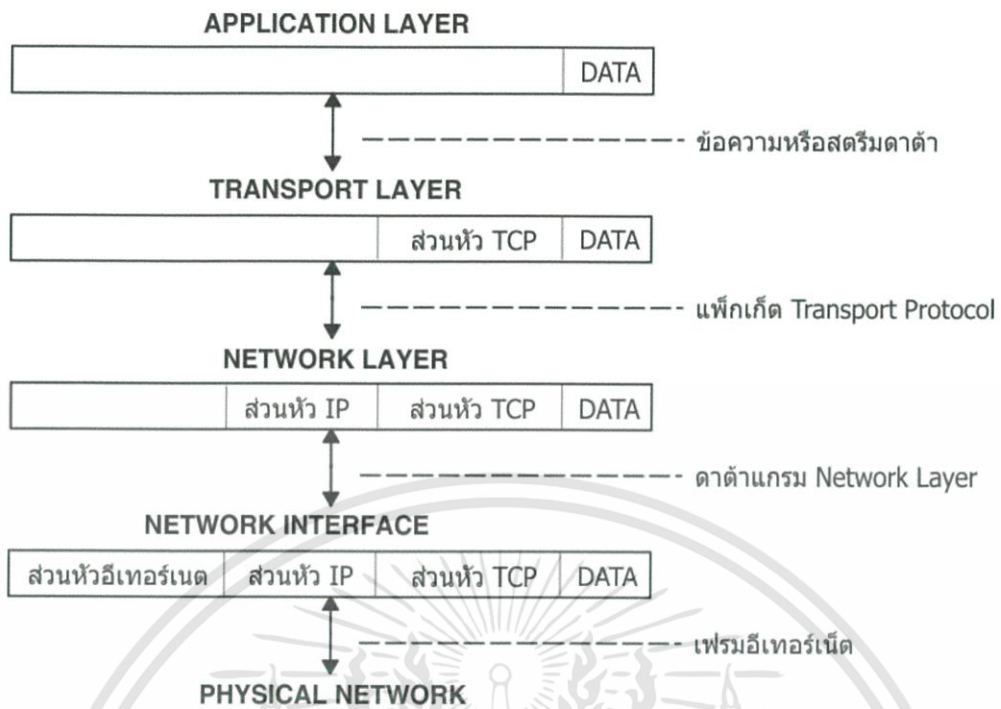
Application layer: ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้และผู้ให้บริการแก่ผู้ใช้เช่น FTP, Telnet, SMTP เป็นต้น

Transport layer: ทำหน้าที่ควบคุมการรับ (Receive) และการส่ง (Transfer) ข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางและจะทำการแบ่ง (Segment to Packet) หรือรวมข้อมูล (Packet to Segment) เมื่อมีการรับ-ส่ง Packet

Network layer: ทำหน้าที่เลือกเส้นทางการรับ-ส่ง Packet ผ่านอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ จนไปถึงปลายทาง

Network Interface layer: ทำหน้าที่ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลในระดับฮาร์ดแวร์ (Hardware) ตามมาตรฐาน IEEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



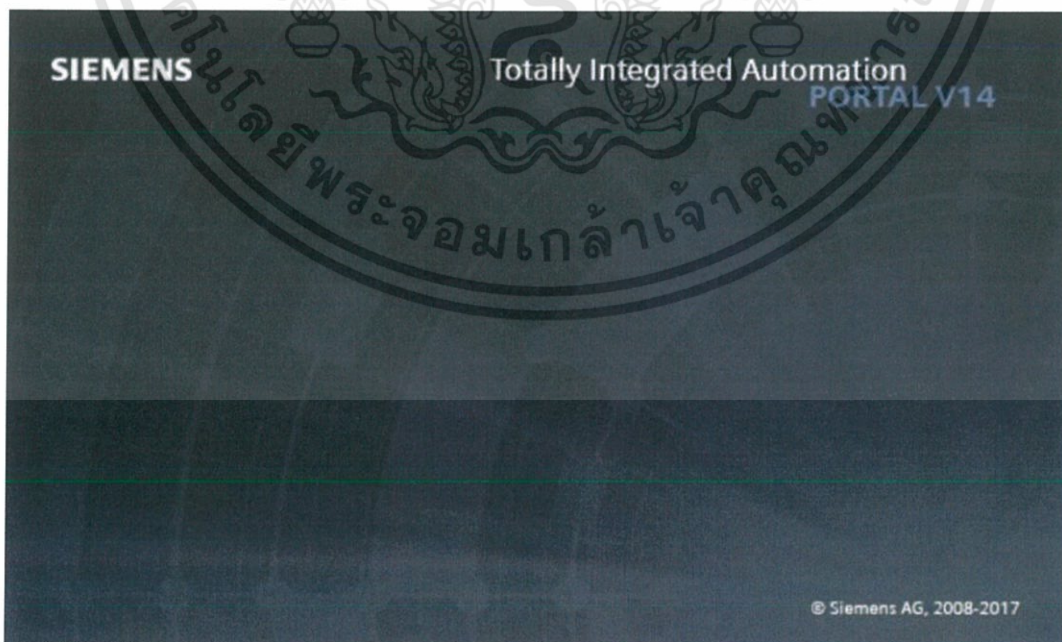
หมายเหตุ: ส่วนหัวได้ถูกเพิ่มในแต่ละเลเยอร์โพรโตคอลที่ข้อมูลถูกส่งและรับโดยโฮสต์

ภาพที่ 2.29 การรับ-ส่งข้อมูลของแต่ละชั้นโครงสร้าง TCP/IP Protocol

## 2.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

### 2.3.1 โปรแกรม TIA Portal V14

ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC และ HMI



ภาพที่ 2.30 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 โปรแกรม AutoCAD 2018

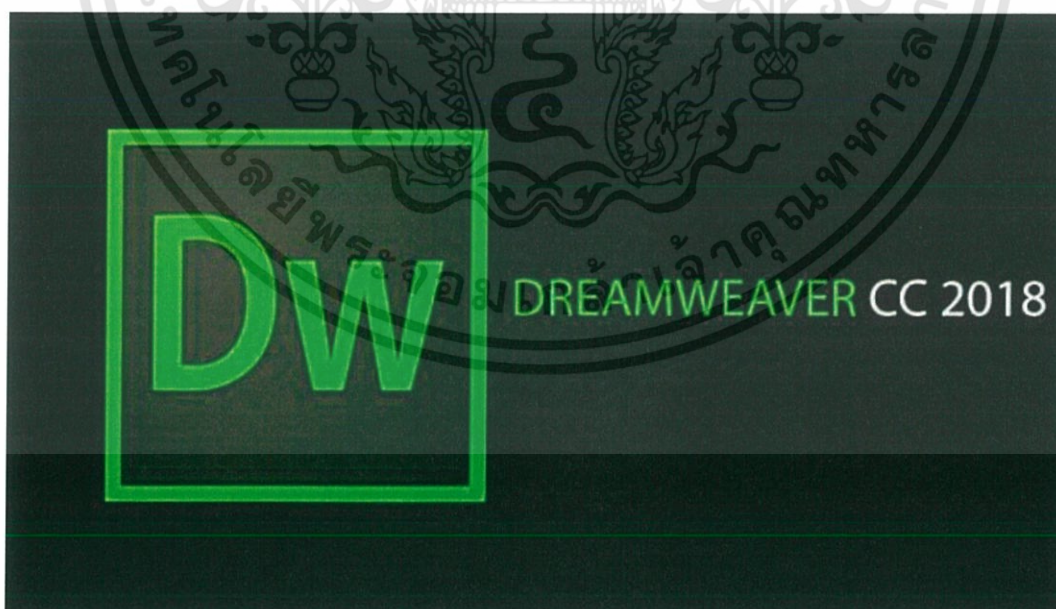
ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบตู้และโต๊ะควบคุม รวมถึงใช้ในการเขียนแบบไฟฟ้า



ภาพที่ 2.31 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบโต๊ะควบคุม

### 2.3.3 โปรแกรม Adobe Dreamweaver

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบและสร้าง Web Application



ภาพที่ 2.32 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้าง Web Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 กล่าวนำ

ก่อนที่จะเริ่มออกแบบระบบควบคุมแบบอัตโนมัติจะต้องทำการศึกษากระบวนการควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติที่ทางบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีستمส์ กรุ๊ป จำกัดได้เคยทำสำเร็จไปแล้ว รวมถึงศึกษาการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ, ระบายสูบไฮดรอลิก, ชุดต้นกำลัง (Power Unit), สเป็คของอุปกรณ์ต่าง ๆ และความรู้เกี่ยวกับงานชลประทาน เป็นต้น

ขั้นตอนการออกแบบนั้นต้องอ้างอิงจากความต้องการหลักของผู้ใช้งานและข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่มี การออกแบบการทำงานของระบบควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนระบบควบคุม (Control mode), ฮาร์ดแวร์ (Hardware), และซอฟต์แวร์ (Software)

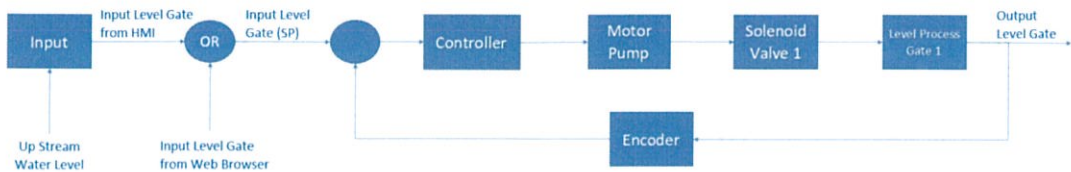
#### 3.2 ระบบควบคุม (Control mode)

ระบบควบคุมจะแบ่งเป็น 3 โหมดควบคุมดังนี้

##### 3.2.1 Automatic mode

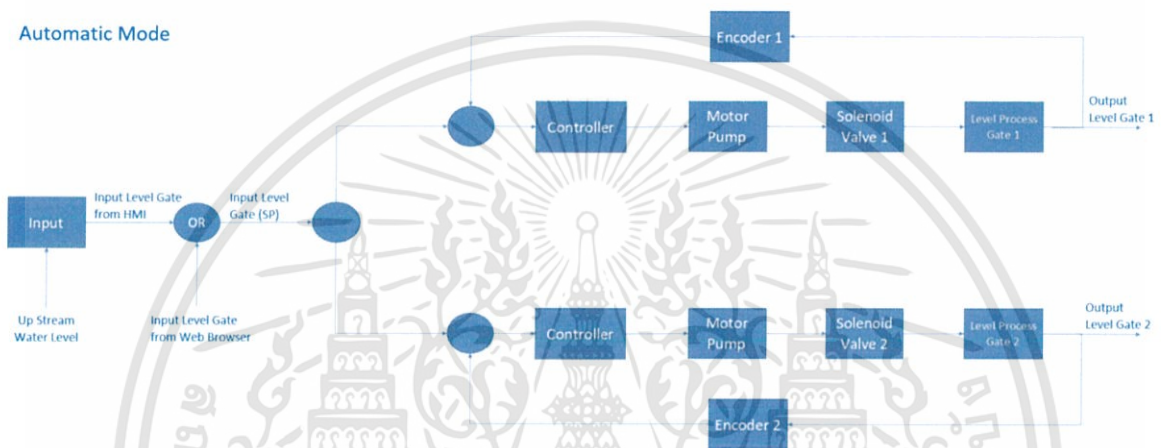
สำหรับโหมดอัตโนมัติจะถูกโปรแกรมไว้ว่าถ้าระดับน้ำหน้าน้ำ (Upstream water level) สูงเกินกว่าที่ผู้ใช้งานกำหนด ระบบจะทำการลดระดับบานฝายพับลงครั้งละ 10 ซม. ทุก ๆ 30 นาทีจนกว่าระดับน้ำหน้าน้ำจะอยู่ในระดับที่ปลอดภัย อีกทั้งโหมดอัตโนมัติจะทำงานเป็น Active mode หมายความว่าผู้ใช้งานสามารถปรับระดับบานที่ต้องการยกเปิดหรือปิดได้ขณะที่ Auto mode กำลังทำงานอยู่โดยที่เมื่อใส่ค่าระดับบานแล้วค่าเหล่านั้นก็จะถูกส่งไปประมวลผลที่ PLC และ PLC จะส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ให้ทำงานจนกว่าจะได้ค่าระดับบานที่ต้องการ ถ้าเกิดความผิดพลาดอะไรก็ตามระบบจะหยุดทำงานทันที

### Automatic Mode



ภาพที่ 3.1 Block Diagram ของโหมดอัตโนมัติสำหรับฝายพับได้ 1 บาน

### Automatic Mode

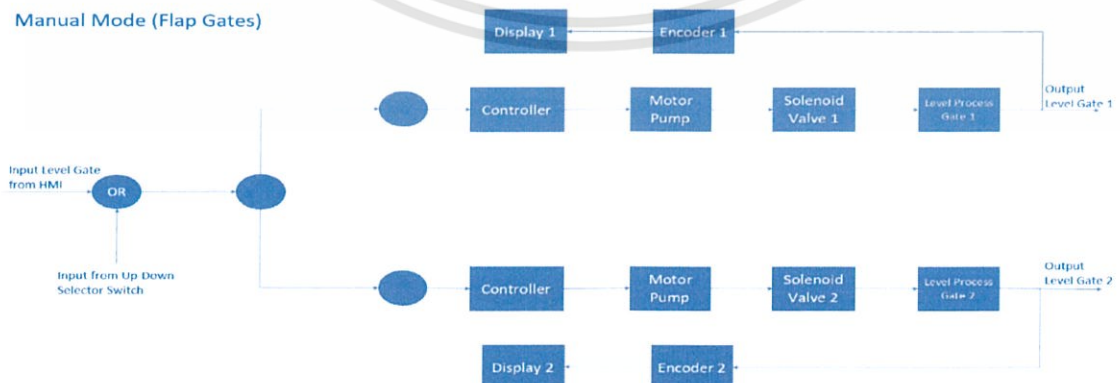


ภาพที่ 3.2 Block Diagram ของโหมดอัตโนมัติสำหรับฝายพับได้ 2 บาน

### 3.2.2 Manual mode

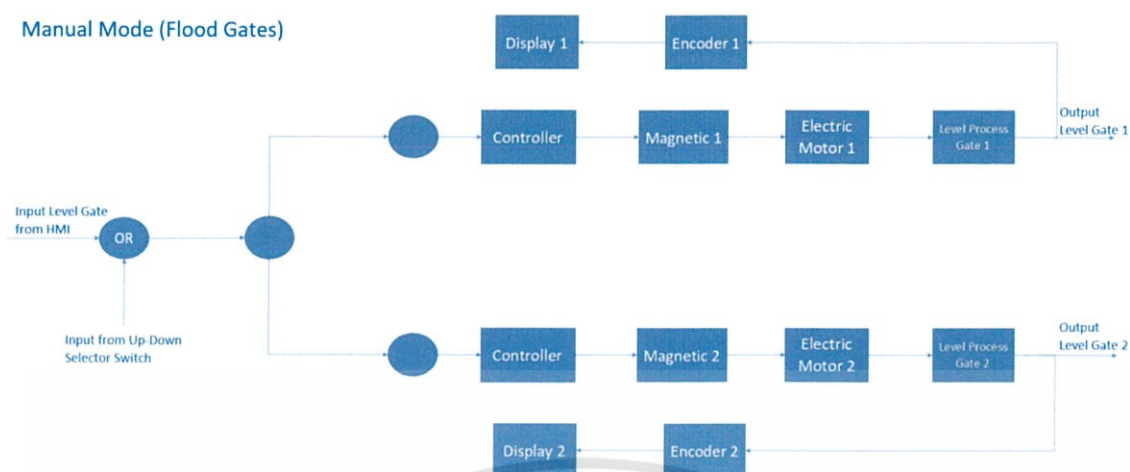
สำหรับโหมดควบคุมการเปิด-ปิดบานด้วยมือนั้น ผู้ใช้งานจะเป็นผู้ปฏิบัติงานจากอาคารควบคุม โดยผู้ใช้งานสามารถสั่งบานฝายพับหรือประตูระบายน้ำเปิด-ปิดตามระดับที่ผู้ใช้งานต้องการผ่านโต๊ะควบคุม (Control desk) หรือจะสั่งการผ่านหน้าจอ HMI ซึ่งสามารถระบุค่าระดับความสูงฝายพับหรือประตูระบายน้ำเป็นตัวเลขหน่วยมิลลิเมตรได้

### Manual Mode (Flap Gates)



ภาพที่ 3.3 Block Diagram ของโหมดควบคุมด้วยมือสำหรับฝายพับได้ 2 บาน

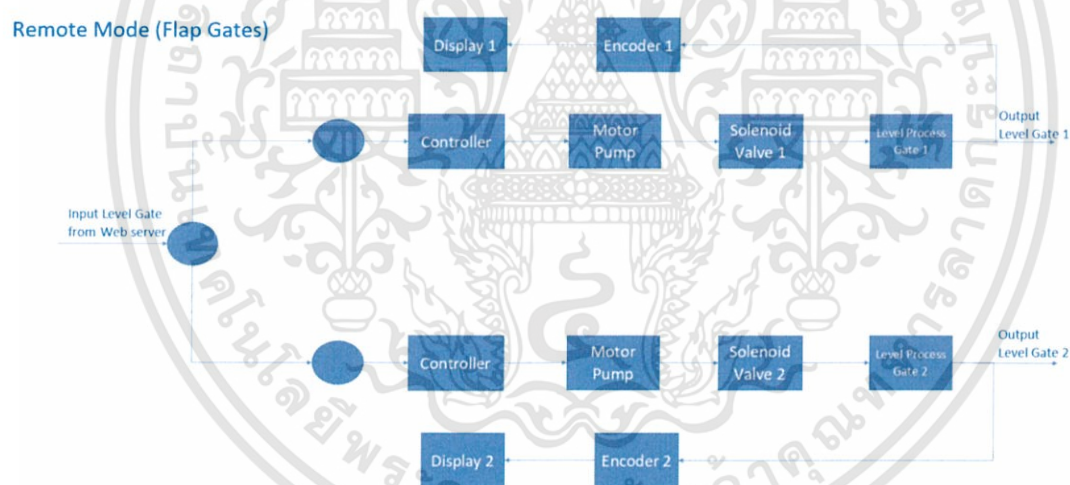
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 Block Diagram ของโหมดควบคุมด้วยมือสำหรับประตูระบายน้ำ 2 บาน

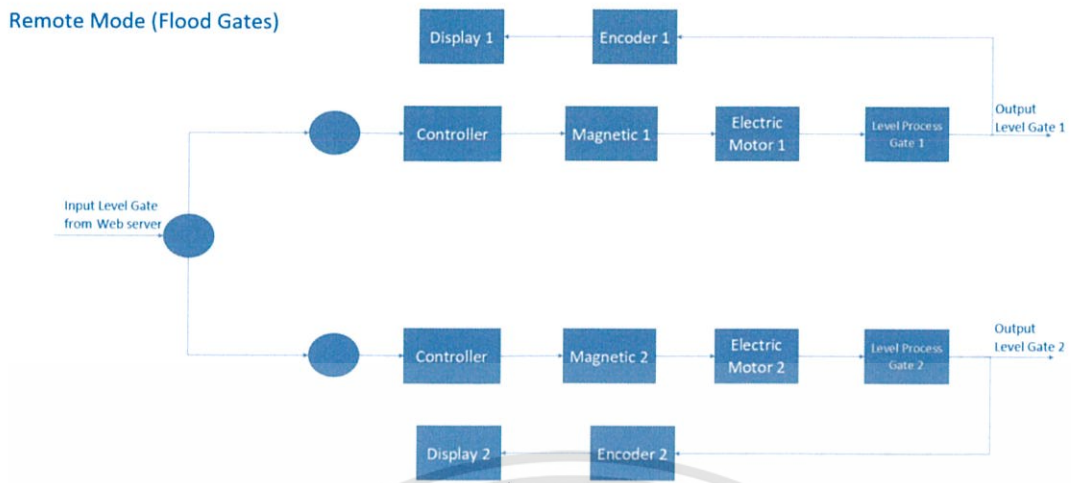
### 3.2.3 Remote mode

สำหรับโหมดการควบคุมระยะไกลจะเป็นการควบคุมผ่าน Web Server โดยสามารถควบคุมการเปิด-ปิดและระดับความสูงของฝายพับและประตูระบายน้ำได้เช่นเดียวกับโหมดอื่น ๆ



ภาพที่ 3.5 Block Diagram ของโหมดควบคุมระยะไกลสำหรับฝายพับได้ 2 บาน

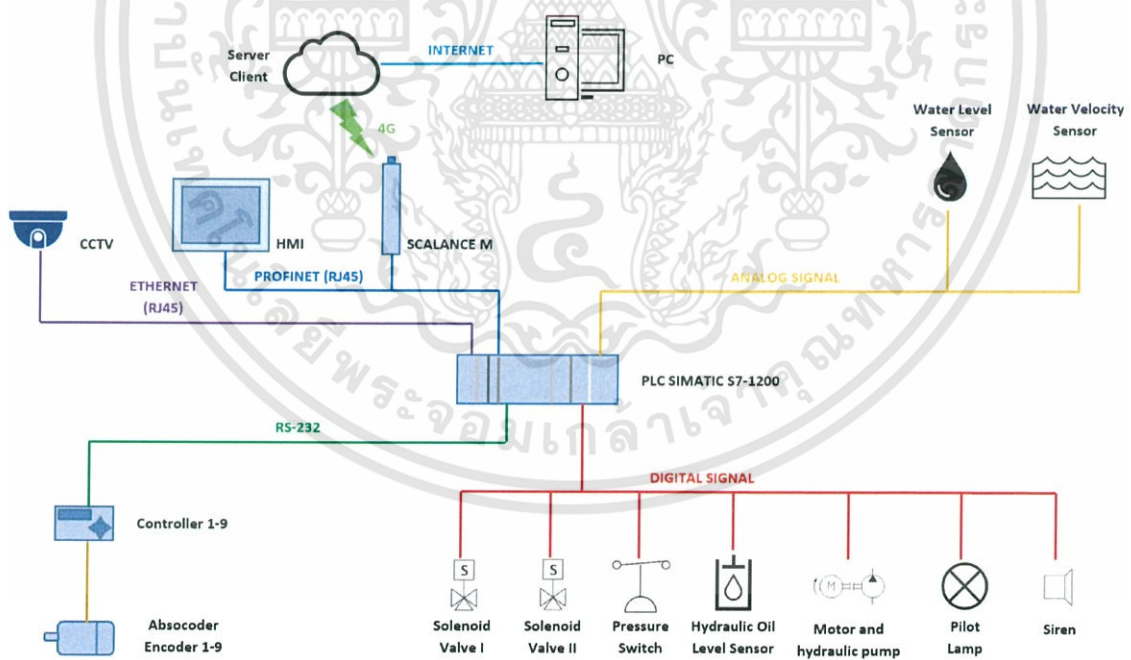
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 Block Diagram ของโหมดควบคุมระยะไกลสำหรับประตูระบายน้ำ 2 บาน

### 3.2.4 โครงสร้างของระบบควบคุมอัตโนมัติ

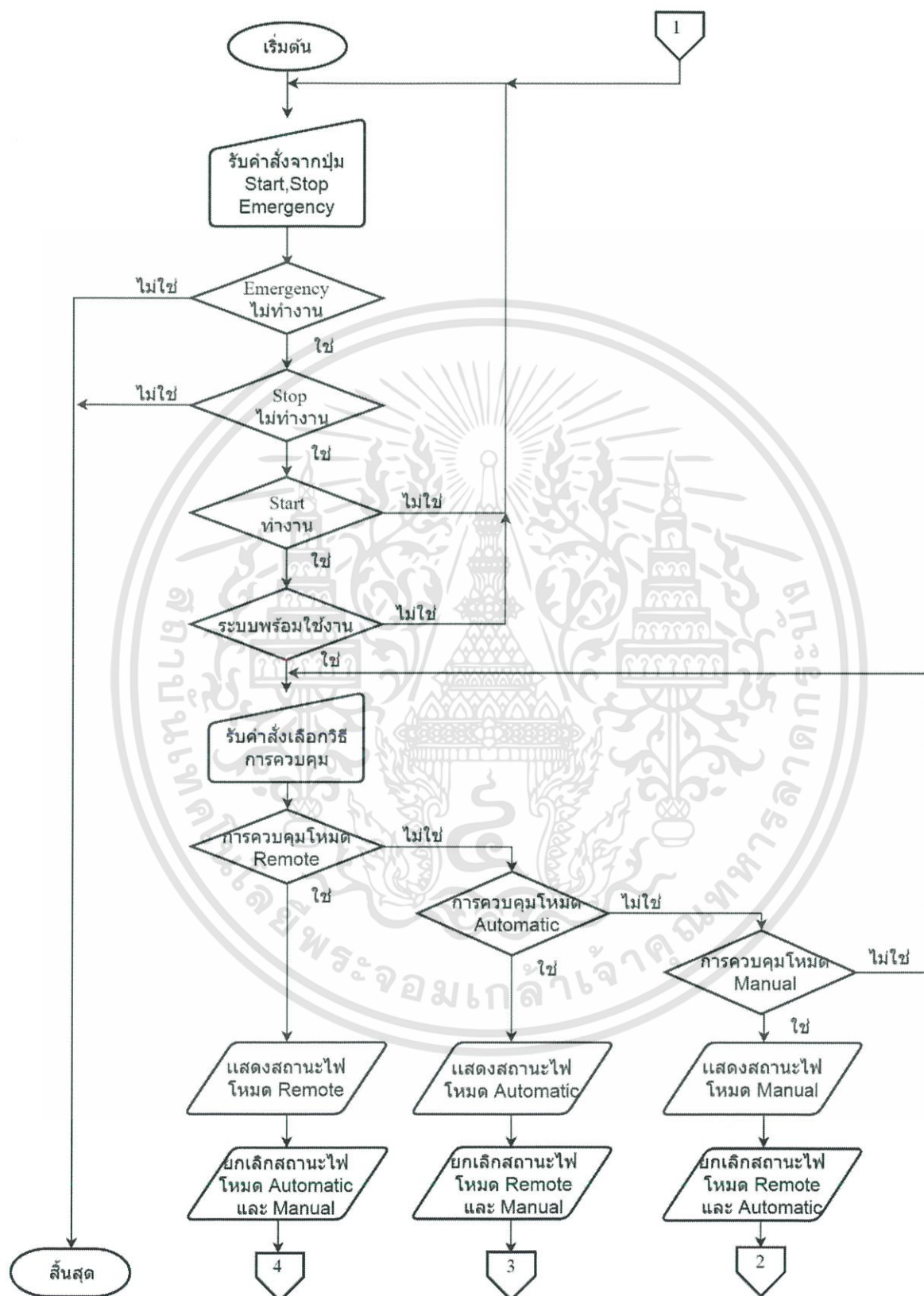
โครงสร้างโดยรวมแบบคร่าว ๆ ของระบบควบคุมฝายพับได้และประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติ (Automatic mode), แบบควบคุมด้วยมือ (Manual mode), และแบบควบคุมระยะไกล (Remote mode)



ภาพที่ 3.7 โครงสร้างการควบคุมของระบบควบคุมฝายพับได้และประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติ

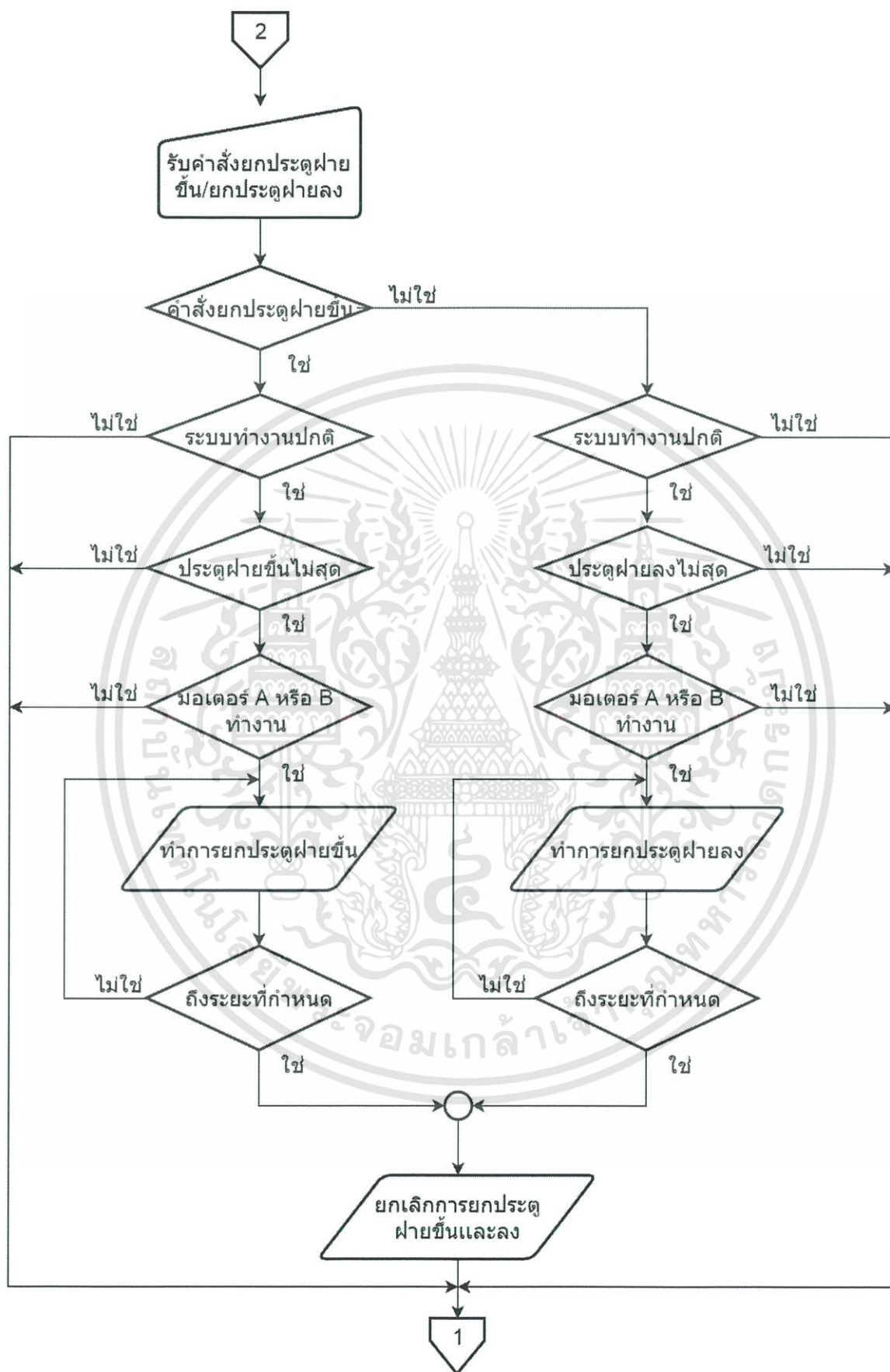
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2.5 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของแต่ละโหมดควบคุม



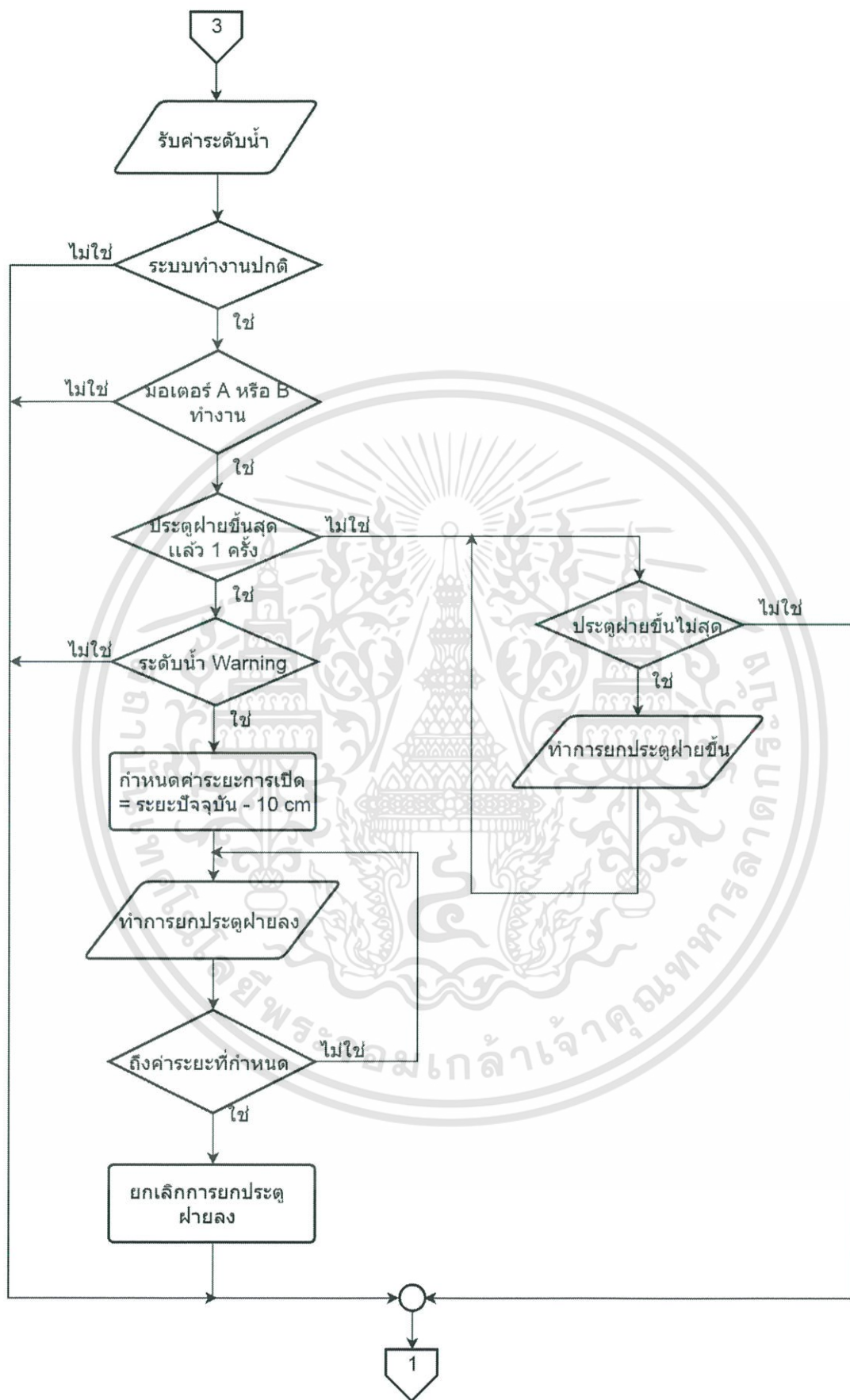
ภาพที่ 3.8 แผนผังแสดงขั้นตอนการเริ่มต้นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



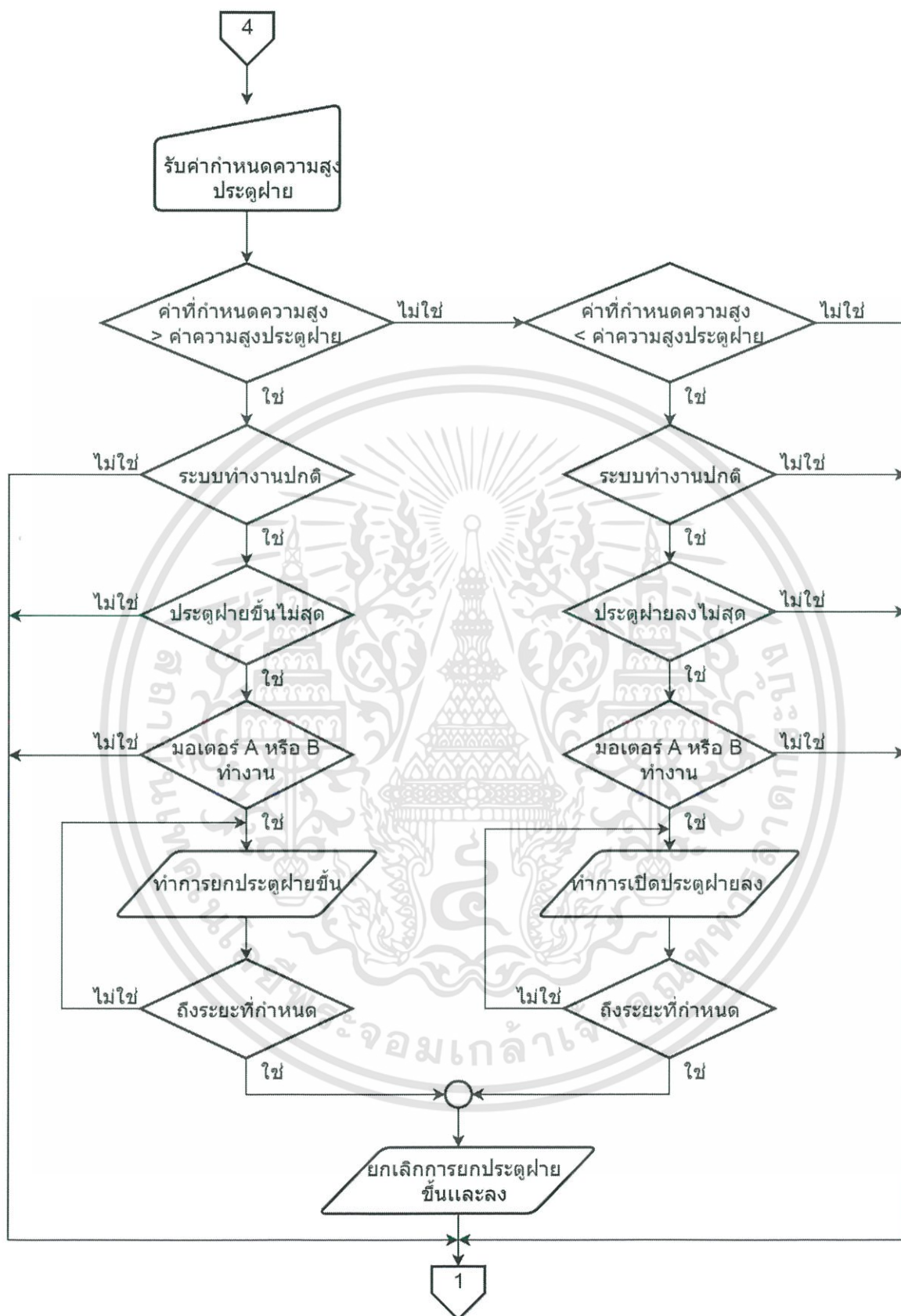
ภาพที่ 3.9 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Manual mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Automatic mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

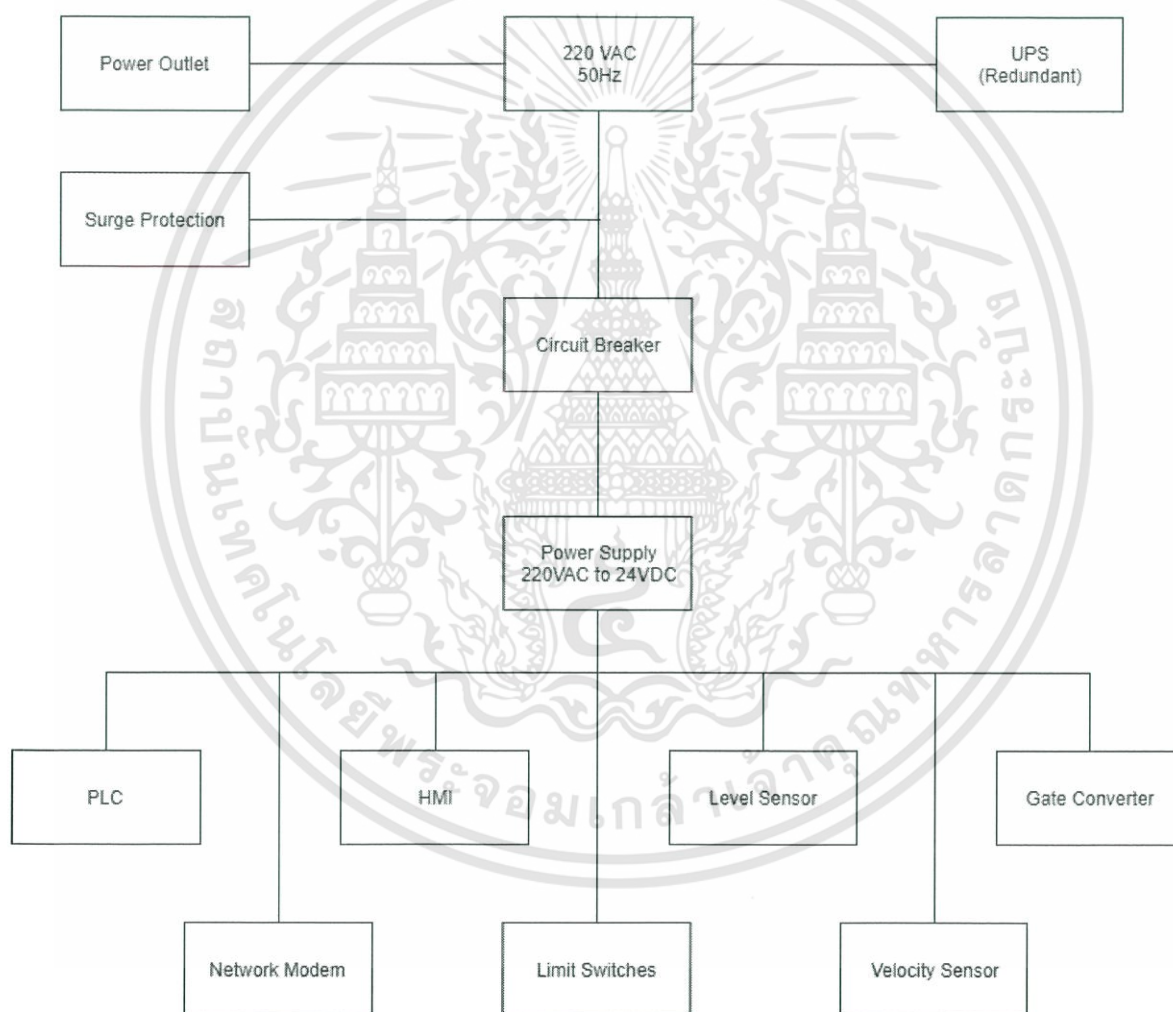


ภาพที่ 3.11 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Remote mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 แนวคิดการออกแบบโต๊ะควบคุม

โต๊ะควบคุม (Control desk) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานทุกอย่างของระบบควบคุมอัตโนมัติ เปรียบเสมือนเป็นหัวใจของระบบ การออกแบบโต๊ะควบคุมนั้นจะต้องรู้และเข้าใจการทำงานของระบบที่เราจะสั่งการ ก่อนที่จะเขียนแบบโต๊ะควบคุมนั้นจะต้องเขียนแนวคิดหลัก (Concept) ของโต๊ะควบคุมแบบที่ระบบต้องการก่อน โดยที่แนวคิดของเราจะนำโต๊ะควบคุมตั้งไว้ในอาคารควบคุมซึ่งมีระบบไฟฟ้าสำรอง (Redundant) สำหรับโต๊ะควบคุมโดยใช้ UPS สำหรับไฟฟ้าหลักที่เข้ามานั้นก็จะถูกป้องกันด้วยอุปกรณ์ Surge Protection และจะมี Power Supply เพื่อแปลงจาก 220 VAC เป็น 220VDC เพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังภาพ



ภาพที่ 3.12 แนวคิดหลัก (Concept) ของการออกแบบโต๊ะควบคุม (Control desk)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 จัดทำ BOM (Bills of Materials) ของโต๊ะควบคุม

เมื่อได้แนวคิดหลัก (Concept) แล้วต่อมาคือการเลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาประกอบกันเป็นโต๊ะควบคุม โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับรุ่นอื่น, ประสิทธิภาพ, ความทนทาน หรือ ราคา เป็นต้น

ตารางที่ 3.1 BOM List

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
1	Miniature Circuit Breaker 2 Pole 16A	S202M-C16	ABB	1
2	Surge Protection 280 V/40 kA	VPU II 1+1	Weidmüller	1
3	Power Supply 600W ACIN 115V - 264V 24V 25A	PLA 600F-24	Cosel	1
4	Main PLC SIMATIC S7-1200, CPU1215C, DC/DC/Relay	6ES7215-1HG40- 0XB0	Siemens	1
5	Sub PLC SIMATIC S7-1200, CPU1211C, DC/DC/Relay	6ES7211-1HE40- 0XB0	Siemens	2
6	Digital Input SIMATIC S7-1200, Digital input SM1221, 16DI	6ES7221-1BH32- 0XB0	Siemens	2
7	Digital Output SIMATIC S7-1200, Digital output SM1222, 16DO	6ES7222-1HH32- 0XB0	Siemens	3
8	Analog Output, SIMATIC S7-1200, Analog input, SM1231, 4AI	6ES7231-4HD32- 0XB0	Siemens	1
9	Digital Input (Signal Board), SIMATIC S7-1200, Digital input SB1221, 4DI	6ES7221-3BD30- 0XB0	Siemens	1
10	Ethernet Switch, SCALANCE XB008, 10/100 Mbits/s, RJ45 sockets	6GK5008-0BA00- 1AB2	Siemens	1
11	3G Router, SCALANCE M874-3	6GK5874-3AA00- 2AA2	Siemens	1
12	4G Antenna, ANT794-4MR	6NH9860-1AA00	Siemens	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
13	HMI 12", SIMATIC HMI KTP1200 Basic	6AV2123-2MB03-0AX0	Siemens	1
14	RS232 Module, SIMATIC S7-1200, Communication module CM1241	6ES7241-1AH32-0XB0	Siemens	1
15	DRM Relay, 2CO changeover contact AC/DC coil	DRM720024L	Weidmüller	28
16	Dome Camera, 2MP 30X Network IR PTZ	DS-2DE7230IW-AE	HIKVISION	2
17	Illuminate Pushbutton (White)	82-6152.1154	EAO	2
18	Illuminate Pushbutton (Red)	82-6152.1114	EAO	1
19	Illuminate Pushbutton (Green)	82-6152.1134	EAO	1
20	Illuminate Pushbutton (Blue)	82-6152.1124	EAO	1
21	Pushbutton 22 mm stainless-steel	82-6152.2000	EAO	1
22	Indicator 22 mm stainless- steel (Green)	82-6152.0134	EAO	12
23	Indicator 22 mm stainless-steel (Red)	82-6152.0114	EAO	14
24	Buzzer	14-810.002	EAO	1
25	Selector Switch 3 Position Maintain	61-4610.0	EAO	9
26	Gate Converter	GCW-10F5-GS-D-1	NSD	9

### 3.5 กำหนด Input/Output List เพื่อนำไปใช้กับ PLC

เนื่องจากการใช้ PLC เป็นตัวประมวลผลของระบบ ดังนั้นจึงต้องกำหนด Input และ Output ให้กับ PLC เพื่อนำไปควบคุมระบบการทำงานของฝ่ายพับและประตูระบายน้ำ โดยที่

### ตารางที่ 3.2 Input/Output List

หมายเหตุ : WP = ประตูห้องส่งน้ำ, FP = ฝายพับได้, FD = ประตูระบายน้ำ (ปตร.), FW = ประตูปลาโจน

Input/Output List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
1	Start System	ปุ่มเริ่มต้นระบบ	Boolean	I0.0	•			
2	Stop System	ปุ่มสิ้นสุดระบบ	Boolean	I0.1	•			
3	Emergency	ปุ่มหยุดระบบฉุกเฉิน	Boolean	I0.2	•			
4	Remote Mode	ปุ่มเข้าโหมดควบคุมระยะไกล	Boolean	I0.3	•			
5	Manual Mode	ปุ่มเข้าโหมดควบคุมด้วยมือ	Boolean	I0.4	•			
6	Auto Mode	ปุ่มเข้าโหมดอัตโนมัติ	Boolean	I0.5	•			
7	Reset Warning	ปุ่มรีเซ็ตสัญญาณเตือน	Boolean	I0.6	•			
8	Door WP 1 UP	ปุ่มสั่งประตูห้องส่งน้ำ 1 ขึ้น	Boolean	I0.7	•			
9	Door WP 1 DN	ปุ่มสั่งประตูห้องส่งน้ำ 1 ลง	Boolean	I1.0	•			
10	Door WP 2 UP	ปุ่มสั่งประตูห้องส่งน้ำ 2 ขึ้น	Boolean	I1.1	•			
11	Door WP 2 DN	ปุ่มสั่งประตูห้องส่งน้ำ 2 ลง	Boolean	I1.2	•			
12	Door FP 1 UP	ปุ่มสั่งฝายพับ 1 ขึ้น	Boolean	I1.3	•			
13	Door FP 1 DN	ปุ่มสั่งฝายพับ 1 ลง	Boolean	I1.4	•			
14	Door FP 2 UP	ปุ่มสั่งฝายพับ 2 ขึ้น	Boolean	I1.5	•			
15	Door FP 2 DN	ปุ่มสั่งฝายพับ 2 ลง	Boolean	I2.0	•			
16	Door FD 1 UP	ปุ่มสั่งปตร. 1 ขึ้น	Boolean	I2.1	•			
17	Door FD 1 DN	ปุ่มสั่งปตร. 1 ลง	Boolean	I2.2	•			
18	Door FD 2 UP	ปุ่มสั่งปตร. 2 ขึ้น	Boolean	I2.3	•			
19	Door FD 2 DN	ปุ่มสั่งปตร. 2 ลง	Boolean	I2.4	•			
20	Door FW 1 UP	ปุ่มสั่งประตูปลาโจน 1 ขึ้น	Boolean	I2.5	•			
21	Door FW 1 DN	ปุ่มสั่งประตูปลาโจน 1 ลง	Boolean	I2.6	•			
22	Door FW 2 UP	ปุ่มสั่งประตูปลาโจน 2 ขึ้น	Boolean	I2.7	•			
23	Door FW 2 DN	ปุ่มสั่งประตูปลาโจน 2 ลง	Boolean	I3.0	•			
24	Door FW 3 UP	ปุ่มสั่งประตูปลาโจน 3 ขึ้น	Boolean	I3.1	•			
25	Door FW 3 DN	ปุ่มสั่งประตูปลาโจน 3 ลง	Boolean	I3.2	•			
26	Limit SW FW 1	ลิมิตสวิตช์ประตูปลาโจน 1	Boolean	I3.3	•			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Input/Output List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
27	Limit SW FW 2	ลิมิตสวิตช์ประตูปลาโจน 2	Boolean	I3.4	•			
28	Limit SW FW 3	ลิมิตสวิตช์ประตูปลาโจน 3	Boolean	I3.5	•			
29	Spare	อินพุตสำรอง	Boolean	I3.6	•			
30	Overload WP 1	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ท่อน้ำ 1	Boolean	I3.7	•			
31	Overload WP 2	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ท่อน้ำ 2	Boolean	I4.0	•			
32	Limit SW WP 1	ลิมิตสวิตช์ประตูท่อน้ำ 1	Boolean	I4.1	•			
33	Limit SW WP 2	ลิมิตสวิตช์ประตูท่อน้ำ 2	Boolean	I4.2	•			
34	Overload FP 1	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ฝ้ายพับ 1	Boolean	I4.3	•			
35	Overload FP 2	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ฝ้ายพับ 2	Boolean	I4.4	•			
36	Overload FD 1	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ปตร. 1	Boolean	I4.5	•			
37	Overload FD 2	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ปตร. 2	Boolean	I4.6	•			
38	Overload FW 1	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ประตูปลาโจน 1	Boolean	I4.7	•			
39	Overload FW 2	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ประตูปลาโจน 2	Boolean	I5.0	•			
40	Overload FW 3	โอเวอร์โหลดมอเตอร์ประตูปลาโจน 3	Boolean	I5.1	•			
41	Pressure Switch	สถานะแรงดันชุดต้นกำลัง	Boolean	I5.2	•			
42	Hydraulic Oil Sensor Low	สถานะระดับน้ำมันไฮดรอลิกในถังต่ำ	Boolean	I5.3	•			
43	Hydraulic Oil Sensor High	สถานะระดับน้ำมันไฮดรอลิกในถังสูง	Boolean	I5.4	•			
44	Phase Protect	สถานะไฟ 3 เฟสตรอป	Boolean	I5.5	•			
45	System Stop	ไฟสถานะระบบหยุดทำงาน	Boolean	Q0.0		•		
46	Remote Lamp	ไฟสถานะควบคุมระยะไกล	Boolean	Q0.1		•		
47	Manual Lamp	ไฟสถานะควบคุมด้วยมือ	Boolean	Q0.2		•		
48	Auto Lamp	ไฟสถานะควบคุมอัตโนมัติ	Boolean	Q0.3		•		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Input/Output List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
49	Normal System Lamp	ไฟสถานะระบบปกติ	Boolean	Q0.4		•		
50	Normal Level Lamp	ไฟแสดงสถานะระดับน้ำปกติ	Boolean	Q0.5		•		
51	Normal Pressure Lamp	ไฟแสดงสถานะระดับแรงดันปกติ	Boolean	Q0.6		•		
52	Warning System Lamp	ไฟเตือนสถานะไม่ปกติ	Boolean	Q0.7		•		
53	Warning Level Lamp	ไฟเตือนสถานะระดับน้ำไม่ปกติ	Boolean	Q1.0		•		
54	Warning Pressure Lamp	ไฟเตือนสถานะระดับแรงดันไม่ปกติ	Boolean	Q1.1		•		
55	Motor A Lamp	สถานะมอเตอร์ A ทำงาน	Boolean	Q2.0		•		
56	Motor B Lamp	สถานะมอเตอร์ B ทำงาน	Boolean	Q2.1		•		
57	Highest WP 1	ตำแหน่งประตูท่อน้ำ 1 สูงสุด	Boolean	Q2.2		•		
58	Lowest WP 1	ตำแหน่งประตูท่อน้ำ 1 ต่ำสุด	Boolean	Q2.3		•		
59	Highest WP 2	ตำแหน่งประตูท่อน้ำ 2 สูงสุด	Boolean	Q2.4		•		
60	Lowest WP 2	ตำแหน่งประตูท่อน้ำ 2 ต่ำสุด	Boolean	Q2.5		•		
61	Highest FP 1	ตำแหน่งฟลายพับ 1 สูงสุด	Boolean	Q2.6		•		
62	Lowest FP 1	ตำแหน่งฟลายพับ 1 ต่ำสุด	Boolean	Q2.7		•		
63	Highest FP 2	ตำแหน่งฟลายพับ 2 สูงสุด	Boolean	Q3.0		•		
64	Lowest FP 2	ตำแหน่งฟลายพับ 2 ต่ำสุด	Boolean	Q3.1		•		
65	Highest FD 1	ตำแหน่งปตร. 1 สูงสุด	Boolean	Q3.2		•		
66	Lowest FD 1	ตำแหน่งปตร. 1 ต่ำสุด	Boolean	Q3.3		•		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยนาให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Input/Output List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
67	Highest FD 2	ตำแหน่งปตร. 2 สูงสุด	Boolean	Q3.4		•		
68	Lowest FD 2	ตำแหน่งปตร. 2 ต่ำสุด	Boolean	Q3.5		•		
69	Highest FW 1	ตำแหน่งประตูปลาโจน 1 สูงสุด	Boolean	Q3.6		•		
70	Lowest FW 1	ตำแหน่งประตูปลาโจน 1 ต่ำสุด	Boolean	Q3.7		•		
71	Highest FW 2	ตำแหน่งประตูปลาโจน 2 สูงสุด	Boolean	Q4.0		•		
72	Lowest FW 2	ตำแหน่งประตูปลาโจน 2 ต่ำสุด	Boolean	Q4.1		•		
73	Highest FW 3	ตำแหน่งประตูปลาโจน 3 สูงสุด	Boolean	Q4.2		•		
74	Lowest FW 3	ตำแหน่งประตูปลาโจน 3 ต่ำสุด	Boolean	Q4.3		•		
75	Door WP 1 Up Work	สถานะประตูห้องส่งน้ำ 1 กำลังขึ้น	Boolean	Q4.4		•		
76	Door WP 1 Down Work	สถานะประตูห้องส่งน้ำ 1 กำลังลง	Boolean	Q4.5		•		
77	Door WP 2 Up Work	สถานะประตูห้องส่งน้ำ 2 กำลังขึ้น	Boolean	Q4.6		•		
78	Door WP 2 Down Work	สถานะประตูห้องส่งน้ำ 2 กำลังลง	Boolean	Q4.7		•		
79	Door FP 1 Up Work	สถานะฝายพับ 1 กำลังขึ้น	Boolean	Q5.0		•		
80	Door FP 1 Down Work	สถานะฝายพับ 1 กำลังลง	Boolean	Q5.1		•		
81	Door FP 2 Up Work	สถานะฝายพับ 2 กำลังขึ้น	Boolean	Q5.2		•		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Input/Output List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
82	Door FP 2 Down Work	สถานะฝายพับ 2 กำลังลง	Boolean	Q5.3		•		
83	Door FD 1 Up Work	สถานะปตร. 1 กำลังขึ้น	Boolean	Q5.4		•		
84	Door FD 1 Down Work	สถานะปตร. 1 กำลังลง	Boolean	Q5.5		•		
85	Door FD 2 Up Work	สถานะปตร. 2 กำลังขึ้น	Boolean	Q5.6		•		
86	Door FD 2 Down Work	สถานะปตร. 2 กำลังลง	Boolean	Q5.7		•		
87	Door FW 1 Up Work	สถานะประตูปลาโจน 1 กำลังขึ้น	Boolean	Q6.0		•		
88	Door FW 1 Down Work	สถานะประตูปลาโจน 1 กำลังลง	Boolean	Q6.1		•		
89	Door FW 2 Up Work	สถานะประตูปลาโจน 2 กำลังขึ้น	Boolean	Q6.2		•		
90	Door FW 2 Down Work	สถานะประตูปลาโจน 2 กำลังลง	Boolean	Q6.3		•		
91	Door FW 3 Up Work	สถานะประตูปลาโจน 3 กำลังขึ้น	Boolean	Q6.4		•		
92	Door FW 3 Down Work	สถานะประตูปลาโจน 3 กำลังลง	Boolean	Q6.5		•		
93	Run Motor A	สถานะมอเตอร์ A กำลังทำงาน	Boolean	Q6.6		•		
94	Run Motor B	สถานะมอเตอร์ B กำลังทำงาน	Boolean	Q6.7		•		
95	Buzzer WP	สัญญาณเตือนประตูท่อบ่งน้ำ	Boolean	Q7.0		•		
96	Buzzer FP	สัญญาณเตือนฝายพับ	Boolean	Q7.1		•		
97	Buzzer FD	สัญญาณเตือนปตร.	Boolean	Q7.2		•		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Input/Output List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
98	Buzzer FW	สัญญาณเตือนประตูปลาโจน	Boolean	Q7.3		•		
99	Green State	สถานะไฟสีเขียว	Boolean	Q7.4		•		
100	Yellow State	สถานะไฟสีเหลือง	Boolean	Q7.5		•		
101	Red State	สถานะไฟสีแดง	Boolean	Q7.6		•		
102	Siren	เสียงหวอสัญญาณทำงาน	Boolean	Q7.7		•		
103	System Work	สถานะระบบกำลังทำงาน	Boolean	Q8.0		•		
104	Data Sensor Upstream	ค่าจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำ	Int	IW194			•	
105	Velocity	ค่าจากเซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำ	Real	ID414			•	

## 3.5.1 Tag Name

Tag Name คือชื่อที่กำหนดขึ้นเองสำหรับข้อมูลของสัญญาณต่าง ๆ

## 3.5.2 Description

Description คือข้อมูลที่อธิบายรายละเอียดการทำงานของ Tag Name

## 3.5.3 Data Type

Data Type คือประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณ ในที่นี้ใช้ทั้งหมด 3 แบบดังนี้

1. Boolean เป็นประเภทของข้อมูลที่เก็บค่า True และ False (0,1) Digital Input Module (DI) และ Digital Output Module (DO)
2. Int เป็นประเภทของข้อมูลที่เก็บค่าจำนวนเต็มที่ไม่มืทศนิยมและเครื่องหมายต่าง ๆ ตั้งแต่ -32768 ถึง +32767 โดยจะใช้กับ Analog Input Module (AI) และ Analog Output Module (AO)
3. Real เป็นประเภทของข้อมูลที่เก็บค่าจำนวนเต็มที่สามารถมีทศนิยมหรือเครื่องหมายต่าง ๆ ได้ โดยจะใช้กับ Analog Input Module (AI) และ Analog Output Module (AO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.4 PLC Address

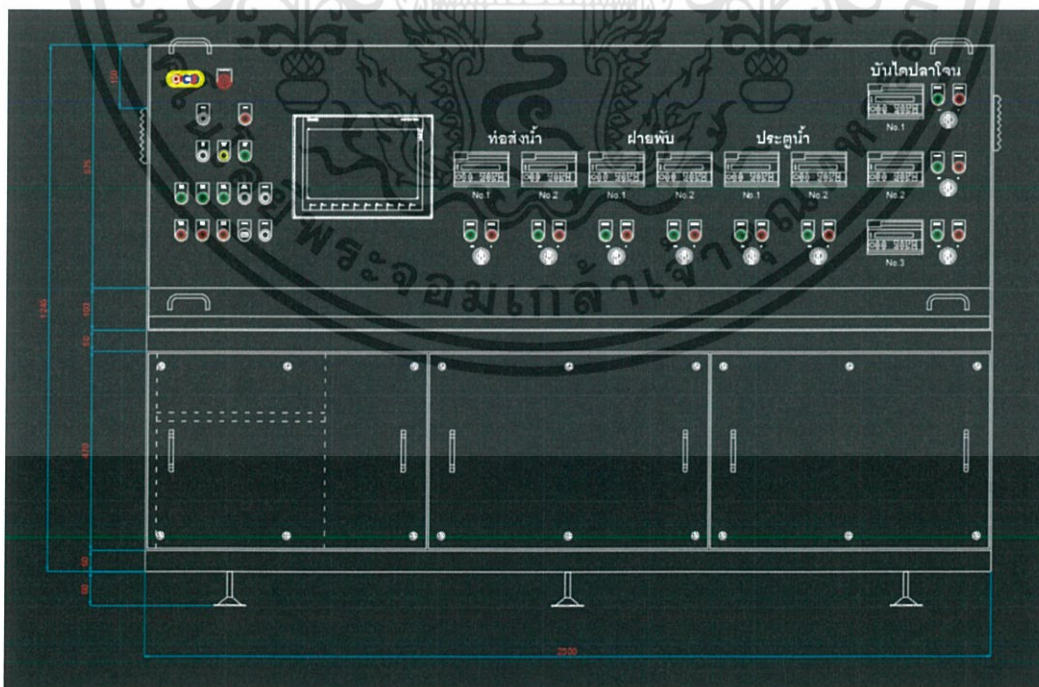
คือข้อมูลที่ใช้กำหนดสัญญาณใน I/O Module มีการใช้อยู่ 2 รูปแบบคือ

1. Digital สัญญาณรูปแบบ Digital จะใช้ 1 Bit ต่อ 1 สัญญาณ โดยที่ Digital Module ที่ได้เลือกใช้งานนั้นจะมีช่องสำหรับ Input/Output 16 ช่องหรือก็คือ 2 Bytes (16 Bits) รูปแบบการกำหนด Address จะเป็น IX.Y (Input) และ QX.Y (Output) โดยที่ X คือจำนวนเต็มใด ๆ ส่วน Y เป็นจำนวนเต็มบวกที่กำหนดได้แค่ 0-7 ตัวอย่างการกำหนด Address เช่น IO.5, I4.1, Q2.7 เป็นต้น

2. Analog สัญญาณรูปแบบ Analog จะใช้ 1 Word (2 Bytes) ต่อ 1 สัญญาณ โดยที่ Analog Module ที่ได้เลือกใช้งานนั้นจะมีช่องสำหรับ Input/Output 4 ช่องหรือก็คือ 4 Word (8 Bytes) รูปแบบการกำหนด Address จะเป็น IWX (Input) และ QWX (Output) โดยที่ X คือจำนวนเต็มใด ๆ สามารถกำหนดตัวเลขห่างกันได้ทีละ 2 Bytes ตัวอย่างการกำหนด Address เช่น IW2, IW4 เป็นต้น

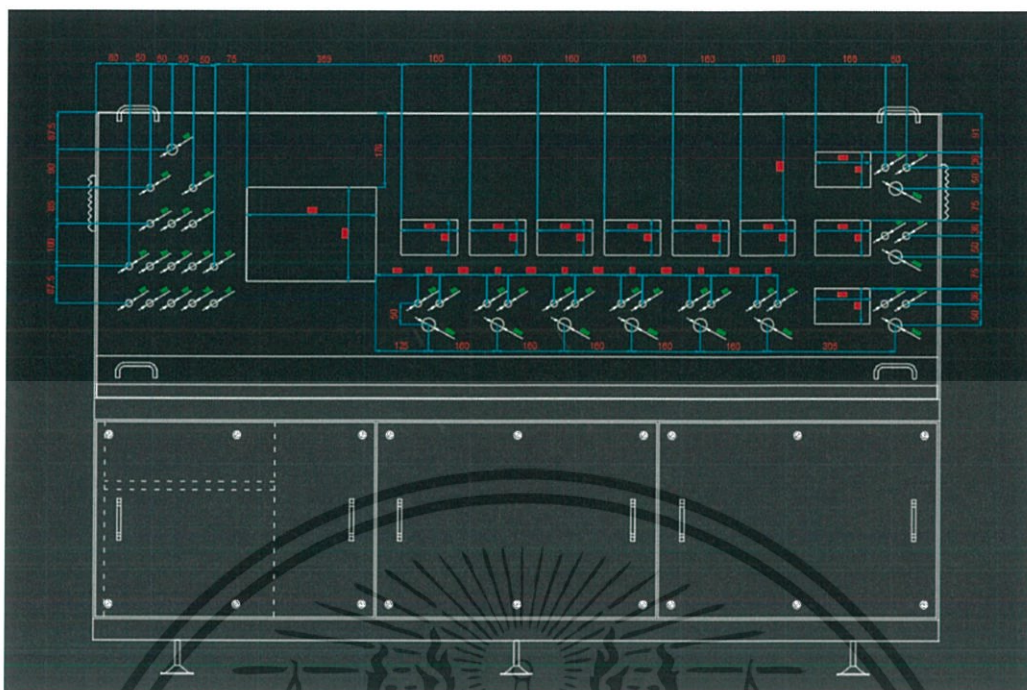
### 3.6 เขียนแบบโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้า

การออกแบบโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้าจะถูกเขียนโดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2018 วิธีการเขียนแบบนั้นจะนำแบบของโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้าของงานที่สำเร็จไปแล้วของ บริษัท ออโต-เมชั่นคอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด มาทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เหมาะกับโครงงานนี้ยิ่งขึ้น โดยที่ขนาดของโต๊ะและอุปกรณ์ภายในทั้งหมดจะต้องเปลี่ยนเพื่อให้ตรงเงื่อนไขที่ต้องการ

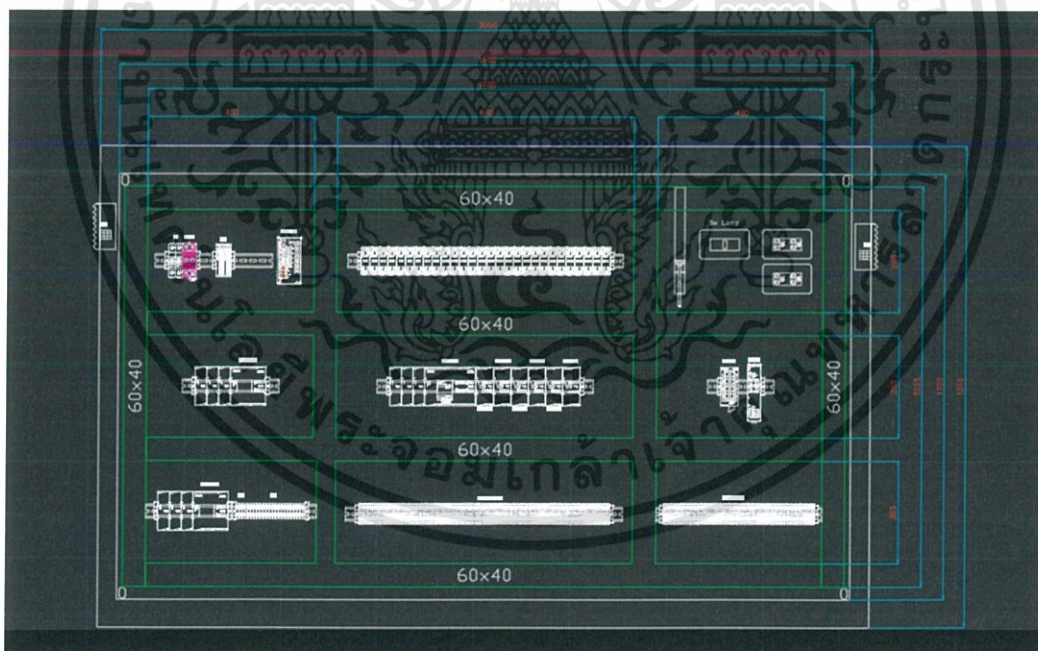


ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างแบบโต๊ะควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

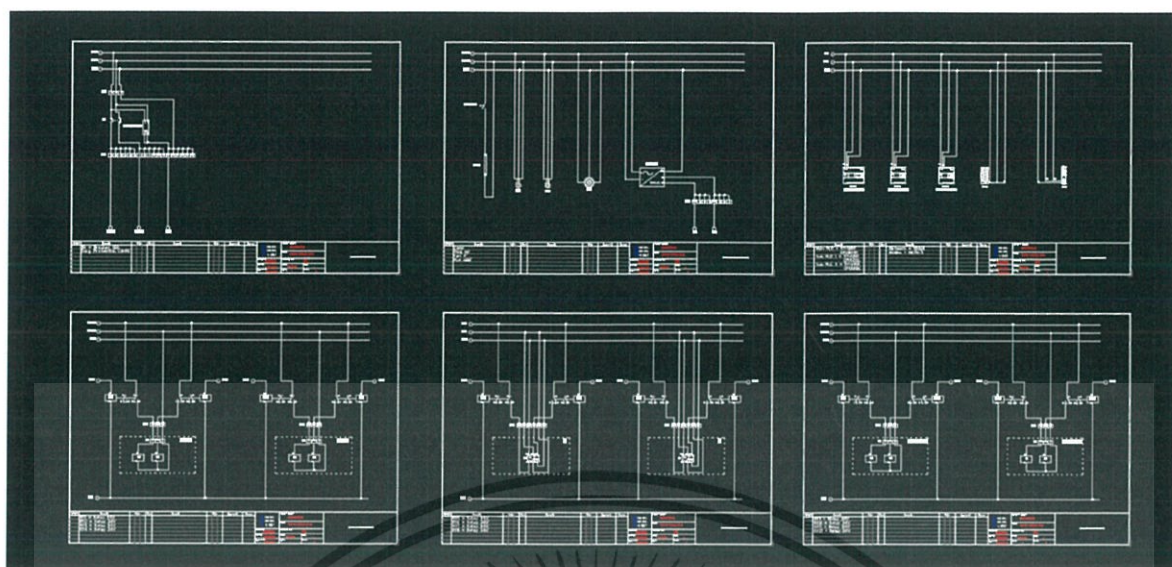


ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างแบบรูเจาะอุปกรณ์ของโต๊ะควบคุม



ภาพที่ 3.15 ตัวอย่างแบบแผงอุปกรณ์ภายในโต๊ะควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างแบบทางไฟฟ้าของโต๊ะควบคุม

### 3.7 เขียนโปรแกรมควบคุมระบบ

การเขียนโปรแกรมควบคุมนั้นจะใช้โปรแกรม TIA Portal V14 และ Adobe Dreamweaver สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักดังนี้

1. ส่วนโปรแกรม (Programming)
2. ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI)
3. ส่วนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)



ภาพที่ 3.17 ไอคอนของโปรแกรม TIA Portal V14



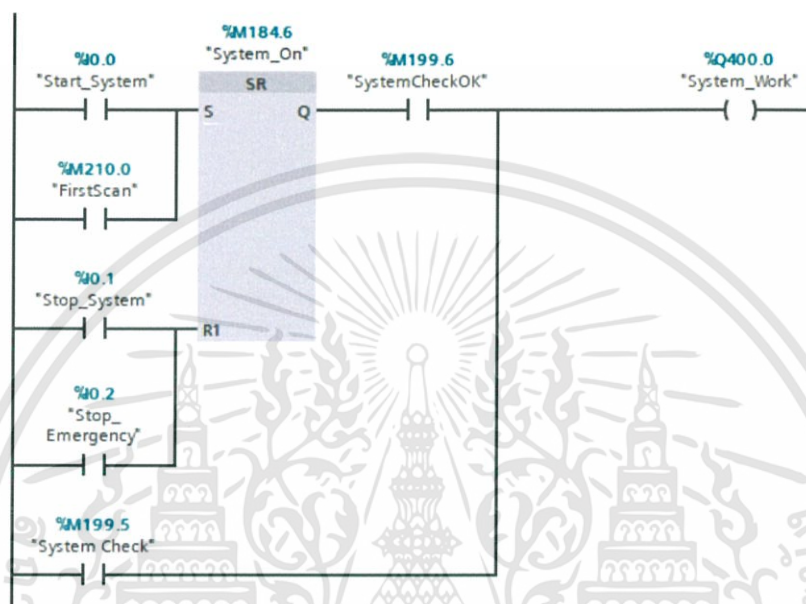
ภาพที่ 3.18 ไอคอนของโปรแกรม Adobe Dreamweaver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7.1 ส่วนโปรแกรม (Programming)

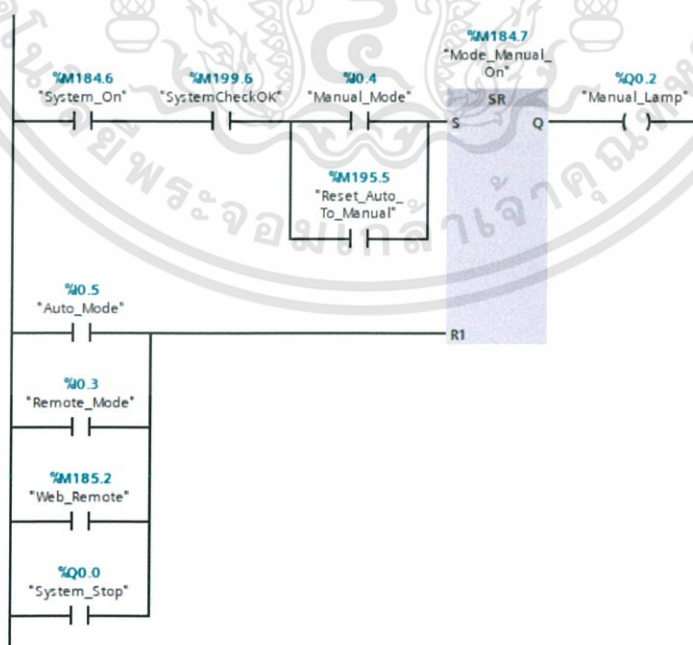
ในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม TIA Portal V14 เขียนโปรแกรมขึ้นมาเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทุกอย่างในระบบโดยใช้ภาษา Ladder diagram ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมบางส่วน

#### 1. Start System



ภาพที่ 3.19 Ladder ของ Start System

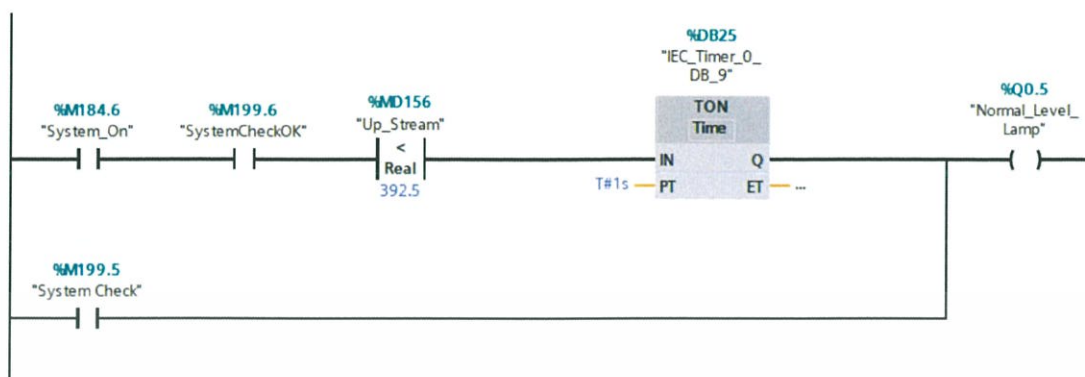
#### 2. Select Mode (Manual)



ภาพที่ 3.20 Ladder ของ Select Mode (Manual)

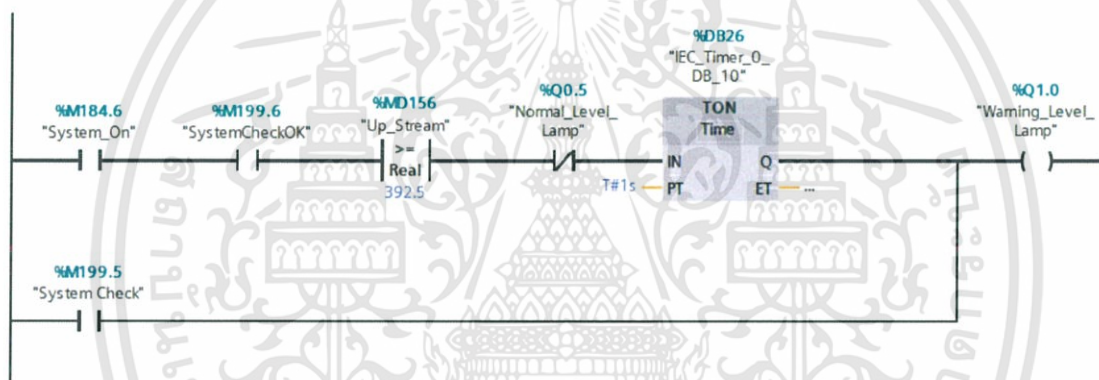
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3. Normal Water Level



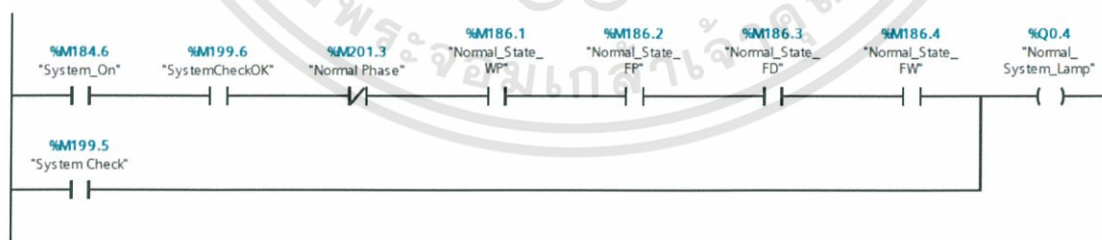
ภาพที่ 3.21 Ladder ของ Normal Water Level

## 4. Warning Water Level



ภาพที่ 3.22 Ladder ของ Warning Water Level

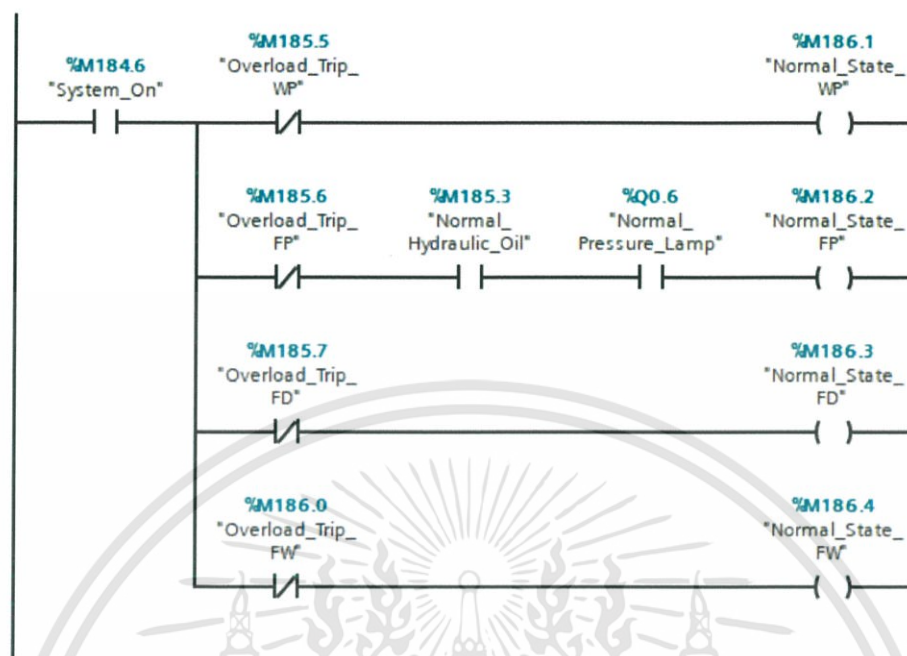
## 5. Normal System Lamp



ภาพที่ 3.23 Ladder ของ Normal System Lamp

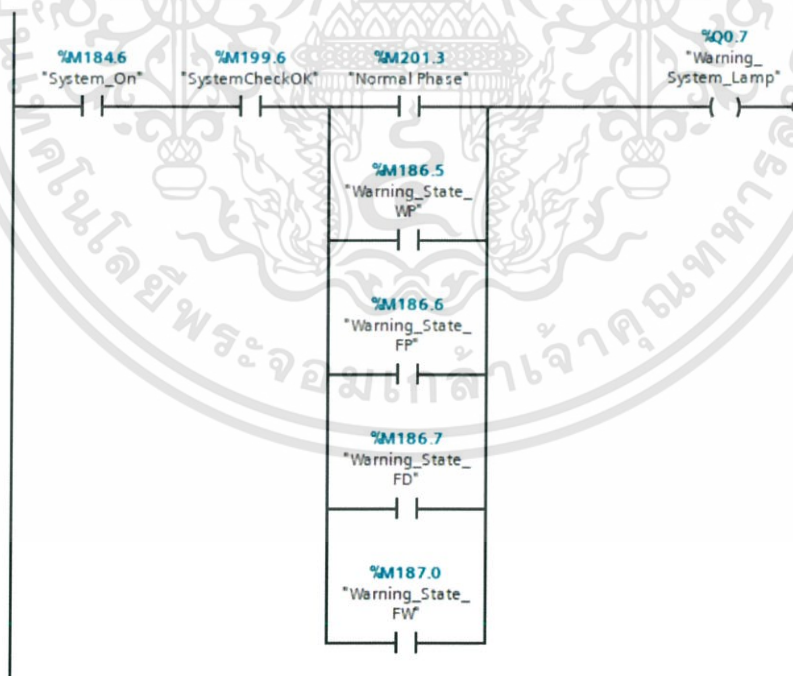
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. Normal State



ภาพที่ 3.24 Ladder ของ Normal State

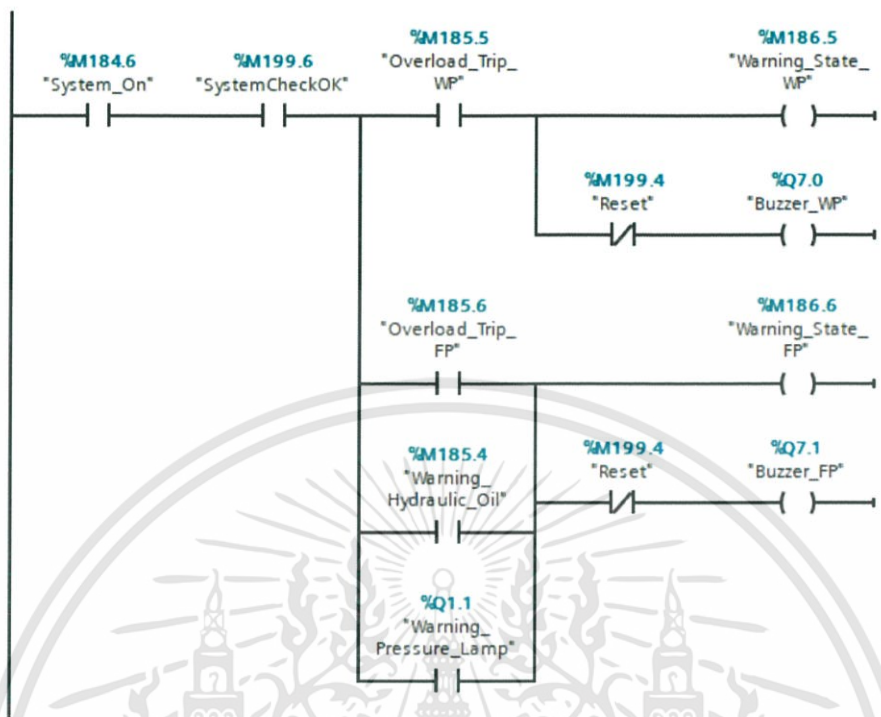
## 7. Warning System Lamp



ภาพที่ 3.25 Ladder ของ Warning System Lamp

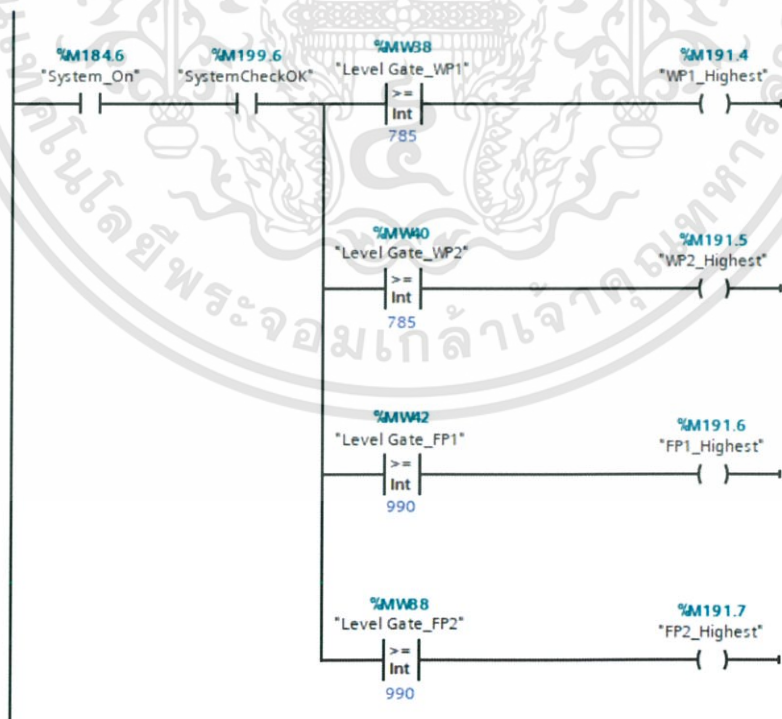
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Warning State



ภาพที่ 3.26 Ladder ของ Warning State

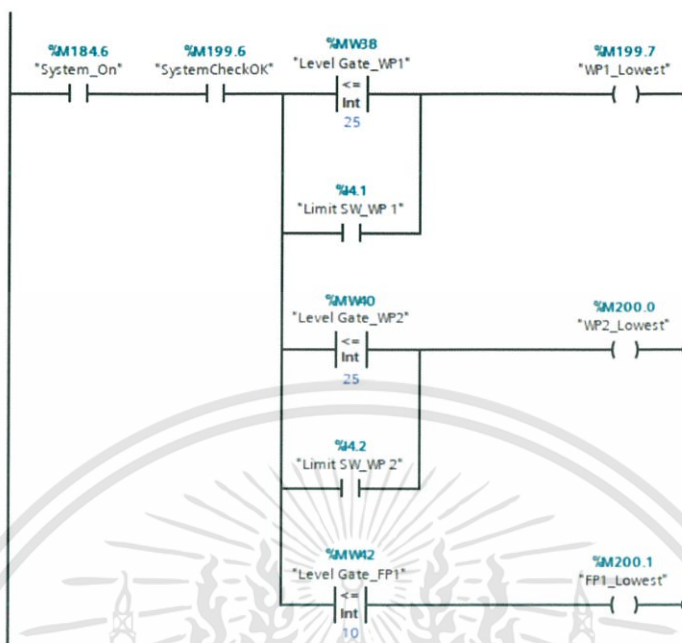
9. Highest State (WP, FP)



ภาพที่ 3.27 Ladder ของ Highest State (WP, FP)

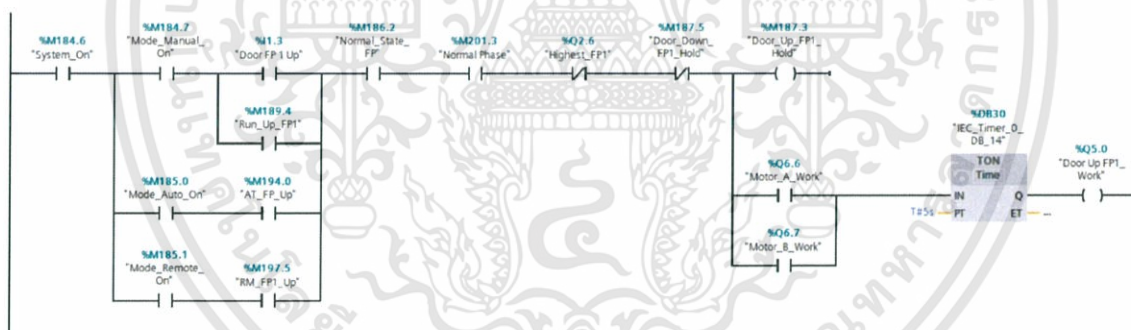
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. Lowest State (WP, FP1)



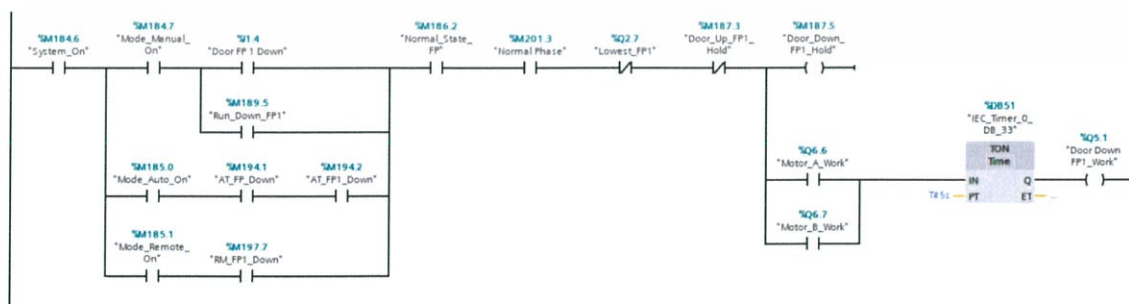
ภาพที่ 3.28 Ladder ของ Lowest State (WP, FP1)

11. Flap Gate 1 Up



ภาพที่ 3.29 Ladder ของ Flap Gate 1 Up

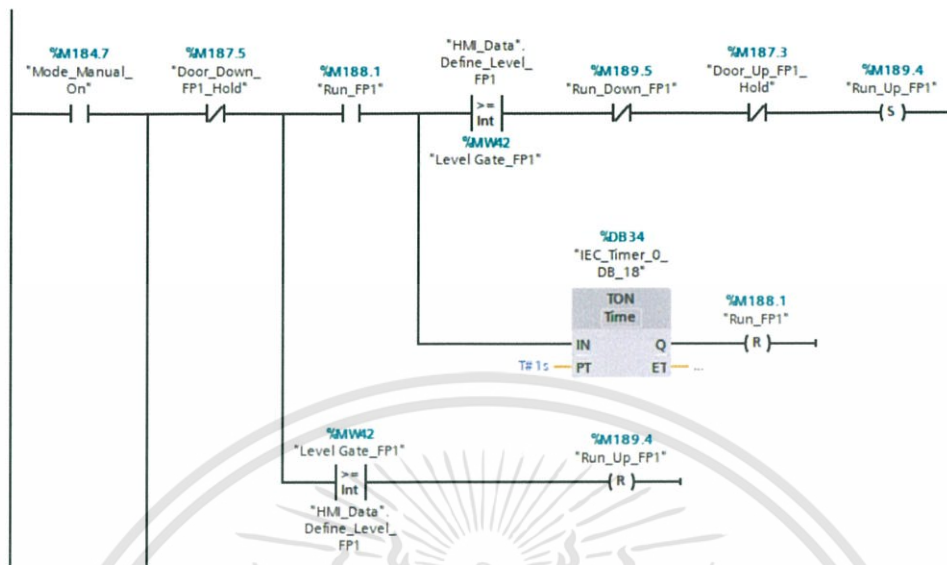
12. Flap Gate 1 Down



ภาพที่ 3.30 Ladder ของ Flap Gate 1 Down

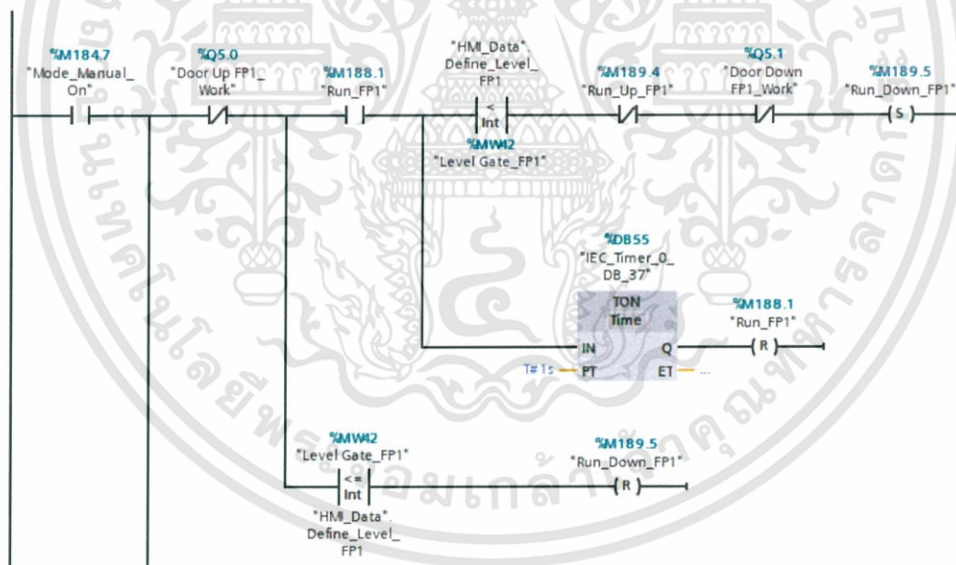
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 13. HMI Flap Gate 1 Up



ภาพที่ 3.31 Ladder ของ HMI Flap Gate 1 Up

## 14. HMI Flap Gate 1 Down



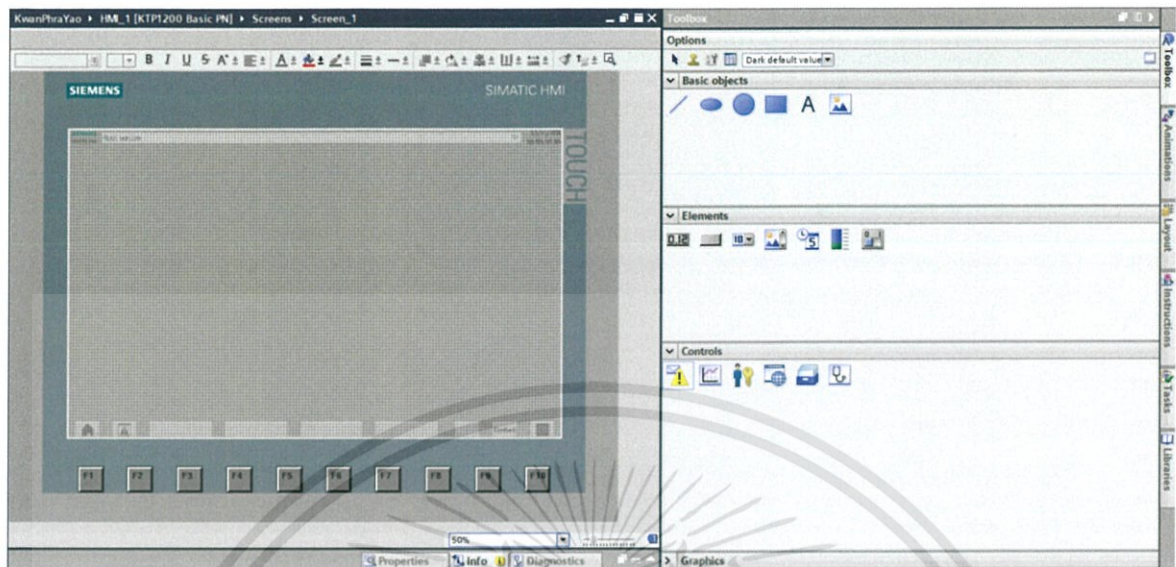
ภาพที่ 3.32 Ladder ของ HMI Flap Gate 1 Down

## 3.7.2 ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI)

ภายใน TIA Portal V14 นั้นมีส่วนที่สามารถใช้สร้างโปรแกรมของหน้าจอ HMI โดยใช้กราฟิกที่มีลากลงมาที่หน้าจอที่ TIA Portal V14 นั้นจำลองให้เหมือนกับรุ่นของ HMI ที่เราใช้งานคือ รุ่น “SIMATIC HMI KTP1200 BASIC” ได้เลย จากนั้นสามารถตั้งค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เราสร้างไว้ใน Data Block มาใช้งานร่วมกับกราฟิกที่ได้สร้างขึ้นมา จากขั้นตอนข้างต้นทำให้ได้ผลลัพธ์ดังภาพ

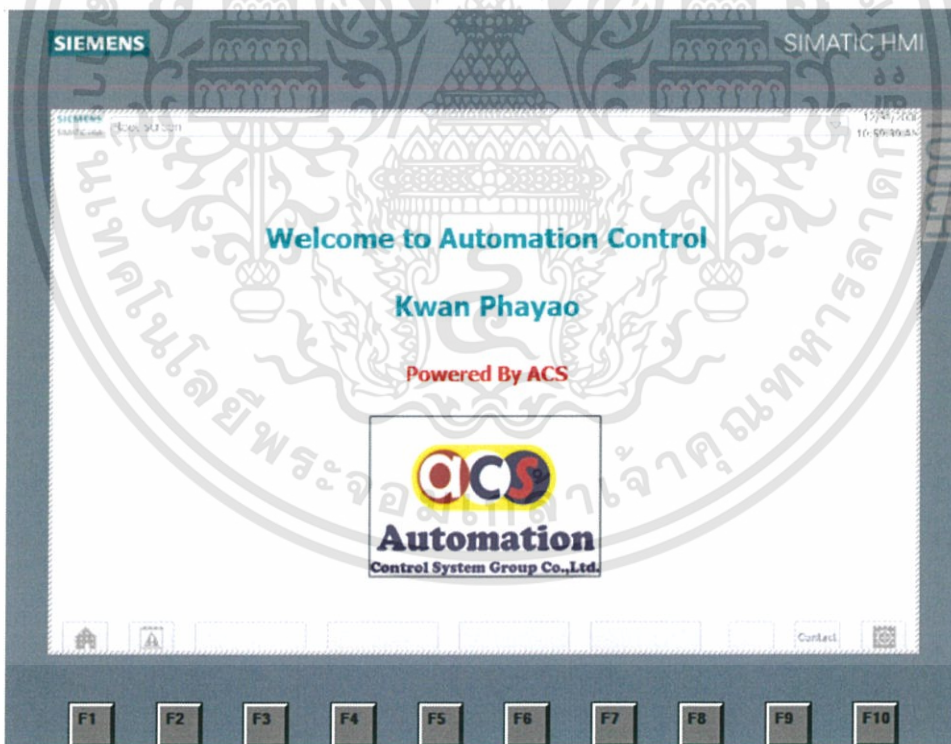
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. หน้าจอ HMI เสมือนและ Tool ต่าง ๆ ที่มีให้



ภาพที่ 3.33 หน้าจอ HMI เสมือนและ Tools ต่าง ๆ

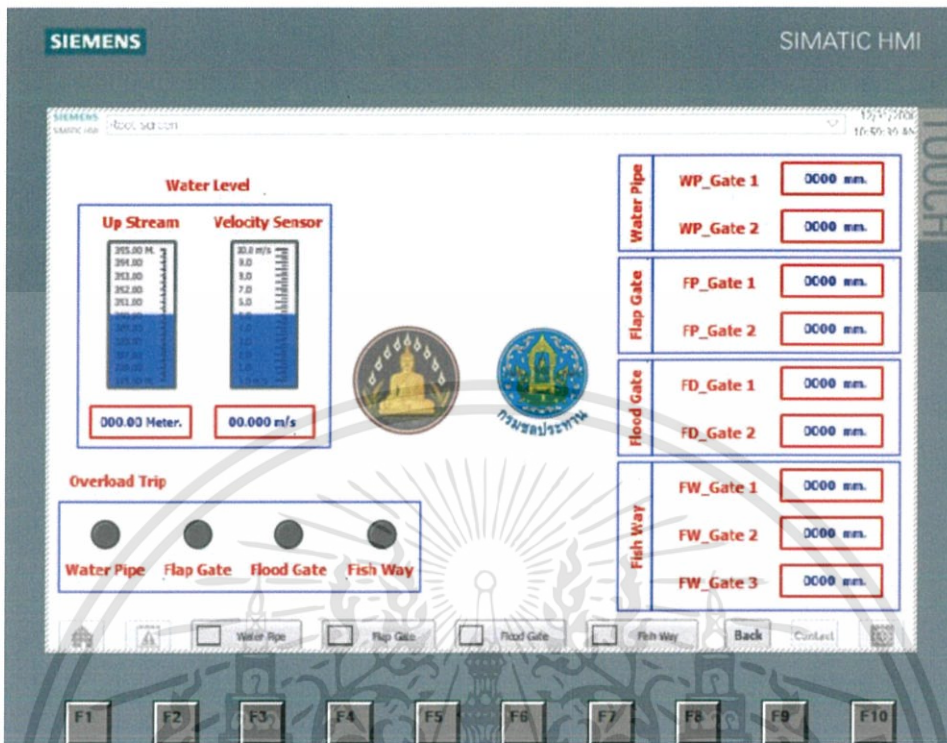
## 2. Main Screen



ภาพที่ 3.34 HMI หน้า Main Screen

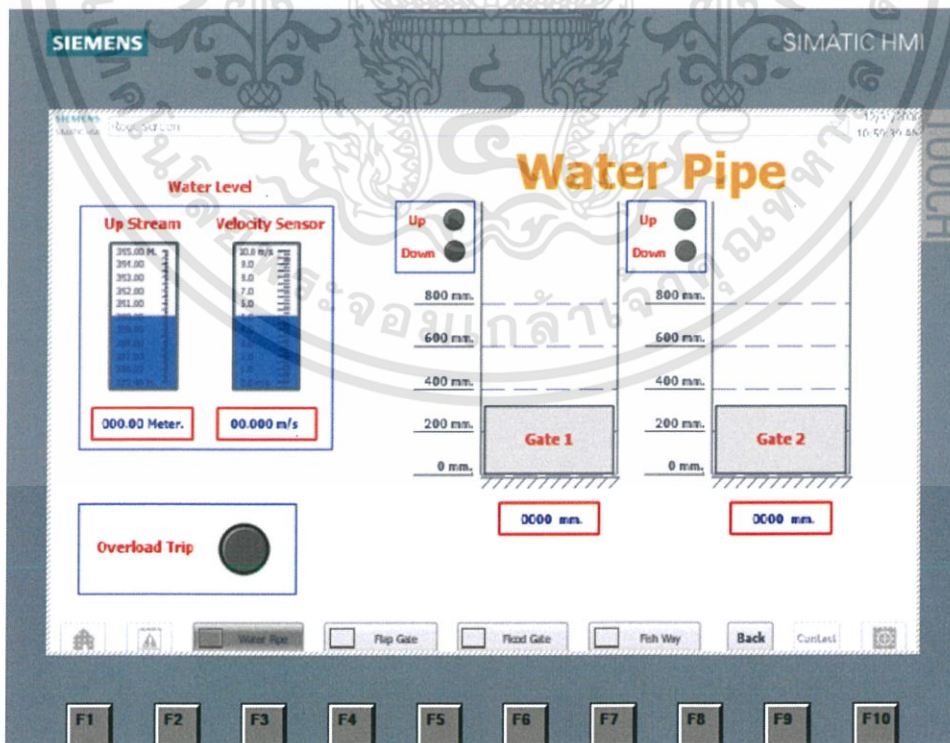
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3. Index Screen



ภาพที่ 3.35 HMI หน้า Index Screen

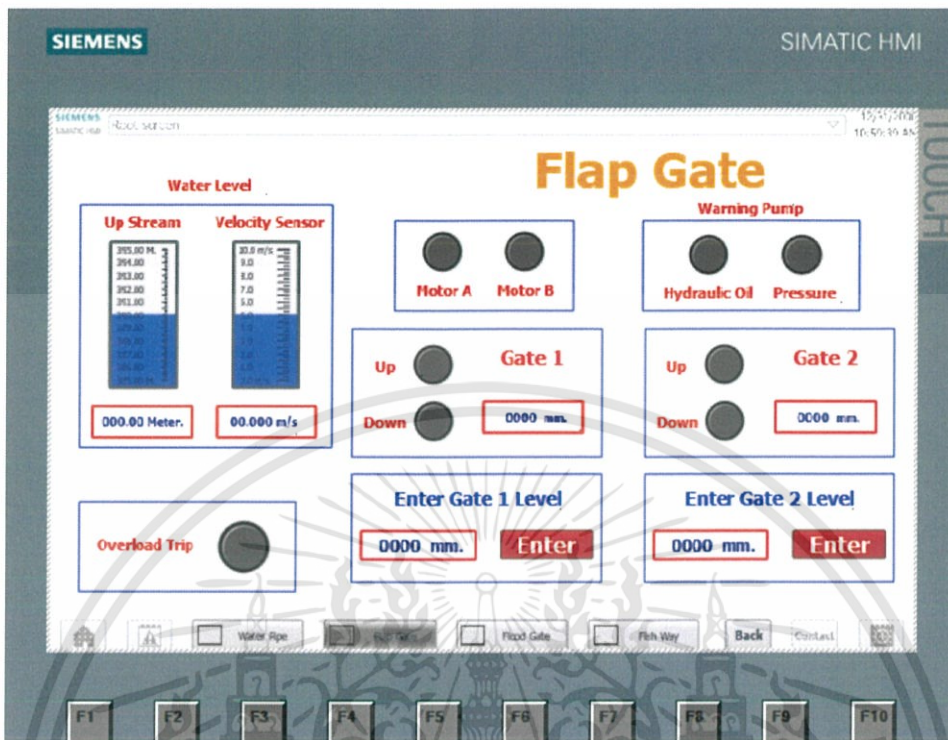
## 4. Water Pipe Control Screen



ภาพที่ 3.36 HMI หน้า Water Pipe Control

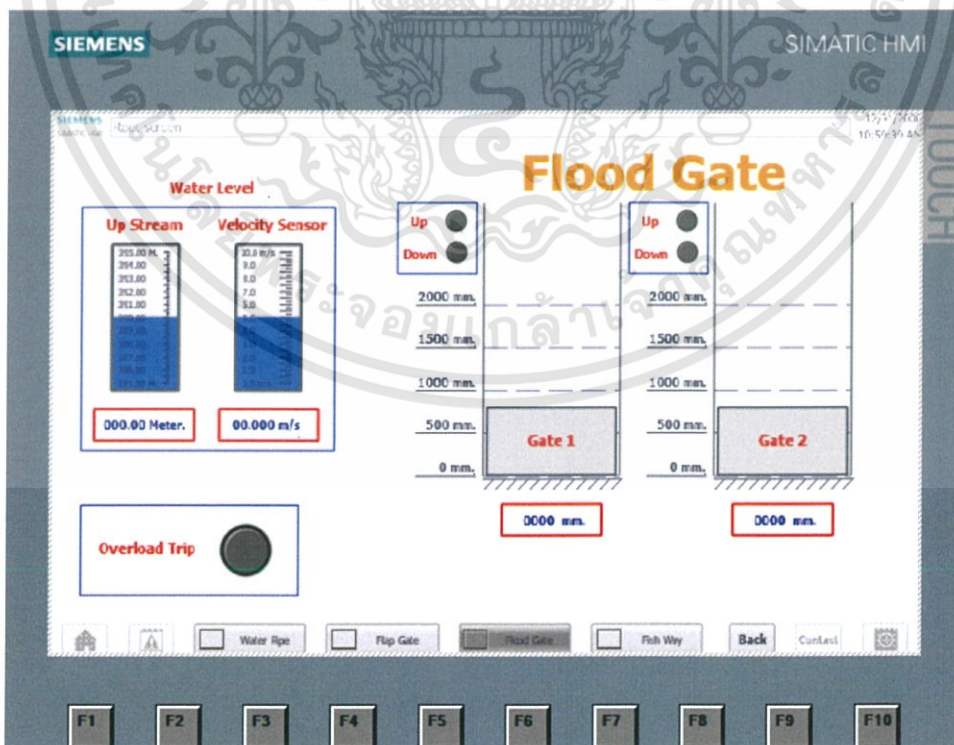
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Flap Gate Control Screen



ภาพที่ 3.37 HMI หน้า Flap Gate Control

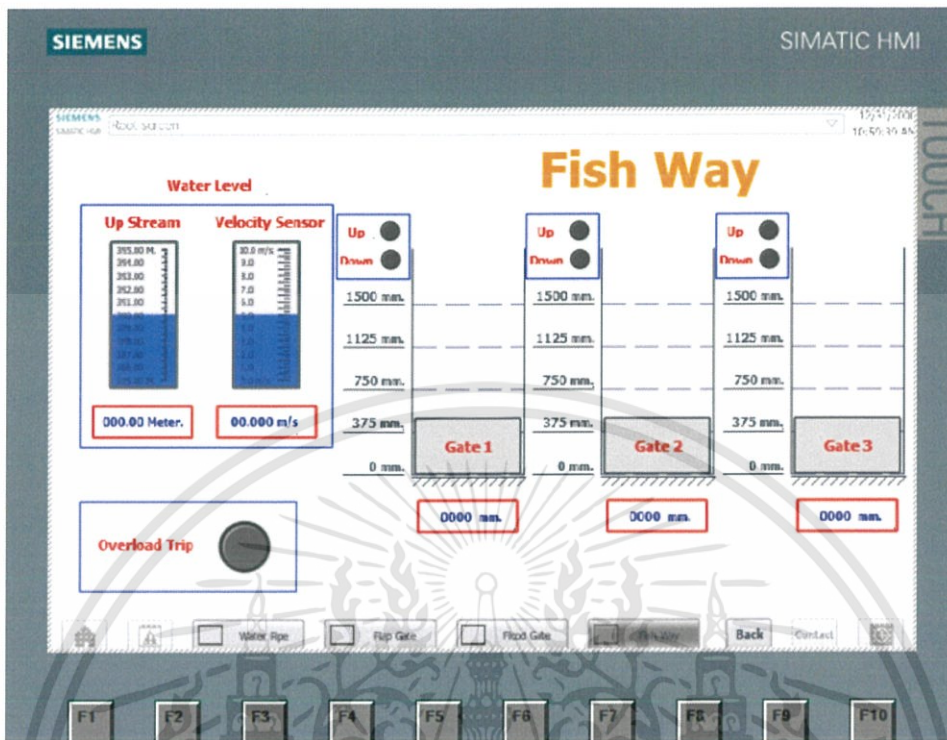
6. Flood Gate Control Screen



ภาพที่ 3.38 HMI หน้า Flood Gate Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. Fish Way Control Screen



ภาพที่ 3.39 HMI หน้า Fish Way Control

## 8. Contact Screen



ภาพที่ 3.40 HMI หน้า Contact

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

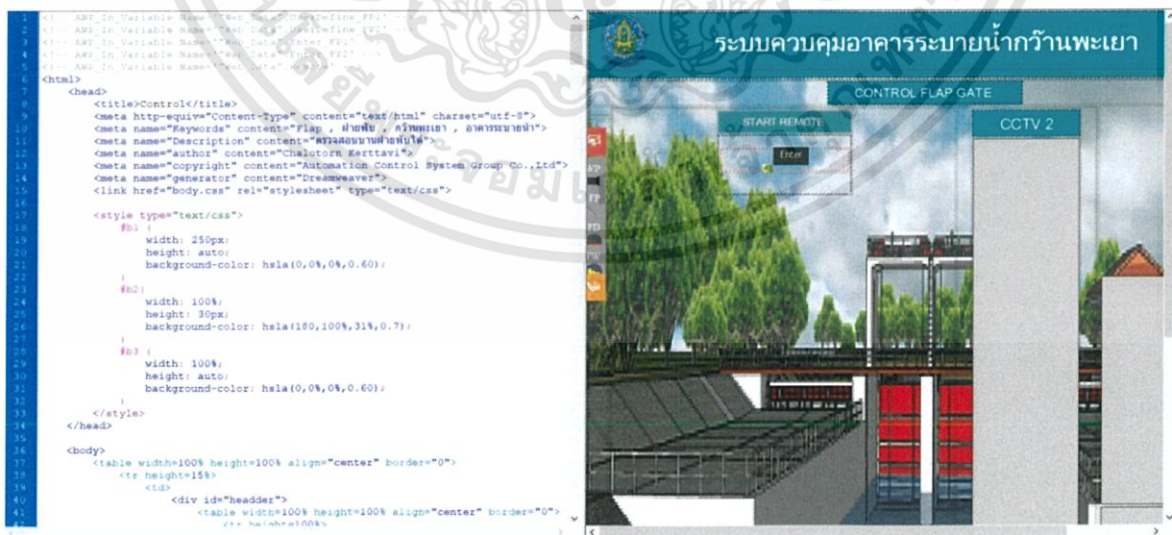
HMI_Data									
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Whita...	Visible in ...	Setpoint	Comment	
1	Static								
2	Level_WP1	Int	0						
3	Level_WP2	Int	0						
4	Level_FP1	Int	0						
5	Level_FP2	Int	0						
6	Level_FD1	Int	0						
7	Level_FD2	Int	0						
8	Level_FW1	Int	0						
9	Level_FW2	Int	0						
10	Level_FW3	Int	0						
11	Up_Stream	Real	0.0						
12	Velocity	Real	0.0						
13	Enter_WP1	Bool	false						
14	Enter_WP2	Bool	false						
15	Enter_FP1	Bool	false						
16	Enter_FP2	Bool	false						
17	Enter_FD1	Bool	false						
18	Enter_FD2	Bool	false						
19	Enter_FW1	Bool	false						
20	Enter_FW2	Bool	false						
21	Enter_FW3	Bool	false						
22	Define_Level_WP1	Int	0						
23	Define_Level_WP2	Int	0						
24	Define_Level_FP1	Int	0						
25	Define_Level_FP2	Int	0						
26	Define_Level_FD1	Int	0						
27	Define_Level_FD2	Int	0						
28	Define_Level_FW1	Int	0						
29	Define_Level_FW2	Int	0						
30	Define_Level_FW3	Int	0						

ภาพที่ 3.41 Data Block ของหน้าจอ HMI

### 3.7.3 ส่วนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

ในส่วนของหน้าเว็บนั้นจะต้องสามารถแสดงค่าตัวแปรต่าง ๆ ให้ครบทุกตัวแปรและทำงานได้เหมือนกับโต๊ะควบคุมทุกอย่าง เช่น สั่งบานพับขึ้น-ลง, ดูกล้อง CCTV หรือสั่งหยุดการทำงานของระบบ ในหัวข้อนี้จะอธิบายขั้นตอนหลัก ๆ ในการสร้างหน้าเว็บเพื่อควบคุมฝายพับได้ (Flap Gates) เท่านั้น รูปแบบการเขียนหน้าเว็บจะใช้เป็นแบบ HTML โดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver เขียน

1. เริ่มทำหน้าเว็บโดยจะใช้โหมด Code หรือ Design หรือ Split ในการสร้างแล้วแต่ความถนัดของผู้เขียน ในที่นี้จะใช้โหมด Split



ภาพที่ 3.42 Split mode ของโปรแกรม Adobe Dreamweaver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประกาศตัวแปรที่ต้องการใช้งานทั้งหมดเพื่อส่งไปยัง PLC โดยใช้คำสั่ง <!-- AWP\_In\_Variable Name="ตัวแปรที่ต้องการ" -->

```

2 <!-- AWP_In_Variable Name=' "Web_Data".UserDefine_FP1' -->
3 <!-- AWP_In_Variable Name=' "Web_Data".UserDefine_FP2' -->
4 <!-- AWP_In_Variable Name=' "Web_Data".Enter_FP1' -->
5 <!-- AWP_In_Variable Name=' "Web_Data".Enter_FP2' -->
6 <!-- AWP_In_Variable Name=' "Web_Data".Remote' -->

```

ภาพที่ 3.43 Code ที่ใช้สำหรับประกาศตัวแปร

3. ในการออกแบบลักษณะหน้าตาของหน้าเว็บนั้นจะใช้คำสั่งสร้าง table แบ่งเป็นตารางและทำการเพิ่มบล็อกที่เราสร้างไว้ลงไปโดยใช้คำสั่ง <table>

```

3 <table width=100% height=100% align="center" border="0">
4 <tr height=15%>
5 <td>
6 <div id="header">
7 <table width=100% height=100% align="center" border="0">
8 <tr height=100%>
9 <td width=10% align="center"></td>
10 <td align="center">
11 <font face="Arial Unicode MS" color="FF00FF" size="15">ระบบควบคุมการขนถ่ายหิน</font>
12 </td>
13 <td width=10% align="center"></td>
14 </tr>
15 </table>
16 </div>
17 </td>
18 </tr>
19 </table>

```

ภาพที่ 3.44 Code การสร้างตาราง

4. ในการเพิ่มบล็อกไฟล์ .html ที่สร้างไว้หรือเพิ่มหน้าเว็บที่ต้องการแสดงนั้นจะใช้คำสั่ง <iframe>

```

140 <table width=100% height=100% align="center" border="0">
141 <tr>
142 <td align="center">
143 <iframe src="Flap Gate I Control.html" width="240px" height="150px" scrolling="no" align="middle" frameborder="0">
144 <p align="center">Your browser does not support iframes.</p>
145 </iframe>
146 </td>
147 <td align="center">
148 <iframe src="Flap Gate II Control.html" width="240px" height="150px" scrolling="no" align="middle" frameborder="0">
149 <p align="center">Your browser does not support iframes.</p>
150 </iframe>
151 </td>

```

ภาพที่ 3.45 Code การเพิ่มหน้าเว็บที่ต้องการ

5. การเชื่อมลิงค์ที่ต้องการเพื่อไปหน้าเว็บอื่น ๆ จะใช้คำสั่ง <a href> เพื่อลิงค์ไปยังหน้าควบคุม ประตุระบายน้ำตำแหน่งอื่น

```

319 <div id="menu" align="right">
320 <div id="mySideNav" class="sideNav">
321 <a href="index.html" id="about">Monitor </a>
322 <a href="Control_WP.html" id="blog0">Control WP </a>
323 <a href="Control_FP.html" id="blog1">Control FP </a>
324 <a href="Control_FD.html" id="blog2">Control FD </a>
325 <a href="Control_FW.html" id="blog3">Control FW </a>
326 <a href="contact.html" id="contact">Contact </a>
327 </div>
328 </div>

```

ภาพที่ 3.46 Code การเชื่อมลิงค์

6. ตัวอย่างการป้อนอินพุตเพื่อส่งค่าไปยัง PLC จะใช้คำสั่งดังนี้ เมื่อกดปุ่ม Enter ที่ถูกตั้งค่าไว้แล้ว Output Value “1” จะถูกส่งไปยัง Data Tag ที่ชื่อ “Web\_Data”.Remote’ ในโปรแกรม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

96 <td align="center" valign="middle">
97 <form method="post" onSubmit="return doSomething()">
98 <input type="hidden" name="Web_Data.Remote" value="1" align="middle">
99 <button class="button">Enter</button>
100 </form>
101 </td>

```

ภาพที่ 3.47 Code การป้อนอินพุตจากหน้าเว็บไป PLC

7. ในการตกแต่งหน้าเว็บไม่ว่าจะเป็นขนาดหรือรูปแบบตัวอักษร, สีหรือภาพพื้นหลัง, การจัดวาง (Alignment), ตำแหน่งของบล็อกต่าง ๆ, ความกว้างยาวหนา ฯลฯ นั้นสามารถปรับเปลี่ยนโดยใช้ CSS (Cascading Style Sheet) ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่อยู่ในโปรแกรม Dreamweaver ทำให้การตกแต่งหน้าเว็บนั้น สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น หลักการทำงานเบื้องต้นของ CSS นั้นคือ เป็นไฟล์หนึ่งซึ่งเราสามารถเขียนโค๊ดระบุ จำแนกไว้ว่าจะให้ส่วน หัวเรื่อง (Heading), ส่วนข้อมูล (Body), หรือส่วนอื่น ๆ นั้นมีลักษณะเป็นเช่นไร จะ ยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

```

1 @charset "utf-8";
2 /* CSS Document */
3
4 body {
5   margin: 0px;
6   padding: 0px;
7   /*min-width: 1400px;*/
8 }
9
10 #header {
11   min-width: 1240px;
12   overflow-x: auto;
13   min-height: 100px;
14   overflow-y: auto;
15   width: 100%;
16   height: 100%;
17   background-color: hsla(180,100%,31%,0.9);
18 }
19
20 #bgg {
21   min-width: 1260px;
22   overflow-x: auto;
23   min-height: 720px;
24   overflow-y: auto;
25   left: 0;
26   top: 0;
27   position: absolute;
28   width: 100%;
29   height: 100%;
30   z-index: -1;
31 }

```

ภาพที่ 3.48 Code การตกแต่งโดยใช้ CSS

8. จากนั้นนำลักษณะการตกแต่งที่เราระบุไว้มาใส่ลงไปใน Code หลักของเราอีกด้วย เช่น การ ใส่ id สำหรับหัวข้อว่า “ระบบควบคุมอาคารระบายน้ำครัววนพะเยา” ให้เป็น id ที่ชื่อว่า header ที่สร้างไว้ใน CSS นั้นก็จะส่งผลให้หัวข้อมีลักษณะดังภาพที่ 3.42

```

37 <table width=100% height=100% align="center" border="0">
38 <tr height=150>
39 <td align="center" colspan="2">
40 <div id="header">
41 <table width=100% height=100% align="center" border="0">
42 <tr height=100>
43 <td align="center" colspan="2"></td>
44 <td align="center" colspan="2"><font face="Arial Unicode MS" color="FFFFFF" size="3"><b>ระบบควบคุมอาคารระบายน้ำครัววนพะเยา</b></font>
45 </td>
46 <td align="center" colspan="2"></td>
47 </tr>
48 </table>
49 </td>
50 </tr>
51 </table>
52 </div>
53 </td>
54 </tr>

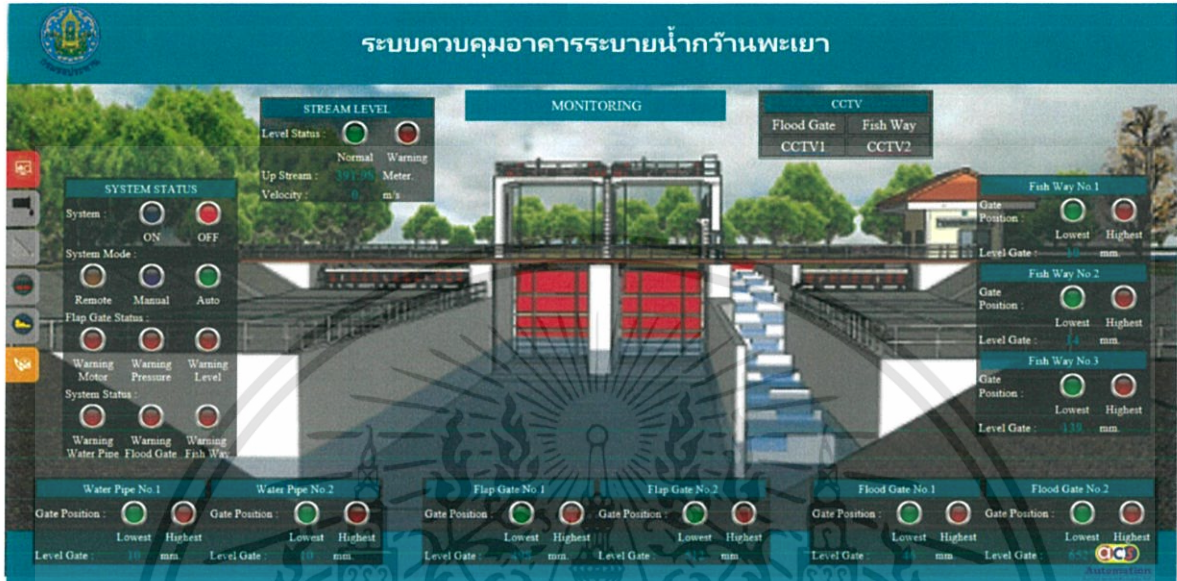
```

ภาพที่ 3.49 Code การนำ CSS มาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น รูปแบบหน้าเว็บของระบบควบคุมอาคารระบายน้ำกวันพะเยาจำนวน 6 หน้าจะมีลักษณะดังนี้

### 1. Index Page



ภาพที่ 3.50 Index page in web application

### 2. Water Pipe Gates Control Page



ภาพที่ 3.51 Water pipe control page in web application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3. Flap Gates Control Page



ภาพที่ 3.52 Flap gates control page in web application

## 4. Flood Gates Control Page



ภาพที่ 3.53 Floodgates control page in web application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Fish Way Gates Control Page



ภาพที่ 3.54 Fish way control page in web application

6. Contact Page



ภาพที่ 3.55 Contact page in web application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Data Block ของหน้าเว็บที่ถูกสร้างขึ้นใน PLC เพื่อเก็บข้อมูลอินพุตที่รับเข้ามาจากทางหน้าเว็บ

Web_Data									
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment	
1	Static								
2	UserDefine_WP1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	UserDefine_WP2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	UserDefine_FP1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	UserDefine_FP2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	UserDefine_FD1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	UserDefine_FD2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	UserDefine_FW1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	UserDefine_FW2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	UserDefine_FW3	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Remote	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Enter_WP1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Enter_WP2	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Enter_FP1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Enter_FP2	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Enter_FD1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Enter_FD2	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Enter_FW1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Enter_FW2	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	Enter_FW3	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Level_WP1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Level_WP2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	Level_FP1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	Level_FP2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	Level_FD1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	Level_FD2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	Level_FW1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	Level_FW2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
29	Level_FW3	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
30	Up_Stream	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ภาพที่ 3.56 Data Block ของ Web Application

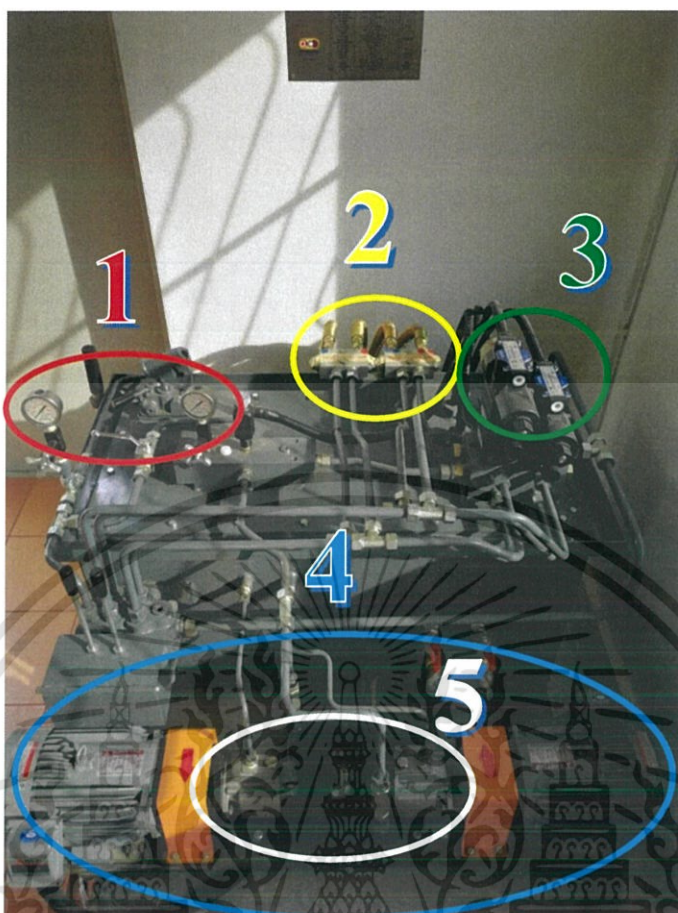
### 3.8 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

ในส่วนนี้จะอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมฝ่ายปั๊มอัตโนมัติรวมถึงวิธีการติดตั้งอุปกรณ์และภาพก่อนทำ-หลังทำโดยคร่าว

#### 3.8.1 ชุดต้นกำลัง (Power Unit)

ชุดต้นกำลังหรือชุดระบบไฮดรอลิกเป็นอุปกรณ์ระบบที่บริษัทสั่งทำขึ้นมาเพื่อใช้เป็นต้นกำลังให้กับบานฝายพับได้ซึ่งจะถูกติดตั้งไว้ภายในอาคารควบคุม หลักการทำงานคือชุดต้นกำลังจะรับคำสั่งสัญญาณควบคุมจาก PLC โดยที่ PLC จะทำการสั่งโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) และมอเตอร์เพื่อปัมน้ำมันเข้าหรือปั๊มออกจากกระบอกสูบ เพื่อเพิ่ม-ลดระดับบานฝายพับโดยมีเซนเซอร์วัดระดับน้ำมันในถังเก็บน้ำมัน เพื่อตรวจสอบว่าระดับน้ำมันปกติหรือไม่ และมีเซนเซอร์วัดแรงดันภายในท่อส่งน้ำมัน เพื่อตัดระบบการส่งน้ำมันเมื่อแรงดันภายในท่อเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.57 ชุดต้นกำลัง (Power Unit)

### 3.8.1.1 องค์ประกอบของชุดต้นกำลัง

1. เซนเซอร์วัดแรงดัน (Pressure switch)
2. ท่อส่งน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic pipe)
3. โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve)
4. มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor)
5. ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump)

### 3.8.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Electric Generator)

ภายในอาคารนั้นจะมีระบบไฟฟ้าสำรองโดยการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลสามารถผลิตไฟฟ้า 3 เฟส กำลังไฟฟ้า 20 kVA ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.58 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานดีเซล (Diesel Generator)

### 3.8.3 ระบบเครนเหนือศีรษะ (Electric Overhead Travelling Crane)

ระบบเครนเหนือศีรษะจะถูกติดตั้งอยู่ในอาคารด้านบน มีวัตถุประสงค์เพื่อยกสิ่งของหรืออุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากโดยเครนที่ใช้สามารถเคลื่อนที่ได้ 6 ทิศทางด้วยกันคือ ขึ้น-ลง, ซ้าย-ขวา, หน้า-หลัง ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกที่ภายในอาคาร



ภาพที่ 3.59 เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.8.4 เซนเซอร์วัดระดับน้ำ (Water Level Sensor)

เซนเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำจะใช้เซนเซอร์แบบวัดแรงดัน (Pressure) ใต้น้ำเทียบกับบรรยากาศข้างบนแล้วส่งข้อมูลเป็นสัญญาณ Analog 4-20 mA ไปยัง PLC เพื่อไปประมวลผลในโปรแกรมที่เขียนไว้



ภาพที่ 3.60 การติดตั้งเซนเซอร์วัดระดับน้ำ

### 3.8.5 เซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำ (Water Velocity Sensor)

การติดตั้งเซนเซอร์วัดระดับน้ำนั้นจะถูกติดตั้งไว้ไม่เกิน 15 เมตรเหนือน้ำ ส่งสัญญาณมายัง PLC โดยใช้ Protocol Modbus หรือ Analog 4-20 mA



ภาพที่ 3.61 การติดตั้งเซนเซอร์วัดความเร็วกระแสน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.8.6 กล้องวงจรปิด (CCTV)

กล้องวงจรปิดในระบบจะถูกติดตั้งอยู่ 2 จุดคือ หน้าน้ำ (Upstream) และท้ายน้ำ (Downstream) โดยที่กล้องสามารถซูมขยายได้ถึง 30 เท่า และสังเกตการณ์ได้ 360 องศาและยังสามารถถ่ายทอดสด (Live-Stream) ผ่านทางเว็บไซต์ได้ ซึ่งมุมมองของกล้องทั้ง 2 จุดนั้นจะสามารถมองเห็นระดับน้ำหน้าน้ำ และท้ายน้ำและความสูงของบานฝายพับและประตูระบายน้ำต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 3.62 ตำแหน่งกล้อง CCTV หน้าน้ำและท้ายน้ำ

### 3.8.7 สวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch)

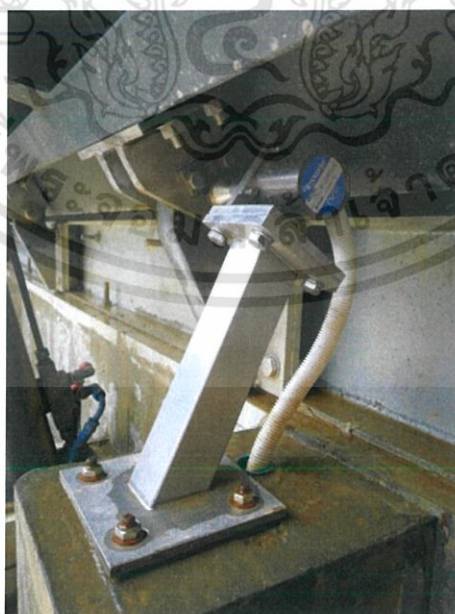
ประตูระบายน้ำปลาโจนและปากคลองเป็นจุดที่พื้นข้างใต้น้ำนั้นมีความสูงต่ำไม่เท่ากันจึงต้องใช้สวิตช์จำกัดระยะเป็นตัวช่วยที่สองในการตัดการทำงานของมอเตอร์โดยวิธีการติดตั้งนั้นจะต้องเชื่อมท่อนเหล็กติดไว้ ณ จุดที่เหมาะสมกับบานประตูเพื่อให้เวลาบานพับนั้นลงถึงจุดต่ำสุด เหล็กฉากที่ถูกเชื่อมติดกับท่อนเหล็กจะไปดันขาสวิตช์จำกัดระยะทำให้มอเตอร์หยุดทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ วิธีนี้จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบอย่างมาก หากโปรแกรมเกิดความผิดพลาดขึ้นไม่ตัดการทำงานของมอเตอร์จะทำให้มอเตอร์ทำงานอย่างต่อเนื่องแม้ประตูน้ำจะถึงพื้นแล้วก็ตามซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายกับทั้งมอเตอร์และประตูน้ำ สวิตช์จำกัดระยะจะมาตัดการทำงานแทนเมื่อโปรแกรมเกิดความผิดพลาด



ภาพที่ 3.63 สวิตช์จำกัดระยะเมื่อประตูอยู่จุดต่ำสุด

### 3.8.8 Encoder

ตำแหน่งการติดตั้ง Encoder ของบานฝายพับได้กับประตูระบายน้ำนั้นจะแตกต่างกัน โดยที่ Encoder ของบานฝายพับได้นั้นจะถูกติดอยู่กับข้อหมุนบานโดยมี Coupling เป็นตัวถ่ายกำลัง แต่ Encoder ของประตูระบายน้ำนั้นจะต้องถูกหดรอบด้วยเกียร์ทดหรือชุดเฟืองทดก่อน เนื่องจากประตูระบายน้ำนั้นใช้เชือกสลิงหรือเฟลาในการประกอบให้คงที่และยกขึ้น-ลง ดังนั้นมอเตอร์จึงต้องหมุนเป็นพันรอบเพื่อจะยกประตูขึ้น-ลง Encoder นั้นไม่สามารถหมุนตามมอเตอร์โดยตรงได้ จึงต้องถูกหดรอบลงมา



ภาพที่ 3.64 Encoder ต่อกับจุดหมุนฝายพับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.65 Encoder ต่อกับชุดเกียร์ทด

### 3.8.9 โต๊ะควบคุม (Control Desk)

โต๊ะควบคุมเปรียบเสมือนสมองของระบบเนื่องจากสามารถสั่งการทุกอย่างได้จากโต๊ะควบคุม ภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น Circuit breaker, Power supply 24Vdc, Antenna, PLC, Relay เป็นต้น



ภาพที่ 3.66 โต๊ะควบคุม (Control Desk)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับฝายพับได้และประตูระบายน้ำ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

#### 4.1 ระบบป้อนกลับ (Absolute Encoder)

ในส่วนแรกจะกล่าวถึง การรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Absolute Encoder กับ PLC ซึ่งจะสื่อสารกันผ่าน ตัวแปลงสัญญาณ (Gate Converter) โดยค่า Output ที่ออกมาจาก Encoder นั้นจะถูกส่งมายังตัวแปลงสัญญาณและจะถูกส่งต่อไปยัง PLC อีกที โดยที่รูปแบบการสื่อสารเป็นแบบ Point-to-Point ใช้พอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม (RS-232) ระหว่างตัวแปลงสัญญาณและ PLC

##### 4.1.1 บทนำ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเกตการณ์ขึ้น-ลงของประตูระบายน้ำและฝายพับว่าขึ้นสู่จุดสูงสุดและจุดต่ำสุดได้แม่นยำและถูกต้องหรือไม่

##### 4.1.2 วิธีการ

เริ่มจากการสอบเทียบ (Calibration) ของตัว Absolute Encoder โดยใช้คน 2 คน ให้คนหนึ่งเป็นผู้สั่งการคอยสั่งฝายพับหรือประตูระบายน้ำขึ้น-ลงและอีกคนหนึ่งคอยสังเกตว่าฝายพับหรือประตูระบายน้ำนั้นลงสู่จุดต่ำสุดหรือขึ้นสู่จุดสูงสุดอย่างสมบูรณ์ จากนั้นทำการปรับค่าเริ่มต้นนั้นก็คือ ค่าตำแหน่งบาน ณ จุดต่ำสุด และปรับค่าสิ้นสุดซึ่งก็คือ ค่าตำแหน่งบาน ณ จุดสูงสุดนั่นเอง

##### 4.1.3 ข้อสรุป

จากวิธีการข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Encoder กับ PLC สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหลังจากการสอบเทียบ ค่าระดับบานฝายพับและประตูระบายน้ำขึ้นและลงอย่างคงที่จาก 0% ถึง 100%



ภาพที่ 4.1 การสอบเทียบจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของฝายพับ

## 4.2 ระบบควบคุม (PLC)

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบโปรแกรมที่ถูกเขียนเพื่อควบคุม การเปิด-ปิดบานฝายพับโดยส่งสัญญาณตรงไปที่โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) เพื่อเปิดหรือปิดวาล์วจ่ายน้ำมัน รั้วคาร์ระดับน้ำจากเซ็นเซอร์เพื่อมาประมวลผลและส่งสัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ ในกรณีที่ระดับน้ำสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ รวมถึง PLC ยังเป็น Web Server เพื่อรับค่าหรือแสดงผลต่าง ๆ ใน Web Application

### 4.2.1 บทนำ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการตอบสนอง การควบคุมบานฝายพับและค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น ระดับน้ำและความเร็วกระแส น้ำ ที่เข้ามายัง PLC

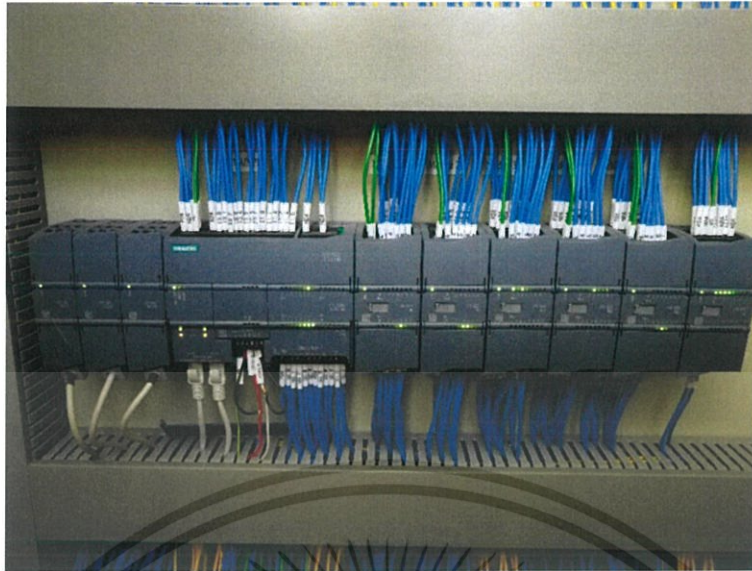
### 4.2.2 วิธีการ

ขั้นตอนนี้คือการทดสอบโหมดควบคุมของระบบทั้ง 3 แบบ Auto, Manual, Remote โดยขั้นแรก จะทำการทดสอบระบบ Auto โดยการใส่ค่าโดยตรงไปที่ Data Tag ของเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำว่าขณะนั้นน้ำมีระดับที่สูงเกินที่กำหนดไว้จึงเข้าสู่ภาวะฉุกเฉินและสังเกตว่า ฝายพับมีการเปิด-ปิดอัตโนมัติหรือไม่ ต่อมาคือการทดสอบระบบ Manual สามารถทำได้โดยทดลองควบคุมเปิดและปิดบานผ่านโต๊ะควบคุมแล้วสังเกตว่าบานขึ้น-ลงตามที่สั่งการหรือไม่ สุดท้ายคือการทดสอบระบบ Remote สามารถทำได้โดยการสั่งการผ่านหน้าเว็บไซต์ที่เราได้สร้างขึ้นแล้วสังเกตว่าบานขึ้น-ลงตามที่สั่งการหรือไม่

### 4.2.3 ข้อสรุป

จากขั้นตอนข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า PLC ตอบสนองต่อการสั่งการถูกต้องครบทุกประการและเงื่อนไขต่าง ๆ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 Main PLC ภายในโต๊ะควบคุม



ภาพที่ 4.3 การ Wiring แผงหน้าโต๊ะควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทสรุป

การทำปฏิญานิพนธ์นี้เป็นโครงการร่วมกับบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด ซึ่งการสร้างระบบสายพับได้อัตโนมัตินั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านประกอบกันตั้งแต่ การออกแบบโต๊ะและตู้ควบคุมรวมถึงการเขียนแบบทางไฟฟ้าต้องใช้โปรแกรมเขียนแบบ (AutoCAD) การเขียนโปรแกรมควบคุม PLC ต้องใช้โปรแกรมเขียนโปรแกรมของทางบริษัทผู้จำหน่าย PLC (TIA Portal V14) ในการเขียนหน้าเว็บเพื่อควบคุมระยะไกลต้องใช้โปรแกรมเขียนโค้ด (Adobe Dreamweaver) ความรู้ทางการสื่อสาร (3G) เพื่อแสดงกล้อง CCTV หรือค่าสถานะต่าง ๆ ผ่านหน้าเว็บ การทำ VPN Routing และการใช้ Protocol ต่าง ๆ สำหรับเซิร์ฟเวอร์บางตัว รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์หน้างานทั้งหมด ผลการดำเนินงานของโครงการนั้นสามารถทำให้เก็บน้ำได้เพิ่มขึ้นจริง (20 ล้าน ลบ. ม.) และสามารถสั่งการระยะไกลได้ อีกทั้งยังสามารถบอกความสูงของบานและค่าระดับน้ำปัจจุบัน การสังเกตการณ์จากระยะไกลอาศัยหลักการสื่อสารแบบไร้สายซึ่งทั้งหมดนี้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้นและสามารถเข้าควบคุมระบบได้โดยไม่ต้องเดินทางมาหน้างาน ส่งผลให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างยิ่ง

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. Live Stream CCTV ไม่สามารถแสดงบนหน้าจอ HMI ได้เนื่องจากระบบใน HMI ไม่รองรับ Plugin ที่จำเป็นสำหรับภาพ CCTV ดังนั้นจึงต้องเพิ่มกล่อง DVR พร้อมจอ
2. การเลือกใช้สายสัญญาณเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณจาก Encoder ที่ผิดประเภท ส่งผลให้การทำงานล่าช้าอย่างยิ่ง แก้ไขด้วยการเปลี่ยนมาใช้สายที่ถูกประเภท

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เปลี่ยนตัวกลางที่ใช้ในการส่งสัญญาณของ Encoder โดยเปลี่ยนจากการใช้สายไฟเป็นการใช้อินเตอร์เน็ตเป็นตัวกลาง เพื่อลดการใช้สายไฟและลดความยุ่งยากในการเดินสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ฝาย (Weir) ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Weir>
- [2] อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Reservoir>
- [3] ทางน้ำล้น (Spillway) ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Spillway>
- [4] ABSOCODER ที่มา : <http://www.nsdcorp.com/product/principle/index.html>
- [5] Hydrostatic level sensor ที่มา : <http://www.pvl.co.uk/hydrostatic-level-sensors.html>
- [6] Hydraulic system ที่มา : <http://www.pneu-hyd.co.th/>
- [7] Hydraulic cylinder ที่มา : [ไฮดรอลิก.net/ไฮดรอลิก-ไฮดรอลิก/กระบอกลไฮดรอลิก.html](http://ไฮดรอลิก.net/ไฮดรอลิก-ไฮดรอลิก/กระบอกลไฮดรอลิก.html)
- [8] PLC ที่มา : [http://www.tatc.ac.th/files/0902050883921\\_1106010774824.pdf](http://www.tatc.ac.th/files/0902050883921_1106010774824.pdf)
- [9] PLC ที่มา : <http://dSPACE.spu.ac.th/bitstream/123456789/4706/6/04%20-%20ch2.pdf>
- [10] HMI ที่มา : <http://www.energyscopethai.com/hmi-programming/>
- [11] Velocity radar sensor ที่มา : <http://www.sommer.at/en/products/water/velocity-radar-rg-30>
- [12] Doppler frequency shift ที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7326/>
- [13] TCP/IP Protocol ที่มา : <https://www.ibm.com>