



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

Automatic Control System of Flap Gate Weirs Using PLC

นายกรวิชญ์ กรกิจอนันต์

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

Automatic Control System of Flap Gate Weirs Using PLC

นายกรวิชัย กรกิจอนันต์

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา ระบบควบคุมฟลายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายกรวิชญ์ กรกิจอนันต์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี และ รศ.ดร. อัมพวัน จุลเสรีวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณคณาเดช พิสุทธิพิบูลวงศ์ และ คุณพงษ์พิเชษฐ์ อภิญญาภิบาล

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด

บทคัดย่อ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โครงการนี้จึงนำเสนอวิธีการดำเนินการของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติของฟลายพับทั้งสามบานที่มีโครงสร้างเหมือนกัน ระบบควบคุมที่นำเสนอขึ้นขึ้นอยู่กับควบคุมของพีแอลซี รุ่น SIEMENS S7-1200 ซึ่งมีโหมดการควบคุมสามแบบ คือ ระบบควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual) ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic) และ ระบบควบคุมจากระยะไกล (Remote) โดยที่ทั้งสามบานมีโครงสร้างและรูปแบบการทำงานที่เหมือนกัน แต่ในแต่ละบานนั้นสามารถรับค่าเป้าหมาย (Set Point) ที่แตกต่างกันได้ สำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Human Machine Interface : HMI) ในหน้างานถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม TIA Portal V13 เพื่อแสดงตัวแปรกระบวนการที่วัดได้ในแบบเรียลไทม์ และในส่วนของเว็บ HMI สำหรับการควบคุมระยะไกลถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver เพื่อแสดงค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการและสถานะของ PLC รวมทั้งภาพจากกล้องวงจรปิด (CCTV) ผลการทดสอบสามารถยืนยันประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอทั้งหมดนี้

คำสำคัญ : พีแอลซี, HMI, ระบบควบคุมฟลายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี

Co-operative Title: Automatic Control System of Flap Gate Weirs Using PLC

Student Intern Name: Mr. Korawish Kornkitanan

Faculty: Engineering

Department: Automation Engineering

Advisor Name: Asst. Prof. Dr. Teerawat Thepmanee &

Assoc. Prof. Dr. Amphawan Julsereewong

Mentor Name: Mr. Kanadetch Pisutpiboonwong & Mr. Pongpichet Apinyapiban

Company: Automation Control System Group Co.,Ltd.

ABSTRACT

In order to increase an efficiency of water resource management, this project presents a technique to implement an automatic control system of three identical flap gate weirs. The proposed system is based on the employment of a programmable logic controller modeled SIEMENS S7-1200 to provide three control mode: manual, automatic and remote. All three gates are be controlled in the same mode, but each gate can be controlled using different set point. The human machine interface (HMI) at field site is created by using TIA Portal V13 to display the measured process variables in real time. The web HMI for remote control is built by using Adobe Dreamweaver to remotely display the values of process parameter and the status of PLC as well as the images from the CCTV Camera. The test results confirming the performance of the proposed system are included.

Keyword: PLC, HMI, Automatic Control System of Flap Gate Weirs Using PLC

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบคุณบุคลากร บริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุป จำกัด ที่ได้ให้ความรู้ ประสบการณ์ในการทำงาน คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการศึกษาจัดทำปริญญาบัตร

ขอขอบคุณ คุณประสิทธิ์พร พิสุทธิพิบูลวงศ์ ประธานบริษัท ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับงานของบริษัท

ขอขอบคุณ คุณคณาเดช พิสุทธิพิบูลวงศ์ และ คุณพงษ์พิเชษฐ์ อภิญญาภิบาล พนักงานที่ปรึกษา ที่คอยกำกับดูแล ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมทั้งควบคุมงานให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. อีรวัดน์ เทพมณี และ รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์ ที่ให้คำแนะนำและกำกับดูแล นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ในโครงการ สหกิจศึกษาของสาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ

ขอขอบคุณ รศ.ดร. อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและปรับแก้ปริญญาบัตรฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ ที่คณะผู้จัดทำได้นำมาใช้อ้างอิงเพื่อทำปริญญาบัตรฉบับนี้ด้วย

นายกรวิษฐ์ กรกิจอนันต์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูปภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 หลักการของฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1 อุปกรณ์ป้อนกลับ (Feedback Device)	5
2.1.1.1 Absolute Encoder.....	5
2.1.1.2 Hydrostatic Level Sensor.....	8
2.1.2 ระบบควบคุม (Control System)	9
2.1.2.1 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)	9
2.1.2.2 Programmable Logic Control : PLC)	15
2.1.2.3 Human Machine Interface : HMI.....	21
2.1.3 ระบบควบคุมระยะไกล (Remote Control System)	21
2.1.3.1 เครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network: VPN)	21
2.1.3.2 การสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless Communication)	23
2.1.3.3 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)	23
2.1.4 การสื่อสาร (Communication)	24
2.1.4.1 สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal).....	24
2.1.4.2 สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal).....	25
2.1.4.3 PROFINET	25

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.1.4.4 PROFIBUS	26
2.1.4.5 การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission).....	26
2.1.4.6 TCP/IP Protocol	28
2.2 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง.....	29
2.2.1 โปรแกรม TIA Portal V13.....	29
2.2.2 โปรแกรม Adobe Dreamweaver	30
2.2.3 โปรแกรม AutoCAD	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน.....	32
3.1 กล่าวนำ.....	32
3.2 ศึกษา BOM ของอุปกรณ์ที่อยู่ภายในตู้ควบคุม	32
3.3 ศึกษา I/O List ของตู้ควบคุม	34
3.2.1 Tag Name	36
3.2.3 Description	36
3.2.3 Data Type	37
3.2.4 I/O Modules	37
3.2.5 PLC Address	37
3.4 ศึกษาแนวคิดในการออกแบบตู้ควบคุม.....	37
3.5 ขั้นตอนการดำเนินการเขียนแบบลงบนโปรแกรม AutoCAD 2016.....	39
3.5.1 ศึกษารูปแบบการเขียนแบบตู้คอนโทรลและแบบทางไฟฟ้าจากงานอื่น.....	39
3.5.2 ขั้นตอนในการใช้งานโปรแกรม AutoCAD 2016.....	39
3.6 ศึกษาเงื่อนไขของระบบควบคุมฝ่ายพับได้แบบอัตโนมัติ.....	40
3.6.1 การควบคุมการเปิด-ปิดบานโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode)	41
3.6.2 การควบคุมการเปิด-ปิดบานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)	42
3.6.3 การควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกล (Remote Mode)	42
3.6.4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมฝ่ายพับได้แบบอัตโนมัติ (Flow Chart)	43
3.7 ศึกษาและออกแบบโปรแกรมของระบบควบคุมฝ่ายพับได้แบบอัตโนมัติ.....	50
3.7.1 ส่วนโปรแกรม.....	50
3.7.1.1 Data Logging.....	57
3.7.2 ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI : Human Machine Interface)	59

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.7.3 ส่วนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน.....	63
3.8 เดินทางไปศึกษาการทำงานของระบบและอุปกรณ์ที่หน้างาน	72
3.8.1 ชุดระบบไฮดรอลิก	72
3.8.2 ระบบตรวจวัดระดับน้ำ	74
3.8.3 ระบบสัญญาณเตือนภัย.....	75
3.8.4 กล้อง CCTV	76
3.8.5 Encoder	76
3.8.6 ระบบควบคุม (Control Panel)	77
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานโครงการ	78
4.1 ระบบป้อนกลับ (Absolute Encoder)	78
4.1.1 บทนำ	78
4.1.2 วิธีการ.....	78
4.1.3 ข้อสรุป	78
4.2 ระบบควบคุม (PLC).....	79
4.2.1 บทนำ	79
4.2.2 วิธีการ.....	79
4.2.3 ข้อสรุป	79
4.3 ระบบตรวจวัดระดับน้ำ (Sensor Level).....	80
4.3.1 บทนำ	80
4.3.2 วิธีการ.....	80
4.3.3 ข้อสรุป	80
4.4 ระบบป้อนกลับ (Absolute Encoder)	81
4.4.1 บทนำ	81
4.4.2 วิธีการ.....	81
4.4.3 ข้อสรุป	81
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	82
5.1 บทสรุป.....	82
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	82
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	82

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	83

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแสดงหัวข้องาน และระยะเวลาการดำเนินงาน.....	4
3.1 BOM	32
3.2 I/O List.....	34
3.3 อุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานในระบบ	42

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของ Absolute Encoder	5
2.2 การระบุตำแหน่งโดยวัดจากค่าความต่างเฟส.....	7
2.3 หลักการทำงานของ MRE.....	8
2.4 Hydrostatic Level Sensor	9
2.5 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิก	9
2.6 ปัมไฮดรอลิก แบบเฟืองนอก (Hydraulic External Gear pump)	11
2.7 ปัมไฮดรอลิก แบบเฟืองในชนิดมีแผ่นกั้น (Hydraulic Internal gear pump)	12
2.8 รูปตัดของปัมไฮดรอลิกแบบเฟืองในชนิดโรเตอร์	12
2.9 รูปแสดงการหมุนของโรเตอร์ (rotor) กับ rotor ring ใน 1 รอบ	13
2.10 ส่วนประกอบหลักของกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก	13
2.11 กระบอกลูกสูบแบบ Single Acting	14
2.12 กระบอกลูกสูบแบบ Double Acting	14
2.13 ถังน้ำมันไฮดรอลิก.....	15
2.14 แสดงชนิดของ PLC แบบ Block Type	16
2.15 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล	17
2.16 โครงสร้างภายใน PLC	17
2.17 วงรอบการสแกนของ PLC	18
2.18 ตัวอย่าง Ladder Diagram	19
2.19 ตัวอย่าง Structure Text Language	19
2.20 ตัวอย่าง Sequential Function Chart (GRAFCET)	20
2.21 ตัวอย่าง Function Block Diagram Language	20
2.22 ตัวอย่าง Instruction List Language	20
2.23 ตัวอย่างของหน้าจอ HMI	21
2.24 ตัวอย่างการเชื่อมโยงเครือข่าย VPN	22
2.25 ตัวอย่าง Web Application	24
2.26 สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal).....	25
2.27 สัญญาณดิจิตอล (Digital Signal).....	25
2.28 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	26

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.29 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสที่ไม่ได้ใช้พาร์ตีบิต	27
2.30 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสที่ใช้พาร์ตีบิต	27
2.31 TCP/IP protocol stack	28
2.32 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC	29
2.33 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนออกแบบ Web Application	30
2.34 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนออกแบบตู้คอนโทรล	31
3.1 แนวคิดในการออกแบบภาคไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม	38
3.2 ตัวอย่างแบบตู้ควบคุมและแบบทางไฟฟ้าของบริษัท	39
3.3 แสดงตำแหน่งของคำสั่ง Open ใน AutoCAD 2016	39
3.4 แสดงแบบตู้ควบคุมและแบบทางไฟฟ้าทั้งหมดที่ถูกแก้ไข	40
3.5 โครงสร้างการควบคุมของระบบควบคุมฝ้ายพับได้แบบอัตโนมัติ	40
3.6 Block Diagram ของระบบควบคุมระยะใกล้ (Manual Mode)	41
3.7 Block Diagram ของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) แบบ 1 บาน	42
3.8 Block Diagram ของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) แบบ 2 บาน	42
3.9 Block Diagram ของระบบควบคุมระยะไกล (Remote Mode)	43
3.10 Flow Chart : Select Mode	43
3.11 Flow Chart : Hydraulic Control	44
3.12 Flow Chart : Gate Change Level	45
3.13 Flow Chart : Gate Up Level	46
3.14 Flow Chart : Gate Down Level	47
3.15 Flow Chart : Auto Loop	48
3.16 Flow Chart : Auto Loop (ต่อ)	49
3.17 ไอคอนของโปรแกรม TIA Portal V13	50
3.18 ไอคอนของโปรแกรม Adobe Dreamweaver	50
3.19 Ladder ของ Start System	50
3.20 Ladder ของ Select Mode	51

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.21 Ladder ของ Normal State Level.....	51
3.22 Ladder ของ Warning State Level.....	51
3.23 Ladder ของ Auto Control.....	52
3.24 Ladder ของ Motor Pump Hydraulic.....	52
3.25 Ladder ของ Gate Up.....	52
3.26 Ladder ของ Gate Down.....	53
3.27 Ladder ของ Highest State.....	53
3.28 Ladder ของ Lowest State.....	54
3.29 Ladder ของ HMI Control.....	54
3.30 Ladder ของ HMI Gate Up.....	55
3.31 Ladder ของ HMI Gate Down.....	55
3.32 Ladder ของ HMI User Define.....	56
3.33 Ladder ของ Auto Loop.....	56
3.34 Ladder ของการสร้างตาราง Data Logging.....	57
3.35 Ladder ของการเขียนข้อมูลลงไปยังตาราง.....	58
3.36 Ladder ของเวลาในการบันทึกข้อมูล.....	58
3.37 Data Block ของตาราง Data Logging.....	59
3.38 แสดงถึงตำแหน่งของคำสั่ง Add screen.....	59
3.39 แสดงถึงตำแหน่งของเครื่องมือ Basic objects.....	60
3.40 แสดงถึงตำแหน่งของเครื่องมือ Elements.....	60
3.41 Data Block ของ HMI.....	60
3.42 HMI ของ Main Screen.....	61
3.43 HMI ของ Home Screen.....	61
3.44 HMI ของ Gate Control Screen.....	62
3.45 HMI ของ Contact Screen.....	62
3.46 แสดงถึงตำแหน่งของคำสั่ง New.....	63
3.47 แสดงถึงตำแหน่งของการสร้าง Page.....	63
3.48 แสดงถึง Code ในการเชื่อมต่อ Input ไปยัง PLC.....	64

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.49 แสดงถึงรูปแบบ CSS ของ Body และ Tab ในการเลือกหน้าต่าง ๆ บนเว็บ	64
3.50 แสดงถึงรูปแบบ CSS ของแถบต่าง ๆ บนหน้าเว็บ	65
3.51 แสดงถึงรูปแบบ CSS ของปุ่มการเลือกคอนโทรลระดับบานฝ้าย.....	66
3.52 แสดงถึงรูปแบบ Code ของไฟแสดงผลตาม Output ของ PLC	67
3.53 แสดงถึงรูปแบบการตั้งชื่อรูปภาพเพื่อใช้ใน Code	67
3.54 แสดงถึงรูปแบบ Code ของการ Link หน้าต่างเว็บต่าง ๆ.....	67
3.55 รูปแบบ Code ของการสร้างปุ่มกดหรือ Input เพื่อไปสั่งให้ PLC ทำงานจากบนหน้าเว็บ	68
3.56 รูปแบบ Code ของการสร้างช่องแสดงค่าระดับต่าง ๆ.....	68
3.57 หน้าเว็บที่ดึงค่า Tag Name จาก PLC มาแสดงผล.....	69
3.58 รูปแบบ Code ของการสร้างช่องใส่ค่าระดับบาน.....	69
3.59 รูปแบบ Script ของการแสดงผลต่าง ๆ ของ Tab	70
3.60 Monitor Page in Web Application	70
3.61 Control Page in Web Application	71
3.62 Contact Page in Web Application	71
3.63 Data Block ของ Web Application	72
3.64 ชุดระบบไฮดรอลิก	72
3.65 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	73
3.66 ปุ่มไฮดรอลิกและมอเตอร์.....	73
3.67 Pressure Switch.....	74
3.68 การติดตั้งระบบตรวจวัดระดับน้ำ	74
3.69 การติดตั้งระบบสัญญาณไฟเตือนภัยระดับน้ำ.....	75
3.70 การติดตั้งระบบสัญญาณไซเรนเตือนภัยระดับน้ำ	75
3.71 การติดตั้งกล้อง CCTV	76
3.72 ลักษณะการติดตั้ง Encoder	76
3.73 การวาง Lay out และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน	77
3.74 การต่ออุปกรณ์เพื่อแสดงผลต่าง ๆ ในด้านหน้าโต๊ะคอนโทรล	77
4.1 การแสดงผลของอุปกรณ์บ่อนกลับ	78
4.2 ระบบควบคุมโดยผ่าน PLC	79

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3 การแสดงค่าระดับน้ำและไฟสัญญาณเตือนภัยระดับน้ำ.....	80
4.4 การแสดงผลบนหน้าเว็บ.....	81

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ฝาย (Weir) เป็นโครงสร้างทางชลประทานที่มีลักษณะเป็นเขื่อนน้ำล้นใช้สำหรับการเปลี่ยนขนาดและรูปแบบการไหลของแม่น้ำ ประโยชน์ของฝายมักจะถูกใช้ในการป้องกันน้ำท่วม การกักเก็บน้ำ บริเวณต้นน้ำ และการบริหารทรัพยากรน้ำ [1] โดยที่ฝายถูกสร้างขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำ ในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) เพื่อเก็บน้ำสำหรับการใช้ในการเกษตรกรรม การบริโภค หรืออุปโภค เป็นต้น โดยที่อ่างเก็บน้ำถูกสร้างขึ้นจากคอนกรีต ดิน หิน หรือสิ่งที่อยู่รอบ ๆ แม่น้ำหรือลำธาร [2] ในการก่อสร้าง อ่างเก็บน้ำจะมีการสร้างทางน้ำล้น (Spillway) เพื่อควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ด้วยการระบายน้ำส่วนเกินออกมายังท้ายน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำล้นตัวอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะทำให้อ่างเก็บน้ำเกิดความเสียหาย [3]

เนื่องจากทางหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บทรัพยากรน้ำในอ่างเก็บน้ำ จึงมีความต้องการที่จะสร้างระบบควบคุมฝายที่ได้แบบอัตโนมัติขึ้นมา โดยการสร้างฝายให้มีการเปิด-ปิดในมุม 0-60 องศา เหมือนกับการเปิด-ปิดของประตูน้ำ (Water Gate) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายให้มีความแม่นยำมากขึ้น ในการควบคุมจะรับค่าเป้าหมาย (Set Point) จากผู้ปฏิบัติงาน (Operator) และค่าตัวแปรกระบวนการ (PV) ซึ่งเป็นค่าเอาต์พุต (Output) ของเซนเซอร์ต่าง ๆ (Sensor) เช่น เซนเซอร์วัดระดับน้ำ และเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) เป็นต้น มาประมวลผลผ่านอุปกรณ์ควบคุม (Controller) แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปสั่งชุดต้นกำลังที่เป็นระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) เพื่อให้น้ำมันไฮดรอลิกนั้นไปดันกระบอกไฮดรอลิกทำให้บานฝายยกตัวขึ้น โดยมีรูปแบบการควบคุม 3 โหมดการทำงาน คือ การควบคุมการเปิด-ปิดบานโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode) การควบคุมการเปิด-ปิดบานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) และการควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกล (Remote Mode) โดยที่ Manual Mode สามารถควบคุมระดับบานฝายได้ในห้องควบคุมบนอ่างเก็บน้ำ และ Auto Mode จะทำงานควบคุมระดับบานฝายในกรณีที่เกิดภาวะฉุกเฉินจากระดับน้ำที่สูงเกินจากที่กำหนดไว้โดยระบบจะสั่งลดระดับบานฝายลง (โดยระดับน้ำในภาวะฉุกเฉินคือ 80% ของระดับน้ำในอ่าง) เพื่อระบายน้ำให้ระดับน้ำอยู่ในระดับที่ปลอดภัย และ Remote Mode สามารถควบคุมระดับบานฝายในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถเข้าไปควบคุมที่ห้องควบคุมบนอ่างเก็บน้ำได้ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ออกแบบและสร้างระบบควบคุมฝ่ายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Control : PLC) ที่มีการรับค่าเอาต์พุตของเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำ และเอ็นโคเดอร์ (Encoder) ซึ่งเป็นส่วนป้อนกลับที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งการเปิด-ปิดของบานฝายมาประมวลผลที่พีแอลซีแล้วส่งสัญญาณควบคุมไปยังชุดต้นกำลังที่เป็นระบบไฮดรอลิก เพื่อให้สามารถเปิด-ปิดบานฝายตามระดับที่ต้องการ

2. เขียนโปรแกรมการควบคุมสำหรับพีแอลซี รุ่น SIEMENS S7-1200 ตามเงื่อนไขในข้อกำหนดที่ทางหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบต้องการ

3. สร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Human Machine Interface : HMI) ด้วยโปรแกรม TIA Portal V13 สำหรับการควบคุมที่หน้างานในโหมดการควบคุมแบบ Manual Mode และ Auto Mode รวมทั้งสร้างส่วนควบคุมและแสดงผลโดยเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ด้วยโปรแกรม Adobe Dreamweaver สำหรับการควบคุมควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกลหรือ Remote Mode

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. เขียนโปรแกรมการควบคุมกระบวนการให้กับพีแอลซี รุ่นซีเมนส์ S7-1200 ในการควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายพับจำนวน 3 บานที่มีโครงสร้างและรูปแบบการทำงานที่เหมือนกัน โดยมีการควบคุมอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ การควบคุมการเปิด-ปิดบานโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode) ซึ่งจะควบคุมระดับความสูงของบานฝายตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน การควบคุมการเปิด-ปิดบานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) โดยมีค่าระดับน้ำเป็นค่า Set point เพื่อควบคุมระดับความสูงของบานฝายในภาวะฉุกเฉิน และการควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกล (Remote Mode) โดยควบคุมระดับความสูงของบานฝายได้จากระยะไกล แต่ทั้งนี้ระดับบานฝายพับในแต่ละบานจะเป็นอิสระต่อกันทั้งหมด

2. สร้างเอชเอ็มไอ (HMI) สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดบานของฝายพับทั้ง 3 บานโดยผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด 6 หน้าจอ สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดบานใน Manual Mode และ Auto Mode ซึ่งประกอบด้วย หน้าจอหลัก (Main Screen) จำนวน 1 หน้าจอ หน้าจอแสดงค่าระดับน้ำ (Home Screen) จำนวน 1 หน้าจอ หน้าจอควบคุมและแสดงระดับบานฝายของแต่ละบาน จำนวน 3 หน้าจอ และหน้าจอข้อมูลติดต่อของบริษัทผู้ติดตั้งระบบนี้ (Contact Screen) จำนวน 1 หน้าจอ

3. สร้างส่วนควบคุมและแสดงผลโดยเว็บเบราว์เซอร์ทั้งหมด 3 หน้า สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดบานใน Remote Mode ซึ่งประกอบด้วยหน้าต่างแสดงผล (Monitor) หน้าต่างควบคุม (Control) และหน้าต่างติดต่อ (Contact) โดยที่หน้าต่างแสดงผลจะแสดงผลค่าตัวเลขของระดับบานฝายทั้ง 3 บาน และค่าระดับน้ำหน้าบานฝาย (Up Steam) นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งกล้อง CCTV ที่หน้างานเพื่อตั้งสัญญาณภาพมาแสดงบนเว็บเบราว์เซอร์อีกด้วย รวมทั้งมีการแสดงค่าสถานะต่าง ๆ ในการควบคุม ซึ่งใช้เป็นรูป

หลอดไฟ (Lamp) ในส่วนของหน้าต่างควบคุม ซึ่งจะคล้ายกับหน้าต่างแสดงผลแต่จะมีในส่วนของ การควบคุมระดับบานฝายที่เพิ่มเข้ามาโดยจะมีช่องใส่ค่าระดับบานฝายในแต่ละบาน ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน และ ส่วนของหน้าต่างติดต่อ จะแสดงข้อมูลติดต่อของทางบริษัท

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเงื่อนไขของกระบวนการและการทำงานของระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี
2. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์สำหรับเขียนแบบ เพื่อจัดทำเอกสาร และออกแบบแบบทางไฟฟ้า และแบบหน้าโต๊ะควบคุมของระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี
3. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ TIA PORTAL V13 เพื่อกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ และออกแบบการเขียนโปรแกรม โดยใช้พีแอลซี รุ่น SIEMEN S7-1200 สำหรับการจำลองการควบคุมกระบวนการ เพื่อให้ได้ การควบคุมตามเงื่อนไขที่กำหนด
4. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ TIA PORTAL V13 เพื่อออกแบบส่วนของหน้าจอแสดงผล Human Machine Interface (HMI)
5. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ Adobe Dreamweaver เพื่อออกแบบส่วนของ Web Application

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงหัวข้องาน และระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	ออกแบบตู้คอนโทรล	■			
2	สั่ง/จัดเตรียมของ		■		
3	Site Survey		■		
4	ขยายเขตไฟ 3 เฟส		■	■	
5	ติดตั้งระบบไฮดรอลิก		■	■	■
6	ระบบไฟฟ้าในอาคาร และติดตั้งระบบ สัญญาณเตือนภัย			■	■
7	ติดตั้งระบบควบคุม และอุปกรณ์ ประกอบ			■	■
8	Commissioning and Training				■
9	จัดทำ/แก้ไขปฏิญานินพนธ์				■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำตามความต้องการของหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบ
2. สามารถแสดงข้อมูลของกระบวนการเพื่อให้วิเคราะห์ระบบได้ง่ายและสะดวกขึ้น
3. เพิ่มประสิทธิภาพและอำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานจากการควบคุมระบบได้จากระยะไกล
4. เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายให้มีความแม่นยำมากขึ้น
5. สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉินจากความสูงของระดับน้ำ เพื่อระบายน้ำให้ระดับน้ำอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

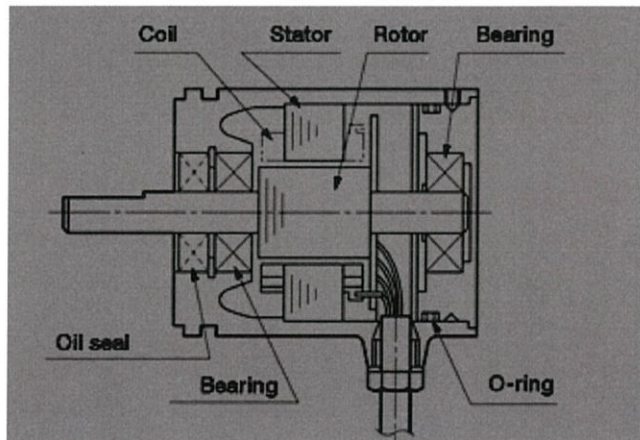
ภายในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึง หลักการของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง ของระบบควบคุมฝ่าย
พบได้ระยะไกลด้วย PLC ผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารแบบ 3G

2.1 หลักการของฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 อุปกรณ์ป้อนกลับ (Feedback Device)

2.1.1.1 Absolute Encoder [4]

ABSOCODER คือ Absolute Encoder เป็นเซนเซอร์บอกตำแหน่ง (Position Sensor) แบบหมุนตามแนวแกน หลักการทำงานโดยใช้ทฤษฎีการต้านทานของแม่เหล็ก ไม่มีวงจรร
Electronic, Rotary Disc, LED, Microprocessor หรือ สายไฟอยู่ภายใน จึงช่วยลดการเกิดความเสียหาย
ภายใต้การทำงานสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายได้



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของ Absolute Encoder

ส่วนประกอบ

1. ภายนอก ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel)

ช่วยป้องกันการเกิดสนิมและคราบสกปรก เนื่องจากเหล็กกล้าไร้สนิมมีพื้นผิวที่เรียบไม่มีช่องหรือรู จึงทำให้สามารถป้องกันสิ่งแปลกปลอมจากภายนอกและกันน้ำได้ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเหล็กหรือวัสดุอื่น ๆ

2. มีความแข็งแรงทนทานและป้องกันความร้อนได้ดี

- ทนต่อการกระแทก การสั่นสะเทือน และทนทานต่อความร้อน
- ใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 120 องศาเซลเซียส

- ทนต่อการสั่นสะเทือนได้สูงสุด 20G

- ทนต่อการกระแทกได้สูงสุด 500G

3. แพบจะไม่ก่อให้เกิด Backlash (ระยะห่างของช่องว่างระหว่างฟันของเฟือง)

- ในการติดตั้งบ่อยครั้งที่จะก่อให้เกิดระยะห่างระหว่างฟันเกียร์

ซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อการระบุตำแหน่ง แต่ ABSOCODER ที่อยู่ภายในเกียร์นั้นแพบจะไม่ก่อให้เกิดระยะห่างระหว่างฟันเกียร์ จึงไม่มีผลกระทบต่อการระบุตำแหน่งเลย

4. มีการหุ้มป้องกันน้ำมัน 2 ชั้น ด้วย Oil Seal และ O-Ring

- สามารถป้องกันคราบสกปรกและสารปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ

5. Absolute Sensor

- เป็นเซนเซอร์ที่บอกตำแหน่งปัจจุบันได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีการ

ทำงานโดยใช้ทฤษฎีการต้านทานของแม่เหล็ก

- ไม่มี Electronic circuit boards

- ไม่มี เลนส์

- ไม่มี Rotary disc

- ไม่มี Microprocessor

- ไม่มี ส่วนที่ต้องเชื่อมต่อใด ๆ

- มีส่วนประกอบของ Coils, Stator และ Eccentric Rotor(ลูก

เบี้ยว) เท่านั้น

ABSOCODER จะจดจำตำแหน่งปัจจุบันได้ทุกครั้ง เมื่อเครื่องจักรทำงานเคลื่อนที่ไปพร้อมกับเซนเซอร์ และเกิดกรณีไฟฟ้าดับ สายไฟฟ้าขาดหรือเสียหาย ไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องจักรได้ เซนเซอร์จะจดจำตำแหน่งที่เคลื่อนที่ไปจดหยุดการเคลื่อนที่ที่ตำแหน่งนั้นเสมอ นั้นหมายถึง ABSOCODER ไม่ต้องทำการตั้งค่าใหม่หลังจากมีการแก้ไขเรื่องไฟฟ้าหรือสายไฟฟ้าแล้ว เพราะเป็นเซนเซอร์ระบุตำแหน่งที่สมบูรณ์แบบ ไม่มี Electronic circuit boards หรือ Rotary disc อยู่ด้านใน

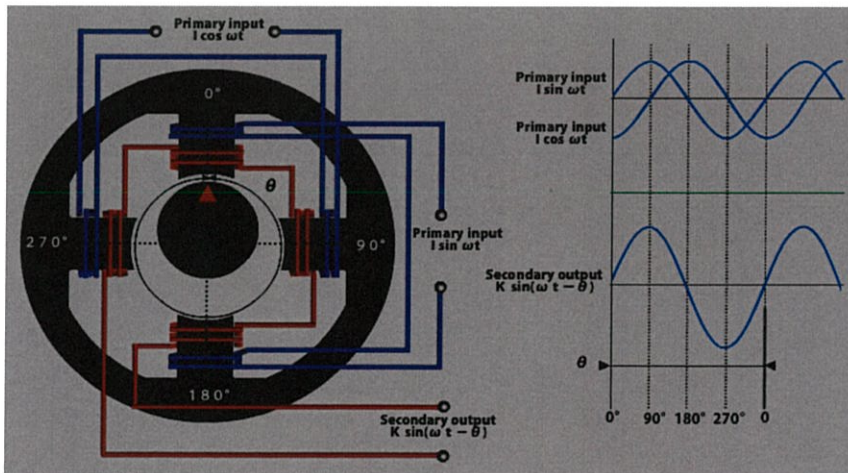
ROTARY ABSOCODER หรือแบบหมุนรอบแกนมี 2 ประเภท

1. Single Turn (หมุน 1 รอบ) เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการระยะการหมุนไม่เกิน 360 องศา
2. Multi Turn (หมุนได้มากกว่า 1 รอบ) เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการระยะการหมุนหลายรอบ

การทำงานของเซนเซอร์แบบเพิ่มค่าได้นั้น เราจะต้องกำหนดจุดเริ่มต้นให้ก่อนทำงานเสมอ ซึ่ง Absolute Sensor จะบอกตำแหน่งปัจจุบันของมันทุกครั้ง ถือได้ว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างมาก

Encoder ทั่ว ๆ ไปนั้น จะมีส่วนประกอบของ Light Source, LED, และ Rotation disc ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้ไม่สามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกได้ เช่น ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก ที่ในกระบวนการผลิตต้องใช้ความร้อนสูง หรือ อุตสาหกรรมปั๊มชิ้นส่วนโลหะ ที่ในกระบวนการผลิตมีแรงกระแทกและมีการสั่นสะเทือนสูง ๆ แต่ ABSOCODER ของ NSD เป็นเซนเซอร์บอกตำแหน่งที่สมบูรณ์แบบ (Absolute Sensor) ไม่มีส่วนประกอบของ Light Source, LED, และ Rotation disc อยู่ด้านใน

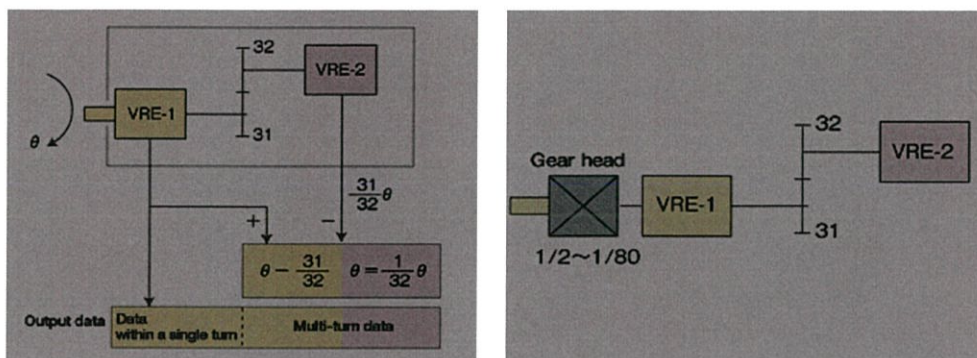
การระบุตำแหน่งโดยวัดจากค่าความต่างเฟสของค่า Primary Input Coil(ขดลวดปฐมภูมิ) และค่า Secondary Output Coil(ขดลวดทุติยภูมิ) ตามทฤษฎีการแปลงของแม่เหล็ก



ภาพที่ 2.2 การระบุตำแหน่งโดยวัดจากค่าความต่างเฟส

ABSOCODER แบบหมุนได้ 1 รอบ (Single Turn) เรียกว่า VRE เหมาะกับการใช้งานที่มีระยะการหมุนไม่เกิน 1 รอบ หรือ 360 องศา หลักการทำงานของ VRE ตามภาพที่ 2.2 VRE จะทำงานแบบการแปลงของ Coupling Transformer ซึ่งมีแม่เหล็กอยู่ตรงกลางระหว่างขดลวด Primary Input Coils และขดลวด Secondary Output Coils ซึ่งอยู่ที่ Stator ทั้ง 4 Pole ตามตำแหน่ง

ในการหมุนของ Rotor ลูกเบี้ยว ส่วนมากมักจะใช้ในเครื่องจักรประเภทเครื่องปั๊มขึ้นงาน ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก เป็นต้น



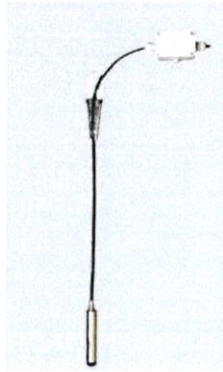
ภาพที่ 2.3 หลักการทำงานของ MRE

ABSOCODER แบบหมุนได้มากกว่า 1 รอบ (Multi Turn) เรียกว่า MRE เหมาะกับการใช้งานที่มีระยะการหมุนมากกว่า 1 รอบ หรือ มากกว่า 360 องศา หลักการทำงานของ MRE ตามภาพที่ 2.3

เนื่องจากการตรวจจับจากการหมุนมากกว่า 1 รอบของมุม ABSOCODER แบบหมุนได้มากกว่า 1 รอบ จะเชื่อมต่อกับเฟืองที่มีอัตราทด (Gear Ratios) ที่ต่างกัน 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 สามารถหมุนได้มากถึง 3,072 รอบ และพิเศษกว่านั้น MRE สามารถหมุนได้ถึง 8,192รอบ และวัดได้แม่นยำถึง 8,192 รอบ

2.1.1.2 Hydrostatic Level Sensor [5]

เครื่องวัดและแสดงระดับแบบใช้ความดันของของเหลวในการประมวลผล (Hydrostatic Level Transmitter) และ แปลงค่าส่งสัญญาณ 4-20 mADC ออกมา เพื่อนำค่าที่ได้ต่อไปยังมิเตอร์หรือเครื่องแสดงระดับ เหมาะสำหรับนำไปใช้วัดระดับน้ำในคลอง , แม่น้ำ เป็นต้น

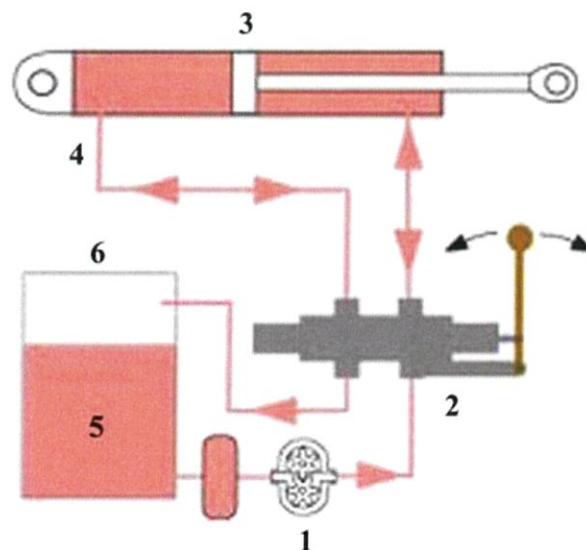


ภาพที่ 2.4 Hydrostatic Level Sensor

2.1.2 ระบบควบคุม (Control System)

2.1.2.1 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) [6]

ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) คือ ระบบการควบคุมและถ่ายทอดพลังงานกำลังงาน โดยอัดน้ำมันไฮดรอลิก ไปยังกระบอกสูบ(Hydraulic Cylinder) แล้วเปลี่ยนความดันของน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic Oil) เป็นพลังงานกล (Actuator) ในงานที่ต้องใช้แรงมาก ๆ เช่น การยกสิ่งของที่มีน้ำหนักสูง เครื่องจักรที่ต้องใช้กำลังในการควบคุมสิ่งของที่มีน้ำหนักสูง เป็นต้น โดยระบบต้องอาศัยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.5 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิก

1. ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump) อุปกรณ์สร้างความดันน้ำมันให้สูงขึ้น
2. วาล์วไฮดรอลิก (Hydraulic valve) อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน , อุปกรณ์ควบคุมการไหล , อุปกรณ์ควบคุมทิศทาง

3. อุปกรณ์ Actuator หรือ กระบอกลูกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder)
 4. ท่อไฮดรอลิก (Hydraulic pipe) สำหรับส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกไปยังอุปกรณ์ไฮดรอลิกต่าง ๆ
 5. น้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic oil) เป็นของเหลวที่ส่งผ่านความดันให้เป็นพลังงานกล
 6. ถังน้ำมันไฮดรอลิก (Oil tank , Reservoir)
1. ปั๊มไฮดรอลิก (HYDRAULIC PUMP)

ปั๊มไฮดรอลิกทำหน้าที่เปลี่ยนแปลง พลังงานไฟฟ้า เช่น กำลังจาก มอเตอร์ไฟฟ้าให้เป็นพลังงานของไหลในรูปของอัตราการไหลและความดันซึ่งจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลเพื่อนำไปใช้งาน โดยทั่วไปแล้วปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump)สามารถแบ่งเป็น2แบบคือ

- ชนิดปริมาตรคงที่ (Fix displacement) คือ ชนิดที่ปริมาตรของของเหลวที่ถูก ส่งออกจากปั๊มแต่ละวงจรของการเคลื่อนที่จะคงที่ตลอดเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- ชนิดปริมาตรเปลี่ยนแปลง (Variable displacement) คือ ชนิดที่ปริมาตรของ ของเหลวที่ถูกส่งออกจากปั๊มแต่ละวงจรของการเคลื่อนที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการปรับตั้งกลไกภายในของปั๊ม

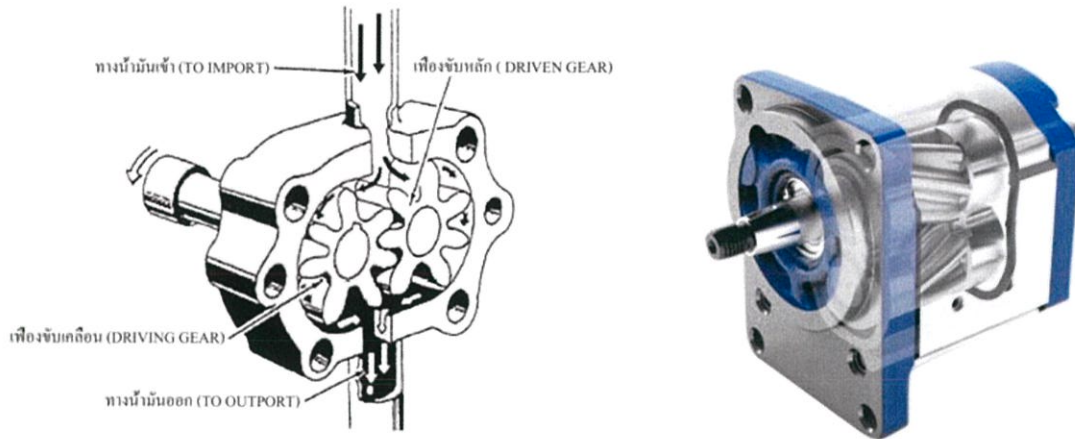
ปั๊มไฮดรอลิกที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะมีทั้งชนิดปริมาตรคงที่และ ชนิดปริมาตรเปลี่ยนแปลงโดยทั่ว ๆ ไปแล้วปั๊มไฮดรอลิกนิยม แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของปั๊ม ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3แบบ คือ ปั๊มแบบเฟืองเกียร์ (Gear pump) ,ปั๊มแบบใบพัด (Vane pump) และ ปั๊มแบบลูกสูบ (Piston pump)

A. ปั๊มไฮดรอลิกแบบเฟืองเกียร์ (HYDRAULIC GEAR PUMP)

ปั๊มไฮดรอลิกแบบเฟืองนี้ เป็นชนิดปริมาตรคงที่ (Fixed displacement) สำหรับระบบไฮดรอลิกในปัจจุบัน ปั๊มแบบเฟืองจะเป็นที่นิยมมากเพราะเป็นแบบที่ไม่ยุ่งยากและราคาถูก ซึ่งที่มีใช้กันอยู่สามารถจำแนกได้ดังนี้

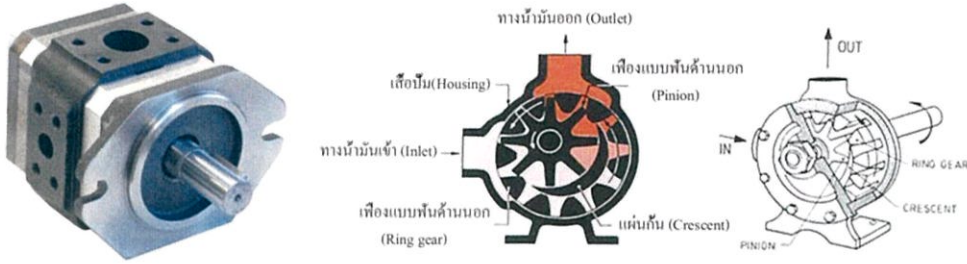
1. ปั๊มชนิดเฟืองนอก (External gear pump) ประกอบด้วยเฟืองที่มีฟันด้านนอก ขบกันคู่หนึ่ง สวมพอดีอยู่ในเสื้อปั๊ม (Pump body or pump housing) เฟืองตัวหนึ่งจะยึดติดกับเพลลาที่ต่อเข้ากับตัวขับซึ่งอาจจะเป็นเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้าก็ได้ เพลานี้จะมีแบริ่งหรือบุช (bearing or bushing)รองรับกับเสื้อปั๊ม ส่วนเฟืองอีกตัวหนึ่งก็จะติดกับเพลลาซึ่งหมุนได้อิสระ โดยจะมีแบริ่งหรือบุชรองรับกับเสื้อปั๊มเช่นกัน ที่เสื้อปั๊มจะมีทางน้ำมันไฮดรอลิกเข้าและทางน้ำมันไฮดรอลิกออกด้วย

การทำงานของปั๊มไฮดรอลิกแบบนี้เมื่อเฟืองตัวที่ติดกับตัวขับถูกขับให้หมุน ก็จะทำให้เฟืองอีกตัวหนึ่งที่ขบกันหมุนไปด้วย การที่เฟืองทั้งสองสวมพอดีอยู่ในเสื้อปั๊มนั้น น้ำมันที่ทางเข้าของปั๊มก็จะถูกกวาดเข้าไปอยู่ระหว่างฟันเฟืองและ เสื้อปั๊ม โดยไม่มีการรั่วไปไหนจนกระทั่งถึงทางออก น้ำมันที่ถูกกักไว้ในร่องฟันเฟืองก็จะถูกส่งออกไป ส่วนเฟืองทั้งสองขบกันอยู่ตลอดเวลา ก็จะทำหน้าที่เป็นที่ป้องกันไม่ให้น้ำมันไฮดรอลิกที่ทางออกไป ย้อนกลับไปที่ ช่องทางเข้าปั๊ม



ภาพที่ 2.6 ปั๊มไฮดรอลิก แบบเฟืองนอก (Hydraulic External Gear pump) : <http://www.pneuhyd.co.th>

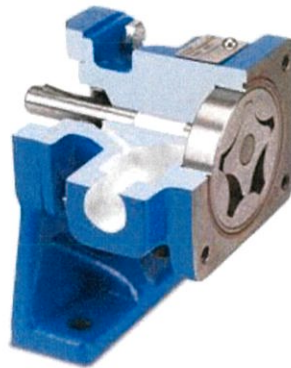
2. ปั๊มชนิดเฟืองในแบบมีแผ่นกั้น (Internal gear pump with diaphragm) ประกอบด้วยเฟืองสองตัวขบกัน โดยที่ เฟืองอีกตัวหนึ่งเป็นแบบฟันด้านนอกและเฟืองอีกตัวหนึ่งเป็นแบบฟันด้านใน ซึ่งการขบกันของเฟืองทั้งสองทำให้เกิดช่องว่างที่ไม่สามารถป้องกันให้น้ำมันไหลย้อนกลับได้ ดังนั้นในช่องว่างดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีแผ่นกั้น โดยแผ่นกั้นนี้จะสัมผัสกับเฟืองตัวในและเฟืองตัวนอก โดยเพลาคับที่ติดอยู่กับเฟืองที่มีฟันด้านนอกหรือ ที่เรียกว่าเฟืองตัวในหมุนไปเมื่อถูกขับจากตัวขับ ในเวลาเดียวกันเฟืองที่มีฟันด้านในหรือที่เรียกว่าฟันตัวนอกก็จะหมุนไป ด้วยในทิศทางเดียวกับ เฟืองตัวใน ทำให้น้ำมันไฮดรอลิกที่ช่องทางเข้าถูกกวาดไปตามร่องฟันเฟืองตัวในกับแผ่นกั้น และถูกกวาดไปตามร่องฟันเฟืองตัวนอกกับแผ่นกั้นด้วย ส่วนบริเวณที่ฟันของเฟืองทั้งสองขบกันก็จะทำหน้าที่กันไม่ให้น้ำมันไฮดรอลิกทางออกไหล ย้อน กลับไปที่ช่องทางเข้าของปั๊ม



ภาพที่ 2.7 ปั๊มตรรกแบบเฟืองในชนิดมีแผ่นกั้น (Hydraulic Internal gear pump) :

<http://www.pneu-hyd.co.th>

3. ปั๊มชนิดเฟืองในแบบโรเตอร์ (rotor-type pump) ปั๊มแบบนี้จะไม่มีแผ่นกั้นเหมือนแบบแรก และเฟืองตัวในที่เรียกว่า rotor และเฟืองตัวนอกที่เรียกว่า rotor ring จะมีลักษณะกลมมน การทำงานจะเป็นเช่นเดียวกับปั๊มชนิดที่มีแผ่นกั้น โดยที่เฟืองตัวในและเฟืองตัวนอกจะหมุนไปในทิศทางเดียวกัน และจะมีส่วนที่สัมผัสกันซึ่งจะทำหน้าที่กั้นไม่ให้มีการไหลย้อนกลับของน้ำมัน ที่ทางออกไปยังทางเข้า ซึ่งเฟืองตัวนอกหรือ rotor ring จะมีร่องฟันมากกว่าจำนวนฟันของเฟืองตัวในหรือ rotor อยู่หนึ่งร่อง ทำให้ฟันของเฟืองตัวในเฟืองฟันเดียว ที่จะเข้าไปอยู่ในร่องฟันพอดีส่วนฟันอื่น ๆ จะเลื่อนขึ้นและลงในร่องฟันทำให้เกิดช่องว่างสำหรับดึงน้ำมันเข้าปั๊มเมื่อฟันเลื่อนขึ้นบนร่อง และฟันอีกส่วนก็จะเลื่อนลงบนร่องฟันเป็นการบีบเอาน้ำมันออกจากปั๊ม



ภาพที่ 2.8 รูปตัดของปั๊มไฮดรอลิกแบบเฟืองในชนิดโรเตอร์ (Cross section of internal Gear pump

rotor type) : <http://www.pneu-hyd.co.th>

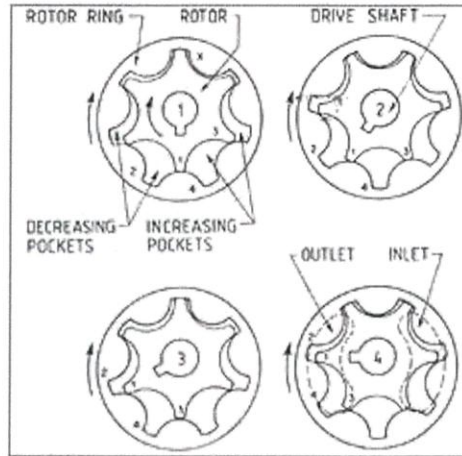
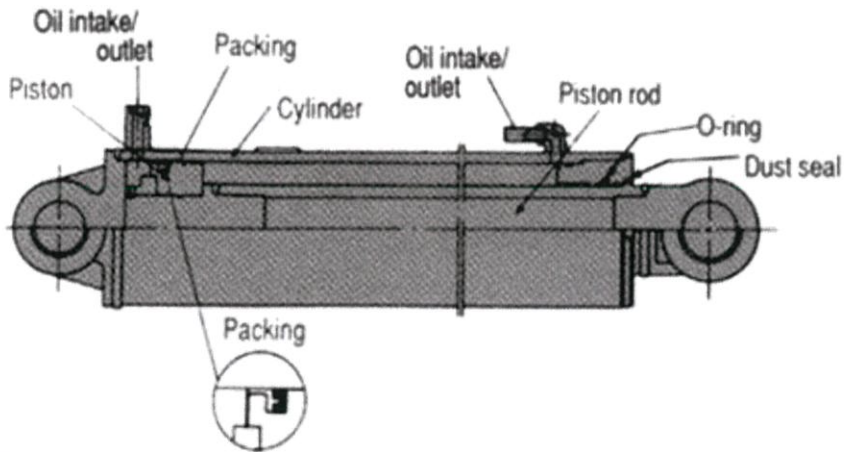


Fig.61 Gerotor type internal gear pump

ภาพที่ 2.9 รูปแสดงการหมุนของโรเตอร์ (rotor) กับ rotor ring ใน 1 รอบ: <http://www.pneuhyd.co.th>

2. กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)

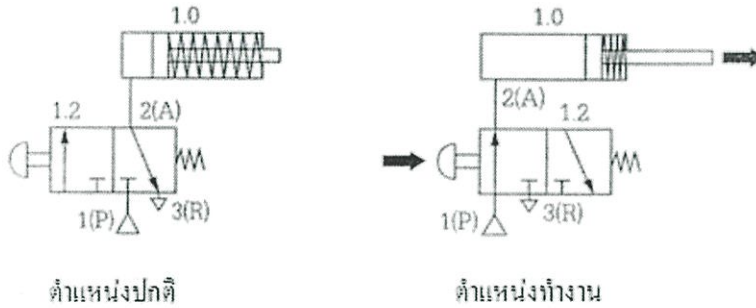
กระบอกไฮดรอลิกนั้นเราสามารถที่จะแบ่งได้เป็นสองประเภทตามทิศทางของแรงที่กระทำบนลูกสูบคือ Single Acting Cylinder และ Double Acting Cylinder



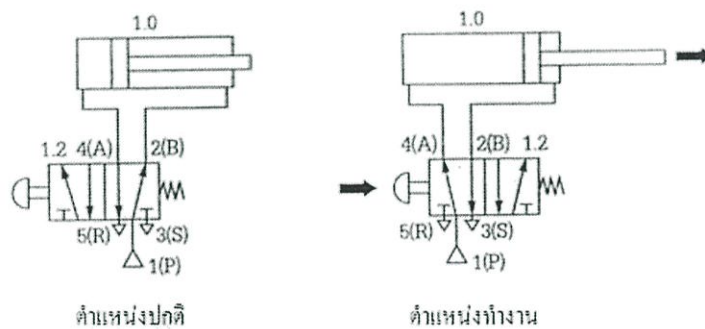
ภาพที่ 2.10 ส่วนประกอบหลักของกระบอกสูบไฮดรอลิก : <https://board.postjung.com>

กระบอกสูบไฮดรอลิกชนิดนี้มีรูทางเข้าและทางออกของน้ำมันไฮดรอลิกนั้นมีเพียงรูเดียวหรือมีรูที่ด้านเดียวของกระบอกสูบ แรงที่เกิดจากการกระทำของแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกนั้นเกิดในทิศทางเดียวตั้งรูป การกลับสู่ตำแหน่งเดิมของลูกสูบจะใช้แรงดันของสปริงหรือน้ำหนักของโหลดที่ดันกลับ

ลูกสูบชนิดนี้จะมีรูเข้าออกของน้ำมันไฮดรอลิกสองทางหรือทั้งสองด้านของลูกสูบ ทิศทางการเคลื่อนที่ไปมาของลูกสูบไฮดรอลิกในกระบอกสูบนั้นเป็นผลมาจากแรงดันของน้ำมันทั้งสองทางดังภาพที่ 2.11 ส่วนประกอบหลัก ๆ ของกระบอกสูบไฮดรอลิกนั้นจะประกอบด้วย ลูกสูบ, กระบอกสูบ, ก้านสูบ, Oil Seal, Packing, และตัวกันฝุ่น (Dust Seal) ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.11 กระบอกสูบแบบ Single Acting



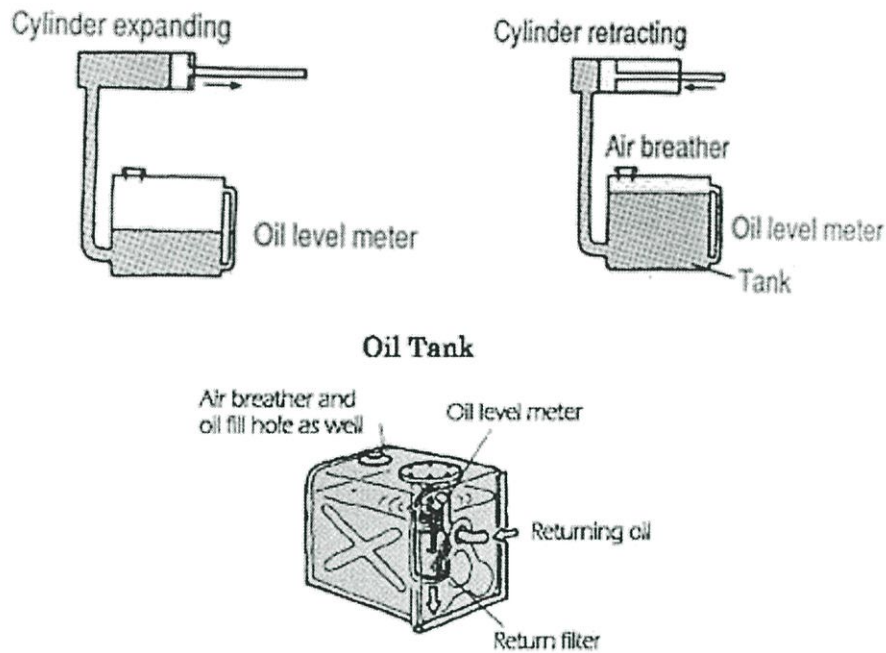
ภาพที่ 2.12 กระบอกสูบแบบ Double Acting

3. ถังน้ำมันไฮดรอลิก

คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อใช้หมุนเวียนในระบบหน้าที่ของถังน้ำมันไฮดรอลิก

1. กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกไว้เพื่อจ่ายให้แก่ระบบอย่างเพียงพอกับความต้องการ
2. กำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำมันไฮดรอลิก
3. กำจัดน้ำออกจากระบบไฮดรอลิก ระบายความร้อนให้กับน้ำมันไฮ-

-ดรอลิก
ในระบบขนาดเล็กปริมาณของน้ำมันจะมากขึ้นเมื่อก้านสูบหดตัว และจะลดลงเมื่อก้านสูบหดตัว



ภาพที่ 2.13 ถังน้ำมันไฮดรอลิก : <https://board.postjung.com>

อุปกรณ์ตัวหนึ่งที่จะต้องมีความคู่กับถังน้ำมันไฮดรอลิกคือตัวระบายอากาศ (Air Breathe) มีไว้เพื่อให้อากาศเข้าและออกเพื่อทดแทนกับปริมาณน้ำมันที่ลดลงและเพิ่มขึ้นตามจังหวะการทำงานของลูกสูบและลดแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

2.1.2.2 พีแอลซี (Programmable Logic Control) [7]

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิต – สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

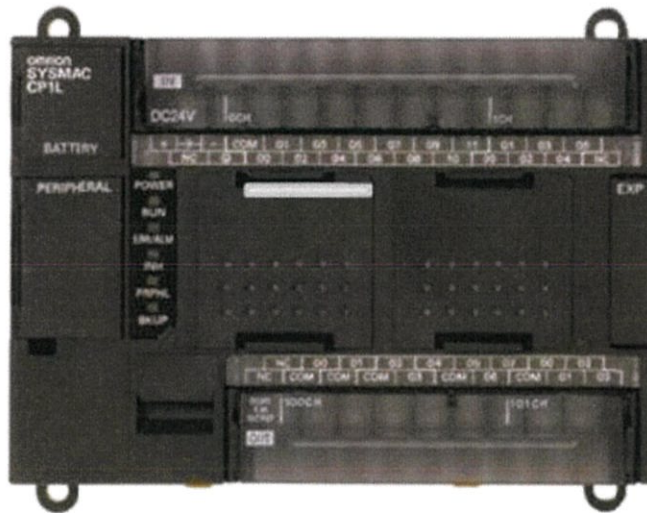
การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิต – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

1. ชนิดของ PLC

สามารถจำแนก PLC ตามโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

PLC ประเภทนี้ จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ ในกรณีที่ท่านต้องการเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต สามารถใช้หน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต(Expansion I/O Units) เพื่อเพิ่มจำนวนอินพุต /เอาต์พุตได้โดยการต่อเข้ากับ พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector) สามารถแสดงตัวอย่าง PLC แบบ Block Type ให้เห็นดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 แสดงชนิดของ PLC แบบ Block Type

2. PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค(Rack Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาคอินพุต/เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบ อาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวนขนาด 8/16 จุด หรือ เป็นเอาต์พุตอย่างเดียวนขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วย ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) สามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ PLC ชนิดโมดูล ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เมื่อต้องการใช้งาน จะถูกนำมาต่อร่วมกันบางรุ่นใช้ เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต เช่น รุ่น CQM1/CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ สามารถยกตัวอย่าง PLC ชนิดโมดูลให้เห็นดังภาพที่ 2.15

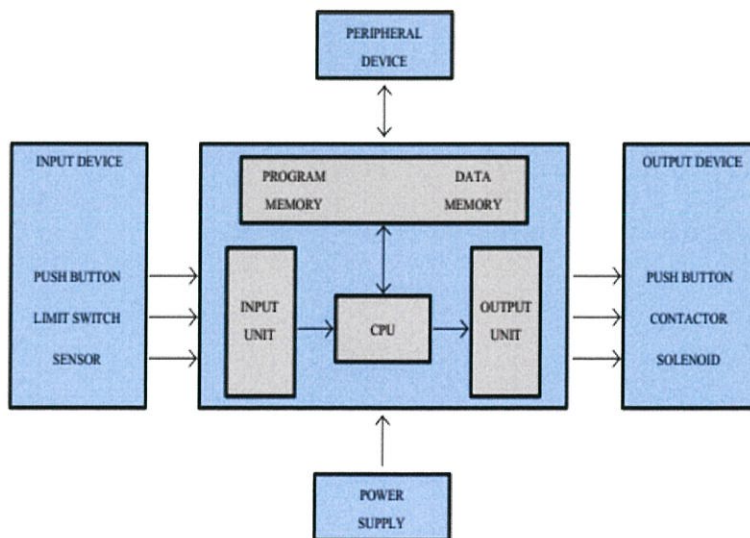


ภาพที่ 2.15 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล

โครงสร้างภายในของ PLC แต่ละส่วนนั้นจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุม หรือที่เราเรียกว่า PLC ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญคือ ยูนิททั้ง 5 ส่วน เมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็จะกลายเป็น PLC ชุดหนึ่งที่สามารถทำงานได้ แต่ละยูนิทจะมีหน้าที่และคุณสมบัติ ดังนี้

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

3. ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC ประกอบด้วย

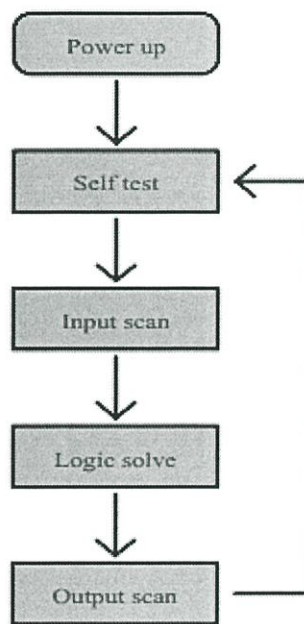


ภาพที่ 2.16 โครงสร้างภายใน PLC

4. การทำงานของ PLC

PLC ส่วนใหญ่จะมีลำดับการทำงานพื้นฐาน อยู่ 4 ขั้นตอนและจะทำงานซ้ำ ๆ กันหลายครั้งภายในเวลาหนึ่งวินาที และเมื่อเริ่มต้นจ่ายไฟให้กับ PLC มันจะเริ่มตรวจสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อที่จะหาข้อบกพร่อง แต่ถ้าไม่มีปัญหาใด ๆ มันจะนำเอาข้อมูล ในอินพุต

(สัญญาณอินพุตต่าง ๆ) เข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำซึ่งเรา จะเรียกวา สแกนอินพุต (Input Scan) หลังจากนั้น PLC ก็จะประมวลผล ตามโปรแกรมแลดเดอร์ (Ladder Program) โดยจะใช้ข้อมูล จากหน่วยความจำ การประมวลผล ดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกนลอจิก (Logic Scan) ในขณะที่ PLC ประมวลผลตามโปรแกรมแลดเดอร์นั้นค่าเอาต์พุตของโปรแกรมแลดเดอร์ ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตาม เงื่อนไขต่าง ๆ ของโปรแกรม แต่การเปลี่ยนแปลงนี้จะ อยู่ในหน่วยความจำชั่วคราว (Temporary Memory) เท่านั้น เมื่อการสแกนแลดเดอร์ทำงานเสร็จ แล้วข้อมูล ด้าน เอาต์พุตในหน่วยความจำ ชั่วครวนี้จะถูกส่งไปที่ยูนิตเอาต์พุตทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่ภายนอกทำงานหรือไม่ทำงานตามผลลัพธ์ที่ได้จาก การประมวลผล ซึ่งเรียกวา สแกนเอาต์พุต (Output Scan) เมื่อสิ้นสุดการสแกนเอาต์พุต PLC จะกลับไป เริ่มต้นการทำงานใหม่ ซึ่งกระบวนการดังกล่าว นี้ จะใช้เวลา 5 –10 mS หรือเร็วกว่าขึ้นอยู่กับความเร็วใน การทำงานของ CPU ตามรูปที่ 2.17

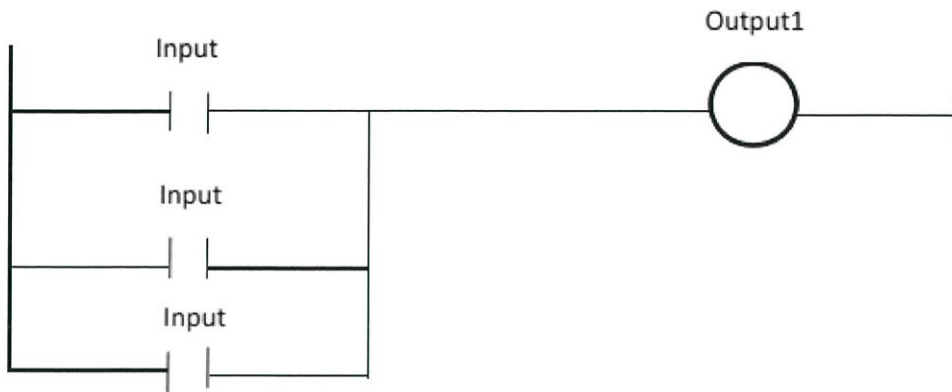


ภาพที่ 2.17 วงรอบการสแกนของ PLC

5 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมให้กับ PLC

PLC แต่ละยี่ห้อจะใช้ ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อส่งให้ PLC ทำงาน ตามความต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งมาตรฐานภาษาต่าง ๆ ออกเป็น 5 แบบ คือ

1. Ladder Diagram จะเขียนอยู่ในรูปกราฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจร ควบคุมรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่ง Ladder diagram จะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของ ไดอะแกรมเพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแสและมีขดลวด หรือคอยล์เป็นเอาต์พุต



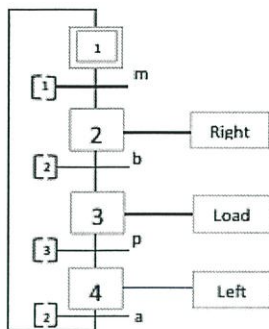
ภาพที่ 2.18 ตัวอย่าง Ladder Diagram

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

```
(* TEST CYCLE SETUP *)
cycle_In1 := tb_In1[testCycleNum];
cycle_In2 := tb_In2[testCycleNum];
cycle_In3 := tb_In3[testCycleNum];
cycle_Out := tb_Out[testCycleNum];
IF testCycleNum = 0 THEN
  (* INIT *)
  PID_Subsystem(i0_PID_Subsystem, 0, cycle_In1, cycle_In2, cycle_In3, out_Out);
END_IF;
(* STEP *)
PID_Subsystem(i0_PID_Subsystem, 1, cycle_In1, cycle_In2, cycle_In3, out_Out);
(* VERIFY *)
IF testVerify THEN
  IF cycle_Out = 0.0 THEN
    IF ABS(out_Out) > 9.999997473787516E-5 THEN
      testVerify := 0;
    END_IF;
  ELSIF ABS(out_Out - cycle_Out) > (9.999997473787516E-5 * ABS(cycle_Out)) THEN
    testVerify := 0;
  END_IF;
END_IF;
testCycleNum := testCycleNum + 1;
END_IF;
```

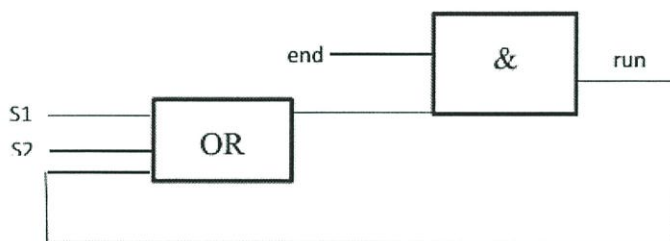
ภาพที่ 2.19 ตัวอย่าง Structure Text Language

3. Sequential Function Chart (GRAFCET) จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบลำดับหรือซีควেনซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (การปฏิบัติการย่อย) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งย่อย) นอกจากนี้ยังสามารถยังกำหนดลักษณะการทำงานเป็นแบบ Liner, Alternative และ Parallel Step Sequence เป็นต้น



ภาพที่ 2.20 ตัวอย่าง Sequential Function Chart (GRAFCET)

4. Function Block Diagram Language เป็นภาษาที่ฟังชั่น การทำงาน ในรูปแบบในรูปของกราฟฟิคเช่นเดียวกันและเชื่อมต่อกันเป็น โครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบ ของฟังค์ชั่นบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม



ภาพที่ 2.21 ตัวอย่าง Function Block Diagram Language

5. Instruction List Language จะเป็นภาษาที่เขียนในรูปของ ข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษา แอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine code) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand) จะเห็นว่าในภาษาปัจจุบัน LD,FBD และ IL เป็นภาษาที่บริษัทผู้ผลิต PLC/PC ในปัจจุบัน กำหนดให้ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในแต่ละบริษัทจะมีการพัฒนารูปแบบของ ฟังก์ชั่น และฟังชั่นบล็อกมีความแตกต่างกัน

```

1. LD Start
2. O Flag
3. A Stop
4. A BLK
5. = Flag
6. = Fbb ;Fb to Fbb
7. Read Fbb ;Fbb to Fb
8. L Time
9. SD Timer
10. LD Timer
11. = Start_Up
12. LD Start_Up
13. L SP_cur
14. L SP_nom
15. >=I ;Both Processors
16. Write Fbb ;Fb to Fbb
17. A Fbb ;Fbb to Fb
18. = Out

```

ภาพที่ 2.22 ตัวอย่าง Instruction List Language

2.1.2.3 Human Machine Interface : HMI

HMI เป็นอุปกรณ์ที่นำเสนอข้อมูลจากการประมวลผลให้กับผู้ปฏิบัติการที่เป็นมนุษย์และมนุษย์จะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการควบคุมขบวนการ



ภาพที่ 2.23 ตัวอย่างของหน้าจอ HMI

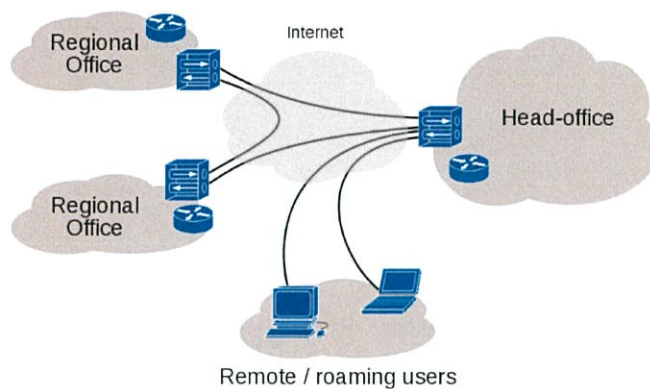
2.1.3 ระบบควบคุมระยะไกล (Remote Control System)

องค์ประกอบของระบบควบคุมระยะไกล ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.3.1 เครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network: VPN) [8]

เครือข่ายเสมือนที่ยอมให้กลุ่มของ site สามารถสื่อสารกันได้ นโยบายในการใช้งานใน VPN ถูกกำหนดโดยชุดของ admin policies ที่จัดทำขึ้นโดยสมาชิกในกลุ่มนั้น หรือถูกกำหนดอย่างเบ็ดเสร็จโดย Service Provider (SP) site ดังกล่าวอาจอยู่ในองค์กรเดียวกันหรือต่างองค์กรก็ได้ หรือ VPN อาจเป็น intranet หรือ extranet site ดังกล่าวอาจอยู่ในมากกว่าหนึ่ง VPN ก็ได้หรือ VPN อาจทับกัน, ทุก site ไม่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้ SP เดียวกัน, VPN อาจกระจายอยู่หลาย SP

Internet VPN



ภาพที่ 2.24 ตัวอย่างการเชื่อมโยงเครือข่าย VPN

บริการ VPN แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ

1. Remote access VPNs : เป็นรูปแบบในการเข้าถึงเครือข่าย VPN จากอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถเข้าถึงเครือข่ายได้ โดยเป็นการเข้าถึงจากโคลเอ็นต์ใด ๆ ก็ได้ โดยอาศัยผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต เป็นตัวกลาง ในการติดต่อ ซึ่งจะมีการเข้ารหัสในการ ส่งสัญญาณจากเครื่องโคลเอ็นต์ไปยัง VPN Server หรือสรุปคือ ต้องมี VPN Server 1 ตัว และเครื่อง Client ที่ต้องการติดต่อ ต้องมีการติดตั้ง VPN Client ไว้ที่อุปกรณ์ รูปแบบนี้จะเหมาะกับ ลักษณะการทำงานแบบ Mobile User เช่น พนักงานฝ่ายขายหรือวิศวกรที่เดินทางไปต่างจังหวัดบ่อย ๆ

2. Site-to-site VPNs หรือ Intranet VPN: เป็นรูปแบบในการเข้าถึงเครือข่าย VPN ที่ใช้เฉพาะภายในองค์กรเท่านั้น อาทิ การต่อเชื่อมเครือข่าย ระหว่างสำนักงานใหญ่ในกรุงเทพฯ และสาขาย่อย ในต่างจังหวัดเสมือนกับ การทดแทน การเช่าวงจรถงลิสไลน์ ระหว่าง กรุงเทพฯกับต่างจังหวัด โดยที่แต่ละสาขาสามารถ ต่อเชื่อมเข้ากับ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ในท้องถิ่นของตน เพื่อเชื่อมเข้า โครงข่าย VPN ขององค์กรอีกทีหนึ่ง หรือสรุปก็คือ ต้องให้ Router หรืออุปกรณ์ 2 ฝั่ง ทำ VPN แบบ Site-to-site ถึงกัน โดย เครื่องของ Client ไม่ต้องทำอะไร ปัจจุบันเป็นที่นิยมมาก ยกตัวอย่าง มีบริษัทที่มี ADSL ในพื้นที่เช่น เชียงใหม่กับ กรุงเทพฯ และ ADSL Router เป็นรุ่นที่มีฟังก์ชัน VPN Site-to-site ทำให้ทั้ง 2 สาขาใช้งานภายในได้แบบประหยัดค่าใช้จ่ายมาก ๆ ไม่ว่าจะเป็น Data,voice หรือ video เป็นต้น

3. Extranet VPN: เป็นรูปแบบในการเข้าถึงเครือข่าย ที่คล้ายกับ Intranet VPN แต่มีการขยายวงออกไป ยังกลุ่มลูกค้า ซัพพลายเออร์ และพาร์ตเนอร์ เพื่อให้ใช้เครือข่ายได้ จุดสำคัญอย่างหนึ่ง ในการเลือกติดตั้ง VPN คือการเลือก ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ที่วางระบบรักษาความปลอดภัยเป็นอย่างดี มีส่วนอย่างมาก ในการส่งข้อมูลบน VPN ให้ปลอดภัยมากยิ่งขึ้น เพราะถ้า ไอเอสพี มีระบบรักษาความปลอดภัย ที่รัดกุม ก็จะช่วย ให้ ข้อมูลที่ส่งมา มีความปลอดภัยมากขึ้น Extranet VPN อาจจะเปิดให้ใช้งานได้แค่บางเมนูเท่านั้น ต้องเน้นเรื่องของความเป็นส่วนตัว

2.1.3.2 การสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless Communication)

การสื่อสารข้อมูลไร้สายเป็นองค์ประกอบสำคัญของการประมวลเคลื่อนที่. เทคโนโลยีที่สามารถใช้ได้มีความหลากหลายแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น, ระยะเวลาครอบคลุมและประสิทธิภาพ. ในบางสถานการณ์ที่หลาย ๆ ผู้ใช้จะต้องสามารถที่จะเชื่อมต่อได้หลายประเภทและหลายเครือข่าย. เพื่อให้ทำให้ง่ายขึ้น ซอฟต์แวร์จัดการการเชื่อมต่อจะต้องถูกนำมาใช้ หรือ VPN เคลื่อนที่ เพื่อรับมือกับการเชื่อมต่อหลายประเภท เหมือนกับเป็นเครือข่ายเสมือนเดียวที่มีการรักษาความปลอดภัยอย่างดี เทคโนโลยีที่สนับสนุนได้แก่

- Wi-Fi เป็นเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่ช่วยให้อุปกรณ์การคำนวณแบบพกพาสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายดาย ในขณะที่มาตรฐาน IEEE 802.11 b, g, n, Wi-Fi ให้ความเร็วเท่ากับบางชนิดของสายEthernet Wi-Fi ได้กลายเป็นมาตรฐานสำหรับการเข้าถึงในบ้านส่วนตัว, ภายในสำนักงานและที่ฮอตสปอตสาธารณะ

- บริการข้อมูลมือถือที่จะใช้ได้ภายในระยะ 10-15 ไมล์จากเซลล์ไซต์ที่ใกล้ที่สุด ความเร็วได้เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทคโนโลยีมีการพัฒนา จากเทคโนโลยีก่อนหน้านี้เช่น GSM, CDMA และ GPRS ไปเป็นเครือข่าย 3G เช่น W-CDMA, EDGE หรือ CDMA2000.

- การสื่อสารเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมอาจจำเป็นต้องใช้ในกรณีที่การเชื่อมต่อไร้สายอื่น ๆ ไม่สามารถใช้ได้ เช่นในพื้นที่ชนบทส่วนใหญ่ หรือสถานที่ห่างไกล. การสื่อสารผ่านดาวเทียมมีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการขนส่ง, การบิน, การใช้งานเกี่ยวกับการเดินเรือและการทหาร

2.1.3.3 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

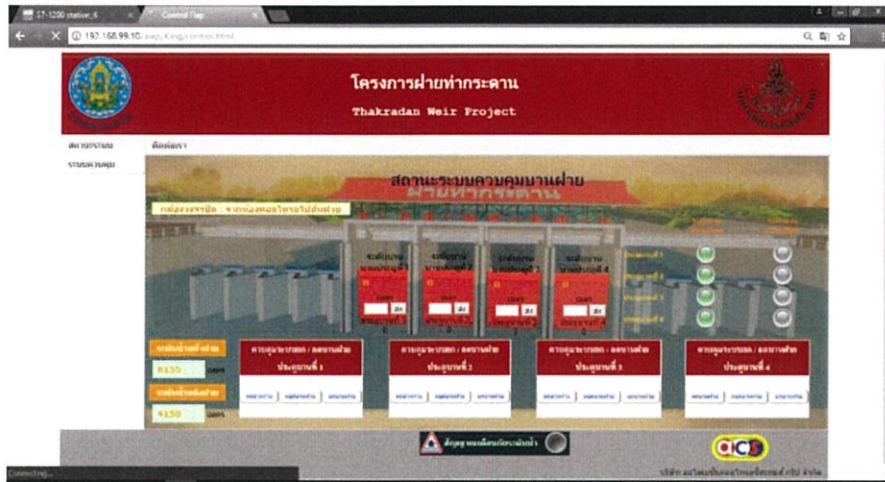
Web Application เป็น Application ที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็น Browser สำหรับการใช้งาน Webpage ต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล ของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่าน Internet ในความเร็วต่ำได้

องค์ประกอบหลักของการเขียนโปรแกรมบน Web Page

- Web Server คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ติดตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการข้อมูล แก่ Client หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ขอรับบริการ ในรูปแบบ สื่อผสม ผ่านระบบเครือข่าย โดยสามารถแสดงผล ผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ หรืออาจกล่าวได้ว่า Web server คือ โปรแกรมที่คอยให้บริการแก่ Client ที่ร้องขอข้อมูลเข้ามาโดยผ่าน web browser

- Web Browser โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลและโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศที่จัดเก็บในหน้าเว็บที่สร้างด้วยภาษาเฉพาะ เช่น ภาษาHTML ที่จัดเก็บไว้ที่ Web Service หรือWeb Server หรือระบบคลังข้อมูลอื่น ๆ โดยโปรแกรมค้นดูเว็บเปรียบเสมือนเครื่องมือในการติดต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เรียกว่าเว็ลด์ไวด์เว็บ

- ภาษา HTML และภาษา Script คือ ภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ
- ฐานข้อมูล (Database) กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลาย ๆ แฟ้มข้อมูล



ภาพที่ 2.25 ตัวอย่าง Web Application

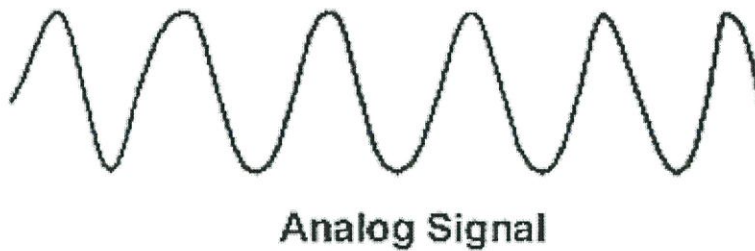
2.1.4 การสื่อสาร (Communication)

2.1.4.1 สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal)

หมายถึงสัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณแบบค่อยเป็นค่อยไป มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป โดยการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย เช่น สัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น

สัญญาณอนาล็อกในที่นี้กล่าวถึง อุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ (4-20 mA Transmitters) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กระแสมาตรฐาน 4-20 มิลลิแอมป์ ในการส่งผ่านข้อมูลและเป็นที่ยอมรับในการนำไปใช้งานส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่อยู่ในกระบวนการผลิตและระบบควบคุมที่อยู่ในห้องควบคุมกลาง (Center Control Room) ถึงแม้ในปัจจุบันได้มีการนำเสนอการส่งผ่านข้อมูลแบบใหม่ระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดและระบบควบคุม เพื่อพยายามผลักดันให้เป็นมาตรฐานการส่งผ่านข้อมูลแบบใหม่ในอนาคต ซึ่งยังคงต้องใช้เวลาานพอสมควร เช่น การส่งผ่านข้อมูลแบบดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ หรือที่รู้จักกันในชื่อของ Field Bus เป็นต้น อย่างไรก็ตามยังมีระบบควบคุมและอุปกรณ์เครื่องมือวัดอีกเป็นจำนวนมากที่ยังใช้ในการส่งผ่านข้อมูลด้วยสัญญาณกระแส (Current Loop) มาตรฐาน 4-20 มิลลิแอมป์ เนื่องจากผู้ใช้งานส่วนมากจะมีความเข้าใจการทำงานและการใช้งานอุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ เป็นอย่างดีและใช้งานกันมาเป็นเวลานานแล้ว ส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้งานส่วนมากจะมีความเข้าใจการเลือกใช้งานและติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้ แต่ก็ยังคงมีคำถามเกี่ยวกับอุปกรณ์แบบนี้บ้าง เช่น

ความแตกต่างระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ แบบ 2 สาย, 3 สาย และ 4 สาย หรือ มีข้อจำกัดในการใช้งานอุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบ 4-20 มิลลิแอมป์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.26 สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal)

2.1.4.2 สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal)

สัญญาณแบบ Digital จะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและ สัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพและ ความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบ Analog เนื่องจากมีการใช้งานเพียง 2 ค่าเพื่อนามาตีความหมายเป็น On/Off หรือ 1/0 เท่านั้น



ภาพที่ 2.27 สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal)

2.2.4.3 PROFINET

คือมาตรฐาน Ethernet ที่ได้รับการแก้ไขสำหรับใช้งานในวงการอุตสาหกรรม แต่มีลักษณะใกล้เคียงกับ Ethernet ที่คุณอาจมีไว้ที่บ้านหรือในสำนักงานมากขึ้น เนื่องจากความคล้ายคลึงกัน จึงสามารถตั้งค่าโดยใช้ Hub, Switch หรือข้ามผ่านไปยังเครือข่ายแบบไร้สายและอุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่านทาง WLAN หรือ Bluetooth ได้ ดังนั้น แม้ว่าจะมีข้อจำกัดมากกว่าในการที่จะต้องตั้งค่าใน Topology เครือข่ายแบบที่เก่ากว่า แต่คุณสมบัติของความยืดหยุ่นในการเชื่อมต่อสื่อสารกับอุปกรณ์มาตรฐานอื่น ๆ ทำให้มาตรฐานนี้เหมาะสมในการใช้งานในอุตสาหกรรม

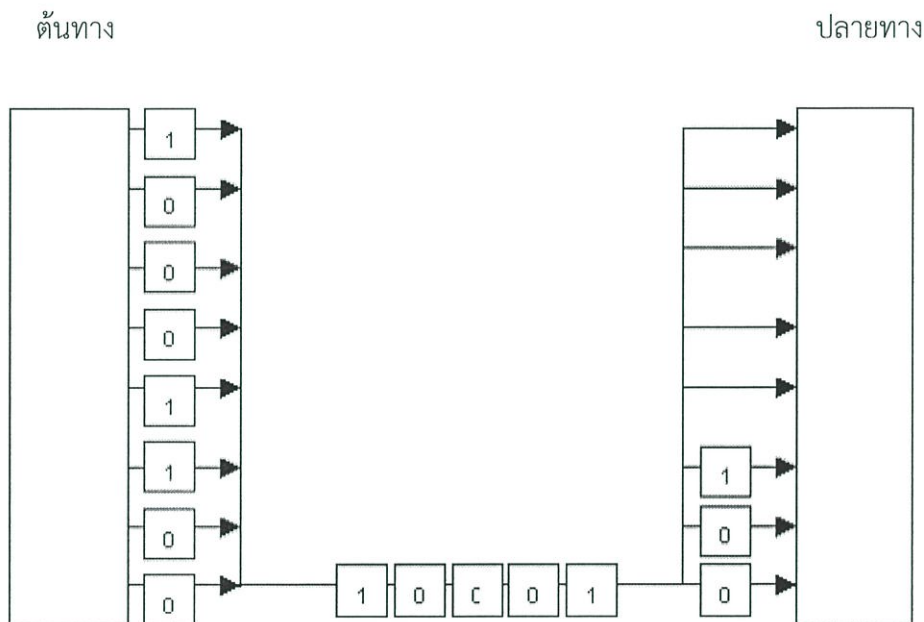
2.1.4.4 PROFIBUS

เป็นมาตรฐานแบบหนึ่งสำหรับการติดต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน โดยใช้บัสเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อ ทำให้สามารถลดจำนวนสายลงแต่สามารถเพิ่มความเร็วใน

การติดต่อสื่อสารได้มากขึ้น โดยได้ค่าที่ถูกต้องเที่ยงตรงระบบโพรพิบัสเป็นมาตรฐานระบบเปิดสำหรับการผลิตและการควบคุมอัตโนมัติที่ไม่ผูกมัดกับผู้ผลิตใด ๆ โพรพิบัสจะเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (IEC61158, EN50170, 50240) เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้มาตรฐานนี้สามารถติดต่อกันและใช้งานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์

2.1.4.5 การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication)

รูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษร จะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งเรียงลำดับกันไปทีละบิตในสายส่งเพียงเส้นเดียว ดังรูป

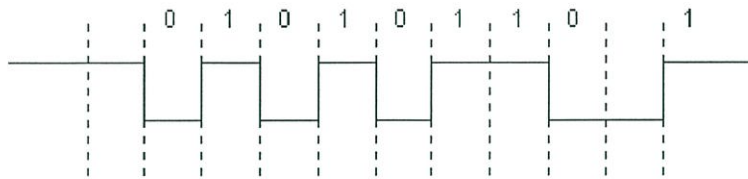


ภาพที่ 2.28 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

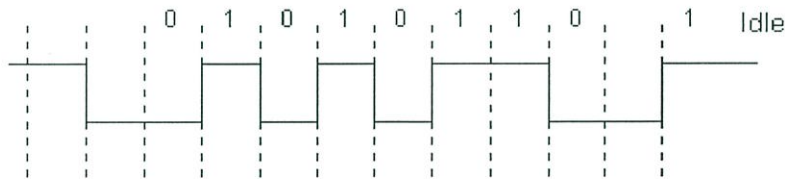
จากรูปตัวอักษรจะประกอบด้วย 8 บิต เรียงเป็นลำดับ ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างต้นทาง และปลายทาง และปลายทางจะรวบรวมบิตเหล่านี้ทีละบิตจนครบ 8 บิต เป็น 1 ตัวอักษร จะเห็นว่าการส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนาน แต่ค่าใช้จ่ายจะถูกกว่าแบบขนาน ซึ่งเหมาะสำหรับการส่งระยะทางไกล ๆ

โดยทั่วไปแล้วการส่งข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วยกลุ่มของตัวอักษร ดังนั้นในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้จึงเกิดปัญหาขึ้นว่า แล้วต้นทางและปลายทางจะทราบได้อย่างไรว่า จะแบ่งแต่ละตัวอักษรตรงบิตใด จึงเกิดวิธีการสื่อสารข้อมูลขึ้น 2 แบบคือ การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) และการสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission)

1. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็น การสื่อสารแบบระบุจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด (Start-Stop Transmission) ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันจะประกอบไปด้วย บิตเริ่มต้น (start bit) บิตของข้อมูลที่สื่อสาร (transmission data) จำนวน 8 บิต บิตตรวจสอบข้อผิดพลาด (parity bit) และบิตสิ้นสุด (stop bit) สำหรับบิตตรวจสอบข้อผิดพลาดจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ ดังนั้นสัญญาณจึงต้องประกอบด้วยส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน ดังรูป



ภาพที่ 2.29 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสที่ไม่ได้ใช้พาริตีบิต

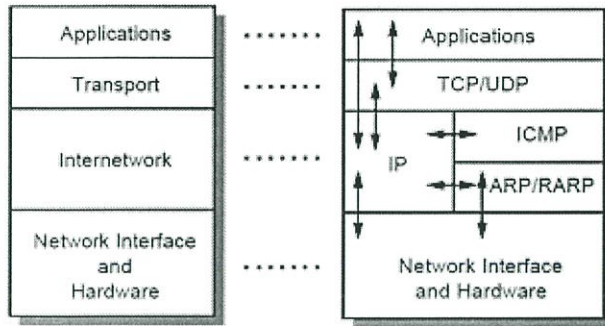


ภาพที่ 2.30 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสที่ใช้พาริตีบิต

2. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission) จะทำการจัดกลุ่มของข้อมูลเป็นกลุ่ม ๆ และทำการส่งข้อมูลทั้งกลุ่มไปพร้อมกันในทีเดียว เราเรียกกลุ่มของข้อมูลนี้ว่า บล็อกของข้อมูล (Block of Data) ซึ่งตัวอักษรตัวแรก และตัวถัดไปที่อยู่ในบล็อกเดียวกันจะไม่มีอะไรมาคั่นเหมือนอย่างแบบอะซิงโครนัส ที่ต้องใช้บิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดคั่นทุก ๆ ตัวอักษร แต่จะมีข้อมูลเริ่มต้นซึ่งเป็นลักษณะของบิตพิเศษที่ส่งมาเพื่อให้รู้ว่านั้นคือ จุดเริ่มต้นของกลุ่มตัวอักษรที่กำลังส่งเรียงกันเข้ามา

2.1.4.6 TCP/IP Protocol

เป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้



ภาพที่ 2.31 TCP/IP protocol stack

Application layer: มีหน้าที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้และผู้ให้บริการแก่ผู้ใช้ เช่น FTP, Telnet, SMTP เป็นต้น

Transport layer หรือ Host-to-Host Layer : ทำหน้าที่คือควบคุมการรับ (Receive) และส่ง(Transfer) ข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางและจะทำการแบ่ง (Segment to Packet) หรือรวมข้อมูล (Packet to Segment) เมื่อมีการรับ-ส่ง Packet

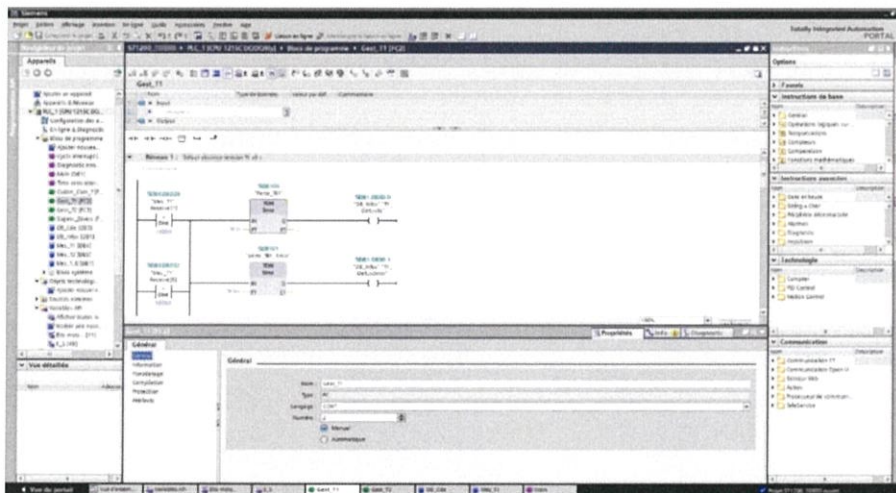
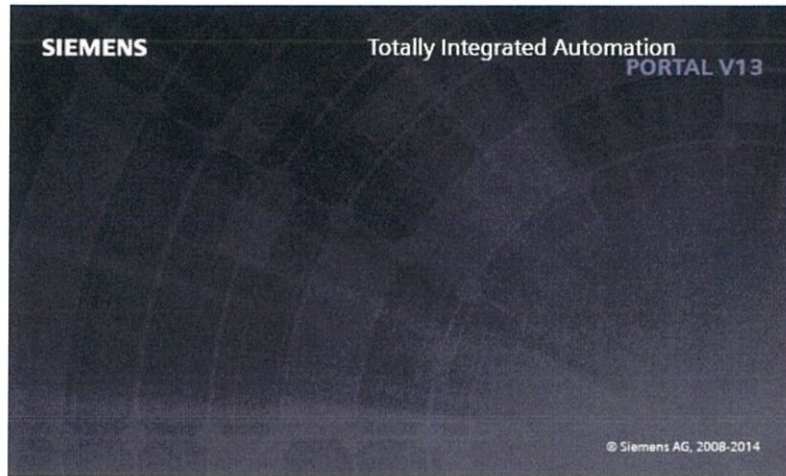
Internetwork layer: ทำหน้าที่เลือกเส้นทางการรับ-ส่ง Packet ผ่านอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ จนไปถึงปลายทาง

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

2.2 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 โปรแกรม TIA Portal V13

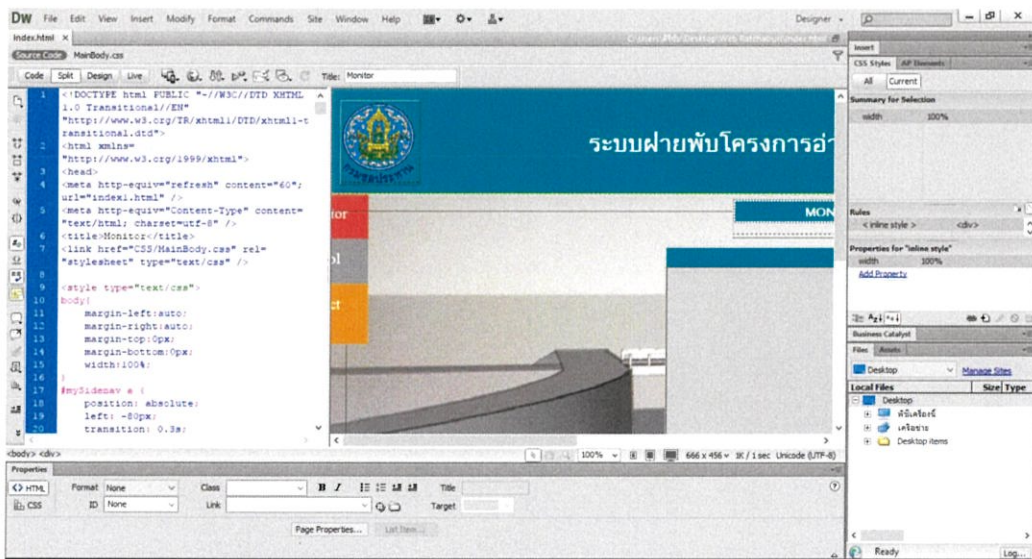
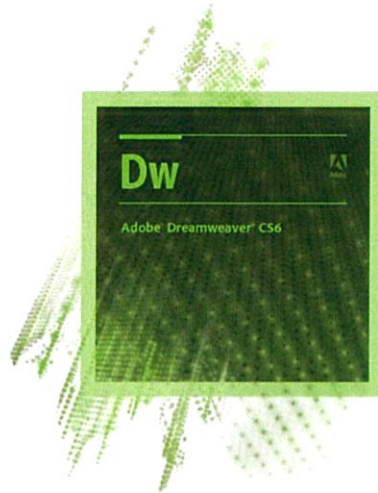
ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC และ HMI



ภาพที่ 2.32 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC

2.2.2 โปรแกรม Adobe Dreamweaver

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบและสร้าง Web Application



ภาพที่ 2.33 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนออกแบบ Web Application

2.2.3 โปรแกรม AutoCAD

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบตู้คอนโทรล

A AUTODESK®
AUTOCAD® 2017



ภาพที่ 2.34 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนออกแบบตู้คอนโทรล

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ขั้นตอนการออกแบบการทำงานของระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนฮาร์ดแวร์และส่วนซอฟต์แวร์

ทั้งนี้จำเป็นต้องศึกษาระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติของทางบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุป จำกัดถึงฟังก์ชันการทำงานว่ามีขั้นตอนหรือวิธีการทำงานอย่างไร มีความสัมพันธ์กับฟังก์ชันของอุปกรณ์อื่น ๆ อย่างไร มีลำดับการทำงานอย่างไร เพื่อให้กระบวนการสามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งขั้นตอนการออกแบบ เริ่มต้นจากศึกษาเงื่อนไขของกระบวนการของระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติของบริษัท โดยความต้องการหลัก ๆ ของผู้ใช้ทั้งในส่วนของ การควบคุม ส่วนของการแสดงผล และการควบคุมระยะไกล จากความต้องการของผู้ใช้ทำให้ได้มาซึ่งอินพุต เอาต์พุตของกระบวนการ รวมถึงลำดับและขั้นตอนการทำงานของระบบ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบส่วนควบคุมการทำงาน

3.2 ศึกษา BOM ของอุปกรณ์ที่อยู่ภายในตู้ควบคุม

การที่จะเขียนตู้ควบคุมได้นั้น จำเป็นที่จะต้องมามีข้อมูลไว้สำหรับอ้างอิง โดย BOM นั้น เป็นสิ่งที่อ้างอิงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ภายในตู้ควบคุม มีลักษณะดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 BOM

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
1	Breaker 2 Pole 16A	S202M-C16	ABB	1
2	Lighting Surge Protector for Electronic Equipment M-RESTER	MDP-DM3/A33	M-System	6
3	Resistance Thermometer 8VDC	CN226-PT	Fuji-electric	6
4	Surge Protection Plug	VAL-MS 320/40 ST GY1 - 2801279	Phoenix Contact	1
5	Switching Power Supplies 150W 24V 08-1.7A AC-DC	PLA300F-24	Cosel	1

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
6	Electro Magnetic 20 A 1NC,1NO	SC-0/G	Fuji-electric	1
7	Communication module SM 1221 RS232	6ES7241-1AH32- 0XB0	Siemens	3
8	CPU1215C DC/DC/Rly	6ES7215-1HG40- 0XB0	Siemens	1
9	DI Module SM 1221 16 DI,24VDC	6ES7221-1BH32- 0XB0	Siemens	1
10	DO Module SM 1222 16 DO,Relay	6ES7222-1HH32- 0XB0	Siemens	2
11	AI Module SM 1231 ,4AI	6ES7231-4HD32- 0XB0	Siemens	1
12	Touch Screen KTP700 Basic	6AV2123-2GB03- 0AX0	Siemens	1
13	Emergency-stop switch actuator	44-712	EAO	1
14	Forced opening as per EN IEC 947-5-1 NC	44-121	EAO	1
15	Front adapter front mounting	44-900	EAO	1
16	Illuminate Pushbutton (Red)	82-6152.1114	EAO	1
17	Illuminate Pushbutton (Green)	82-6152.1134	EAO	1
18	Illuminate Pushbutton (Yellow)	82-6152.1144	EAO	1
19	Illuminate Pushbutton (White)	82-6152.1154	EAO	2
20	Pushbutton Switch 22 mm stainless-steel (Momentary)	82-6152.2000	EAO	6
21	Pushbutton Switch 22 mm stainless-steel (Maintained)	82-6152.1000	EAO	3
22	Indicator 22 mm stainless-steel (Red)	82-6152.0114	EAO	7
23	Indicator 22 mm stainless-steel (Green)	82-6152.0134	EAO	4

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
24	Gate Converter	GCW-10F5-GS-D-1	NSD	3
25	Meter Indicator 5 digit	Tracker 211	Data Track Process Instrument	2
26	Relay Coil 24VDC	CR-M024DC2L	Omron	10

3.3 ศึกษา I/O List ของตู้ควบคุม

เนื่องจากตู้ควบคุมจำเป็นต้องมีข้อมูลที่แนบมาในการกำหนดสัญญาณ I/O List ซึ่งเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการเขียน Wiring Diagram เพื่อนำสัญญาณจาก Terminal ไปใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่อยู่ในบริเวณหน้างาน I/O List ที่ใช้ในงานควบคุมของระบบควบคุมผ่ายพบได้แบบอัตโนมัติ จะมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 I/O List

I/O List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
1	Start System	ปุ่มเริ่มระบบ	Boolean	%I0.0	1			
2	Stop System	ปุ่มหยุดระบบ	Boolean	%I0.1	1			
3	Auto Mode	ปุ่มเข้า Auto Mode	Boolean	%I0.2	1			
4	Remote Mode	ปุ่มเข้า Remote Mode	Boolean	%I0.3	1			
5	Manual Mode	ปุ่มเข้า Manual Mode	Boolean	%I0.4	1			
6	Reset Warning	ปุ่ม Reset สัญญาณเตือน	Boolean	%I0.5	1			
7	Select Motor A	ปุ่มเลือกมอเตอร์ A	Boolean	%I0.6	1			
8	Select Motor B	ปุ่มเลือกมอเตอร์ B	Boolean	%I0.7	1			
9	Gate 1 Up	ปุ่มสั่งบานที่ 1 ขึ้น	Boolean	%I1.0	1			
10	Gate 1 Down	ปุ่มสั่งบานที่ 1 ลง	Boolean	%I1.1	1			
11	Gate 2 Up	ปุ่มสั่งบานที่ 2 ขึ้น	Boolean	%I1.2	1			
12	Gate 2 Down	ปุ่มสั่งบานที่ 2 ลง	Boolean	%I1.3	1			
13	Gate 3 Up	ปุ่มสั่งบานที่ 3 ขึ้น	Boolean	%I1.4	1			
14	Gate 3 Down	ปุ่มสั่งบานที่ 3 ลง	Boolean	%I1.5	1			

I/O List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
15	Emergency Switch	ปุ่มหยุดฉุกเฉิน	Boolean	%I2.0	1			
16	High Level Hydraulic	สถานะระดับน้ำมันไฮดรอลิกในถังสูงสุด	Boolean	%I2.7	1			
17	Low Level Hydraulic	สถานะระดับน้ำมันไฮดรอลิกในถังต่ำสุด	Boolean	%I3.0	1			
18	Pressure Switch	สถานะแรงดันเกินที่กำหนด	Boolean	%I3.1	1			
19	System Work	ระบบเริ่มทำงาน	Boolean	%Q0.0		1		
20	System Stop	ระบบหยุดทำงาน	Boolean	%Q0.1		1		
21	Auto Lamp	ไฟแสดงสถานะโหมด Auto	Boolean	%Q0.2		1		
22	Remote Lamp	ไฟแสดงสถานะโหมด Remote	Boolean	%Q0.3		1		
23	Manual Lamp	ไฟแสดงสถานะโหมด Manual	Boolean	%Q0.4		1		
24	Normal W_Level	สถานะระดับน้ำหน้าบานปกติ	Boolean	%Q0.5		1		
25	Warning W_Level	เตือนระดับน้ำหน้าบานสูงเกินกำหนด	Boolean	%Q0.6		1		
26	Warning H_Level	เตือนระดับน้ำมันไฮดรอลิก	Boolean	%Q0.7		1		
27	Warning Pressure	เตือนแรงดันน้ำมันไฮดรอลิก	Boolean	%Q1.0		1		
29	Gate 1 Highest	ตำแหน่งสูงสุดบานที่ 1	Boolean	%Q2.0		1		
30	Gate 1 Lowest	ตำแหน่งต่ำสุดบานที่ 1	Boolean	%Q2.1		1		
31	Gate 2 Highest	ตำแหน่งสูงสุดบานที่ 2	Boolean	%Q2.2		1		
32	Gate 2 Lowest	ตำแหน่งต่ำสุดบานที่ 2	Boolean	%Q2.3		1		
33	Gate 3 Highest	ตำแหน่งสูงสุดบานที่ 3	Boolean	%Q2.4		1		
34	Gate 3 Lowest	ตำแหน่งต่ำสุดบานที่ 3	Boolean	%Q2.5		1		

I/O List								
No.	Tag Name	Description	Data Type	PLC Address	D I	D O	A I	A O
35	S_Up_Gate1	โซลีนอยด์วาล์วขาขึ้นของ บานที่ 1 ทำงาน	Boolean	%Q3.0		1		
36	S_Down_Gate1	โซลีนอยด์วาล์วขาลงของ บานที่ 1 ทำงาน	Boolean	%Q3.1		1		
37	S_Up_Gate2	โซลีนอยด์วาล์วขาขึ้นของ บานที่ 2 ทำงาน	Boolean	%Q3.2		1		
38	S_Down_Gate2	โซลีนอยด์วาล์วขาลงของ บานที่ 2 ทำงาน	Boolean	%Q3.3		1		
39	S_Up_Gate3	โซลีนอยด์วาล์วขาขึ้นของ บานที่ 3 ทำงาน	Boolean	%Q3.4		1		
40	S_Down_Gate3	โซลีนอยด์วาล์วขาลงของ บานที่ 3 ทำงาน	Boolean	%Q3.5		1		
41	Run_MotorA	มอเตอร์ A ทำงาน	Boolean	%Q3.6		1		
42	Run_MotorB	มอเตอร์ B ทำงาน	Boolean	%Q3.7		1		
43	Alarm Lamp_G	สัญญาณเตือนไฟสีเขียว	Boolean	%Q4.0		1		
44	Alarm Lamp_Y	สัญญาณเตือนไฟสีเหลือง	Boolean	%Q4.1		1		
45	Alarm Lamp_R	สัญญาณเตือนไฟสีแดง	Boolean	%Q4.2		1		
46	Alarm Siren	สัญญาณเสียงเตือนภัย	Boolean	%Q4.3		1		
47	In_Up Steam	เซนเซอร์วัดระดับน้ำหน้า บาน	Word	%IW0			1	
49	Out_Up Steam	หน้าจอแสดงผลระดับ น้ำหน้าตู้คอนโทรล	Word	%QW0				1

3.3.1 Tag Name

Tag Name เป็นชื่อที่ถูกกำหนดในการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว

3.3.2 Description

Description เป็นข้อมูลที่อธิบายรายละเอียดฟังก์ชันการทำงานในแต่ละ Tag Name

3.3.3 Data Type

Data Type คือรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณ มี 2 รูปแบบดังนี้

1. Boolean เป็นรูปแบบข้อมูลที่เก็บค่า True และ False (0,1) Digital Input Module (DI) และ Digital Output Module (DO)
2. Word เป็นรูปแบบข้อมูลที่เก็บค่าจำนวนเต็มตั้งแต่ 0-65535 โดยจะใช้กับ Analog Input Module (AI) และ Analog Output Module (AO)

3.3.4 I/O Modules

I/O Modules คืออุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกับ I/O Station เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลไปยัง Terminal รูปแบบของข้อมูลสัญญาณมี 4 รูปแบบคือ

1. Digital Input Module (DI) คือ โมดูลที่รับสัญญาณมาแบบ Digital
2. Digital Output Module (DO) คือ โมดูลที่ส่งสัญญาณออกไปแบบ Digital
3. Analog Input Module (AI) คือ โมดูลที่รับสัญญาณมาแบบ Analog
4. Analog Output Module (AO) คือ โมดูลที่ส่งสัญญาณออกไปแบบ Analog

3.3.5 PLC Address

คือข้อมูลที่ใช้กำหนดสัญญาณใน I/O Module มีการใช้อยู่ 2 รูปแบบคือ

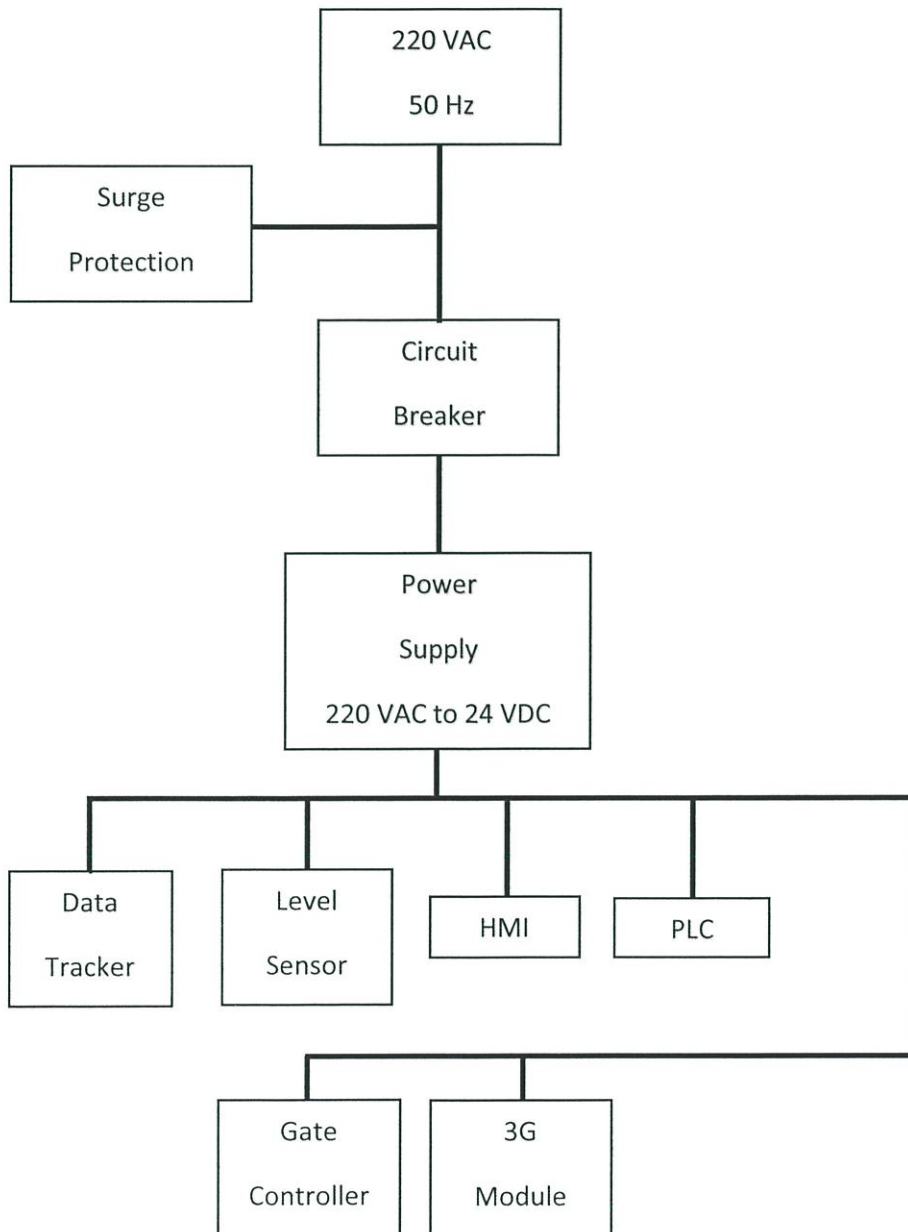
- 1) Digital สัญญาณรูปแบบ Digital จะใช้ 1 Bit ต่อ 1 สัญญาณ โดย Digital Module ใน 1 ตัว (32 Points) มี 4 Bytes โดยที่ 1 Byte จะมี 8 Bits (0-7) รูปแบบการกำหนด Address จะเป็น IX.Y (Input) และ QX.Y (Output) โดยที่ X คือจำนวนเต็ม ส่วน Y เป็นจำนวนเต็มบวกที่กำหนดตัวเลขได้แค่ 0-7 ตัวอย่างการกำหนด Address เช่น I4.4, Q5.0, I0.6 เป็นต้น
- 2) Analog สัญญาณรูปแบบ Analog จะใช้ 1 Word (2 Bytes) ต่อ 1 สัญญาณ โดย Analog Module ที่ได้เลือกมานั้น ใน 1 ตัว (4 Points) จะมี 4 Word รูปแบบการกำหนด Address จะเป็น IWX (Input) และ QWX (Output) โดยที่ X คือจำนวนเต็มใด ๆ สามารถกำหนดตัวเลขห่างกันได้ทีละ 2 Bytes ตัวอย่างการกำหนด Address เช่น IW0, IW2 , QW6 เป็นต้น

3.4 ศึกษาแนวคิดในการออกแบบตู้ควบคุม

ตู้ควบคุมเป็นตู้ที่ใช้คอนโทรลระบบไฟฟ้า และเครื่องจักรโดยใช้พีแอลซี (Programmable Logic Controller) ซึ่งเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่จะสั่งงานระบบต่าง ๆ ให้เครื่องจักรทำงานได้ตามความ

ต้องการ การประกอบตู้ควบคุม ประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ต่าง ๆ อาทิ เช่น พีแอลซี เบรกเกอร์ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง รีเลย์และแมกเนติกส์ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

ตู้ควบคุมที่ใช้ในระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัตินี้ มีรูปแบบแนวคิดหลัก (Concept) ในการออกแบบคือ ตู้ควบคุมจะมีแหล่งจ่ายไฟจากภายนอกเข้ามาเพียง 1 แหล่ง ไม่มีการสำรองการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในตู้ควบคุม (Redundant) ซึ่งแนวคิดหลักในการออกแบบตู้ควบคุมในส่วนของภาคไฟฟ้าจะแสดงดังภาพที่ 3.1



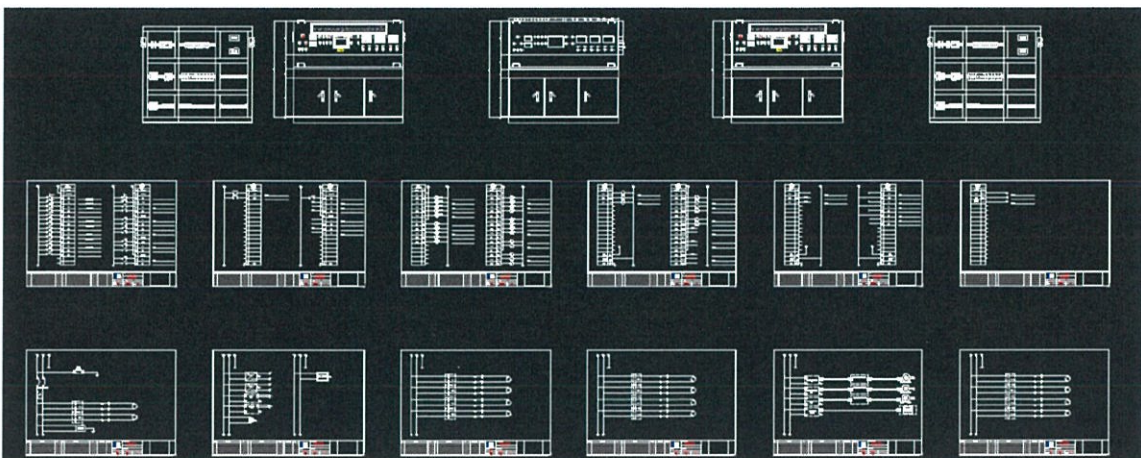
ภาพที่ 3.1 แนวคิดในการออกแบบภาคไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม

3.5 ขั้นตอนการดำเนินการเขียนแบบลงบนโปรแกรม AutoCAD 2016

AutoCAD 2016 เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนแบบทางไฟฟ้าหรือแบบโครงสร้างต่าง ๆ โดยทั่วไป โดยขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

3.5.1 ศึกษารูปแบบการเขียนแบบตู้คอนโทรลและแบบทางไฟฟ้าจากงานอื่น

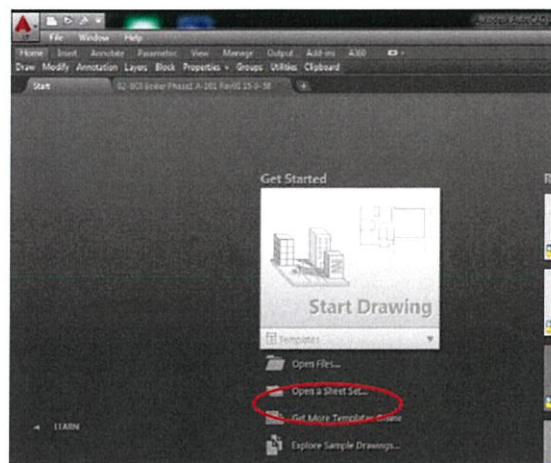
ก่อนหน้าที่จะเริ่มต้นเขียน Wiring Diagram ตู้ควบคุมของระบบควบคุมฝ่ายผลิต ทางบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุป จำกัด ได้มีโอกาสทำระบบควบคุมต่าง ๆ ไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ดังนั้นจึงได้นำรูปแบบ Wiring Diagram ของงานระบบควบคุมฝ่ายผลิตก่อนหน้านี้ มาปรับปรุงและแก้ไขเพิ่มเติมในส่วน of แบบทางไฟฟ้าให้เหมาะสมกับรูปแบบของงานนี้ ตัวอย่างรูปแบบการเขียนดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแบบตู้ควบคุมและแบบทางไฟฟ้าของบริษัท

3.5.2 ขั้นตอนในการใช้งานโปรแกรม AutoCAD 2016

- 1) เปิดโปรแกรม AutoCAD 2016
- 2) กดที่คำสั่ง Open และเลือกไฟล์ที่ต้องการแก้ไข



ภาพที่ 3.3 แสดงตำแหน่งของคำสั่ง Open ใน AutoCAD 2016

3) ทำการแก้ไขและปรับปรุง โดยการใช้งานโปรแกรมสามารถหาได้จากอินเทอร์เน็ต หรือ กด F1 เพื่อเรียกหน้าต่าง Help ของโปรแกรม

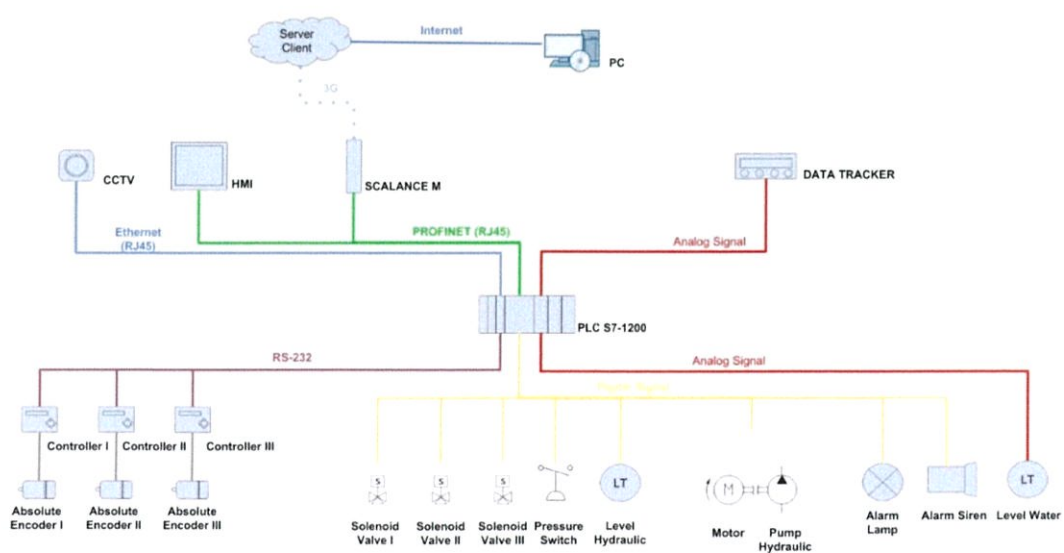
4) หลังจากแก้ไขและปรับปรุงเสร็จแล้วให้เลือกคำสั่ง Print หรือกด Ctrl+P และตั้งค่า หน้ากระดาษเพื่อทำการปริ้นไฟล์ ในแต่ละหน้าต่าง



ภาพที่ 3.4 แสดงแบบตู้ควบคุมและแบบทางไฟฟ้าทั้งหมดที่ถูกแก้ไข

3.6 ศึกษาเงื่อนไขของระบบควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติ

ระบบควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ การควบคุมการเปิด-ปิด บานโดยผู้ปฏิบัติงาน, การควบคุมการเปิด-ปิดบานแบบอัตโนมัติ และการควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกล



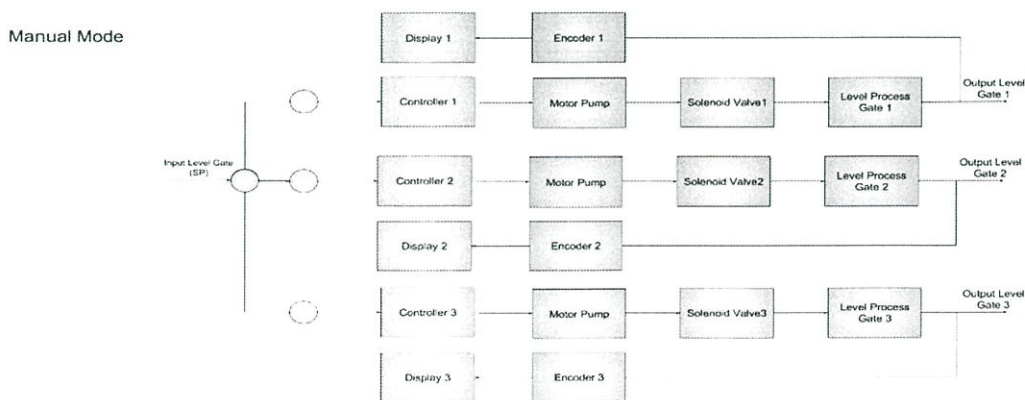
ภาพที่ 3.5 โครงสร้างการควบคุมของระบบควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติ

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานในระบบ

อุปกรณ์	หน้าที่การทำงาน
Encoder 1	วัดค่าระดับบานที่ 1
Encoder 2	วัดค่าระดับบานที่ 2
Encoder 3	วัดค่าระดับบานที่ 3
Solenoid Valve 1	เปิด-ปิดวาล์วเพื่อควบคุมการ เพิ่ม-ลดระดับบานที่ 1
Solenoid Valve 2	เปิด-ปิดวาล์วเพื่อควบคุมการ เพิ่ม-ลดระดับบานที่ 2
Solenoid Valve 3	เปิด-ปิดวาล์วเพื่อควบคุมการ เพิ่ม-ลดระดับบานที่ 3
Pressure Switch	ใช้ป้องกันระบบ ปัมไฮดรอลิกจากแรงดันที่เกิน
Level Hydraulic Sensor	วัดค่าระดับน้ำมันไฮดรอลิกในถังเก็บ
Motor	หมุนปั้มน้ำมันไฮดรอลิกจากถังเก็บเพื่อนำไปเพิ่ม-ลดระดับบาน
Control Panel	โต๊ะสำหรับควบคุมระบบฝ่ายพับได้ในโหมด Auto และ Manual
CCTV	ดูค่าระดับน้ำและระดับบานใน Remote Mode จากทาง Web
Level Water Sensor	วัดค่าระดับน้ำหน้าบานฝาย
HMI	ให้ User สามารถสั่งค่าระดับบานจากหน้าจอ Touchscreen ได้ตาม ต้องการ
Scalance M	ส่งข้อมูลจาก PLC ผ่าน 3G เพื่อควบคุมจากระยะไกล

3.6.1 การควบคุมการเปิด-ปิดบานโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode)

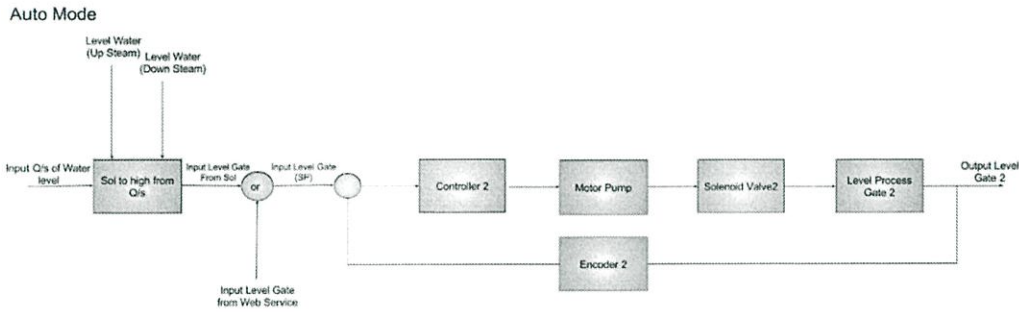
การควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมโดยควบคุมผ่านตู้ควบคุม โดยผู้ใช้งานจะเป็นผู้ปฏิบัติงานจาก ห้องคอนโทรล ไม่ว่าจะเป็นการสั่งการโดยกดปุ่มเพิ่ม-ลดระดับบานด้วยตนเอง หรือจะสั่งค่าระดับบานที่ ต้องการผ่านทางหน้าจอ HMI ลักษณะของระบบควบคุมระยะใกล้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.6



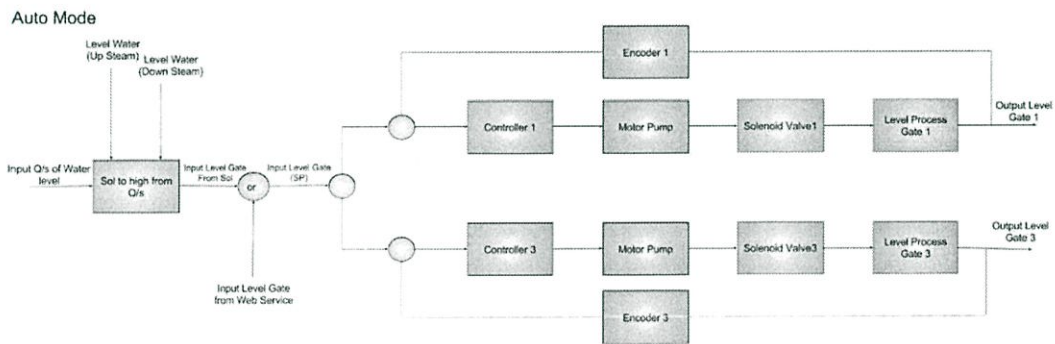
ภาพที่ 3.6 Block Diagramของระบบควบคุมระยะใกล้ (Manual Mode)

3.6.2 การควบคุมการเปิด-ปิดบานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติจะเป็นการควบคุมเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉิน เมื่อระดับน้ำเกินกว่าที่กำหนดไว้ จึงต้องระบายน้ำ เพื่อไม่ให้น้ำในอ่างมีเยอะจนเกินไป เพื่อเป็นการป้องกันบานฝายไม่ให้เกิดการชำรุดหรือเสียหาย ซึ่งลักษณะของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.7 และ 3.8



ภาพที่ 3.7 Block Diagramของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) แบบ 1 บาน

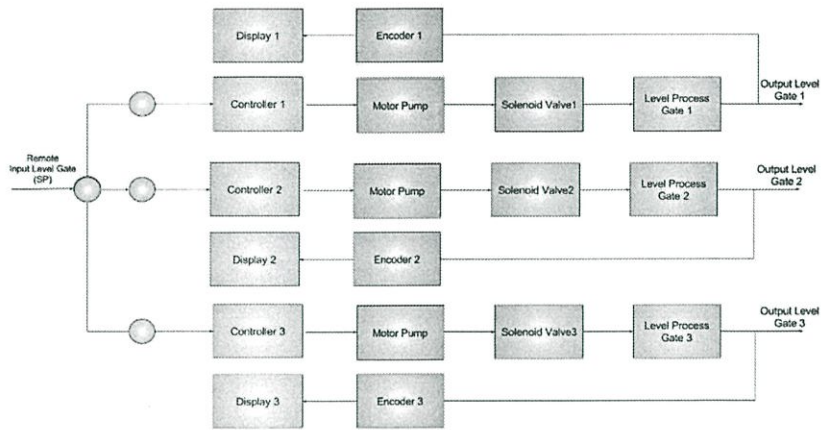


ภาพที่ 3.8 Block Diagramของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) แบบ 2 บาน

3.6.3 การควบคุมการเปิด-ปิดบานจากระยะไกล (Remote Mode)

การควบคุมระยะไกลจะเป็นการควบคุมผ่าน Web Server โดยสามารถควบคุมการเพิ่ม-ลดระดับบาน และสามารถดูค่าระดับบานโดยผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งลักษณะของระบบควบคุมระยะไกลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.9

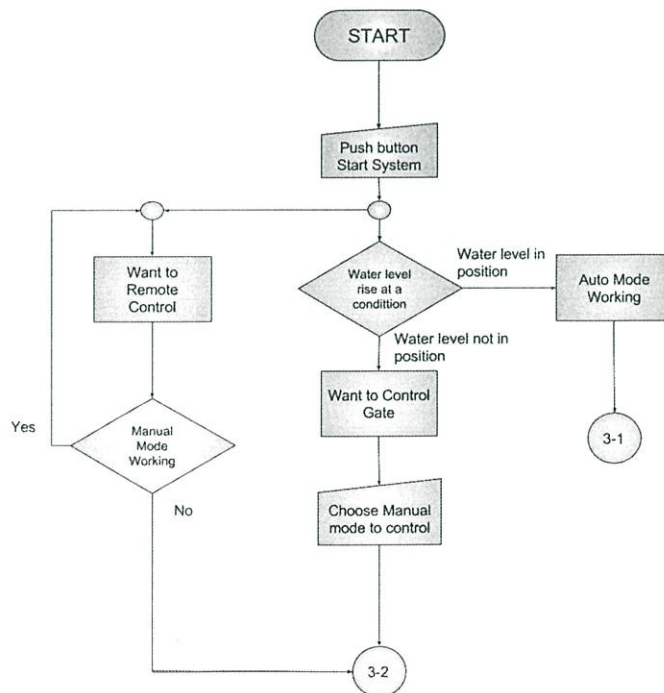
Remote Mode



ภาพที่ 3.9 Block Diagram ของระบบควบคุมระยะไกล (Remote Mode)

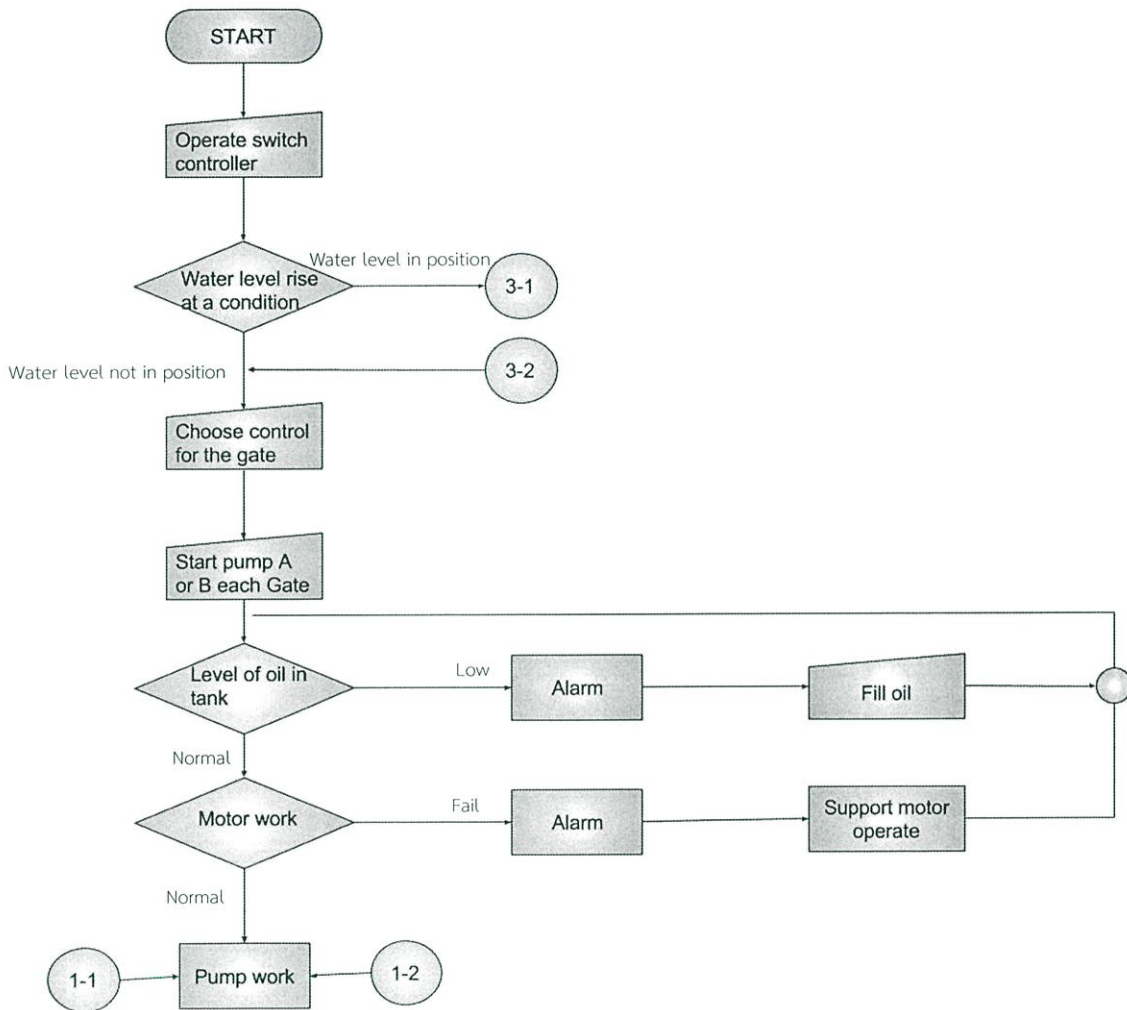
3.6.4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติ (Flow Chart)

- Flow Chart : Select Mode แสดงการเลือกโหมดการใช้งานและระดับการเข้าถึงของระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติ จะมีโหมดทั้งหมด 3 โหมด คือ Manual Mode คือโหมดที่ไม่อยู่ใน การควบคุมของระบบ โดยยกการควบคุมทั้งหมดให้กับผู้ปฏิบัติงาน Auto Mode คือโหมดที่จะสั่งควบคุมระดับบานฝายเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉินจากระดับน้ำที่สูงเกินกำหนด และ Remote Mode คือโหมดที่ทำงานเมื่อผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถเดินทางไปควบคุมหน้าตู้ควบคุมได้



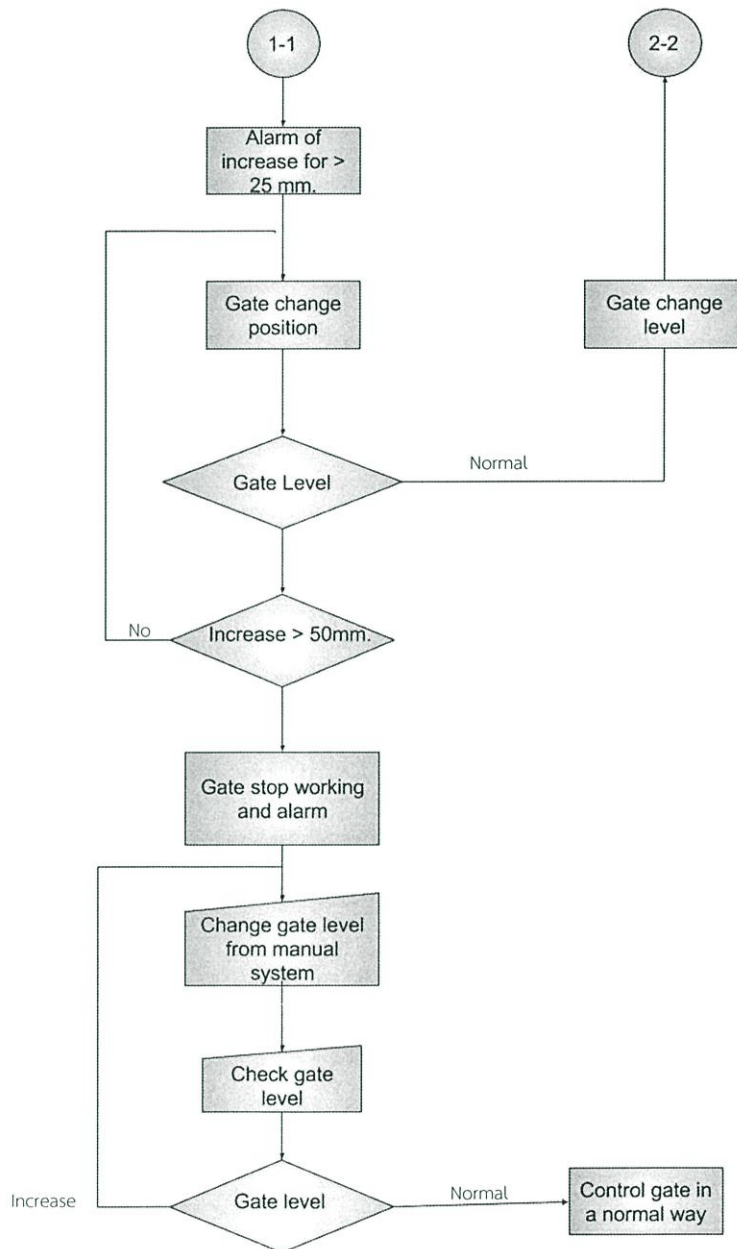
ภาพที่ 3.10 Flow Chart : Select Mode

- Flow Chart : Hydraulic Control แสดงถึงการควบคุมชุดระบบไฮดรอลิก โดยจะแสดงลำดับการทำงานเบื้องต้น



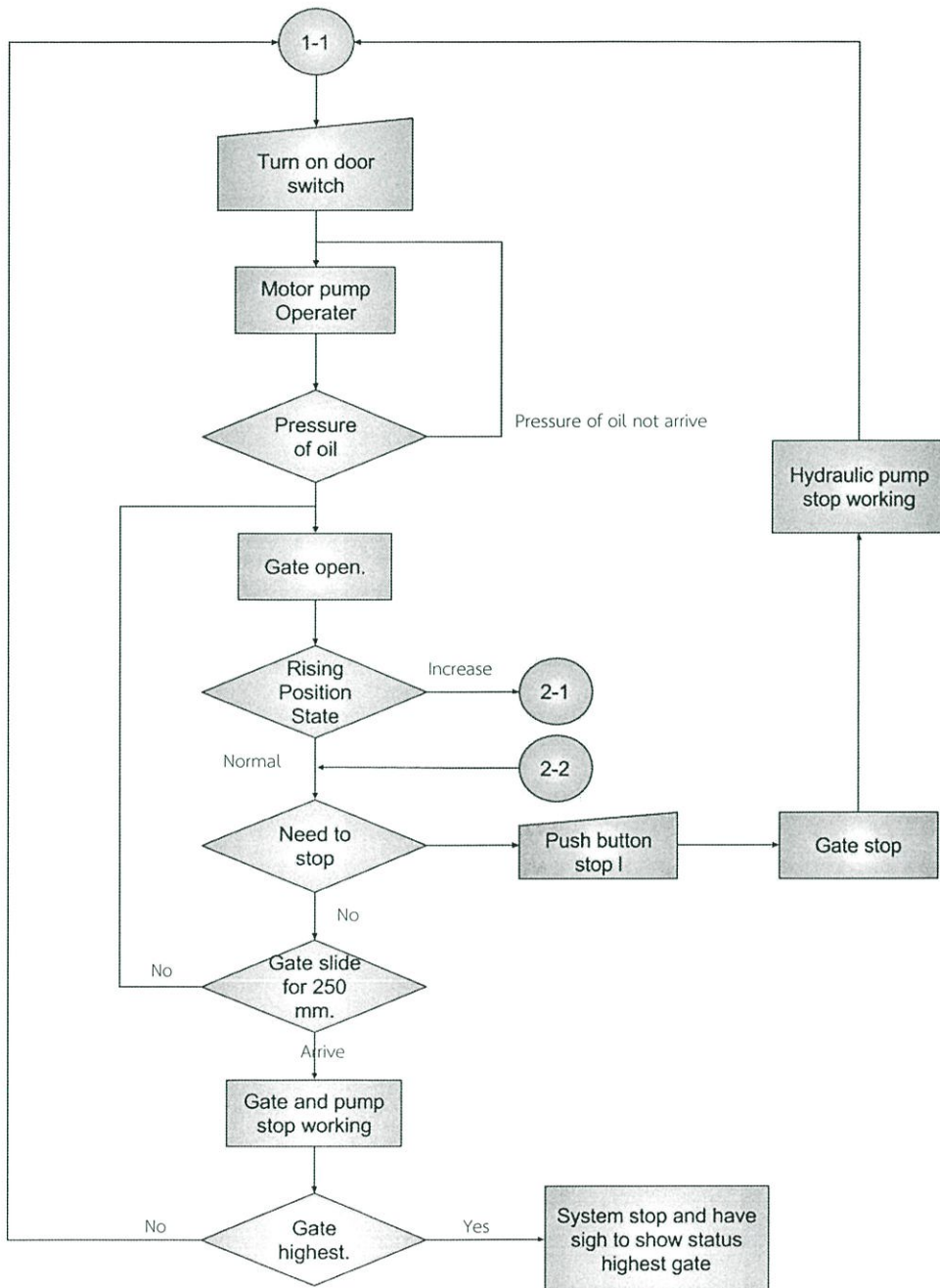
ภาพที่ 3.11 Flow Chart : Hydraulic Control

- Flow Chart : Gate Change Level แสดงถึงการเปลี่ยนตำแหน่งของบานฝาย



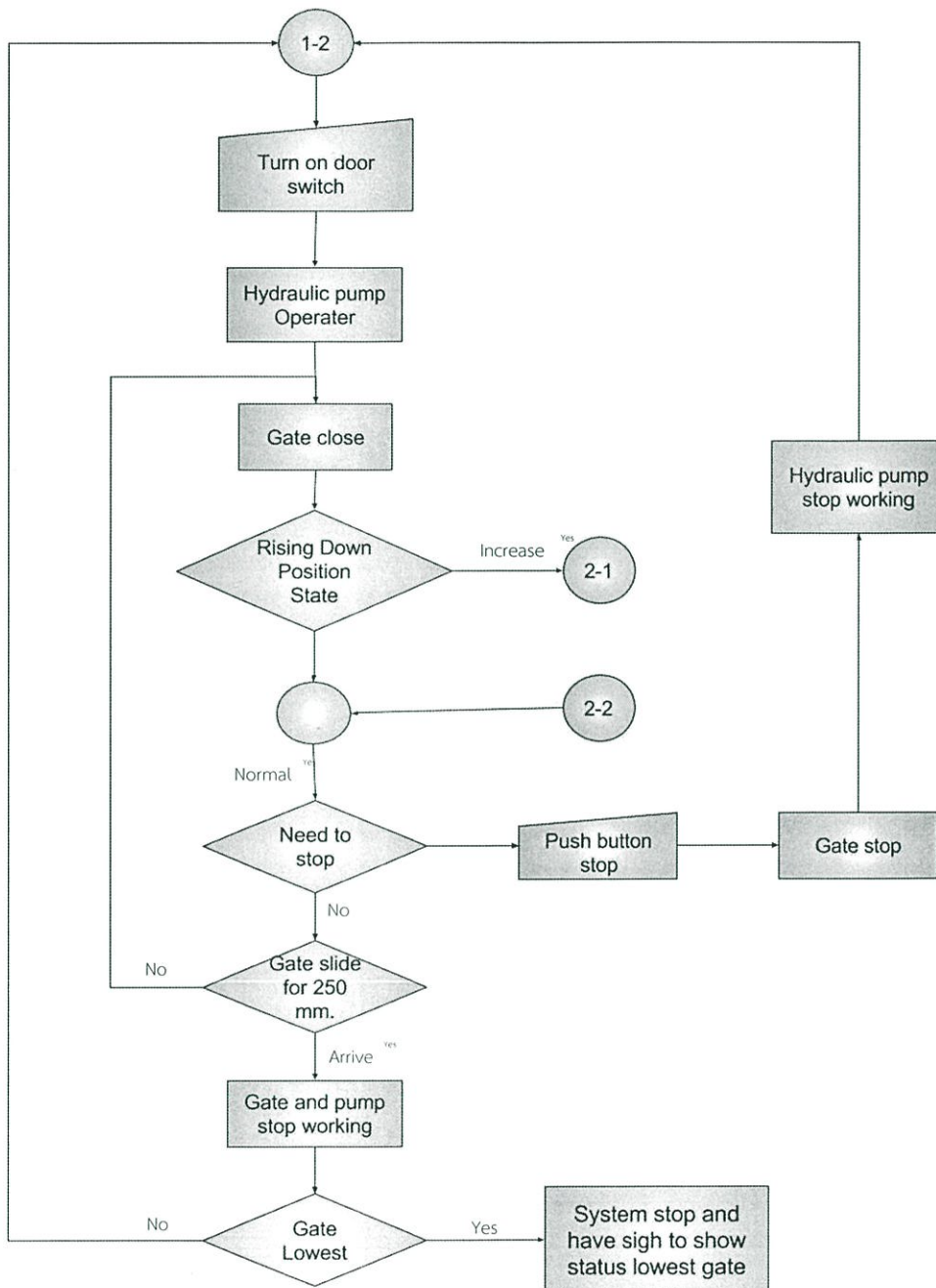
ภาพที่ 3.12 Flow Chart : Gate Change Level

- Flow Chart : Gate Up Level แสดงถึงการเพิ่มระดับบานฝาย



ภาพที่ 3.13 Flow Chart : Gate Up Level

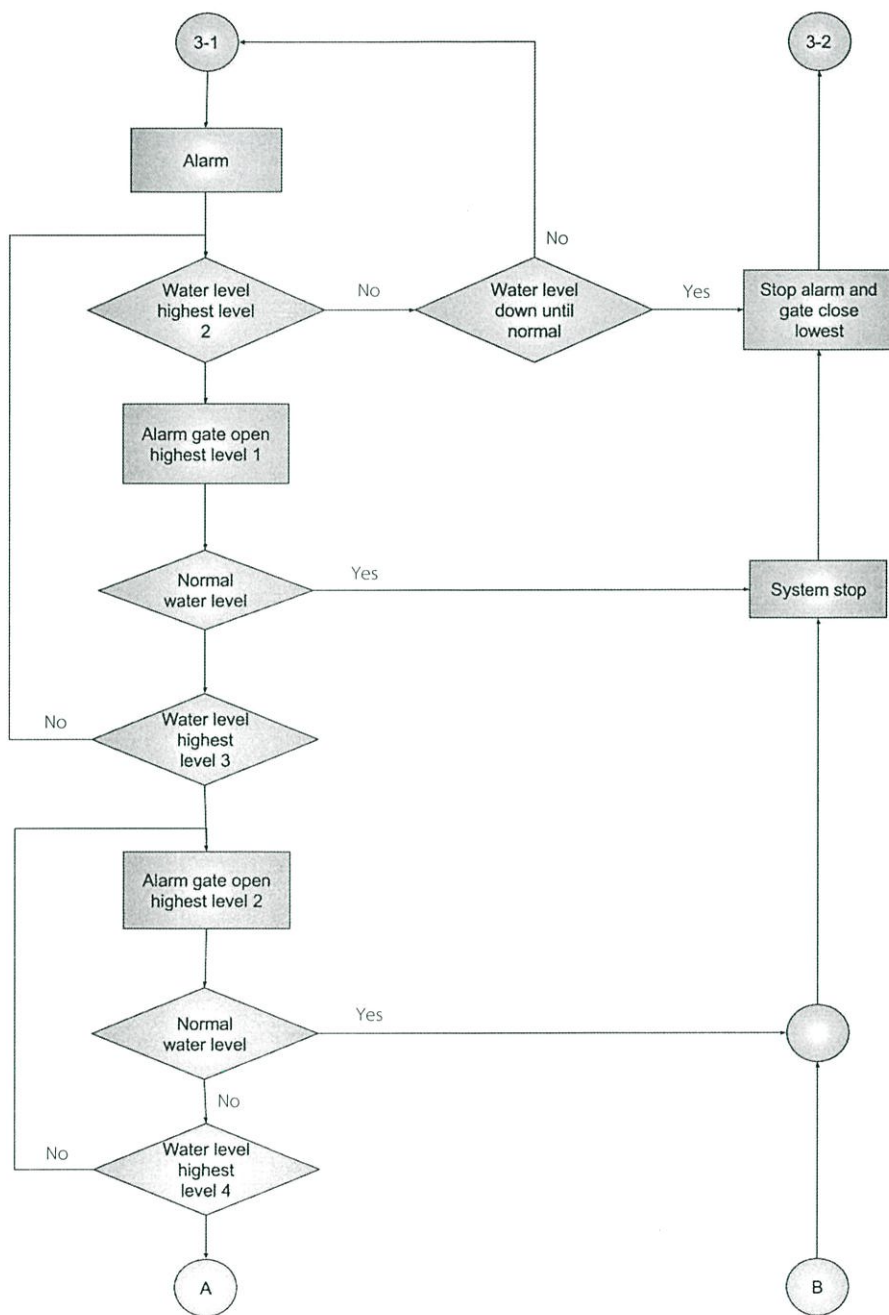
- Flow Chart : Gate Down Level แสดงถึงการลดระดับบานฝาย



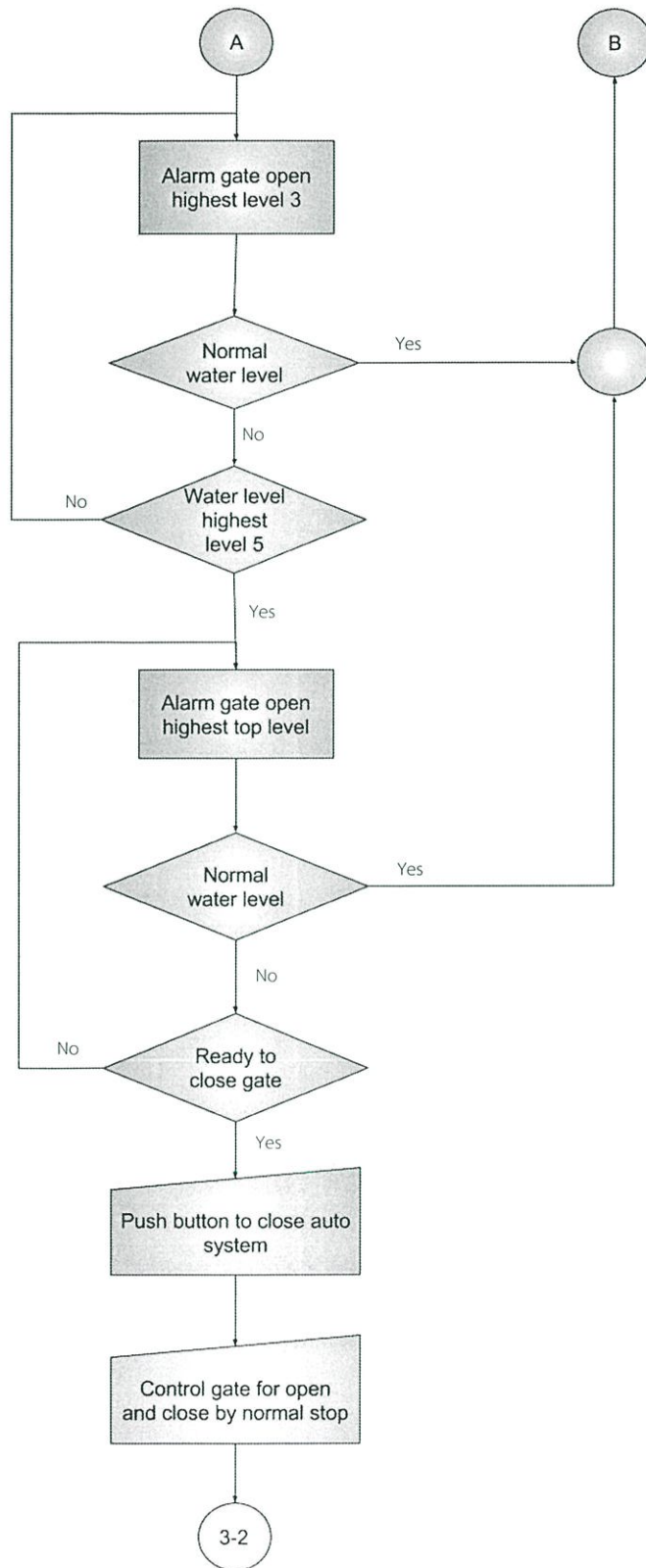
ภาพที่ 3.14 Flow Chart : Gate Down Level

- Flow Chart : Auto Loop แสดงถึงการลดระดับบานฝาย เมื่อเกิดภาวะฉุกเฉินในแต่ละ

ระดับ



ภาพที่ 3.15 Flow Chart : Auto Loop



ภาพที่ 3.16 Flow Chart : Auto Loop (ต่อ)

3.7 ศึกษาและออกแบบโปรแกรมของระบบควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติ

หลังจากศึกษาเงื่อนไขของระบบควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติเรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มออกแบบในส่วนของซอฟต์แวร์ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

- 1) ส่วนโปรแกรม
- 2) ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม
- 3) ส่วนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

ซึ่งใน 2 ส่วนแรกสามารถใช้โปรแกรมเดียวกันได้คือ TIA Portal V13 และส่วนเว็บแอปพลิเคชันจะใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver ในการออกแบบ โดยหัวข้อนี้จะพูดถึงส่วนของโปรแกรมก่อน



ภาพที่ 3.17 ไอคอนของโปรแกรม TIA Portal V13

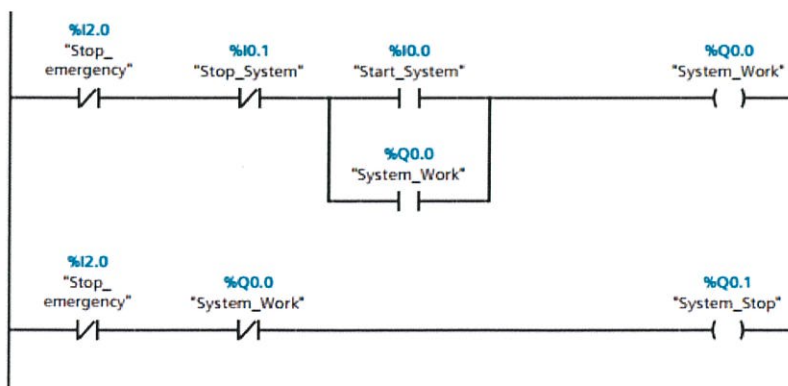


ภาพที่ 3.18 ไอคอนของโปรแกรม Adobe Dreamweaver

3.7.1 ส่วนโปรแกรม

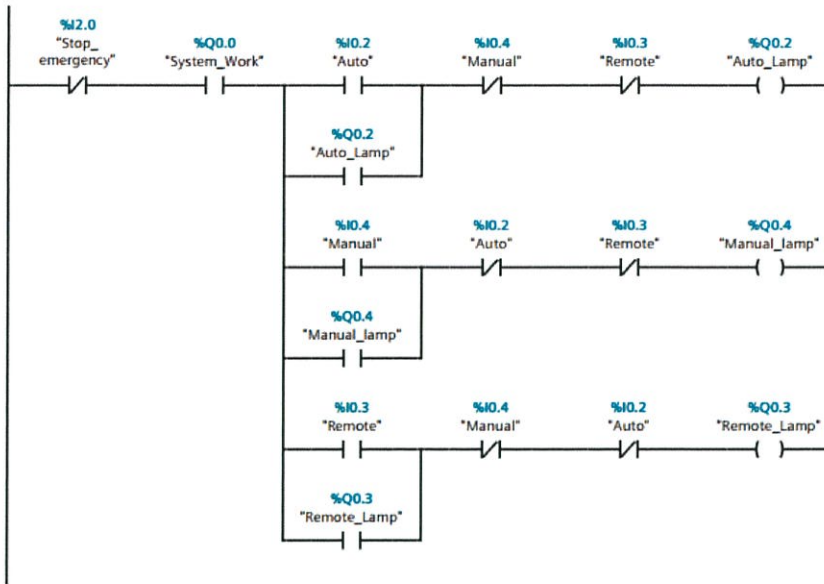
การเขียนและออกแบบโปรแกรมของระบบควบคุมฝ่ายปั๊มได้แบบอัตโนมัติ ในส่วนนี้จะศึกษาการเขียนในรูปแบบของ Ladder Diagram

1. Start System



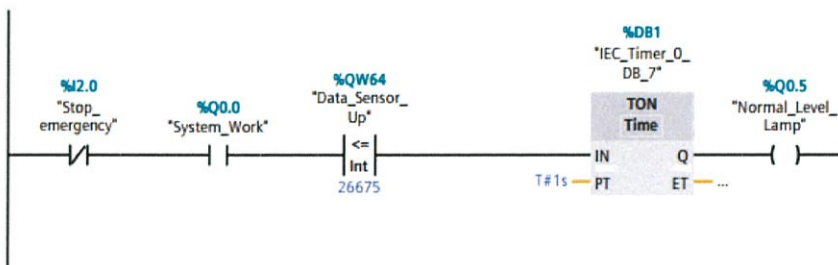
ภาพที่ 3.19 Ladder ของ Start System

2. Select Mode



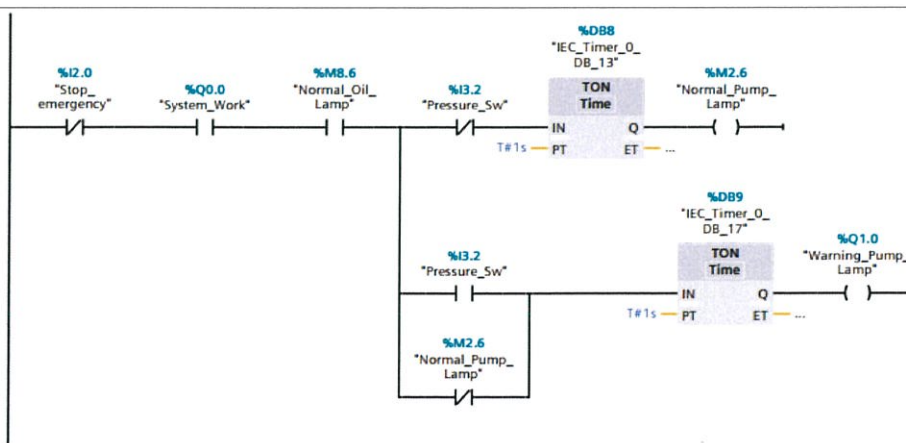
ภาพที่ 3.20 Ladder ของ Select Mode

3. Normal State Level



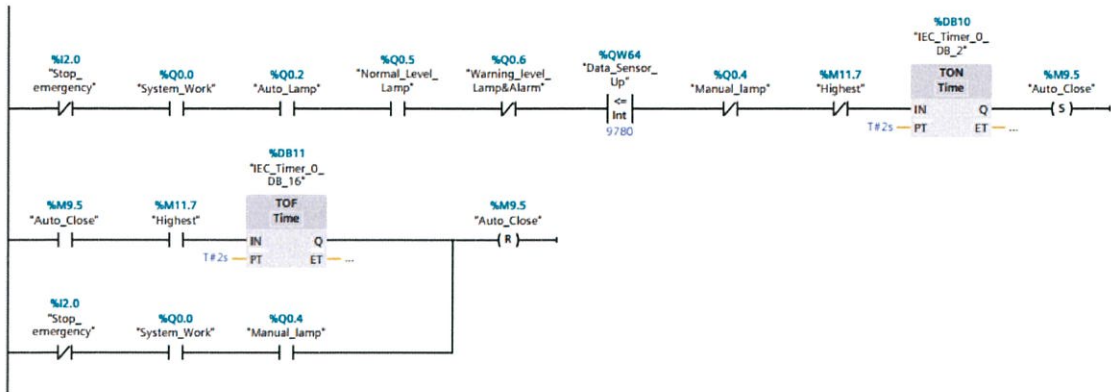
ภาพที่ 3.21 Ladder ของ Normal State Level

4. Warning State Level



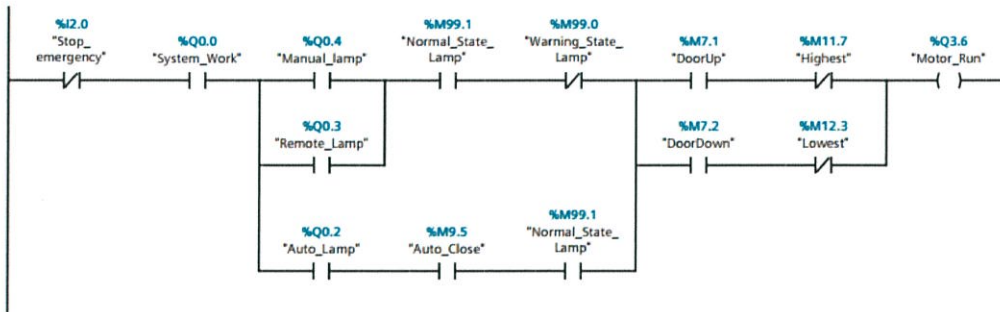
ภาพที่ 3.22 Ladder ของ Warning State Level

5. Auto Control



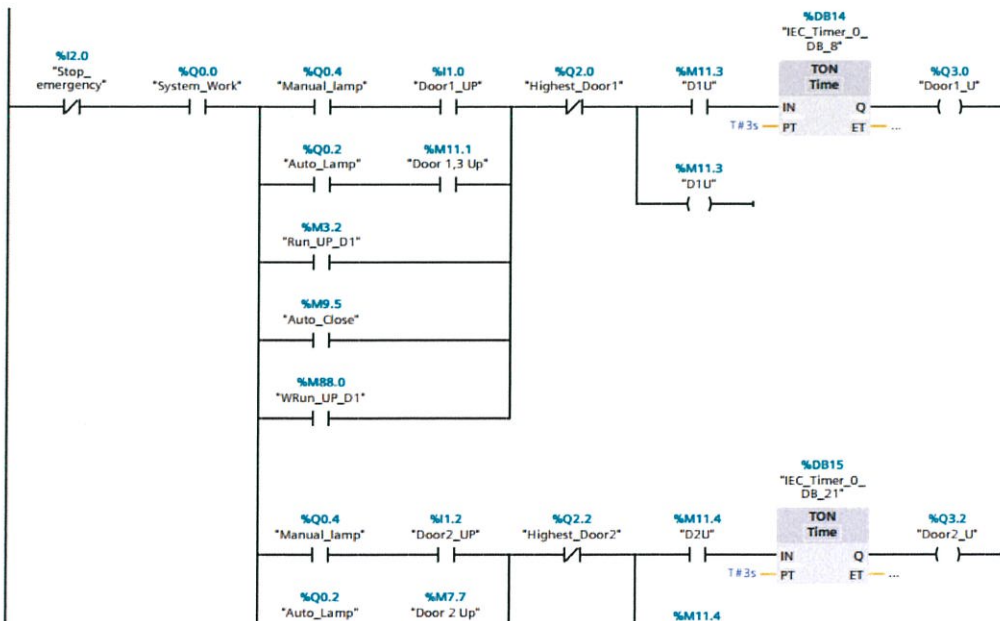
ภาพที่ 3.23 Ladder ของ Auto Control

6. Motor Pump Hydraulic



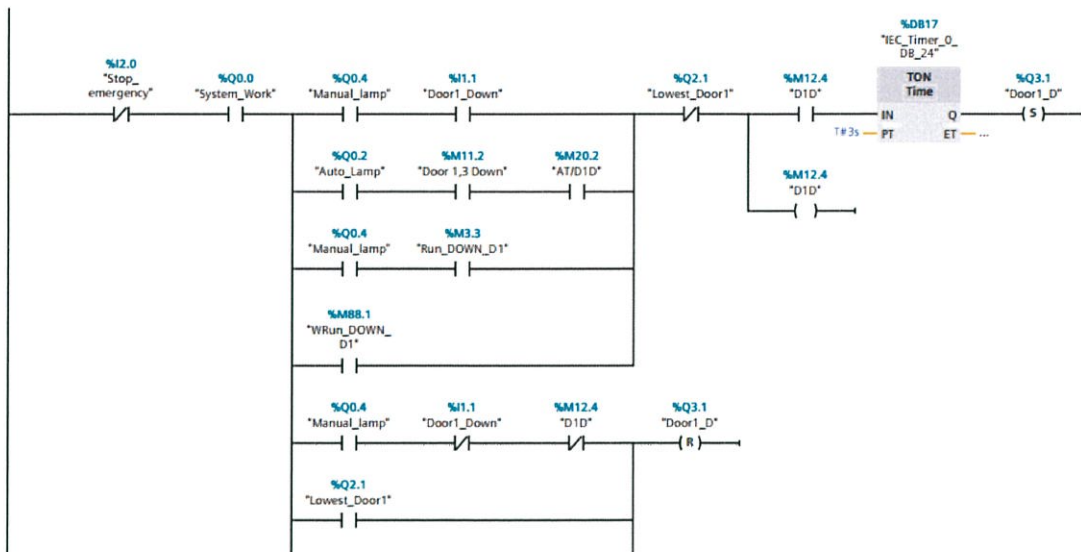
ภาพที่ 3.24 Ladder ของ Motor Pump Hydraulic

7. Gate Up



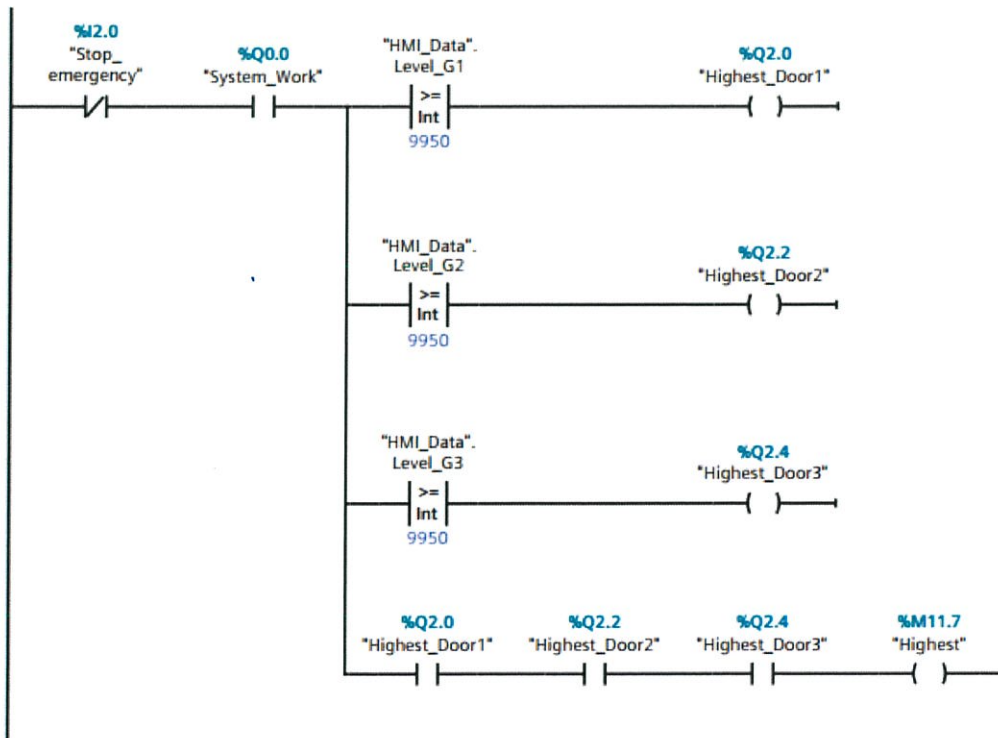
ภาพที่ 3.25 Ladder ของ Gate Up

8. Gate Down



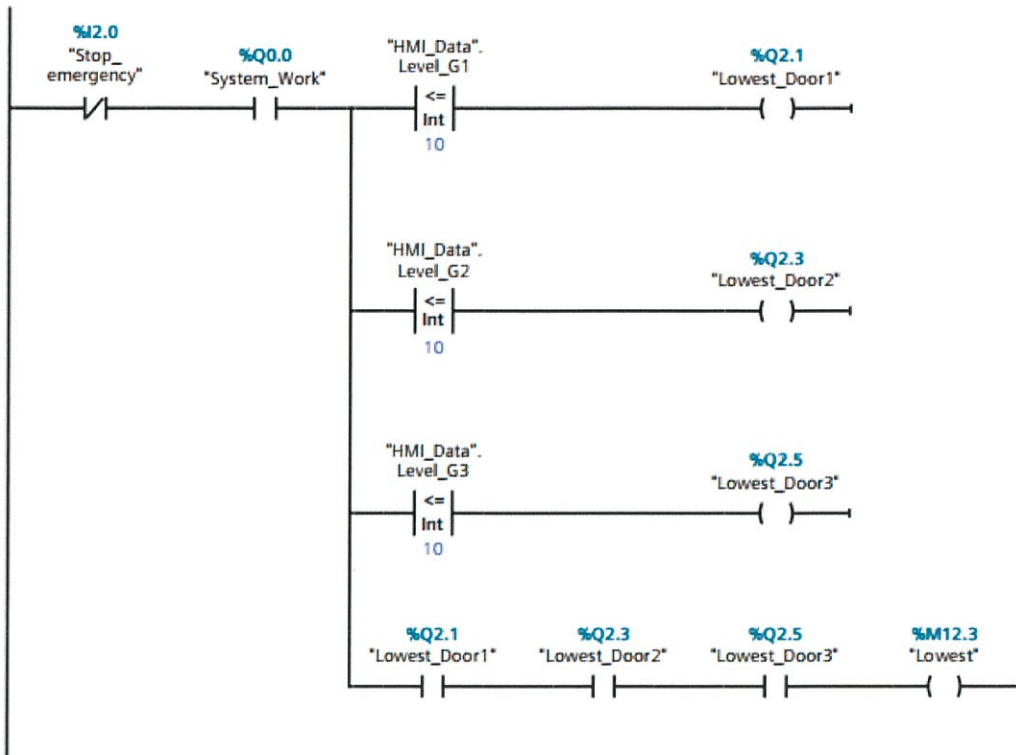
ภาพที่ 3.26 Ladder ของ Gate Down

9. Highest State



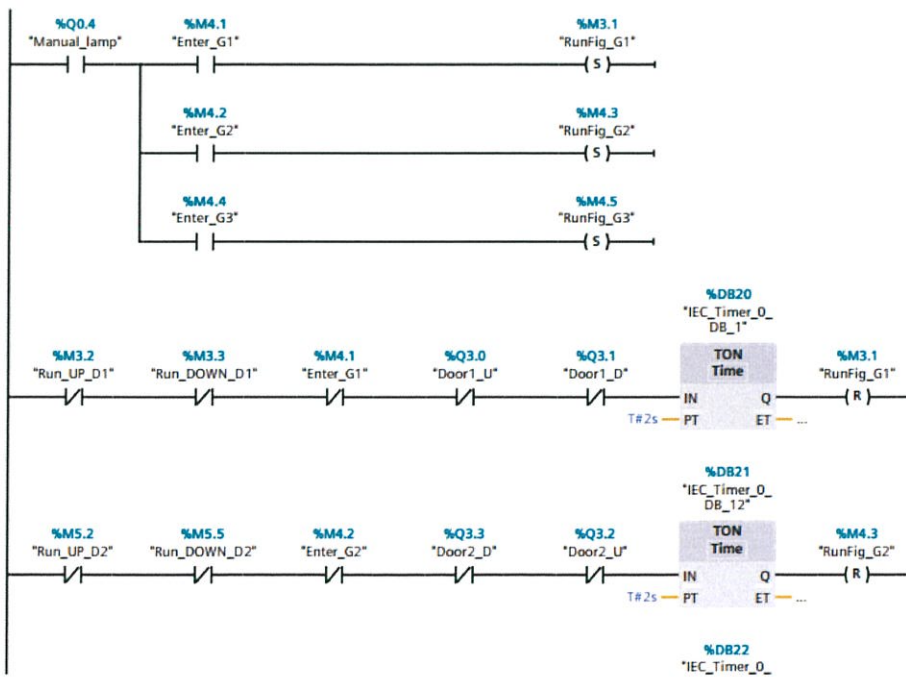
ภาพที่ 3.27 Ladder ของ Highest State

10. Lowest State



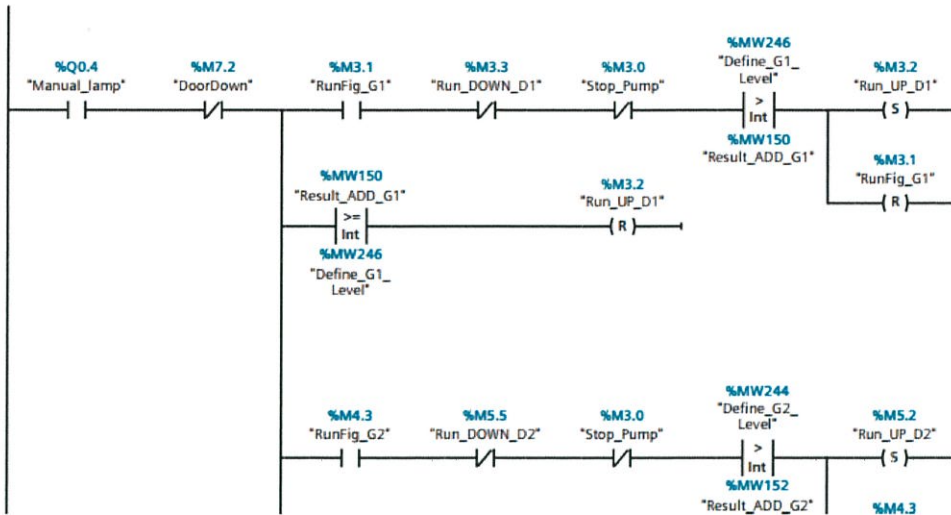
ภาพที่ 3.28 Ladder ของ Lowest State

11. HMI Control



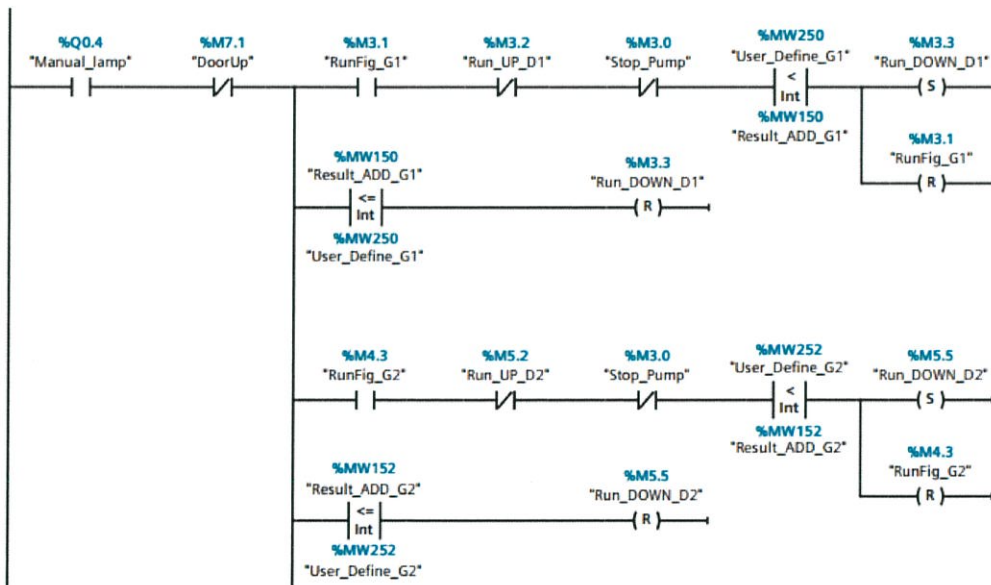
ภาพที่ 3.29 Ladder ของ HMI Control

12. HMI Gate Up



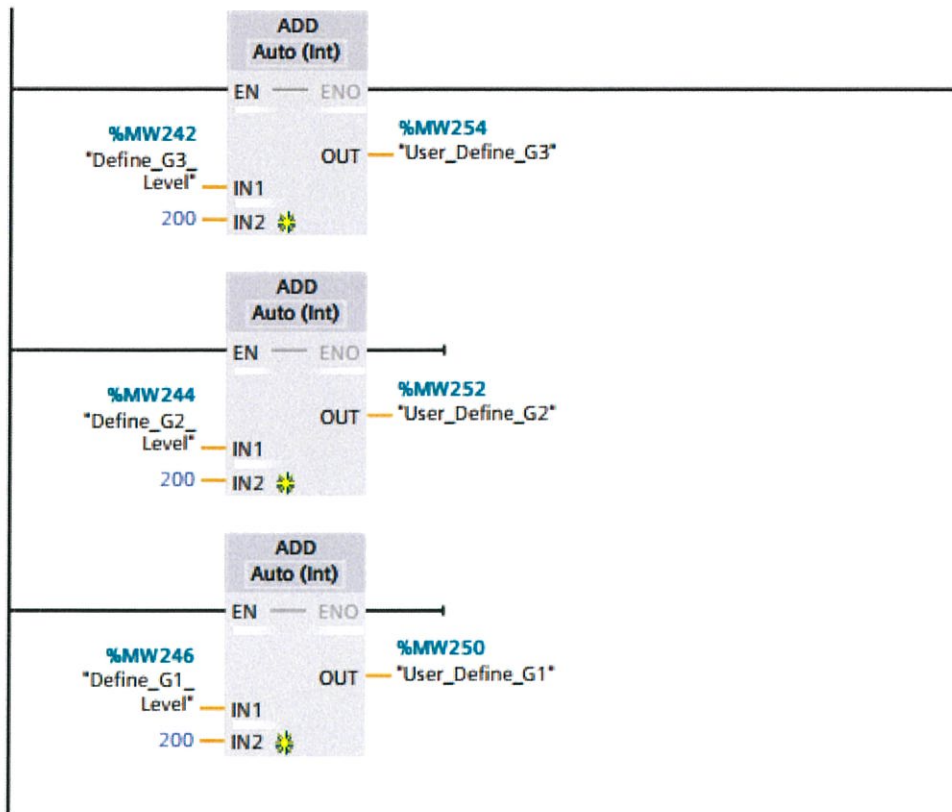
ภาพที่ 3.30 Ladder ของ HMI Gate Up

13. HMI Gate Down



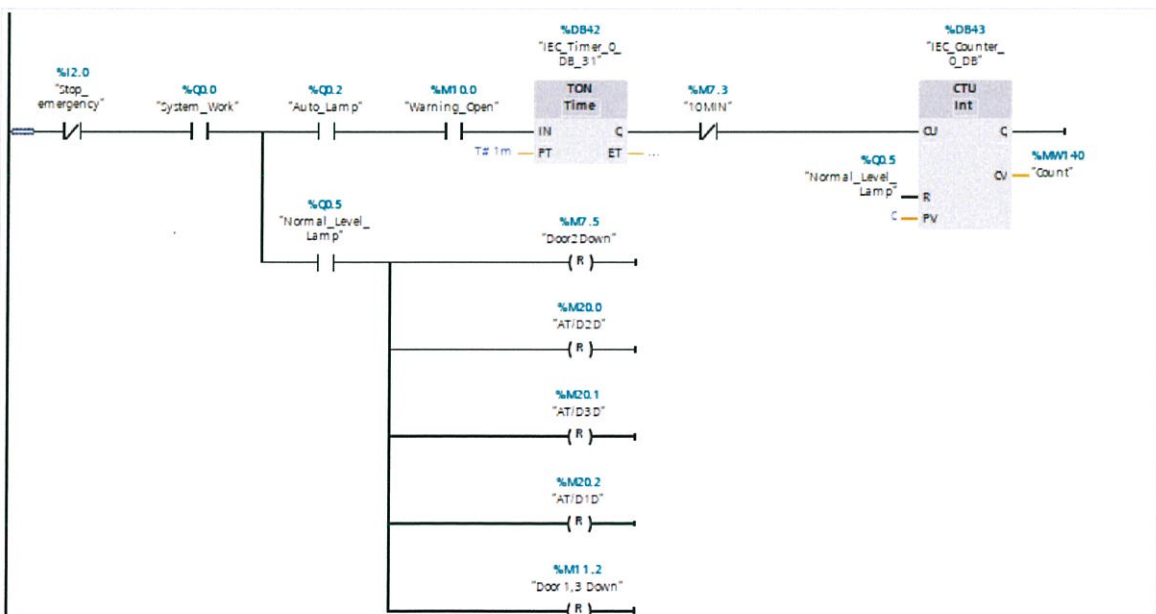
ภาพที่ 3.31 Ladder ของ HMI Gate Down

14. HMI User Define



ภาพที่ 3.32 Ladder ของ HMI User Define

15. Auto Loop

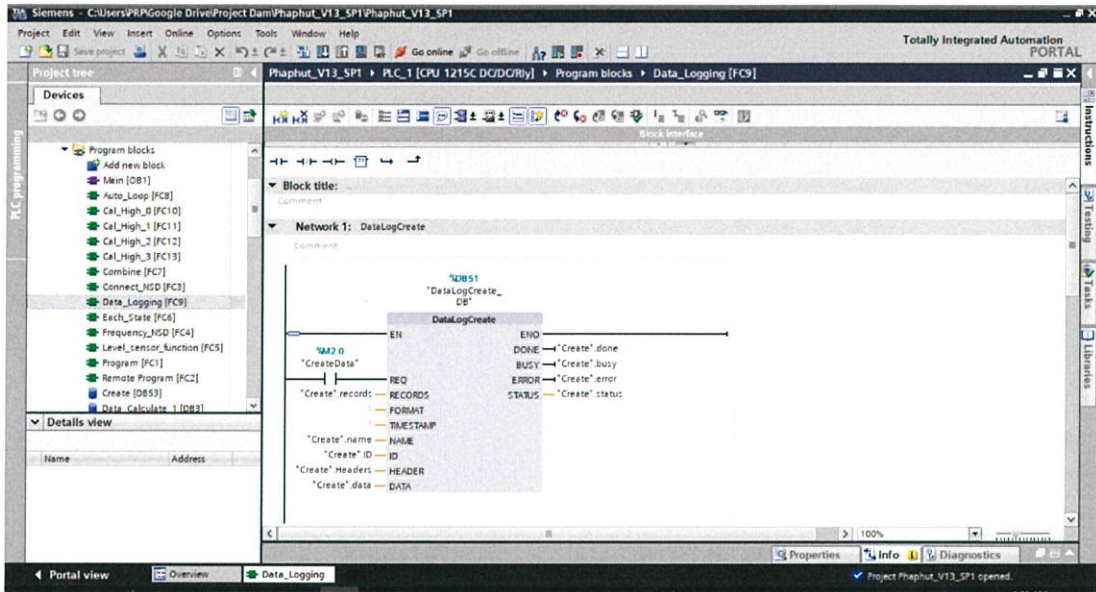


ภาพที่ 3.33 Ladder ของ Auto Loop

3.7.1.1 Data Logging

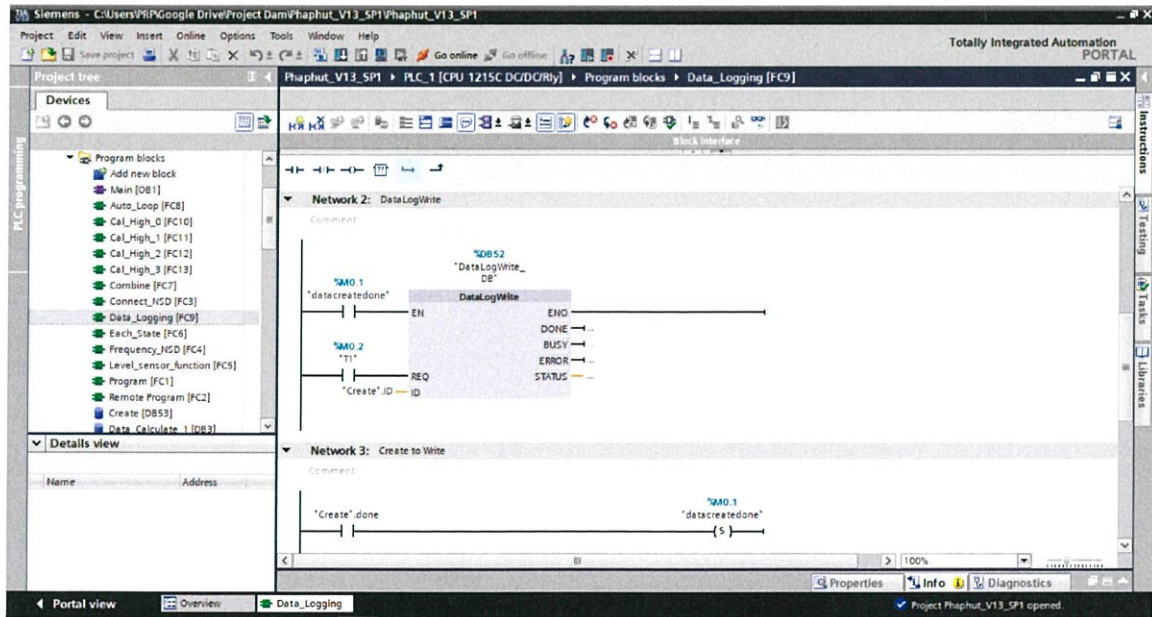
Data Logging เป็นการเก็บข้อมูลของเซนเซอร์ต่าง ๆ โดยแบ่งส่วนของการเขียนโปรแกรมดังนี้

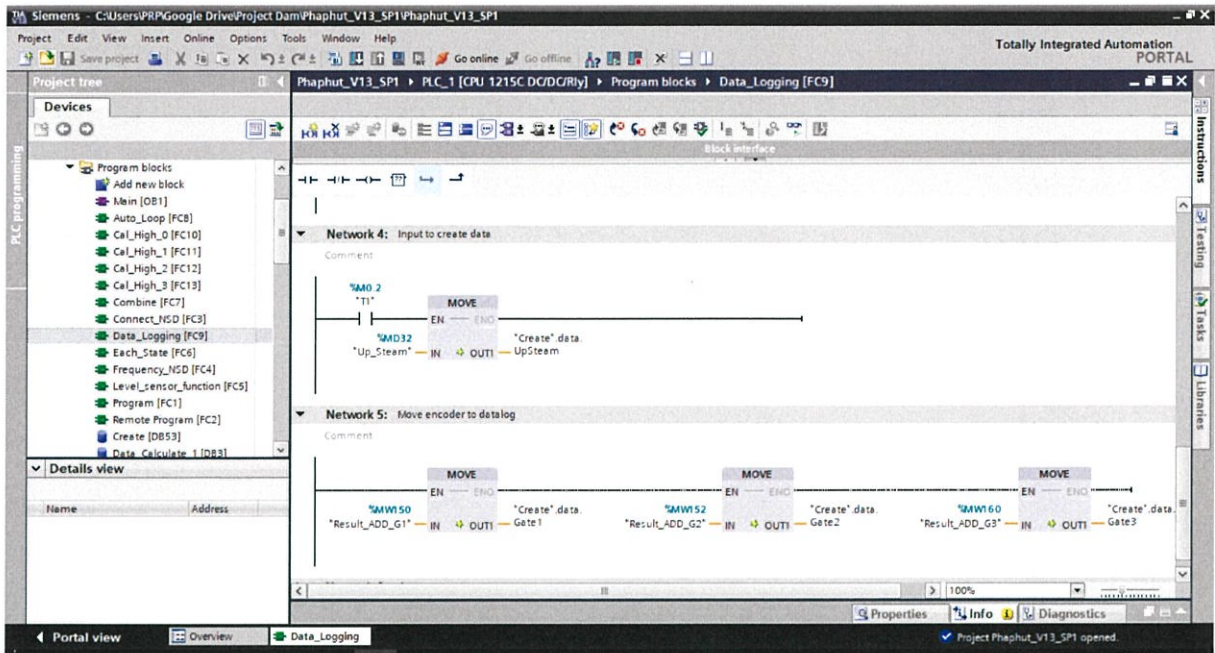
1. การสร้างตาราง



ภาพที่ 3.34 Ladder ของการสร้างตาราง Data Logging

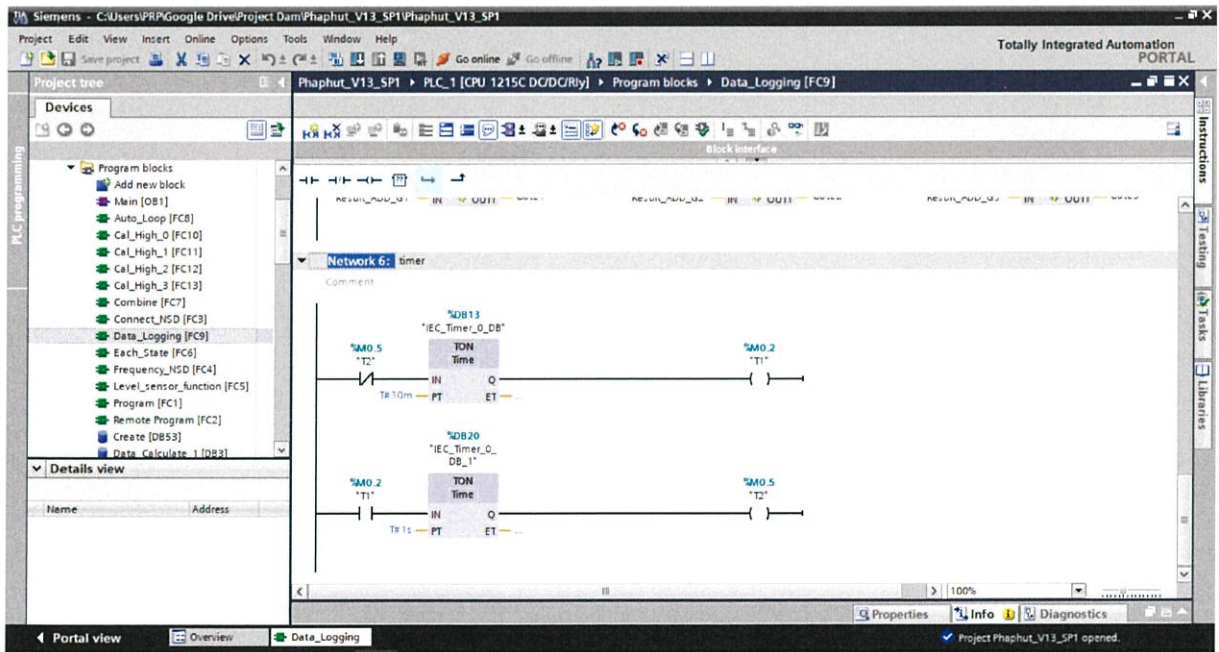
2. การเขียนข้อมูล





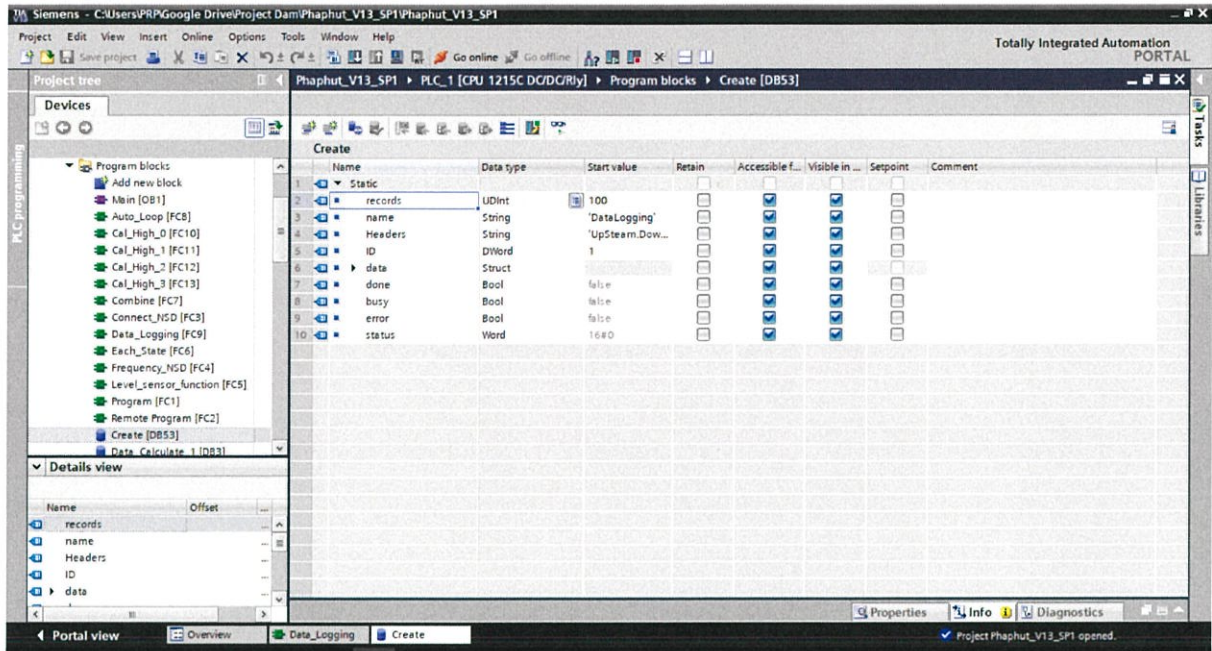
ภาพที่ 3.35 Ladder ของการเขียนข้อมูลลงไปยังตาราง

3. Timer



ภาพที่ 3.36 Ladder ของเวลาในการบันทึกข้อมูล

4. Data Block ของตาราง

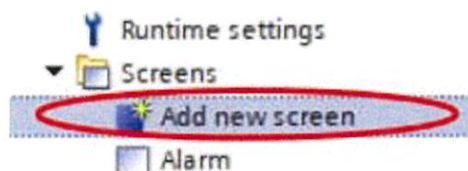


ภาพที่ 3.37 Data Block ของตาราง Data Logging

3.7.2 ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI : Human Machine Interface)

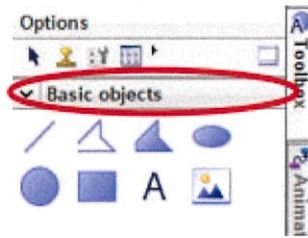
ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม จะใช้ HMI รุ่น TP700 comfort ในการแสดงผลและควบคุม ซึ่งในการแสดงผลนั้นหน้าจอจะต้องแสดงถึงสถานะของ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีการส่งสัญญาณมา เช่น เซนเซอร์วัดระดับน้ำ ค่าระดับบานจากตัว Gate Controller เป็นต้น และสามารถควบคุมระดับบานได้โดยใส่ค่าระดับที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- 1) ทำการเพิ่ม HMI TP700 comfort PN ใน Project
- 2) เพิ่มหน้าจอใน HMI ซึ่งจะประกอบไปด้วย Main, Home, Gate Control 1, Gate Control 2, Gate Control 3, Contact Screen โดยการใส่คำสั่ง Add screen

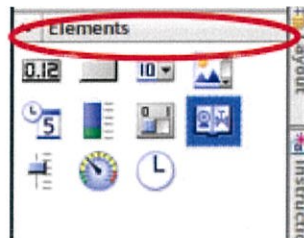


ภาพที่ 3.38 แสดงถึงตำแหน่งของคำสั่ง Add screen

3) เขียน Graphics โดยการใช้เครื่องมือ Elements และ Basic objects ในการสร้างรูปเงาวัตถุระดับ และช่องบอกระดับต่าง ๆ เป็นตัวเลข รวมถึงช่องใส่ค่าระดับบานที่ต้องการ



ภาพที่ 3.39 แสดงถึงตำแหน่งของเครื่องมือ Basic objects



ภาพที่ 3.40 แสดงถึงตำแหน่งของเครื่องมือ Elements

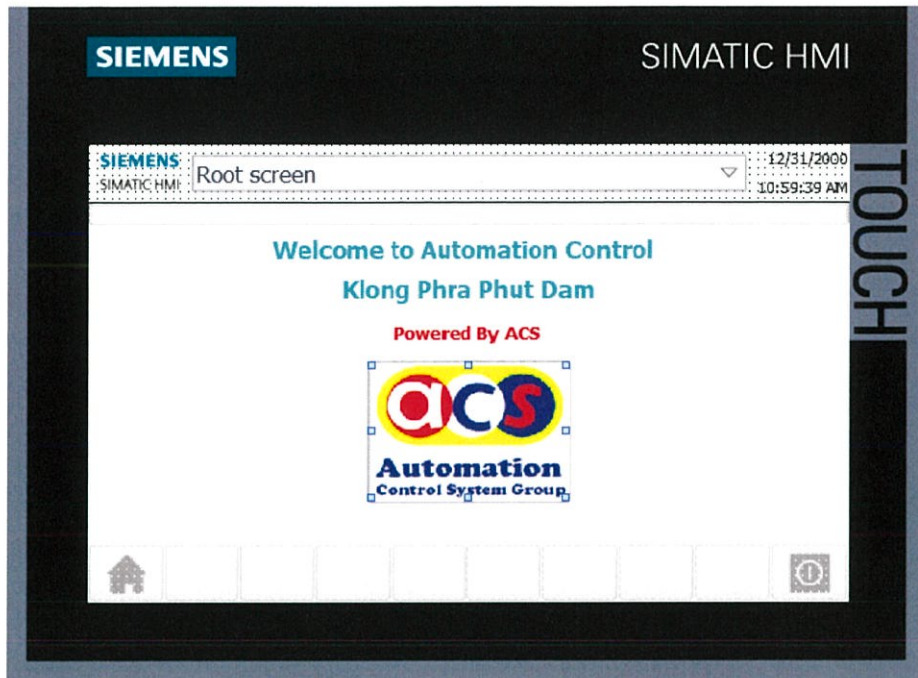
4) ทำการดึงค่า Tag name จาก Data Block ที่ได้สร้างขึ้นในการเขียนโปรแกรมใน PLC ในรูปและช่องต่าง ๆ ที่ได้สร้างขึ้นมา

HMI_Data						
	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Visible in ...
1	▼ Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	■ Level_G1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	■ Level_G2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	■ Level_G3	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	■ Up_Steam	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	■ Q_Rate	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	■ Down_Steam	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	■ Velocity	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	■ Oil_Pressure	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	■ Static_1	Word	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ภาพที่ 3.41 Data Block ของ HMI

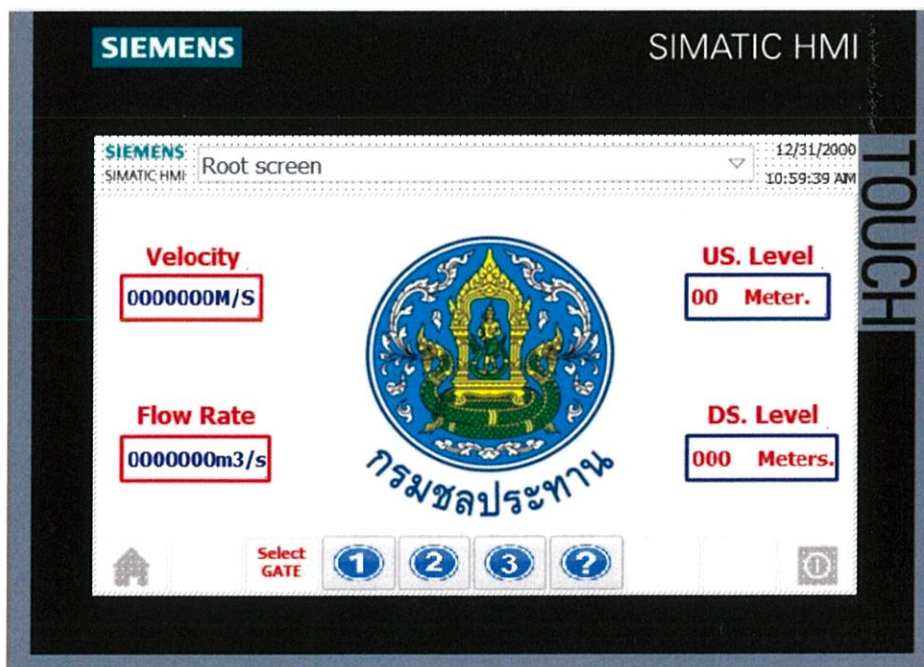
จากขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น รูปแบบของหน้าจอแสดงผลและควบคุมต่าง ๆ จะมีลักษณะดังนี้

1. Main Screen



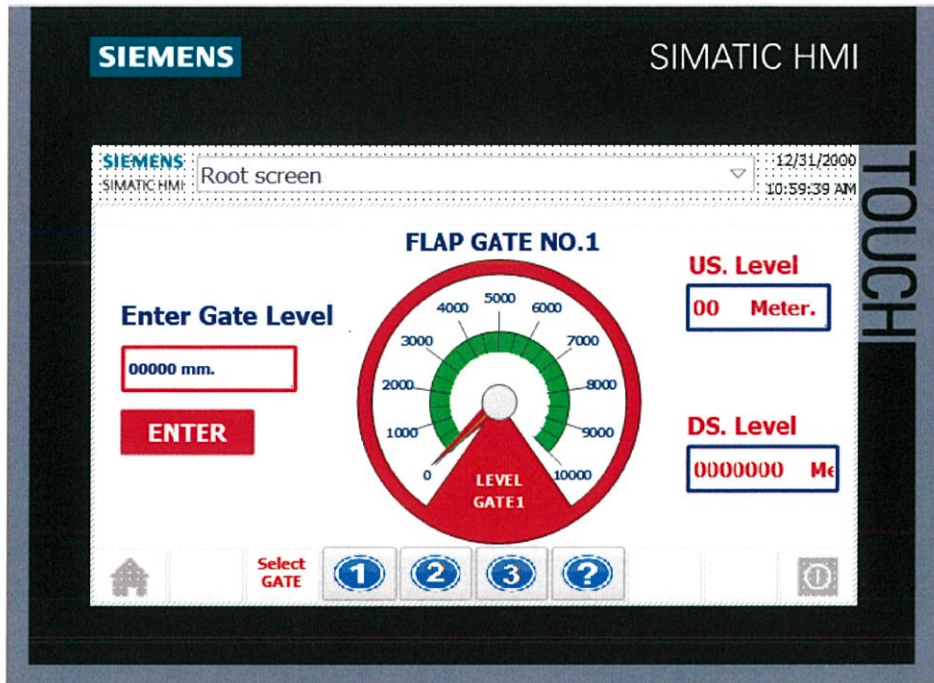
ภาพที่ 3.42 HMI ของ Main Screen

2. Home Screen



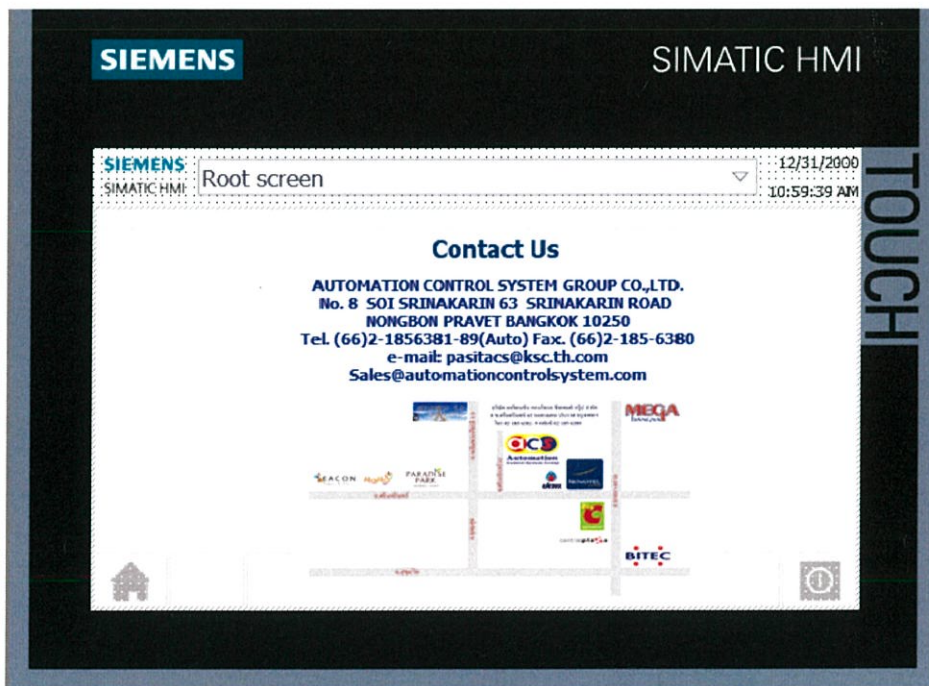
ภาพที่ 3.43 HMI ของ Home Screen

3. Gate Control Screen



ภาพที่ 3.44 HMI ของ Gate Control Screen

4. Contact Screen

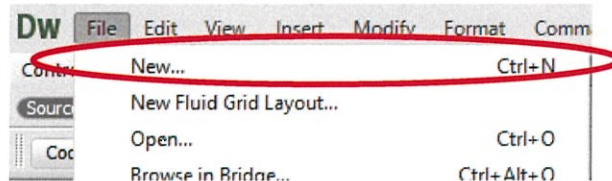


ภาพที่ 3.45 HMI ของ Contact Screen

3.7.3 ส่วนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

ในการแสดงผลนั้นหน้าจอก็จะต้องแสดงถึงสถานะต่าง ๆ ของระบบควบคุมฝ่ายพับได้แบบอัตโนมัติ เช่น ค่าระดับบานในแต่ละบาน ค่าระดับน้ำหน้าบานฝ่าย สถานะต่าง ๆ ในการควบคุม เป็นต้น และสามารถควบคุมระดับบานได้โดยใส่ค่าระดับที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

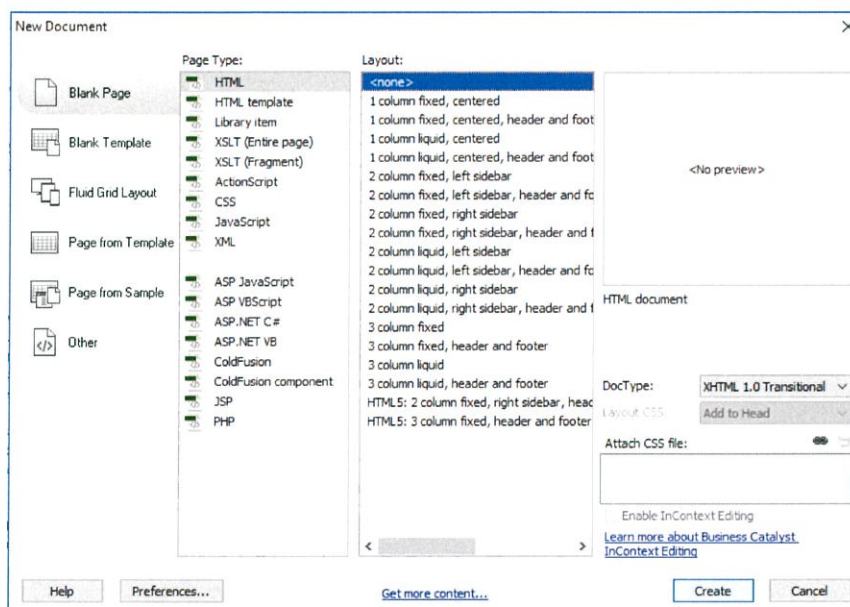
1) หลังจากเปิดโปรแกรม Adobe Dreamweaver ให้เลือกไปที่ File > New เพื่อเริ่มต้นการเขียนหน้าเว็บ



ภาพที่ 3.46 แสดงถึงตำแหน่งของคำสั่ง New

2) ทำการเลือกรูปแบบภาษาในการเขียนหน้าเว็บ ในที่นี้จะเลือกเป็น HTML

Type



ภาพที่ 3.47 แสดงถึงตำแหน่งของการสร้าง Page

3) ในการควบคุมจำเป็นต้องใช้ code ในการส่ง Input จากหน้าเว็บไปยัง PLC
เพื่อใช้ในการควบคุม

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <!-- AWP_In_Variable Name='Web'.UserDefineG1' -->
4 <!-- AWP_In_Variable Name='Web'.UserDefineG2' -->
5 <!-- AWP_In_Variable Name='Web'.UserDefineG3' -->
6 <!-- AWP_In_Variable Name='Remote' -->
7 <!-- AWP_In_Variable Name='Web'.Enter1' -->
8 <!-- AWP_In_Variable Name='Web'.Enter2' -->
9 <!-- AWP_In_Variable Name='Web'.Enter3' -->
```

ภาพที่ 3.48 แสดงถึง Code ในการเชื่อมต่อ Input ไปยัง PLC

4) ในการออกแบบเค้าโครงหน้าเว็บนั้นจะใช้ CSS Style เพื่อให้ง่ายต่อการ
ปรับแต่งรูปแบบเค้าโครงของหน้าเว็บโดยมี code ดังต่อไปนี้

- ในส่วนของตัว Body และ Tab ในการเลือกหน้าต่าง ๆ บนเว็บ เช่น
Monitor, Control และ Contact

```
17 body{
18     margin-left:auto;
19     margin-right:auto;
20     margin-top:0px;
21     margin-bottom:0px;
22     width:100%;
23 }
24 #mySidenav a {
25     position: absolute;
26     left: -80px;
27     transition: 0.3s;
28     padding: 15px;
29     width: 100px;
30     text-decoration: none;
31     font-size: 20px;
32     color: white;
33     border-radius: 0 5px 5px 0;
34 }
35
36 #mySidenav a:hover {
37     left: 0;
38 }
39
40 #about {
41     top: 20px;
42     background-color: #f44336;
43 }
44
45 #blog {
46     top: 80px;
47     background-color: #97989B;
48 }
49
50 #contact {
51     top: 140px;
52     background-color: #F90;
53 }
```

ภาพที่ 3.49 แสดงถึงรูปแบบ CSS ของ Body และ Tab ในการเลือกหน้าต่าง ๆ บนเว็บ

- ในส่วนของแถบต่าง ๆ บนหน้าเว็บ

```
55 #apDiv1 {
56     position: absolute;
57     left: 228px;
58     top: 9px;
59     width: 936px;
60     height: 147px;
61     z-index: 1;
62 }
63 #apDiv2 {
64     position: absolute;
65     left: 419px;
66     top: 357px;
67     width: 42px;
68     height: 42px;
69     z-index: 1;
70 }
71 #apDiv3 {
72     position: absolute;
73     left: 0px;
74     top: 0px;
75     width: 1350px;
76     height: 138px;
77     z-index: 1;
78     background-color: hsla(180,100%,31%,0.9);
79 }
80
937 #apDiv97 {
938     position: absolute;
939     left: 289px;
940     top: 610px;
941     width: 232px;
942     height: 168px;
943     z-index: 1;
944     color: #FFF;
945     background-color: hsla(0,0%,65%,0.2);
946 }
947 #apDiv98 {
948     position: absolute;
949     left: 220px;
950     top: 197px;
951     width: 205px;
952     height: 131px;
953     z-index: 1;
954     color: #FFF;
955     background-color: hsla(0,0%,65%,0.2);
956 }
```

ภาพที่ 3.50 แสดงถึงรูปแบบ CSS ของแถบต่าง ๆ บนหน้าเว็บ

5) ในส่วนของปุ่มการเลือกคอนโทรลระดับบานฝาย

```
957 /* Style the tab */
958 div.tab {
959     overflow: hidden;
960     border: none;
961     background-color: hsla(0,0%,50%,0.5);
962 }
963
964 /* Style the buttons inside the tab */
965 div.tab button {
966     background-color: inherit;
967     float: none;
968     border: none;
969     outline: none;
970     cursor: pointer;
971     padding: 5px 14px;
972     transition: 0.3s;
973     font-size: 15px;
974 }
975
976 /* Change background color of buttons on hover */
977 div.tab button:hover {
978     background-color: #ddd;
979 }
980
981 /* Create an active/current tablink class */
982 div.tab button.active {
983     background-color: #ccc;
984 }
985
986 /* Style the tab content */
987 .tabcontent {
988     display: none;
989     padding: 3px 6px;
990     border: none;
991     border-top: none;
992     background-color: hsla(0,0%,65%,0.2);
993 }
994 .button {
995     padding: 8px 10px;
996     font-size: 15px;
997     text-align: center;
998     cursor: pointer;
999     outline: none;
1000     color: #fff;
1001     background-color: black;
1002     border: none;
1003     border-radius: 10px;
1004     box-shadow: 0 5px #999;
1005 }
1006
1007 .button:hover {background-color: #333}
1008
1009 .button:active {
1010     background-color: hsla(0,0%,50%,0.2);
1011     box-shadow: 0 5px #666;
1012     transform: translateY(4px);
1013 }
1014 </style>
1015 </head>
```

ภาพที่ 3.51 แสดงถึงรูปแบบ CSS ของปุ่มการเลือกคอนโทรลระดับบานฝาย

6) การออกแบบไฟแสดงผลตาม Output ของ PLC มีรูปแบบดังต่อไปนี้

```
1076 <div id=
"apDiv21" align="center"><font face="Arial Unicode MS" color=
"#FFFFFF" size="-1">Remote</font></td></div></div>
```

ภาพที่ 3.52 แสดงถึงรูปแบบ Code ของไฟแสดงผลตาม Output ของ PLC

โดย Code จะเหมือนกับการเรียกรูปภาพแต่จะใช้ Logic ของ Output ที่เป็นแบบ DO (0,1) ในการเรียกรูปภาพ โดยการเปลี่ยนชื่อรูปภาพให้สัมพันธ์กับการแสดงผล ดังรูป



e0.png



e1.png

ภาพที่ 3.53 แสดงถึงรูปแบบการตั้งชื่อรูปภาพเพื่อใช้ใน Code

โดยใช้ :=output: แทนตัวเลขบิต Output (0,1) ภายใน code เช่น เมื่อต้องแสดงผลของตัว Output Q0.1 จะสามารถเขียน code ได้ดังนี้ “img/e:=Q0.1:.png”

7) ในการเขียน Code เพื่อ Link หน้าต่างเว็บต่าง ๆ ที่ได้สร้างไว้ ไม่ว่าจะเป็น หน้า Monitor, Control และ Contact สามารถเขียน Code ได้ดังนี้

```
1024
1025 <div id="apDiv10"><div id="mySidenav" class="sidenav">
1026 <a href="Index.html" id="about">
1027 Monitor&nbsp;<img src=
"img/icon-infrastructure-monitoring-systems.png" width="28" height=
"28" /></a>
1028 <a href="Control.html" id="blog">Control&nbsp;&nbsp;<img src=
"img/Tunning-icon.png" width="27" height="27" /></a>
1029 <a href="Contact.html" id="contact">Contact&nbsp;&nbsp;<img src=
"img/contact.png" width="26" height="26" /></a>
1030
```

ภาพที่ 3.54 แสดงถึงรูปแบบ Code ของการ Link หน้าต่างเว็บต่าง ๆ

8) ในการสร้างปุ่มกดหรือ Input เพื่อไปสั่งให้ PLC ทำงานจากบนหน้าเว็บ มี

รูปแบบดังนี้

```
1056 <div id="apDiv17a" align="center"><font color="#FFFFFF" size="-1"  
face="Arial Unicode MS">START REMOTE</font></div></div><div id=  
"apDiv38" align="center">  
1057 <form method="post" onsubmit= "return doSomething()">  
<input type="hidden" name='Remote' value=  
"1" align="middle"> <h5 align="center"> <button class="button">Enter  
</button>  
1058 </form></h5>  
1059  
1060 </div></div>  
1061
```

ภาพที่ 3.55 รูปแบบ Code ของการสร้างปุ่มกดหรือ Input เพื่อไปสั่งให้ PLC ทำงานจากบนหน้าเว็บ โดย Code ที่เป็นตัวกำหนด Input ไปยัง PLC คือ `<input type="hidden" name="Tag Name" value="ค่าอินพุต(0,1)">`

9) ในการสร้างช่องแสดงค่าระดับต่าง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นค่าระดับบานหรือค่าระดับน้ำ มีรูปแบบดังต่อไปนี้

```
1105 <div id="apDiv31"><iframe src="Up_Steam.html" width="80" height="32"  
scrolling="no" align="middle" frameborder="0">  
1106 <p align="center">Your browser does not support iframes.</p>  
1107 </iframe></div>  
1108 <div id="apDiv34" align="center"><font face="Arial Unicode MS" color=  
"#FFFFFF" size="-1">cm </font></div>  
1109 </div>
```

ภาพที่ 3.56 รูปแบบ Code ของการสร้างช่องแสดงค่าระดับต่าง ๆ

โดยจะสร้างเป็นช่องเพื่อดึงค่าหน้าเว็บอีกหน้าเป็นการเรียกดูค่าจาก Tag name นั้น ๆ ใช้ Code เพื่อเรียกดูค่าจากหน้าเว็บอีกหน้าดังนี้ `<iframe src="ชื่อหน้าเว็บที่สร้างขึ้น.html" >`

```

1 |<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
  |"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
2 |<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
3 |
4 |<head>
5 |   <meta http-equiv="refresh" content="10"
  |; URL="Up_Steam.html">
6 |   <meta http-equiv="Content-Type" content
  |= "text/html; charset=utf-8" />
7 |   <title>Up_Steam</title>
8 | </head>
9 |
10 | <body>
11 |   <font face="verdana" color="#009E9E">
12 | <strong>:= "Up_Steam": </strong></font>
13 | </body>
  |</html>
  |
  | := "Up_Steam":

```

ภาพที่ 3.57 หน้าเว็บที่ดึงค่า Tag Name จาก PLC มาแสดงผล

หน้าเว็บนี้ได้กำหนดให้ถูก Refresh ทุก ๆ 10 วินาที จาก Code : <meta http-equiv="refresh" content="10"; URL="Up_Steam.html"> เพื่อให้ช่องที่แสดงค่าสามารถแสดงค่าล่าสุดที่มีการเปลี่ยนแปลงได้

10) การสร้างช่องใส่ค่าระดับบาน จะคล้าย ๆ กับ ขั้นตอนสร้างปุ่มกด แต่จะเปลี่ยนชนิดของ input เป็น text โดยใน Code จะมีทั้งส่วนที่เป็นการสร้าง Tab (ส่วนที่ 1) และส่วนที่เป็น Input ในส่วนนี้จะมีปุ่มกดยืนยันค่าระดับบานเพื่อเป็นการยืนยันค่าและส่งค่าเข้า PLC (ส่วนที่ 2)

```

1170 |<div id="apDiv81">
1171 |<div id="apDiv80">
1172 |   <div id="apDiv82">
1173 |     <div id="apDiv17e" align="center"><font color="#FFFFFF" face=
  |"Arial Unicode MS">GATE CONTROL </font></div></div>
1174 |     <div class="tab">
1175 |       <button class="tablinks" onclick="openCity(event, 'Gate I')">Gate I
  |</button>
1176 |       <button class="tablinks" onclick="openCity(event, 'Gate II')">Gate
  |II</button>
1177 |       <button class="tablinks" onclick="openCity(event, 'Gate III')">Gate
  |III</button>
1178 |     </div>
1179 |
1180 |<div id="Gate I" class="tabcontent" >
1181 |<h3 align="center"><font face="Arial Unicode MS" color="#FFFFFF"
  |size="-1">Gate I Position</font></h3>
1182 |<h4 align="center"><form method="post" onSubmit= "return
  |doSomething() ">
1183 |   <input type="text" name=
  |'"Web".UserDefineG1' size="5" dir="ltr" align="middle"><font face=
  |"Arial Unicode MS" color="#FFFFFF" size="-1"> mm </font>
1184 |   <input type="hidden" name="Web".Enter1
  |' value="1" align="middle"> </h4><h5 align="center"> <button class=
  |"button" type="submit">Enter</button>
1185 |   </form></h5>
1186 |
1187 |</div>
1188 |

```

ภาพที่ 3.58 รูปแบบ Code ของการสร้างช่องใส่ค่าระดับบาน

และในส่วนสุดท้ายนี้จะเป็น Script ของการสร้าง Tab ซึ่งเป็นชุดเดียวกับ CSS Style ของตัว Tab ด้านบน

```
1208 <script>
1209 function openCity(evt, cityName) {
1210     var i, tabcontent, tablinks;
1211     tabcontent = document.getElementsByClassName("tabcontent");
1212     for (i = 0; i < tabcontent.length; i++) {
1213         tabcontent[i].style.display = "none";
1214     }
1215     tablinks = document.getElementsByClassName("tablinks");
1216     for (i = 0; i < tablinks.length; i++) {
1217         tablinks[i].className = tablinks[i].className.replace("
active", "");
1218     }
1219     document.getElementById(cityName).style.display = "block";
1220     evt.currentTarget.className += " active";
1221 }
1222 </script>
1223 </body>
1224
1225
1226 </html>
1227
```

ภาพที่ 3.59 รูปแบบ Script ของการแสดงผลต่าง ๆ ของ Tab

จากขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น รูปแบบของหน้าเว็บแสดงผลและควบคุมต่าง ๆ จะมีลักษณะดังนี้

1. Monitor



ภาพที่ 3.60 Monitor Page in Web Application

2. Control



ภาพที่ 3.61 Control Page in Web Application

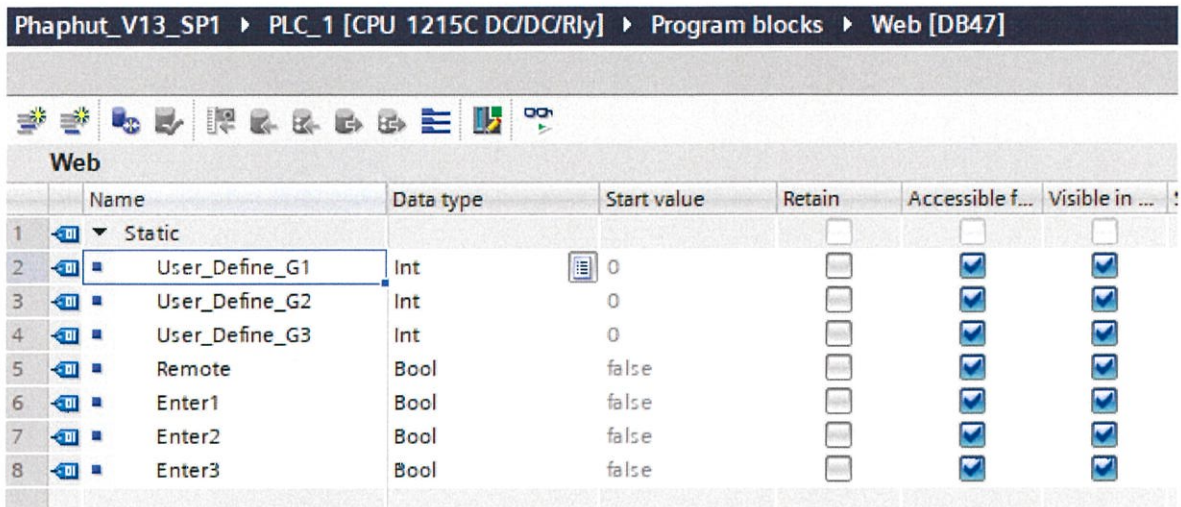
3. Contact



ภาพที่ 3.62 Contact Page in Web Application

4. Data Block

Phaphut_V13_SP1 ▶ PLC_1 [CPU 1215C DC/DC/Rly] ▶ Program blocks ▶ Web [DB47]



	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Visible in ...
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	User_Define_G1	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	User_Define_G2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	User_Define_G3	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Remote	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Enter1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Enter2	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Enter3	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ภาพที่ 3.63 Data Block ของ Web Application

3.8 เดินทางไปศึกษาการทำงานของระบบและอุปกรณ์ที่หน้างาน

การเดินทางไปสำรวจและศึกษาที่บริเวณหน้างานนั้น เป็นการเดินทางไปเพื่อที่ทำความเข้าใจและติดตั้งระบบการทำงานโดยต้องติดต่อกับหลาย ๆ ฝ่าย อุปกรณ์ที่ได้ไปทำความเข้าใจและติดตั้งหลัก ๆ มีดังนี้

3.8.1 ชุดระบบไฮดรอลิก

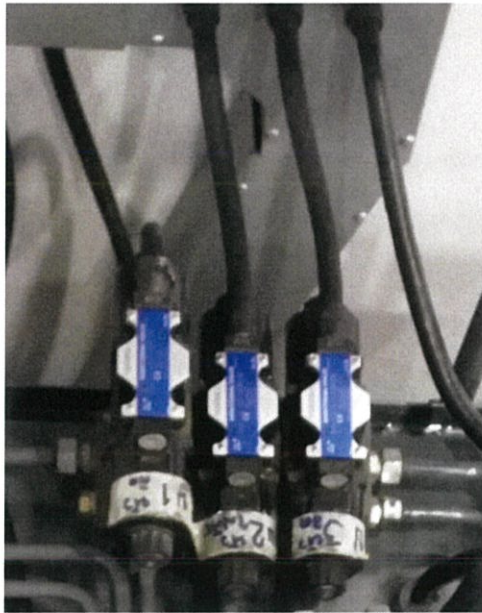
ชุดระบบไฮดรอลิกจะมีการรับคำสั่งสัญญาณการควบคุมผ่าน PLC โดย PLC จะทำการสั่ง โซลินอยด์วาล์ว และมอเตอร์เพื่อปั้มน้ำมันเข้าไปยังกระบอกสูบในแต่ละกระบอกสูบเป็นการเพิ่ม-ลด ระดับบานฝาย และมีเซนเซอร์วัดระดับน้ำมันในแทงค์ เพื่อตรวจสอบว่ามีน้ำมันเพียงพอต่อการอัดเข้าไปยังกระบอกสูบหรือไม่ มีเซนเซอร์วัดแรงดันภายในท่อส่งน้ำมัน เพื่อให้ตัดระบบการส่งน้ำมันเมื่อมีแรงดันเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ โดยลักษณะและขนาดของชุดระบบไฮดรอลิกสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.64



ภาพที่ 3.64 ชุดระบบไฮดรอลิก

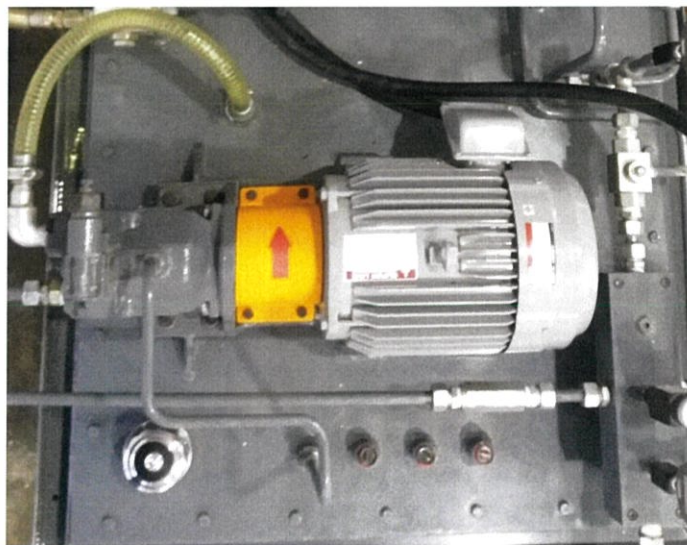
รายละเอียดของชุดระบบไฮดรอลิกจำแนกได้ดังต่อไปนี้

1. โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)



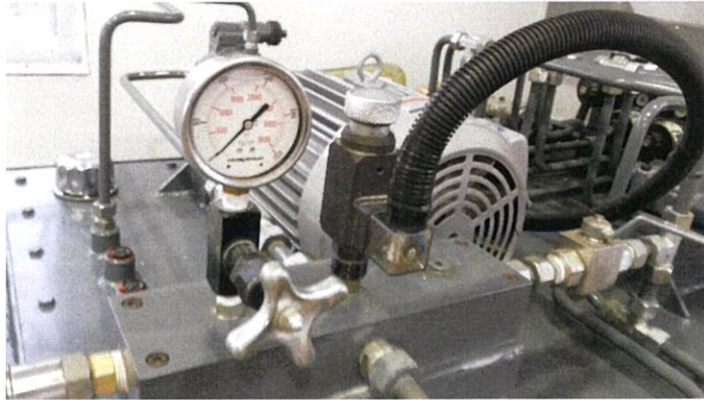
ภาพที่ 3.65 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

2. ปั๊มไฮดรอลิกและมอเตอร์



ภาพที่ 3.66 ปั๊มไฮดรอลิกและมอเตอร์

3. Pressure Switch



ภาพที่ 3.67 Pressure Switch

3.8.2 ระบบตรวจวัดระดับน้ำ

ระบบตรวจวัดระดับน้ำจะใช้เซนเซอร์แบบวัด Pressure ใต้น้ำเทียบกับบรรยากาศ แล้วส่งข้อมูลเป็นสัญญาณ Analog 4-20 mA ไปยัง PLC เพื่อนำไปประมวลผลในโปรแกรม



ภาพที่ 3.68 การติดตั้งระบบตรวจวัดระดับน้ำ

3.8.3 ระบบสัญญาณเตือนภัย

ระบบสัญญาณเตือนภัยจะประกอบด้วย สัญญาณไฟและสัญญาณไซเรน



ภาพที่ 3.69 การติดตั้งระบบสัญญาณไฟเตือนภัยระดับน้ำ



ภาพที่ 3.70 การติดตั้งระบบสัญญาณไซเรนเตือนภัยระดับน้ำ

3.8.4 กล้อง CCTV

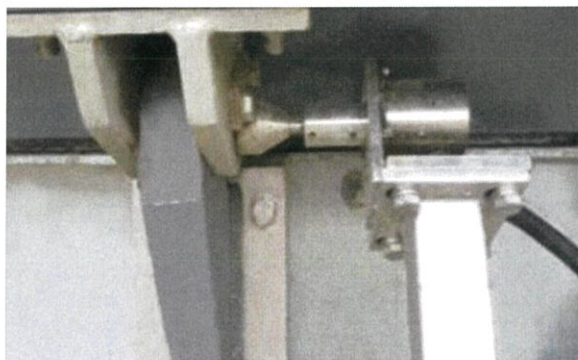
กล้อง CCTV นำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการดูค่าระดับน้ำที่แผ่นวัดระดับน้ำ (Staff Gauge) ซึ่งให้ User สามารถอ่านค่าได้จากระยะไกล (Remote)



ภาพที่ 3.71 การติดตั้งกล้อง CCTV

3.8.5 Encoder

Encoder จะถูกติดตั้งอยู่ใต้บานฝายโดยจะมี Coupling เป็นตัวเชื่อมระหว่าง Encoder กับข้อหมุนของบานฝายในลักษณะดังรูปที่ 3.72



ภาพที่ 3.72 ลักษณะการติดตั้ง Encoder

3.8.6 ระบบควบคุม (Control Panel)

การติดตั้งโต๊ะควบคุมและนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อเข้า PLC



ภาพที่ 3.73 การวาง Lay out และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 3.74 การต่ออุปกรณ์เพื่อแสดงผลต่าง ๆ ในด้านหน้าโต๊ะคอนโทรล

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานโครงการ

ผลการวิจัยระบบควบคุมฝายพับได้อัจฉริยะ จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.1 ระบบป้อนกลับ (Absolute Encoder)

สำหรับส่วนแรกคือ การสื่อสารกันระหว่าง Absolute Encoder กับ PLC จะสื่อสารผ่านตัวตัวแปลงสัญญาณ (Controller) ที่รับค่ามาจากตัว Encoder แล้วส่งไปยัง PLC ผ่านรูปแบบการสื่อสารแบบ Point-to-Point โดยใช้พอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม (RS-232) ระหว่างตัวแปลงสัญญาณและ PLC

4.1.1 บทนำ

การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อควบคุมระดับของประตูเพื่อจุดสูงสุดและค่าต่ำสุด ต่อมาเราต้องการตรวจสอบว่าโปรแกรมของเราสามารถทำงานได้หรือไม่ และถูกต้องหรือไม่

4.1.2 วิธีการ

ขั้นแรกคือการสอบเทียบ (Calibrated) ของตัว Absolute Encoder จากนั้นตัว Encoder ที่ติดอยู่กับตัวบานฝาย จะส่งค่ามายังตัวแปลงสัญญาณ (Controller) เพื่อเชื่อมต่อกับ PLC ผ่านพอร์ต RS-232 หลังจากการเชื่อมต่อแล้วตำแหน่งของบานฝายจะได้รับการตรวจสอบ จากจุดนี้เราจะสังเกตได้ว่าค่าระดับบานฝายตรงกับที่เราสอบเทียบ (Calibrated) ไว้หรือไม่

4.1.3 ข้อสรุป

สามารถสรุปได้ว่าการส่งข้อมูลระหว่าง Encoder กับ PLC สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหลังจากสอบเทียบ(Calibrated) ของค่าบานฝายจากระดับบาน 0% ถึง 100%



ภาพที่ 4.1 การแสดงผลของอุปกรณ์ป้อนกลับ

4.2 ระบบควบคุม (PLC)

สำหรับส่วนที่สองคือ โปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นให้กับตัว PLC เพื่อควบคุม การเปิด-ปิดบานฝ้ายพับ โดยสั่งการระบบไฮดรอลิกให้มีการเปิด-ปิด วาล์วที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟฟ้า รับค่าระดับน้ำเพื่อมาประมวลผลและส่งออกไปยังสัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ ในกรณีที่ระดับน้ำสูงกว่ากำหนด อีกทั้งยังเป็น Web Server รับค่าหรือแสดงผลต่าง ๆ ไปยัง Web Application

4.2.1 บทนำ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือเพื่อตรวจสอบการตอบสนอง การควบคุมของบานฝ้ายพับ และค่าระดับน้ำที่เข้ามายัง PLC

4.2.2 วิธีการ

ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบเงื่อนไขที่ถูกโปรแกรมไว้ใน PLC Ladder ต่าง ๆ ใน PLC โดยการ Simulate ตัวโปรแกรมว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่เราโปรแกรมไว้หรือไม่ และจากนั้นถึงจะดาวน์โหลดข้อมูลลงไปยัง PLC

4.2.3 ข้อสรุป

สรุปได้ว่า PLC สามารถควบคุม การเปิด-ปิดบานฝ้าย รับค่าระดับน้ำ และทำตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมไว้โดยสมบูรณ์



ภาพที่ 4.2 ระบบควบคุมโดยผ่าน PLC

4.3 ระบบตรวจวัดระดับน้ำ (Sensor Level)

สำหรับส่วนที่สามคือ ระบบตรวจวัดระดับน้ำที่ส่งเข้าไปยัง PLC เพื่อประมวลผล

4.3.1 บทนำ

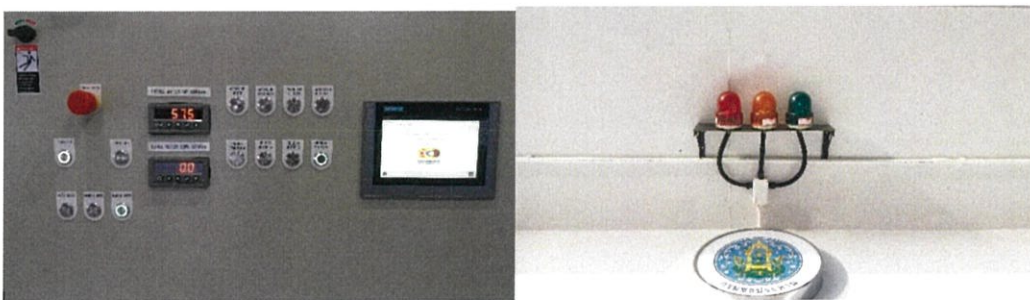
การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบระดับน้ำหน้าบานฝาย ที่ส่งเข้ามายัง PLC ในรูปแบบของสัญญาณ 0-20 mA สามารถแปลงเป็นค่า integer ซึ่งมีค่า 0-27468 ตามลำดับ

4.3.2 วิธีการ

สำหรับเครื่องแปลงความดันแบบ Differential Pressure Sensor Level (Sensor Level) จะตรวจสอบระดับน้ำหน้าบานฝาย หลังจากส่งข้อมูลค่าระดับน้ำไปยัง PLC แล้ว เราต้องทำการสอบเทียบ (Calibrated) ค่าน้ำให้ตรงกับระดับน้ำ (รทท.) ที่แผ่นวัดระดับน้ำ (Staff Gate) และแสดงผลไปยังหน้าจอ และไฟสัญญาณเตือนต่าง ๆ

4.3.3 ข้อสรุป

หลังจากตัววัดระดับน้ำได้ทำการส่งค่าระดับน้ำไปยัง PLC และทำการสอบเทียบแล้ว โปรแกรมที่อยู่ใน PLC จะส่งข้อมูลไปยังเครื่องมือติดตามข้อมูลเพื่อแสดงค่า



ภาพที่ 4.3 การแสดงค่าระดับน้ำและไฟสัญญาณเตือนภัยระดับน้ำ

4.4 ระบบควบคุมระยะไกล (Remote on Web Server)

สำหรับส่วนที่สี่คือ ระบบควบคุมระยะไกลโดยผ่าน Web Application ที่ถูกออกแบบโดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver ในรูปแบบของภาษา HTML และ CSS Style ในการออกแบบทั้งหมด

4.4.1 บทนำ

การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อควบคุมระดับบานฝาย อ่านค่าระดับบานและค่าระดับน้ำ โดยใช้อินเทอร์เน็ต

4.4.2 วิธีการ

ตัว PLC S7-1200 นี้ได้มีฟังก์ชันพิเศษ คือ ตัว PLC มี Web Server อยู่ในตัว ดังนั้นเราจึงสร้างแค่หน้าเว็บ (Web Application) ขึ้นมาโดยต้องประกาศตัวแปร `<!-- AWP_In_Variable Name='Data Block name'.Tag name' -->` ในการเขียนเว็บเพื่อให้อ่านค่าต่าง ๆ จากเว็บเข้าไปยัง PLC ได้ ไม่ว่าจะเป็น DI (Discrete Input) หรือจะเป็น ค่า Integer ส่วนการแสดงผลสามารถดึงค่าจาก Tag name ขึ้นมาดูได้เลยโดยใส่ `:= "Tag name"`: ลงในส่วนที่เราต้องการดูค่า

4.4.3 ข้อสรุป

สามารถสรุปได้ว่าการส่งข้อมูลระหว่าง Web Application กับ PLC สามารถควบคุมบานฝายผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ตาม IP-Address ของตัว PLC ซึ่งใช้ 3G Module เป็นเกตเวย์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4.4 การแสดงผลบนหน้าเว็บ

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การทำปฏิญานิพนธ์นี้เป็นการทำงานวิจัยร่วมกับบริษัท ออโตเมชัน คอนโทรล ซีสเทมส์ กรู๊ป จำกัด ซึ่งผลงานนี้ใช้ความรู้หลายด้านประกอบกันได้แก่ การใช้โปรแกรมในการเขียนแบบ (AutoCAD) ในการออกแบบโต๊ะคอนโทรล (Control Panel) การใช้โปรแกรมในการเขียนโปรแกรม (TIA Portal V13) เพื่อควบคุมระบบสายพับได้ การใช้โปรแกรมเขียนหน้าเว็บ (Adobe Dreamweaver) ในการเขียนเว็บ แอปพลิเคชัน ความรู้ทางด้านการสื่อสารแบบไร้สาย (3G) การทำ VPN Routing รวมถึงการติดตั้งระบบทั้งหมด เพื่อใช้ในการจัดทำงานวิจัยระบบสายพับได้อัจฉริยะให้สำเร็จขึ้น ซึ่งจากผลการดำเนินงานของโครงการจะเห็นได้ว่า ระบบที่จัดทำขึ้นสามารถใช้งานในการควบคุมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำได้ ไม่ว่าจะเป็นการบอกตำแหน่งระดับบานและระดับน้ำ ณ ปัจจุบัน หรือจะเป็นการควบคุมการเปิด-ปิดสายพับให้ได้ตามที่ต้องการ และยังสามารถควบคุมและสังเกตการณ์ได้จากระยะไกลอาศัยหลักการการสื่อสารแบบไร้สาย (3G) โดยมีหน้าเว็บแอปพลิเคชันรองรับสำหรับการใช้งาน ทั้งนี้ทางผู้จัดทำได้นำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่และการเข้าถึงข้อมูลโดยใช้การสื่อสารแบบไร้สาย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้นั้นสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้นรวมทั้งสามารถเข้าถึงระบบควบคุมได้โดยไม่ต้องเดินทางมายังห้องควบคุม เพื่อเป็นการช่วยให้สามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ทันที เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้มากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. การวางตำแหน่งของปุ่มด้านหน้าและแบบ Wiring ในแบบของโต๊ะควบคุม (Control Panel) ยังผิดพลาดอยู่เล็กน้อยทำให้ต้องมีการเดินสายใหม่บางจุดที่ต้องแก้ไข
2. Resolution ของเว็บแอปพลิเคชันอาจจะไม่ตรงเมื่อเปลี่ยนขนาดจอ
3. เนื่องจากสภาพอากาศทำให้งานด้านวิศวกรรมโยธาอาจจะล่าช้าไปบ้าง ส่งผลทำให้งานระบบคอนโทรลช้าลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ปรับปรุงตัวเว็บแอปพลิเคชันให้ประชาชนมีการเข้าถึงได้ โดยแบ่งระดับการเข้าใช้งาน ทำให้ประชาชนสามารถเข้ามาดูและติดตามระดับน้ำในอ่างได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฝาย (Weir) ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/ฝาย>
- [2] อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/อ่างเก็บน้ำ>
- [3] ทางน้ำล้น (Spillway) ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/ทางน้ำล้น>
- [4] NSD Corporation 3-31-28, OSU, NAKA-KU, NAGOYA, JAPAN 460-8302.
SG Corporation over Group 3-31-23, OSU, NAKA-KU, NAGOYA, JAPAN 460-8302
URL: www.nsdcorp.co.jp
- [5] Level / Flow Sensor : Doemges Detectronic UG
URL: www.doemgesdetectronic.com
- [6] ระบบไฮดรอลิก ที่มา : <https://board.postjung.com/707868.html> และ
<http://www.pneu-hyd.co.th>
- [7] Programmable Logic Controller ที่มา : http://www.research-system.siam.edu/images/coop/DESIGN_AND_EXPERIMENTS_CONSTRUCTION_OF_THREE-PHASE/บทท_2.pdf
- [8] เครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network: VPN) ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/เครือข่ายส่วนตัวเสมือน>