รายงานสหกิจฉบับบสมบูรณ์

การปรับปรุงสกาดาเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ในระบบชลประทาน

SCADA Revamp for Controlling New Floodgate in Irrigation System

นางสาวกาญจนา คล้ายศรีโพธิ์

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การปรับปรุงสกาดาเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ในระบบชลประทาน

ชื่อ-นามสกุล นักศึกษา นางสาวกาญจนา คล้ายศรีโพธิ์ **รหัสนักศึกษา** 59010095

หลักสูตร วิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี

รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายสัมฤทธิ์ สิงขร

นายรัชพล อรรถเสรีวงศ์

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท พีเอส เอ็นจิเนี่ยริ่ง คอนซัลแตนท์ จากัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอวิธีการปรับปรุงสกาดาที่มีอยู่เดิมสำหรับการควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างขึ้นใหม่ในระบบชลประทาน โดยการเปิด/ปิดของประตูระบายน้ำแต่ละบานสามารถทำได้ทั้งแบบโหมดควบคุมด้วยมือที่หน้างาน (เรียกว่า “Local Mode”) หรือแบบโหมดควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ระบบสกาดาจากระยะไกล (เรียกว่า “Remote Mode”) ซึ่งมีการสร้างโปรแกรมควบคุมสำหรับพีแอลซีรุ่น Allen Bradley 1769 – 33ER โดยใช้ซอฟต์แวร์ RSLogix 5000 นอกจากนี้ ยังมีการปรับปรุงส่วนแสดงผลของเอชเอ็มไอเดิมเพื่อควบคุมการเปิด/ปิดประตูระบายน้ำจากระยะไกลและแสดงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่กำหนดแบบเวลาจริง เช่น ค่าระดับน้ำที่วัดล่าสุด และค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละวันอีกด้วย และมีการแจ้งเตือนสำหรับค่าระดับน้ำที่สูงหรือต่ำเกินไปบนหน้าจอเอชเอ็มไอ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า สกาดาที่ปรับปรุงนี้สามารถควบคุมและแสดงผลค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : การควบคุม, ประตูระบายน้ำ, ชลประทาน, การแสดงผล, สกาดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Project Title	SCADA Revamp for Controlling New Floodgates in Irrigation System
Student	Ms. Kanjana Klaisripho **Student ID** 59010095
Major	Automation Engineering
Faculty	Engineering
Advisors	Assoc.Prof.Dr.Teerawat Thepmanee
	Assoc.Prof.Dr. Sawai Pongswatd
Mentors	Mr. Samrit Singkhorn
	Mr. Ratchaphon Atthasereevong
Company	PS Engineering Consultants Company Limited

ABSTRACT

This cooperative education project presents a method to revamp to existing supervisory control and data acquisition (SCADA) for controlling newly built floodgates in irrigation system. The opening/closing position of each floodgate can be controlled either in manual mode at field site (called local mode) or in automatic mode by using the SCADA (called remote mode). The control program for programmable logic controller (PLC) modeled Allen Bradley 1769-L33ER is created by using RSLogix 5000 software. In addition, the existing human machine interface (HMI) displays are also modified for remote control of floodgate position and for real-time monitor of desired parameters such as the last-measured water level and the maximum daily water level. The notifications on the SCADA HMI for low-level and high-level alarms are provided. Test results show that the revamped SCADA can correctly control and monitor the specified parameters.

Keywords: Controlling, Floodgate, Irrigation, Monitoring, SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากบริษัท พีเอสเอ็นจิเนียริ่งคอนซัลแตนท์ จำกัด (PS Engineering Consultants Co., Ltd) ในการรับนักศึกษาเข้าร่วมโครงงานสหกิจศึกษา ส่งเสริมความรู้ความสามารถและสร้างประสบการณ์ในการทำงาน ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทางบริษัทเป็นอย่างยิ่งที่ให้ความช่วยเหลือโดยเฉพาะคุณรัชพล อรรถเสรีวงศ์ ที่ให้ความรู้ทางด้านซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการดำเนินการและคำแนะนำในการปฏิบัติงาน ขอขอบพระคุณคุณสัมฤทธิ์ สิงขร และวิศวกรท่านอื่น ๆ ในบริษัทที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาที่ดี

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ทั้งเชิงปฏิบัติและเชิงทฤษฎี จนเกิดความพร้อมความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ปฏิบัติงานได้จริง ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี และ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ สำหรับการสนับสนุน การให้คำปรึกษาและการให้คำแนะนำด้านต่าง ๆ สำหรับโครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ ทั้งนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวทำที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการดำเนินการจัดทำโครงงานฉบับนี้แก่ผู้จัดทำมาโดยตลอด

กาญจนา คล้ายศรีโพธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญรูป VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 กล่าวนำ 4
2.2 ระบบชลประทาน 4
2.2.1 องค์ประกอบของระบบชลประทาน 4
2.2.2 ประโยชน์ของวิธีการชลประทาน 5
2.2.3 กรมชลประทาน 6
2.2.4 ประตูระบายน้ำ 7
2.4 เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Level Sensor) 7
2.5 เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน 8
2.6 พีแอลซี 9
2.6.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี 9
2.6.2 ขนาดของพีแอลซี 11
2.6.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนพีแอลซี 12
2.6.4 โปรแกรม RSLogix 5000 12
2.7 ระบบสกาดา 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.1 ส่วนประกอบของระบบสกาดา 14
2.7.2 วิวัฒนาการของสกาดา 14
2.7.3 เอชเอ็มไอ 15
2.7.4 โปรแกรม Wonderware Intouch 16
2.8 โอพีซี 17
2.8.1 การใช้งานโอพีซี 17
2.8.2 ข้อดีของโอพีซี 18
2.8.3 โปรแกรม SMC (System Manager Console) 18
2.9 การสื่อสารด้วยสัญญาณไมโครเวฟ 19
2.9.1 สัญญาณไมโครเวฟ 19
2.9.2 การใช้งานคลื่นไมโครเวฟ 20
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน 22
3.1 กล่าวนำ 22
3.2 แนวคิดการปรับปรุงสกาดาเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ 22
3.3 แนวคิดการปรับปรุงโปรแกรมสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ 23
3.4 การปรับปรุงสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำโดยโปรแกรม RSLogix 5000 23
3.4.1 การตั้งค่า IP Address สำหรับพีแอลซี 23
3.4.2 การตั้งค่าโปรแกรม RSLogix 5000 26
3.5 การปรับปรุงและสร้างส่วนเอชเอ็มไอโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch 36
3.5.1 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและสกาดาโดยใช้โอพีซี 36
3.5.2 การตั้งค่าโปรแกรมโปรแกรม Wonderware InTouch 41
3.5.3 การสร้างกราฟิกการแสดงผลบนโปรแกรม Wonderware InTouch 50
บทที่ 4 ผลการทดสอบ 58
4.1 กล่าวนำ 58
4.2 การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและสกาดา 58
4.3 ผลทดสอบการควบคุมประตูระบายน้ำและการแสดงผล 60
4.3.1 ผลทดสอบฟังก์ชัน LOGIN 60
4.3.2 ผลทดสอบการแสดงผล 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.3 ผลทดสอบการควบคุมประตูระบายน้ำ 63
4.3.4 ผลการทดสอบการปรับปรุงสกาดาและควบคุมประตูระบายน้ำ 69
บทที่ 5 สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ 70
5.1 สรุป 70
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข 70
5.2.1 ปัญหาที่พบ 70
5.2.2 วิธีแก้ไขปัญหา 70
5.3 ข้อเสนอแนะ 70
เอกสารอ้างอิง 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 3

3.1 ค่าสำหรับการแจ้งเตือน 32

3.2 แสดง Tag I/O 44

4.1 รายละเอียดการตรวจสอบการทำงาน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบของระบบชลประทาน 5
2.2 ประตูระบายน้ำ 7
2.3 เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Level Sensor) 8
2.4 เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน 8
2.5 ส่วนประกอบ PLC 11
2.6 พีแอลซี Allen Bradley รุ่น 1769 – L33ER 12
2.7 สัญลักษณ์โปรแกรม RSLogix 5000 13
2.8 ตัวอย่างด้านในโปรแกรม RSLogix 5000 13
2.9 สัญลักษณ์โปรแกรม Wonderware InTouch 17
2.10 ตัวอย่างด้านในโปรแกรม Wonderware InTouch 17
2.11 สัญลักษณ์โปรแกรม SMC 18
2.12 แสดงตัวอย่างด้านในโปรแกรม SMC 19
2.13 การสื่อสารด้วยสัญญาณไมโครเวฟ 21
3.1 ภาพรวมของระบบสกาดาที่ต้องการปรับปรุง 22
3.2 Flowchart การควบคุมประตูระบายน้ำ 23
3.3 Ethernet Address (MAC) ในโปรแกรม BOOTP-DHCP Tool 24
3.4 การตั้งค่า IP Address ในโปรแกรม BOOTP-DHCP Tool 24
3.5 การตั้งค่าอุปกรณ์ 24
3.6 การตั้งค่าการเชื่อมต่อ 25
3.7 การตั้งค่าในส่วน Module Configuration 25
3.8 การตั้งค่าในส่วน Port Configuration 26
3.9 การสร้างงานใหม่ 26
3.10 การตั้งค่ารุ่นพีแอลซีและชื่องาน 27
3.11 การตั้งค่ามอดูลใหม่ 27
3.12 กำหนดมอดูลที่ใช้งาน 28
3.13 ตั้งชื่อมอดูลและสล็อตที่อยู่ 28
3.14 การสร้าง Tag Name 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.15 การสร้างฟังก์ชัน 29
3.16 กำหนดรูปแบบที่ใช้เขียนฟังก์ชัน 30
3.17 ฟังก์ชันสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ 32
3.18 ฟังก์ชันวัดระดับน้ำ 33
3.19 กำหนดค่าสำหรับการแจ้งเตือนระดับน้ำ 33
3.20 ฟังก์ชันระดับน้ำสูงสุด 34
3.21 ฟังก์ชันหน่วงเวลาสำหรับระดับน้ำสูงสุด 34
3.22 ฟังก์ชันวัดปริมาณน้ำฝนสะสม 35
3.23 การตั้งค่าในส่วน DAServer Manager 36
3.24 การตั้งค่า TCPIP PORT 37
3.25 การเปลี่ยนชื่อ ABCIP 38
3.26 การตั้งค่า IP Address ให้ตรงกับพีแอลซี 38
3.27 การตั้งค่า BACKPLANE CLX Object 39
3.28 การตั้งค่า LOGIX_CPLX 39
3.29 การตั้งค่า Device Groups 40
3.30 การกำหนดชื่อ Device groups 40
3.31 การเลือก Activate Server เพื่อเชื่อมต่อกับโอพีซี 41
3.32 ArchestrA.DASABCIP.5 สามารถเชื่อมต่อได้ 41
3.33 การสร้าง Application Manager 42
3.34 การกำหนดรูปแบบให้เป็น Legacy InTouch Application 42
3.35 การสร้าง Access Names 43
3.36 การเพิ่ม Access Names 43
3.37 การตั้งค่า Access Names 43
3.38 การสร้าง Tagname 44
3.39 การตั้งค่า Tagname 44
3.40 ส่วนแสดงผลบนโปรแกรม Wonderware InTouch 50
3.41 หน้าสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.42 การตั้งค่าให้แสดงระดับน้ำที่วัดล่าสุด 52
3.43 เงื่อนไขสำหรับระดับน้ำที่วัดล่าสุด 52
3.44 ใส่ Tag Name เพื่อแสดงค่าระดับน้ำ 52
3.45 Tag Name สำหรับระดับน้ำที่วัดล่าสุด 53
3.46 เงื่อนไขเมื่อระดับน้ำสูงหรือต่ำเกินไป 53
3.47 Tag Name สำหรับระดับน้ำระดับน้ำสูงสุดวันนี้ 53
3.48 ตัวอย่างการแสดงผลของข้อมูลระดับน้ำ 54
3.49 ใส่ Tag Name เพื่อแสดงค่าปริมาณน้ำฝน 54
3.50 Tag Name สำหรับปริมาณน้ำฝน 55
3.51 ตัวอย่างการแสดงผลของข้อมูลปริมาณน้ำฝน 55
3.52 การตั้งค่าแสดงสถานะของประตูระบายน้ำ 56
3.53 เงื่อนไขเมื่อประตูระบายน้ำเปิดสุด 56
3.54 การตั้งค่าให้ข้อความกระพริบ 57
3.55 เงื่อนไขที่ต้องให้กระพริบ 57
3.56 ตัวอย่างสถานะของประตูระบายน้ำ 57
4.1 การแสดงงผลในส่วน Diagnostics 58
4.2 การแสดงส่วน Device Groups ที่ไม่สามารถหาค่าได้ 59
4.3 การแสดงส่วน Tag Name ใน Device Groups ที่ไม่สามารถหาค่าได้ 59
4.4 หน้าสำหรับกรอก USER NAME และ PASSWORD 60
4.5 เมื่อทำการ LOGIN สำเร็จ 60
4.6 ภาพรวมของระบบ 61
4.7 กราฟิกของประตูระบายน้ำที่ควบคุม 62
4.8 ค่าระดับน้ำที่ตรวจวัดได้ 62
4.9 ค่าปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้ 62
4.10 สัญลักษณ์สำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ 63
4.11 หน้าสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ 63
4.12 ตู้ควบคุมสถานีประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.13 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่กำลังเปิด....64

4.14 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่เปิดสุด....64

4.15 หน้าแสดงการควบคุมเมื่อประตูระบายน้ำกำลังเปิด....65

4.16 บานประตูระบายน้ำที่กำลังเปิด....65

4.17 บานประตูระบายที่เปิดสุด....66

4.18 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่กำลังปิด....66

4.19 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่ปิดสุด....66

4.20 หน้าแสดงการควบคุมเมื่อประตูระบายน้ำกำลังปิด....67

4.21 บานประตูระบายน้ำที่กำลังปิด....67

4.22 บานประตูระบายน้ำที่ปิดสุด....68

4.23 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่หยุดลง....68

4.24 หน้าแสดงการควบคุมเมื่อประตูระบายน้ำหยุด....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในการพัฒนาแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อนำน้ำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในกิจการด้านต่าง ๆ นั้น การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน จัดว่าเป็นงานที่มีความสำคัญและมีประโยชน์มากด้านหนึ่งในการช่วยให้เกษตรกรสามารถทำการเพาะปลูกให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยให้เกษตรกรอันเป็นประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ได้มีหลักประกันในเรื่องน้ำสำหรับทำการเพาะปลูกอย่างไม่ขาดแคลน

ในปัจจุบันยังมีพื้นที่เพาะปลูกอีกเป็นจำนวนมาก ที่ต้องอาศัยน้ำฝน และน้ำจากแม่น้ำลำธารเป็นหลัก เพราะยังไม่มีงานด้านชลประทานเข้าไปช่วยเหลือการเพาะปลูกซึ่งได้อาศัยน้ำธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียวนั้น จะทำให้พืชไม่อาจได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอตามจำนวนที่พืชต้องการ จึงเป็นเหตุให้เกษตรกรจำนวนมากที่ไม่มีพื้นที่เพาะปลูกอยู่ในเขตโครงการชลประทาน ต้องได้รับความเดือนร้อนในเวลาไม่มีน้ำสำหรับทำนาและปลูกพืชไร่อยู่เสมอเกือบทุกปี [14]

กิจการชลประทานที่จัดสร้างขึ้น โดยประกอบด้วยงานด้านต่าง ๆ ตลอดจนพื้นที่ทั้งหมดที่มีโอกาสได้รับน้ำเพื่อทำการเพาะปลูกนั้นรวมเรียกว่า “โครงการชลประทาน”

พื้นที่ในเขตโครงการชลประทาน ส่วนที่ได้รับนำจากระบบส่งน้ำ และสามารถนำน้ำไปใช้เป็นประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกได้เรียกว่า “พื้นที่ชลประทาน”

น้ำที่ส่งให้พื้นที่เพาะปลูกด้วยระบบส่งน้ำ เรียกว่า “น้ำชลประทาน” โครงการชลประทานแต่ละแห่งมักจะมีขอบเขตและความมากน้อยของงานแตกต่างกันไป

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม กล่าวคือรายได้ของประเทศ และประชากรส่วนใหญ่ได้มาจากการประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะด้านพืชกรรม เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศเหมาะกับการปลูกพืช การปลูกพืชจะให้ได้ผลผลิตสูงจะต้องอาศัยการชลประทานเข้าช่วย [4]

การสร้างประตูระบายน้ำสถานีใหม่นี้ในพื้นที่ชลประทานของโครงการชลประทานจะช่วยในการบริการจัดการน้ำในส่วนของระบบส่งน้ำ เพื่อที่จะได้จัดสรรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยประตูระบายน้ำจะมีตู้ควบคุมสำหรับควบคุมอยู่ที่สถานีประตูระบายน้ำนั้น และเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานจึงนำเอาระบบสกาดาเข้ามาใช้ โดยช่วยในการควบคุมประตูระบายน้ำจากศูนย์ควบคุมส่วนกลางเพื่อให้ง่ายและรวดเร็วต่อการควบคุมและเฝ้าระวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ปรับปรุงระบบสกาดาที่ใช้สำหรับระบบชลประทานแห่งหนึ่ง สำหรับกรณีที่มีการสร้างประตูระบายน้ำเพิ่ม เพื่อให้ระบบสกาดาเดิมสามารถใช้ในการควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างขึ้นมาใหม่ได้จากศูนย์ควบคุมส่วนกลาง รวมทั้งมีการจัดสร้างส่วนเอชเอ็มไอ (HMI : Human Machine Interface) เพื่อการเฝ้าระวัง (Monitoring) และการแจ้งสัญญาณเตือน (Alarm Notification) (สำหรับการควบคุมแบบ Remote Mode)

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. เขียนโปรแกรมโดยใช้ซอฟต์แวร์ RSLogix 5000 สำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ จัดเก็บค่าจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำและเซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนด้วยพีแอลซียี่ห้อ Allen Bradley รุ่น 1769–33ER

2. ปรับปรุงสกาดาโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch

2.1 ส่วนการควบคุมประตูระบายน้ำให้สามารถควบคุมได้ในกรณี Remote Mode

2.2 ส่วนการแสดงผลบนเอชเอ็มไอ ได้แก่

1) สถานะของประตูระบายน้ำ คือ เปิด/กำลังเปิด/ปิด/กำลังปิด

2) ค่าระดับน้ำ ได้แก่ ค่าระดับน้ำที่วัดล่าสุด ค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละวัน การแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำสูงหรือต่ำเกินไป

3) ค่าปริมาณน้ำฝนสะสม ได้แก่ 24 ชั่วโมง 3 วันและ 7 วัน

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

1. ศึกษากระบวนการควบคุมประตูระบายน้ำ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำและเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน

2. ศึกษาโปรแกรมการทำงานเดิมที่มีอยู่และนำมาปรับปรุงโดยใช้โปรแกรม RSLogix 5000

3. ปรับปรุงในส่วนของสกาดาให้สามารถควบคุมและแสดงผลโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch

4. สร้าง OPC ในโปรแกรม System Management Console

5. ทดลองและตรวจสอบการใช้งาน

6. จัดทำและแก้ไขรูปเล่มโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ศึกษากระบวนการควบคุมประตูระบายน้ำ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำและเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน																
ศึกษาโปรแกรมการทำงานเดิมที่มีอยู่และนำมาปรับปรุงโดยใช้โปรแกรม RSLogix 5000																
ปรับปรุงในส่วนของสกาดาให้สามารถควบคุมและแสดงผลโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch																
สร้าง OPC ในโปรแกรม System Management Console																
ทดลองและตรวจสอบการใช้งาน																
จัดทำและแก้ไขรูปเล่มโครงงาน																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โปรแกรมที่นำมาปรับปรุงสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
2. สามารถควบคุมประตูระบายน้ำผ่านสกาดาโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch ได้
3. สามารถแสดงผล สถานะของประตูระบายน้ำ ค่าระดับน้ำและค่าปริมาณน้ำฝนได้อย่างเรียลไทม์
4. สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการจัดสรรน้ำสำหรับระบบชลประทานให้เกิดประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงหลักการที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ได้แก่ ระบบชลประทาน เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน พีแอลซี ระบบสกาดา โอพีซี และการสื่อสารด้วยสัญญาณไมโครเวฟ โดยทฤษฎีและหลักการที่กได้ล่าวนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการทำโครงงานครั้งนี้

2.2 ระบบชลประทาน [4]

ชลประทานสร้างขึ้นเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำ จัดหาน้ำสำหรับใช้ในการเพาะปลูก ได้แก่ การทดน้ำ การส่งน้ำ การระบายน้ำ และควบคุมการใช้น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้ได้มากที่สุด แต่ปัจจุบัน ทรัพยากรน้ำตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ซึ่งนอกจากเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์แล้วยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การชลประทานจึงไม่ได้จัดหาน้ำมาได้ใช้เพื่อการเพาะปลูกแต่เพียงอย่างเดียว ยังต้องจัดหาน้ำมาใช้ในด้านอื่น ๆ คือ กัก เก็บ รักษา ควบคุม ส่ง ระบาย หรือแบ่งน้ำ เพื่อการเกษตรกรรม การพลังงาน การสาธารณูปโภค หรือการอุตสาหกรรม และหมายความรวมถึงการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากน้ำ รวมถึงการคมนาคมทางน้ำ ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานด้วย

2.2.1 องค์ประกอบของระบบชลประทาน [14]

1.) แหล่งน้ำ (Source of water supply) จะเป็นปริมาณน้ำต้นทุนที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นดัชนีบ่งชี้ว่า พื้นที่ชลประทานจะกว้างใหญ่เพียงใด ซึ่งแหล่งน้ำนี้จะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะต้องพัฒนาขึ้นมาให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ

2.) พื้นที่ดินและพืช (Land & Crops) พื้นที่ดิน หมายถึง ขอบเขตพื้นที่ที่กำหนดไว้ว่าจะได้รับประโยชน์จากโครงการชลประทาน สำหรับพืชจะเป็นตัวกำหนดการใช้น้ำของโครงการชลประทานและเป็นตัวกำหนดให้ค่าผลตอบแทนต่อโครงการ จำเป็นต้องระบุว่าเป็นพืชชนิดใด ปลูกบริเวณใด พื้นที่เท่าใด จากเดือนใดถึงเดือนใด เพื่อจะได้พิจารณากำหนดการทำบัญชีน้ำและการจัดการน้ำได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

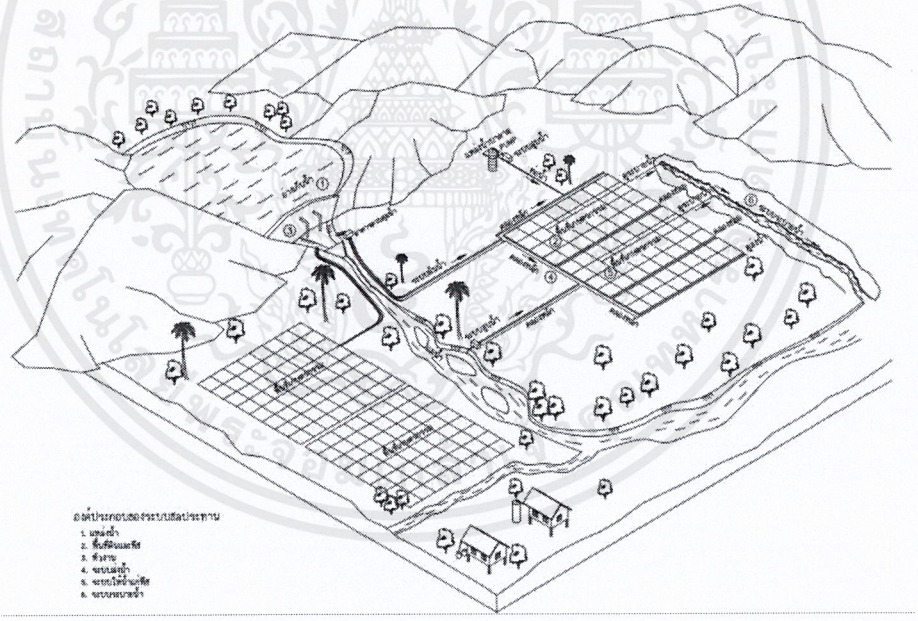
3.) หัวงานโครงการชลประทาน (Head Work) หมายถึงบรรดาสิ่งก่อสร้างทั้งหมดที่ก่อสร้างไว้ที่ในลำน้ำ เพื่อยกระดับน้ำให้สูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการชลประทานได้ ซึ่งอาจจะเป็นแบบเหมือง ฝาย เขื่อนระบายน้ำ เขื่อนเก็บกักน้ำ หรือเป็นการสูบน้ำก็ได้

4.) ระบบส่งน้ำ (Delivery System) เป็นระบบที่จะนำน้ำจากแหล่งน้ำไปสู่พื้นที่เพาะปลูกซึ่งอาจจะเป็นระบบแบบคลองเปิดหรือระบบท่อส่งก็ได้ ระบบทางน้ำเปิดส่วนใหญ่การส่งน้ำจะอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) โดยอาศัยการยกระดับของน้ำให้สูงขึ้นจากการสร้างหัวงาน ส่วนระบบท่อจะมีแรงดันสูงมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะทางที่จะต้องนำน้ำไปถึง

5.) ระบบการให้น้ำแก่พืช (Irrigation System) เป็นระบบการให้น้ำที่ใช้ในแปลงเพาะปลูกพืช มีอยู่ 4 ระบบใหญ่ ๆ ได้แก่ ระบบการให้น้ำแก่พืชแบบใต้ผิวดิน ระบบการให้น้ำแก่พืชทางผิวดิน ระบบการให้น้ำแบบฉีดฝอย ระบบการให้น้ำแบบหยด

6.) ระบบระบายน้ำ (Drainage System) เป็นระบบที่กำจัดน้ำที่มากเกินความต้องการของพืช ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายและมีผลกระทบต่อพืชได้

สามารถมองเป็นภาพรวมได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของระบบชลประทาน [1]

2.2.2 ประโยชน์ของวิธีการชลประทาน

ในประเทศที่มีการเกษตรเป็นหลัก ในฤดูแล้งส่วนใหญ่จะเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำไม่พอใช้ แต่หากได้มีการพิจารณาวางโครงการเหมาะสมแล้ว ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการมีชลประทานจะช่วยให้สามารถพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศชาติให้ดีขึ้นได้ กล่าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) วิธีการชลประทานสามารถที่จะเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้ได้สูงขึ้นเพราะ

- ในกรณีที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี หากมีการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม พืชจะให้ผลผลิตที่สูง

- ลดความเสี่ยงในการขาดแคลนน้ำ โดยการจัดเก็บและใช้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

- ปลูกพืชได้หลายครั้งต่อปี และปลูกได้หลายชนิด

- ถ้ามีการจัดการดินอย่างดีและมีการให้น้ำที่เหมาะสม จะช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดีด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปลูกพืชครั้งต่อไป

2) วิธีการชลประทานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้ได้ราคาสูงขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะ

- การใช้ปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผลผลิตได้ทั้งคุณภาพและปริมาณตลอดจนความสม่ำเสมอ

- สามารถที่จะผลิตพืชผลให้ออกนอกฤดูกาลได้ ทำให้ได้ราคาสูงขึ้น

3) วิธีการชลประทานอาจจะพิจารณาให้เกิดโครงการอเนกประสงค์เกี่ยวกับการประมง การพักผ่อนหย่อนใจ การป้องกันน้ำท่วม การคมนาคมทางน้ำ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในระดับรองลงไป ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อดำเนินกิจการด้านชลประทานแล้ว จะมีองค์ประกอบให้เกิดประโยชน์ดังกล่าวตามมา

2.2.3 กรมชลประทาน

กรมชลประทาน เป็นหน่วยงานในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีหน้าที่จัดให้ได้มาซึ่งน้ำเพื่อกักเก็บรักษา ควบคุม ส่ง ระบาย หรือ แบ่งน้ำเพื่อการเกษตร การพลังงาน การสาธารณูปโภค หรือการอุตสาหกรรม และหมายรวมถึงการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากน้ำ กับการคมนาคมทางน้ำซึ่งอยู่ในเขตชลประทาน

อำนาจและหน้าที่

1) เป็นหน่วยงานหลักในการพัฒนาแหล่งน้ำตามศักยภาพของลุ่มน้ำให้เพียงพอ

2) จัดการน้ำให้กับผู้ใช้น้ำทุกประเภทอย่างทั่วถึง เป็นธรรม และยั่งยืน

3) เสริมสร้างให้ประชาชนมีส่วนร่วม เพื่อให้การและบริหารจัดการน้ำ ทุกระดับอย่างบูรณาการ

4) ดำเนินการป้องกันและบรรเทาภัยทางน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ประตูระบายน้ำ [7]

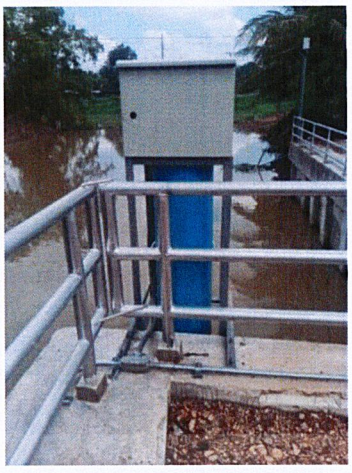
ประตูระบายน้ำ คือ ประตูขนาดใหญ่ที่มีหน้าที่ในการเปิดและปิดทางเดินน้ำ โดยมีบานประตูน้ำเคลื่อนลงมาปิดทางเดินน้ำในกรณีที่จะปิดกั้นน้ำ และชักบานประตูน้ำขึ้น เพื่อปล่อยให้น้ำไหลเข้าสู่ทางน้ำในกรณีที่ต้องการจะเปิดประตู โดยประตูระบายน้ำนี้ตั้งขึ้นอยู่ในส่วนของระบบส่งน้ำ ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งจะใช้ในการจัดสรรน้ำ การส่งน้ำ การระบายน้ำ และการใช้น้ำเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

รูปที่ 2.2 ประตูระบายน้ำ

2.4 เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Level Sensor) [6]

เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก เป็นเซนเซอร์ (Sensor) วัดระดับที่อาศัยหลักการสะท้อนคลื่นเสียง (คลื่นอัลตราโซนิก คือ คลื่นเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 20 kHz ขึ้นไป) โดยแหล่งกำเนิดอัลตราโซนิกปล่อยคลื่นเสียงมากระทบที่ผิวของเหลวและสะท้อนกลับมาที่ตัวรับ โดยคลื่นเสียงที่เดินทางมาที่ผิวอาจเดินทางมาจากด้านบนลงมาหรือจากด้านล่างของภาชนะขึ้นไปก็ได้ โครงสร้างมีทั้งประเภทตัวรับและตัวส่งติดตั้งอยู่ด้วยกัน และประเภทแยกตัวรับและตัวส่งออกจากกัน การวัดระดับด้วยคลื่นเสียงนี้หากทราบระยะห่างระหว่างตัวส่งและตัวรับคลื่นเสียง และมุมระหว่างคลื่นเสียงตกกระทบและสะท้อน จะสามารถวิเคราะห์หาระดับความสูงของของเหลวได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากธรรมชาติของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมีลักษณะกระจายออก ดังนั้น วิธีนี้จึงไม่นิยมนำมาใช้สำหรับการวัดระดับ โดยนิยมใช้การวัดช่วงเวลาที่เสียงเดินทางจากตัวส่งมายังตัวรับแทนการวัดมุม ซึ่งวิธีนี้ให้ค่าการวัดที่ถูกต้องแม่นยำ (accuracy) มากกว่า

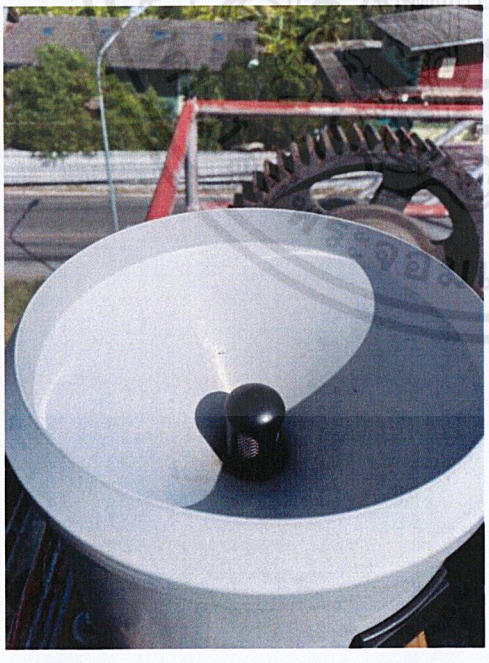
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

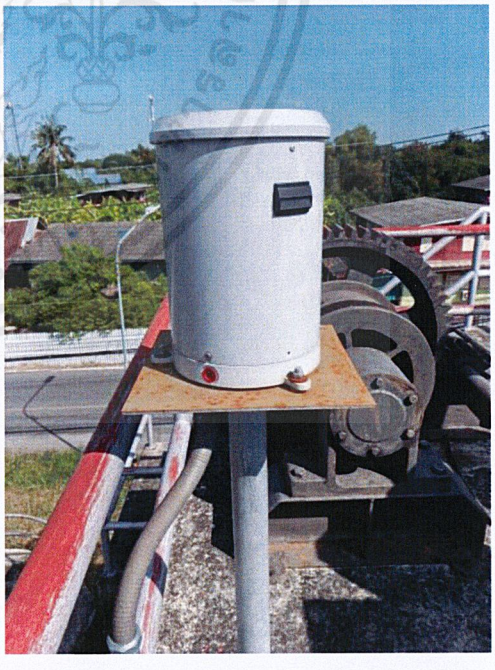


รูปที่ 2.3 เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Level Sensor)

2.5 เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน [5]

เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน คือ เครื่องมือวัดที่ถูกใช้โดยนักอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาเพื่อวัดปริมาณน้ำฝน มักจะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรหรือนิ้ว เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนเป็นเครื่องมืออุตุนิยมวิทยาสำหรับวัดความลึก ของน้ำฝนในพื้นที่หนึ่งตารางเมตร การวัดน้ำฝน1 มิลลิเมตร จะเทียบเท่าปริมาณน้ำฝน 1 ลิตรต่อตารางเมตร





รูปที่ 2.4 เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พีแอลซี [11]

พีแอลซี (PLC : Programmable logic Controller) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นสมองสั่งการที่สำคัญ พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย สามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

2.6.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี [13]

1.) ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU) เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

CPU จะยอมรับ (Read) อินพุต เดต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่าง ๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอ มอดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. (0.001-0.1วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต

2.) หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล(Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ

2.1) RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึ่งเหมากับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อย ๆ

2.2) ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

3.) หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่าง ๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่าง ๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

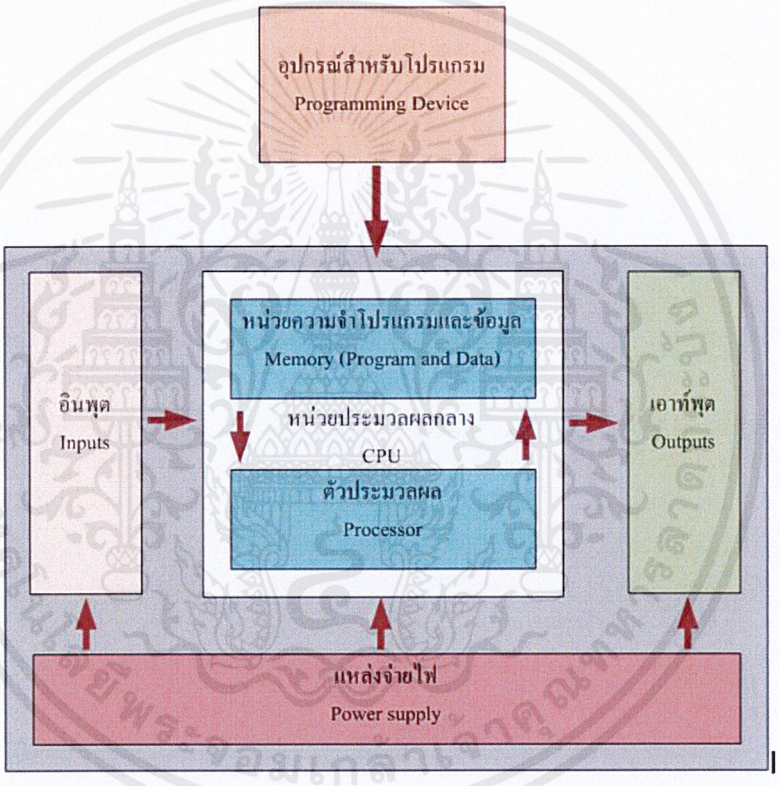
สัญญาณเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

4.) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.) อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER
- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD
- etc.



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบ PLC [5]

2.6.2 ขนาดของพีแอลซี

โดยทั่วไปแล้วพีแอลซีจะมีหลากหลายขนาดให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้ ซึ่งขนาดที่ว่านั้นจะขึ้นกับขนาดของอินพุตและขนาดของเอาต์พุตที่ถูกกำหนดในลักษณะงานของผู้ใช้งาน ซึ่งขนาดของพีแอลซีนั้นได้ถูกแบ่งออกมาได้ดังนี้

1. ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 128 จุด
2. ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 1024 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด

4. ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 8192 จุด

2.6.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนพีแอลซี

ในการเขียนโปรแกรมของพีแอลซีนั้นจะยึดตาม IEC 61131/3 ที่ได้กำหนดไว้ 5 ภาษา ดังนี้

1.) Ladder Diagram (LD) เป็นการเขียนที่อ้างอิงหลักการมาจากพื้นฐานขอบงวงจรรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่งในการเขียนแบบ LD นั้นผู้ใช้งานจะต้องรู้จักก่อนว่า LD จะประกอบไปด้วยรางที่จะเชื่อมต่อกันระหว่างหน้าสัมผัสและอุปกรณ์ เพื่อให้กระแสไหลผ่านและคอยล์เป็นเอาต์พุต

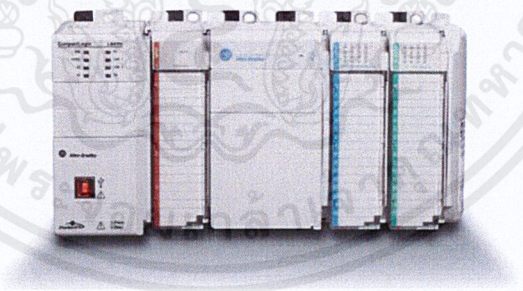
2.) Function Block (FBD) สำหรับการเขียนแบบฟังก์ชันบล็อกนั้นจะอ้างอิงจากการเขียนแบบลอจิกไดอะแกรม โดยในการเขียนจะมีลักษณะการเชื่อมต่อแบบเป็นโครงข่าย

3.) Instruction List (IL) สำหรับการเขียนในรูปแบบของภาษานี้นั้นจะแสดงออกมาในรูปของข้อความที่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับภาษาเครื่องและภาษา Assembly

4.) Structure Text (ST) ภาษานี้ถูกจัดให้เป็นภาษาระดับสูงโดยจะมีลักษณะที่คล้ายกับการเขียนภาษา Pascal ซึ่งการเขียนแบบนี้คำสั่งจะถูกแสดงออกมาในรูปของการเลือกการทำงาน

5.) Sequential Function (SFC) จะเป็นภาษาที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการเขียนแบบเป็นลำดับ

สำหรับพีแอลซีที่ใช้ในโครงงานนี้ จะเป็นพีแอลซียี่ห้อ Allen Bradley รุ่น 1769 – L33ER ดังรูปที่ 2.5

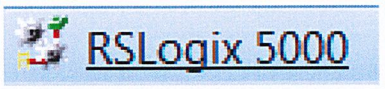


รูปที่ 2.6 พีแอลซี Allen Bradley รุ่น 1769 – L33ER [11]

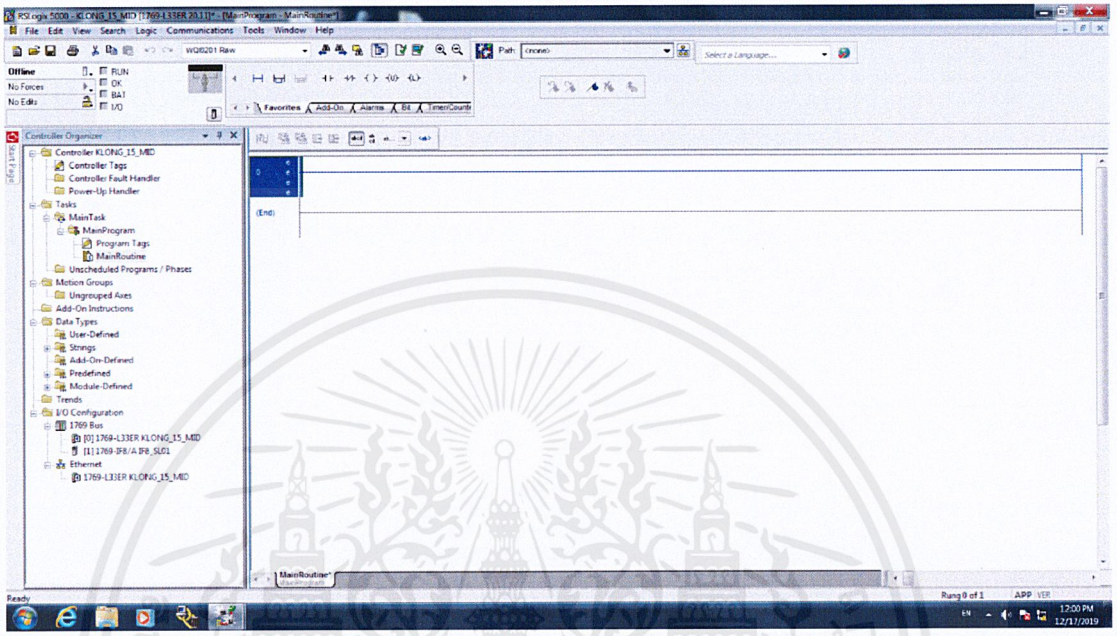
2.6.4 โปรแกรม RSLogix 5000 [8]

โปรแกรม RSLogix 5000 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมและบำรุงรักษาพีแอลซีตระกูล Allen Bradley รวมถึงผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เป็นการเขียนโปรแกรมที่ใช้งานง่ายช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานร่วมกันในการออกแบบและบำรุงรักษาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์โปรแกรม RSLogix 5000



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างด้านในโปรแกรม RSLogix 5000

2.7 ระบบสกาดา [12]

สกาดา (SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition) เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้าเป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานเช่นใช้ สกาดาตรวจสอบข้อมูลเช่นการรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่งจากตัวตรวจจับแล้วส่งสัญญาณแจ้งเตือนให้พนักงานทราบ โดยส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางของระบบ สกาดา เป็นต้น นอกจากนั้น สกาดาอาจทำหน้าที่คำนวนและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS, RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่น หากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัด ให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้นเป็นต้น โดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่ออยู่ ทั้งนี้สกดาสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ สกดานั้นเข้าไปมีส่วนในงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบสกดาในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา สกาดาประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน หน่วยควบคุมระยะไกล และหน่วยติดต่อระยะไกล

2.7.1 ส่วนประกอบของระบบสกาดา

โครงสร้างของสกาดาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เช่น ส่วนต่อประสานระหว่างมนุษย์และเครื่องจักร (Human-Machine Interface, HMI) หน่วยทำงานระยะไกล (Remote Terminal Units, RTU) เป็นต้น โดยมีรายละเอียดของส่วนต่าง ๆดังนี้

1.) ส่วนต่อประสานระหว่างมนุษย์และเครื่องจักร (Human-Machine Interface, HMI) เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่นำเสนอข้อมูล ปฏิบัติการ สามารถเฝ้าดูและการควบคุมกระบวนการต่าง ๆ

2.) ส่วนสำหรับทำหน้าที่เป็นเครื่องมือรักษาความปลอดภัยในขณะที่มีการเข้า, ออกในสกาดา

3.) ระบบกำกับดูแล (คอมพิวเตอร์), การเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับใช้ในการประมวลผลและการส่งคำสั่ง (ควบคุม) ไปยังกระบวนการที่ต้องการ

4.) หน่วยทำงานระยะไกล (Remote Terminal Units, RTU) เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ (sensor) ในกระบวนการ, แปลงสัญญาณเซ็นเซอร์ให้เป็นข้อมูลดิจิตอลและส่งไปยังระบบการกำกับดูแล

5.) ตัวควบคุมตรรกะที่ซอฟต์แวร์ได้ (Programmable Logic Controller, PLC) ใช้เป็นอุปกรณ์สนาม โดยมีข้อดีคือประหยัด, อเนกประสงค์, ยืดหยุ่นและกำหนดค่าได้ดีกว่าหน่วยทำงานระยะไกล (Remote Terminal Units, RTU)

6.) โครงสร้างพื้นฐานสำหรับใช้เชื่อมต่อระบบการกำกับดูแล (คอมพิวเตอร์) ไปยังหน่วยสถานีระยะไกล (Remote Terminal Units, RTU)

2.7.2 วิวัฒนาการของสกาดา

สกาดามีวิวัฒนาการทั้งหมด 3 รุ่น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) รุ่น Monolithic ในรุ่นแรกสกาดาได้รับการพัฒนาจากการคำนวณและประมวลผลที่ถูกกระทำโดยคอมพิวเตอร์เมนเฟรมและยังไม่มีระบบเครือข่ายเกิดขึ้น ดังนั้นสกาดาเป็นระบบอิสระไม่มีการเชื่อมต่อกับระบบอื่น ๆ สกาดาได้รับการออกแบบมาโดยผู้ขายหน่วยทำงานระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(RTU) ในการสื่อสารกับหน่วยทำงานระยะไกล โปรโตคอลการสื่อสารถูกใช้เป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะของผู้ขายในเวลานั้น รุ่นแรกของสกาดาเป็นของซ้ำซ้อนเนื่องจากระบบการสำรองข้อมูล (back-up) ของเมนเฟรมมีการเชื่อมต่อในระดับบัส (Bus Topology) และถูกนำมาใช้ในกรณีที่เกิดความล้มเหลวของระบบเมนเฟรมหลัก

2.) รุ่น กระจาย การประมวลผลถูกกระจายไปหลายสถานีที่มีการเชื่อมต่อผ่านระบบ LAN และมีการใช้ข้อมูลร่วมกันในเวลาจริง (Real Time) แต่ละสถานีรับผิดชอบสำหรับงานเฉพาะจึงทำให้ขนาดและค่าใช้จ่ายของแต่ละสถานีน้อยกว่าสถานีในรุ่นแรก โปรโตคอลเครือข่ายที่ใช้ก็ยังคงเป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะซึ่งนำไปสู่ปัญหาด้านความปลอดภัยของสกาดา

3.) รุ่น เครือข่าย (Network) เนื่องจากการใช้งานของโปรโตคอลที่หลากหลายทางมาตรฐานและสกาดาที่อยู่ในเครือข่ายจะสามารถเข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต ระบบอาจมีความเสี่ยงการโจมตีระยะไกล ในทางตรงกันข้ามการใช้โปรโตคอลมาตรฐานและเทคนิคการรักษาความปลอดภัยสามารถปรับปรุงมาตรฐานความปลอดภัยสามารถใช้ได้กับสกาดาโดยสมมติการบำรุงรักษาและการอัพเดทข้อมูล (update)

2.7.3 เอชเอ็มไอ [1]

เอชเอ็มไอ (HMI : Human–Machine Interface) มักจะมีการเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลระบบสกาดาและซอฟต์แวร์ซอฟต์แวร์เพื่อหาแนวโน้ม, ข้อมูลการวินิจฉัย, และข้อมูลการจัดการ เช่น ขั้นตอนการบำรุงรักษาตามตารางที่กำหนด, แผนงานโดยละเอียดสำหรับเครื่องตรวจจับหรือเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่ง และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) ส่วนที่สำคัญของการใช้งานระบบสกาดาส่วนใหญ่คือการจัดการเรื่องการเตือนภัย ระบบจะจับภาพตลอดไม่ว่าเงื่อนไขของสัญญาณแจ้งเตือนจะเป็นอย่างไรเพื่อใช้พิจารณาเมื่อมีเหตุการณ์การเตือนภัยเกิดขึ้น เมื่อเหตุการณ์เตือนภัยได้รับการตรวจจับ มีสิ่งที่ต้องกระทำหลายอย่าง (เช่น สร้างตัวชี้วัดสัญญาณแจ้งเตือนภัยเพิ่มอีกตัวหรือมากกว่าหรือส่งข้อความอีเมลหรือข้อความเพื่อแจ้งให้ผู้ปฏิบัติการหรือผู้จัดการระบบสกาดาระยะไกลจะได้รับทราบ) ในหลายกรณีที่ผู้ปฏิบัติการสกาดาอาจจะต้องรับทราบเหตุการณ์เตือนที่เกิดขึ้นเพื่อยกเลิกสัญญาณแจ้งเตือนบางตัวในขณะที่สัญญาณแจ้งเตือนตัวอื่น ๆ ยังคงใช้งานจนกว่าเงื่อนไขของสัญญาณแจ้งเตือนทั้งหมดจะถูกแก้ไข เงื่อนไขการเตือนปลุกต้องสามารถชี้ชัดอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น จุดเตือนภัยเป็นจุดสถานะแบบค่าดิจิตอลที่มีทั้ง 'ปกติ' หรือ 'ALARM' ที่คำนวณตามสูตรขึ้นอยู่กับค่าในอนาล็อกและดิจิตอลโดยปริยาย ระบบสกาดาอาจจะตรวจสอบโดยอัตโนมัติว่า ค่าอนาล็อกอยู่นอกค่าต่ำสุดหรือสูงสุด หรือไม่ ตัวอย่างสัญญาณแจ้งเตือนภัยรวมถึงไซเรน , กล่องป๊อปอัพขึ้นบนหน้าจอหรือพื้นที่สีระบายหรือสีกระพริบบนหน้าจอ ในแต่ละกรณี บทบาทของตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณแจ้งเตือนภัยก็เพื่อดึงความสนใจของผู้ปฏิบัติการ ในการออกแบบระบบสกาดาจะต้องดำเนินการเมื่อมีเหตุการณ์สัญญาณแจ้งเตือนภัยที่เกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้น ๆ มิฉะนั้นสาเหตุพื้นฐานอาจหาไม่พบ

2.7.4 โปรแกรม Wonderware Intouch [10]

Wonderware คือผู้นำด้านการตลาดซอฟท์แวร์ของระบบ graphical human machine interface (HMI) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแบบวินโดว์ตัวแรก โดยนำออกสู่ตลาดในปี ค.ศ.1989 ชื่อ Wonderware InTouch ใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการ ได้รับความนิยมแพร่หลายจนมาในวันนี้ได้ถูกติดตั้งไปมากกว่า 180,000 licenses ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร, รถยนต์, เคมี, ยา, เครื่องดื่มและอื่น ๆ อีกมากมาย ตั้งแต่ปี ค.ศ.1997 ทาง Wonderware ได้กำหนดรูปแบบใหม่ของซอฟท์แวร์เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับระบบโรงงานแบบอัตโนมัติ หรือ CIM System (Computer Integrated Manufacturing) คือได้รวมชุดของซอฟท์แวร์ทางด้านออโตเมชันมาไว้เป็นชุดเดียวกันส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในทางอุตสาหกรรม

Wonderware InTouch เป็นโปรแกรมที่ช่วยให้ลูกค้าบรรลุเป้าหมายในการดำเนินงาน โดยการเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาที่ใช้ในการโต้ตอบกับมนุษย์ด้วยระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงปริมาณของผู้ประกอบการ ผู้ปฏิบัติงานสามารถแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดความผิดปกติก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต

Wonderware InTouch ถูกนำไปใช้มากกว่าหนึ่งในสามของโรงงานอุตสาหกรรมของโลกในเกือบทุกประเทศและทุกอุตสาหกรรม มีความเรียบง่ายด้านวิศวกรรม ความคล่องตัวในการดำเนินงานและการควบคุมประสิทธิภาพในแบบเรียลไทม์

คุณสมบัติของโปรแกรม Wonderware InTouch สามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

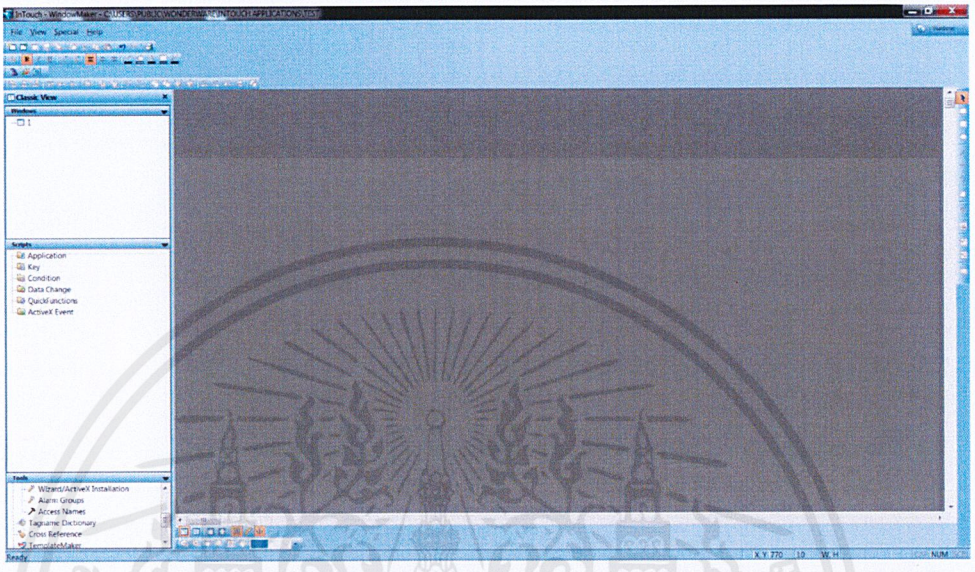
1.) การเข้าถึงระยะไกลที่มีประสิทธิภาพสำหรับผู้ใช้ทุกคน โดยสามารถเข้าถึงเว็บแบบอ่านอย่างเดียวสำหรับกราฟิก InTouch มีตัวเลือกการตรวจสอบสถานะกระบวนการ, การเข้าถึง KPI และการทำงานของแดชบอร์ด

2.) Wonderware InTouch สามารถขยายกราฟิกสำหรับใช้งานได้โดยง่ายและสามารถในการเขียนสคริปต์ที่แสดงถึงความยืดหยุ่นสำหรับนักออกแบบแอปพลิเคชัน

3.) การรับรู้สถานการณ์เพื่อประสิทธิผลของผู้ปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์โปรแกรม Wonderware InTouch



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างด้านในโปรแกรม Wonderware InTouch

2.8 โอพีซี [2]

เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Industries automation กับ Enterprise System ด้วยรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลแบบเปิด เพื่อทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ทั้งหลายบนโลกใบนี้ สามารถพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลของตนให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน โดยมีการสื่อสารกับระหว่าง Server คือ ผู้ให้ข้อมูลซึ่งก็มักจะเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ในโรงงาน เช่น เซ็นเซอร์ คอลโทรลเลอร์ พีแอลซี และเอชเอ็มไอ Client คือ ผู้ใช้ข้อมูลซึ่งมักจะเป็นระบบการบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ เช่น เอชเอ็มไอ เอ็มอีเอส สกาดา และอีอาร์พี ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้โอพีซีส่วนใหญ่จะเป็นการช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างค่ายกันหรือการรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายในเชิงของข้อมูลมีรูปแบบและมาตรฐานที่แตกต่างกันทาได้ง่ายขึ้น

2.8.1 การใช้งานโอพีซี

โอพีซีสามารถนำไปใช้ติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ในระดับโรงงานได้โดยตรง หรือกระทำผ่านสกาดา ซึ่งเป็นระบบการเฝ้าดูและควบคุมการทางานของระบบในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Process Management ได้ ตัวโปรแกรมประยุกต์ (Application) ก็จะนำค่าต่าง ๆ ผ่านตัว OPC Server ไปเพื่อกระทาการอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.8.2 ข้อดีของโอพีซี

1.) ผู้ใช้มีทางเลือกมากขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมของชั้น Business Management หรือ Process Management ได้เป็นอิสระมากขึ้น และสามารถลดต้นทุนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมหรือใช้ในการวิเคราะห์ลงได้

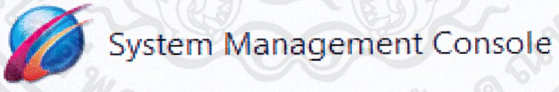
2.) ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนซอฟต์แวร์ได้โดยไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ของแต่ละบริษัท

3.) ขจัดปัญหาความเข้ากันไม่ได้ระหว่างไดรเวอร์ของฮาร์ดแวร์จากต่างบริษัท

4.) ไม่ทำให้เกิดปัญหาของการเกิดความซ้ำซ้อนของไดรเวอร์โดยผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ต้องพัฒนาซอฟต์แวร์ของตนให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์และเครื่องมือวัดจากหลาย ๆ ผู้ผลิตได้ไดรเวอร์จึงเกิดความซ้ำซ้อนขึ้น

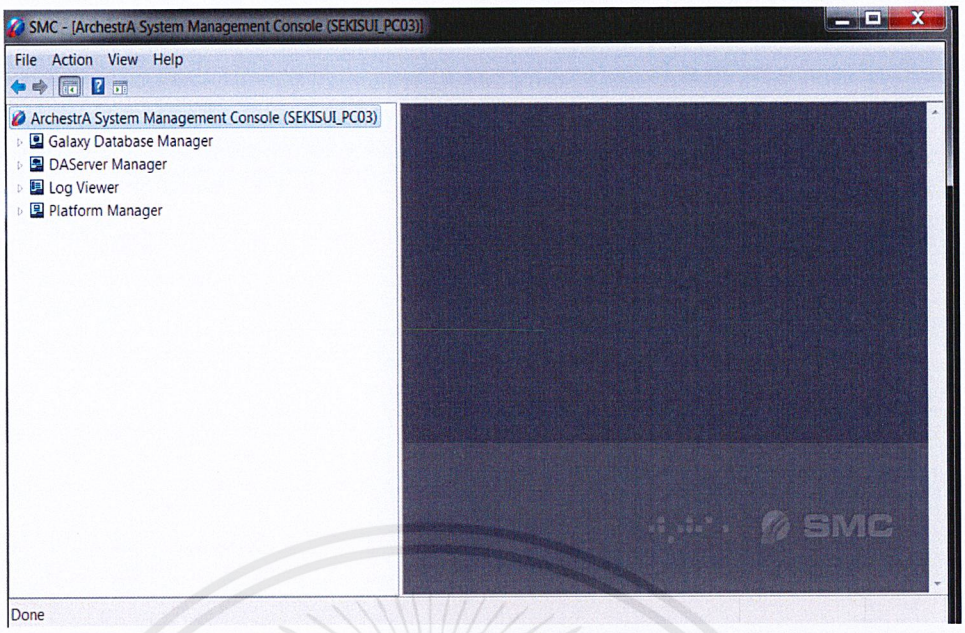
2.8.3 โปรแกรม SMC (System Manager Console) [9]

SMC เป็นโปรแกรมที่เป็นตัวกลางสำหรับเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Wonderware Intouch เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้จะต้องเปลี่ยน Type ของ Tagname ให้สามารถรับ Input จากพีแอลซีได้และต้องมีการทำ Access Name เพื่อเป็นตัวเชื่อมต่อ SMC สามารถวิเคราะห์ความผิดพลาดและยังเป็นเครื่องมือการจัดการที่สามารถใช้ในการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์, บริการและส่วนประกอบอื่น ๆ



รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์โปรแกรม SMC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างด้านในโปรแกรม SMC

2.9 การสื่อสารด้วยสัญญาณไมโครเวฟ [3]

2.9.1 สัญญาณไมโครเวฟ

สัญญาณไมโครเวฟ (Microwave) เป็นคลื่นความถี่วิทยุชนิดหนึ่งที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 0.3GHz – 300GHz ส่วนในการใช้งานนั้นส่วนมากนิยมใช้ความถี่ระหว่าง 1GHz – 60GHz เพราะเป็นย่านความถี่ที่สามารถผลิตขึ้นได้ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อกลางในการสื่อสารที่มีความเร็วสูงในระดับกิกะเฮิรตซ์ (GHz) และเนื่องจากความของคลื่นมีหน่วยวัดเป็นไมโครเมตร จึงเรียกชื่อว่า “ไมโครเวฟ” การส่งข้อมูลโดยอาศัยสัญญาณไมโครเวฟซึ่งเป็นสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปในอากาศพร้อมกับข้อมูลที่ต้องการส่ง และจะต้องมีสถานที่ทำหน้าที่ส่งและรับข้อมูล และเนื่องจากสัญญาณไมโครเวฟจะเดินทางเป็นเส้นตรงในระดับสายตา (Line of sight transmission) ไม่สามารถเลี้ยวหรือโค้งตามขอบโลกที่มีความโค้งได้ จึงต้องมีการตั้งสถานีรับ-ส่งข้อมูลเป็นระยะ ๆ และส่งข้อมูลต่อกันเป็นทอดๆ ระหว่างสถานีต่อสถานีจนกว่าจะถึงสถานีปลายทาง หากลักษณะภูมิประเทศ มีภูเขาหรือตึกสูงบดบังคลื่นแล้ว ก็จะทำให้ไม่สามารถส่งสัญญาณไปยังเป้าหมายได้ ดังนั้นแต่ละสถานีจึงจำเป็นตั้งอยู่ในที่สูง เช่น ดาดฟ้า ตึกสูง หรือยอดดอยเพื่อหลีกเลี่ยงการชนเนื่องจากแนวการเดินทางที่เป็นเส้นตรงของสัญญาณดังที่กล่าวมาแล้ว การส่งข้อมูลด้วยสื่อกลางชนิดนี้เหมาะกับการส่งข้อมูลในพื้นที่ห่างไกลมาก ๆ และทุรกันดาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 การใช้งานคลื่นไมโครเวฟ

คลื่นไมโครเวฟมีย่านความถี่กว้างมากจึงถูกนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายชนิด เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ทั้งงานในด้านสื่อสาร งานด้านตรวจจับวัตถุเคลื่อนที่ และงานด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น การใช้งานคลื่นไมโครเวฟแบ่งออกได้ดังนี้

1.) ระบบเชื่อมต่อสัญญาณในระดับสายตา ใช้ในงานสื่อสารโทรคมนาคมระหว่างงจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง เช่นการสื่อสารโทรศัพท์ทางไกล ใช้การส่งผ่านสัญญาณโทรศัพท์จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งไปยังสถานีทวนสัญญาณอีกจุดหนึ่งและส่งผ่านสัญญาณโทรศัพท์ไปเรื่อย ๆ จนถึงปลายทาง และการถ่ายทอดโทรทัศน์จะทำการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จากห้องส่งโทรทัศน์หรือจากรถถ่ายทอดสดไปยังเครื่องส่งไมโครเวฟ ส่งไปปลายทางที่สายอากาศแพร่กระจายคลื่นของโทรทัศน์ช่องนั้น ระบบเชื่อมต่อสัญญาณในระดับสายตา

2.) ระบบเหนือขอบฟ้า (Over the Horison) เป็นระบบสื่อสารไมโครเวฟที่ใช้ชั้นบรรยากาศห่อหุ้มโลกชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) ช่วยในการสะท้อนและการหักเหคลื่นความถี่ไมโครเวฟ ให้ถึงปลายทางในระยะทางที่ไกลขึ้น การสื่อสารไมโครเวฟระบบนี้ไม่ค่อยนิยมใช้งาน ใช้เฉพาะในกรณีจำเป็นหรือฉุกเฉิน เช่น ภูมิประเทศที่แห้งแล้งกันดาร เป็นป่าดงดิบ เป็นน้ำขวางกันและเป็นอันตราย เป็นต้น การสื่อสารแบบนี้ต้องส่งคลื่นไมโครเวฟขึ้นไปกระทบชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ ทำให้เกิดการหักเหของคลื่นกลับมายังพื้นโลก ระบบสื่อสารไมโครเวฟเหนือขอบฟ้า

เนื่องจากการสื่อสารแบบนี้มีระยะทางไกลมากขึ้น ใช้การสะท้อนชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ทำให้คลื่นไมโครเวฟเกิดการกระจัดกระจายออกไป มีส่วนน้อยที่ส่งออกไปถึงปลายทาง สัญญาณที่ได้รับอ่อนมากต้องใช้เครื่องส่งที่กำลังส่งสูง และจานสายอากาศปลายทางต้องมีอัตราขยาย (Gain) สูง จงสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ดี ข้อดีของการสื่อสารระบบไมโครเวฟเหนือขอบฟ้าคือสามารถติดต่อสื่อสารได้ระยะทางที่ไกลมากขึ้นเป็นหลายร้อยกิโลเมตร

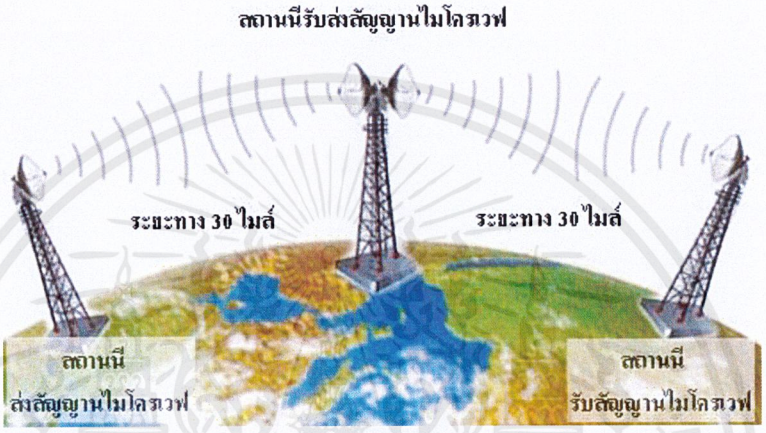
3.) ระบบดาวเทียม (Statellite System) เป็นระบบสื่อสารไมโครเวฟที่ใช้สถานีทวนสัญญาณลอยอยู่ในอวกาศเหนือพื้นโลกกว่า 30,000 กิโลเมตร โดยใช้ดาวเทียมทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณ ทำให้สามารถสื่อสารด้วยคลื่นไมโครเวฟได้ระยะทางไกลมาก ๆ นิยมใช้งานในระบบสื่อสารข้ามประเทศข้ามทวีป เป็นระบบสื่อสารที่นิยมใช้งานมากอีกระบบหนึ่ง

4.) ระบบเรดาร์ (RADAR System) เรดาร์ (RADAR) ย่อมาจากคำเต็มว่า Radio Detection And Ranging เป็นการใช้คลื่นความถี่ไมโครเวฟช่วยในการตรวจจับและวัดระยะทางของวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ห่างไกล ตลอดจนวัตถุเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ หลักการของเรดาร์คือการส่งคลื่นไมโครเวฟออกไปจากสายอากาศในมุมแคบ ๆ เมื่อคลื่นไมโครเวฟกระทบกับวัตถุจะสะท้อนกลับมาเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายอากาศอีกครั้ง นำสัญญาณที่รับเทียบกับสัญญาณเดิมและแปรค่าออกมาเป็นข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการ

5.) ระบบเตาไมโครเวฟ (Microwave Over) เป็นการใช้คลื่นไมโครเวฟที่กำลังส่งสูง ๆ ส่งผ่านเข้าไปในบริเวณพื้นที่แคบ ๆ ที่ทำด้วยโลหะ คลื่นไมโครเวฟสามารถสะท้อนกำแพงโลหะเหล่านั้น เกิดเป็นคลื่นไมโครเวฟกระจัดกระจายอยู่ในพื้นที่แคบ ๆ นั้น สามารถนำไปใช้ในการอุ่นอาหาร หรือทำอาหารสุก



รูปที่ 2.13 การสื่อสารด้วยสัญญาณไมโครเวฟ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

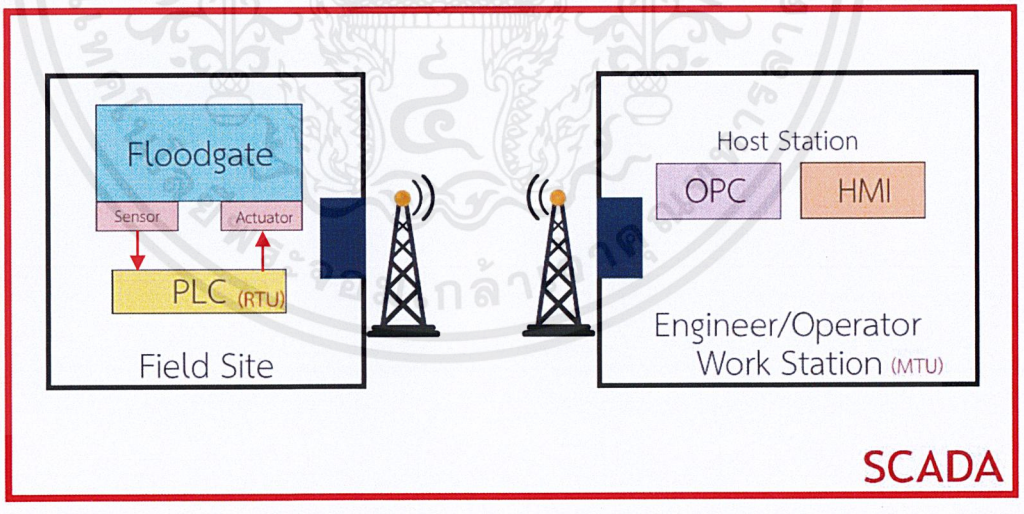
บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้ประกอบด้วยวิธีดำเนินการของการปรับปรุงสกาดาเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ในระบบชลประทาน ได้แก่ แนวคิดการปรับปรุงสกาดาเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ แนวคิดการปรับปรุงโปรแกรมสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ การปรับปรุงสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำโดยโปรแกรม RSLogix 5000 การปรับปรุงและสร้างส่วนเอชเอ็มไอโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch

3.2 แนวคิดการปรับปรุงสกาดาเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่

ในส่วนของการควบคุมประตูระบายน้ำและเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้เพิ่มพีแอลเข้าไปในระบบควบคุมสกาดาโดยเชื่อมต่อกันด้วยโอพีซี มีการแก้ไขหน้าเอชเอ็มไอเดิมบางส่วนและสร้างหน้าเอชเอ็มไอใหม่เพื่อเพิ่มการแสดงผลของเซนเซอร์ การแสดงสถานะการเปิด/ปิดของประตูประตูระบายน้ำ และส่วนควบคุมสำหรับรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน

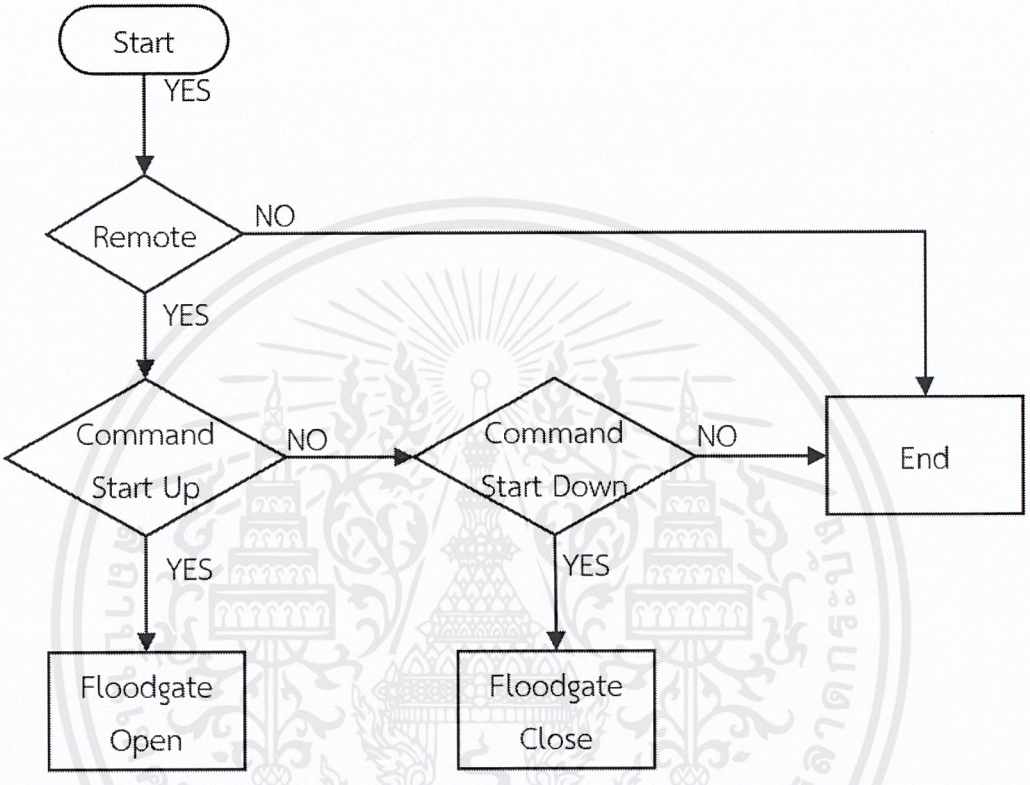


รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบสกาดาที่ต้องการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แนวคิดการปรับปรุงโปรแกรมสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ

เมื่อเปิดหน้าเอชเอ็มไอขึ้นมา สถานะของประตูระบายน้ำต้องเป็น Remote เท่านั้น เพื่อแสดงให้เห็นว่าพร้อมรับคำสั่ง ผู้ใช้งานถึงจะเข้ามาสั่งการควบคุมประตูระบายน้ำได้ว่าจะเปิดหรือปิด ซึ่งสามารถเขียนเป็น Flowchart ได้ดังนี้



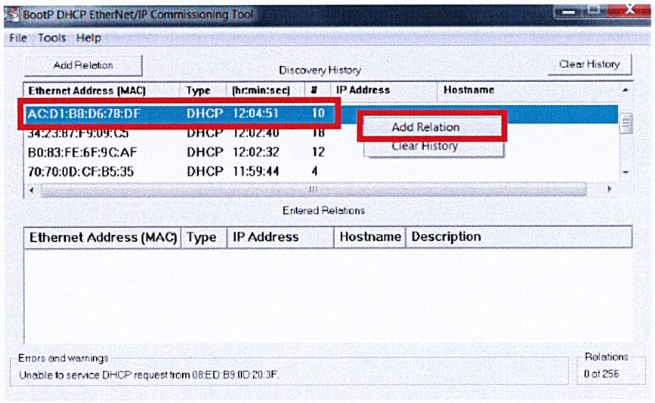
รูปที่ 3.2 Flowchart การควบคุมประตูระบายน้ำ

3.4 การปรับปรุงสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำโดยโปรแกรม RSLogix 5000

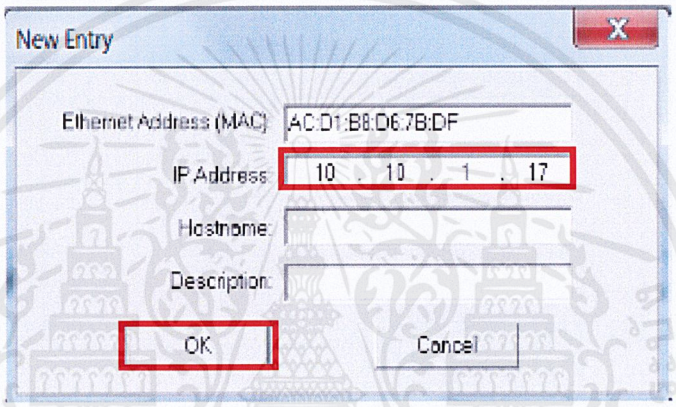
3.4.1 การตั้งค่า IP Address สำหรับพีแอลซี

1) เข้าไปยังโปรแกรม BOOTP-DHCP Tool โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นเชื่อมต่อเข้ากับอะไรบ้าง จะแสดงออกมาในรูปแบบของ Ethernet Address (MAC) ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจะทำให้ทราบ Ethernet Address (MAC) ของ PLC จากนั้นทำการตั้งค่าโดยคลิกขวาที่ Ethernet Address (MAC) ของ PLC จากนั้นเลือก Add Relation และใส่ IP Address ตามที่ต้องการดังรูปที่ 3.4 ในที่นี้ใช้ IP Address คือ 10.10.1.17 แล้วกด OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

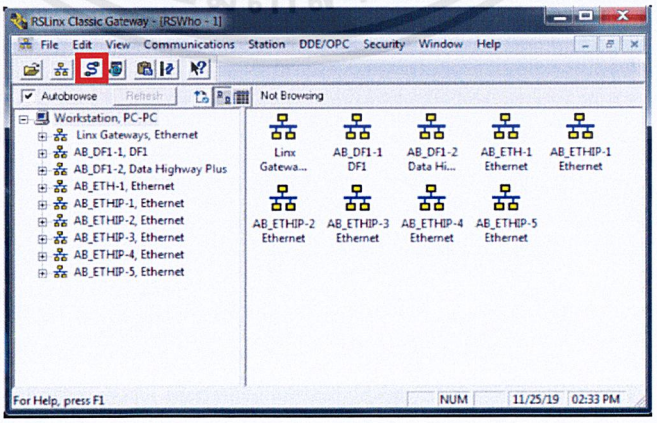


รูปที่ 3.3 Ethernet Address (MAC) ในโปรแกรม BOOTP-DHCP Tool



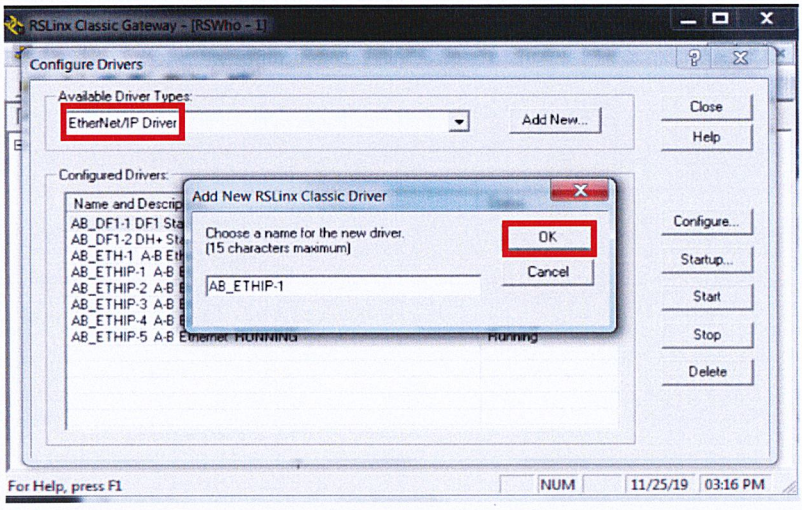
รูปที่ 3.4 การตั้งค่า IP Address ในโปรแกรม BOOTP-DHCP Tool

2) เข้าโปแกรม RSLinx Class กดเข้าไปตรงที่สัญลักษณ์ ตั้งค่าให้เป็น EtherNet/IP Driver จากนั้นคลิก OK ดังรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6



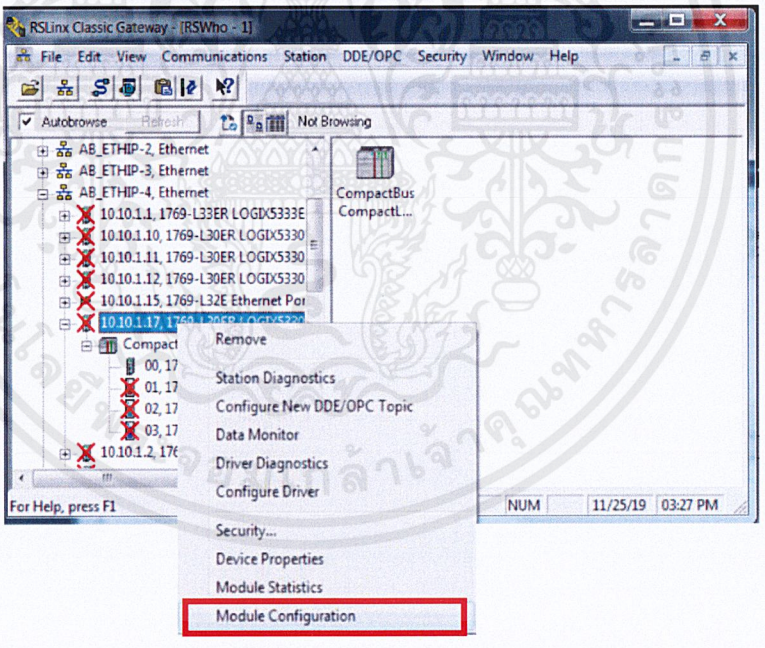
รูปที่ 3.5 การตั้งค่าอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



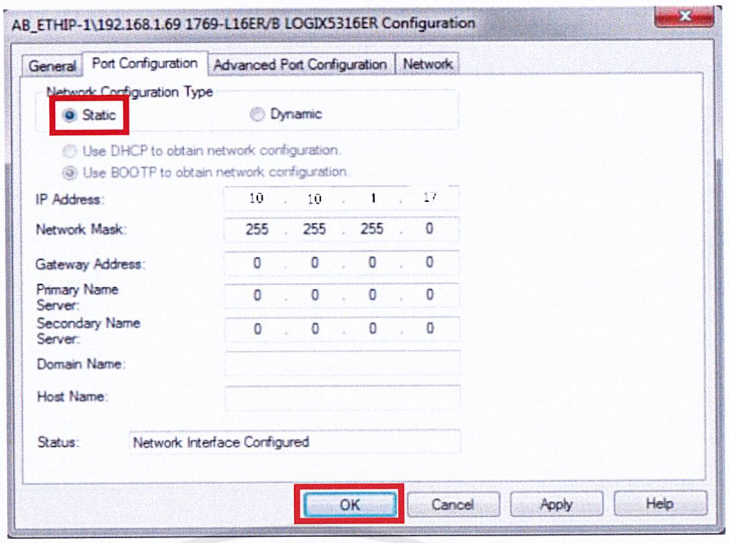
รูปที่ 3.6 การตั้งค่าการเชื่อมต่อ

3) เลือกที่ IP Address ที่ตั้งไว้ จากนั้นคลิกขวาแล้วเลือก Module Configuration ดังรูปที่ 3.7 แล้วเลือก Port Configuration จากนั้นเลือกให้เป็น Static จากนั้นกด OK ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 การตั้งค่าในส่วน Module Configuration

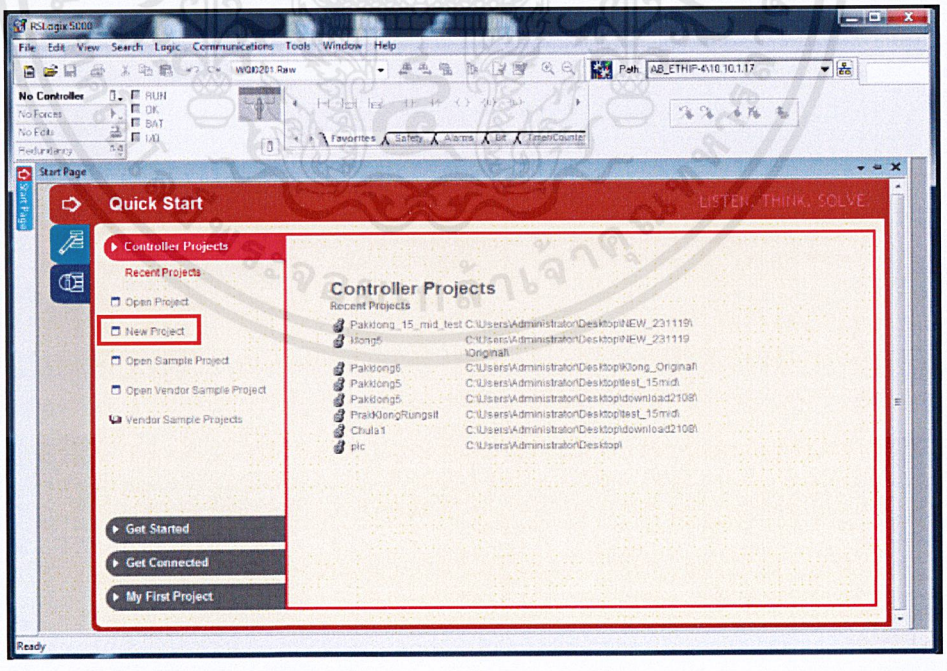
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การตั้งค่าในส่วน Port Configuration

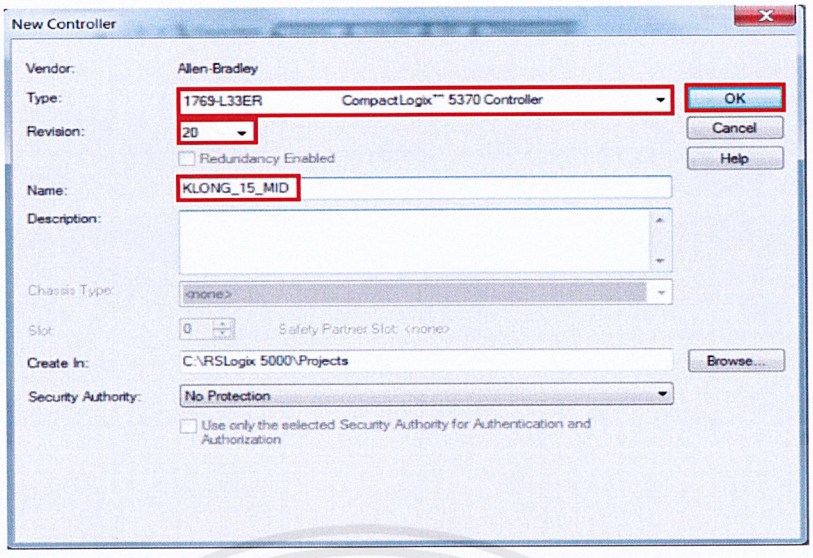
3.4.2 การตั้งค่าโปรแกรม RSLogix 5000

1) เข้าโปรแกรม RSLogix 5000 เลือก New Project ดังรูปที่ 3.9 แล้วตั้งค่าให้ตรงกับรุ่นของพีแอลซีที่ใช้งานดังรูปที่ 3.10 ในที่นี้ใช้พีแอลซียี่ห้อ Allen Bradley รุ่น 1769-L33ER และ Revision 20 จากนั้นกด OK



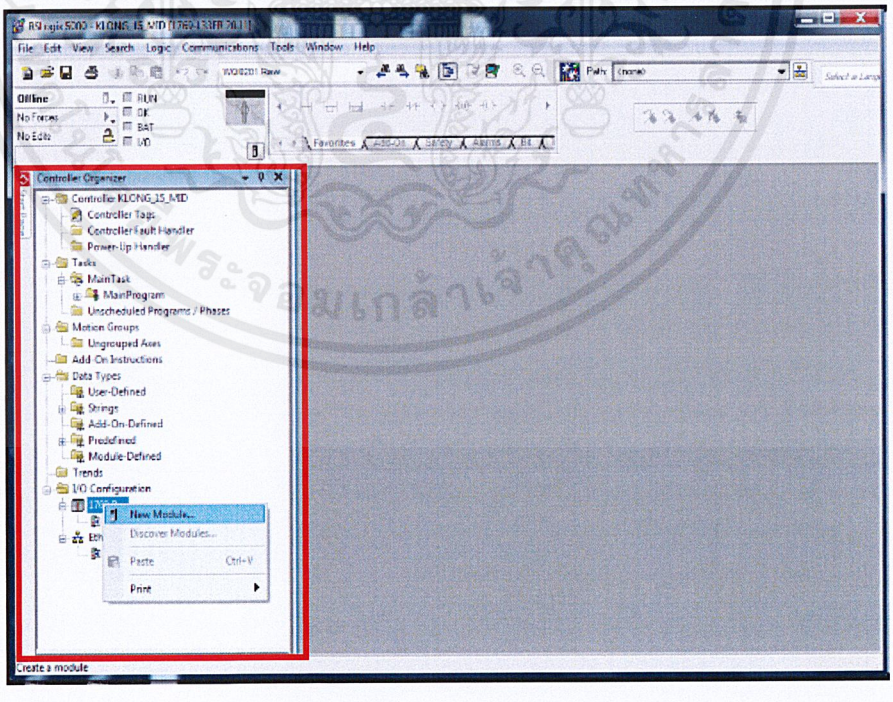
รูปที่ 3.9 การสร้างงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



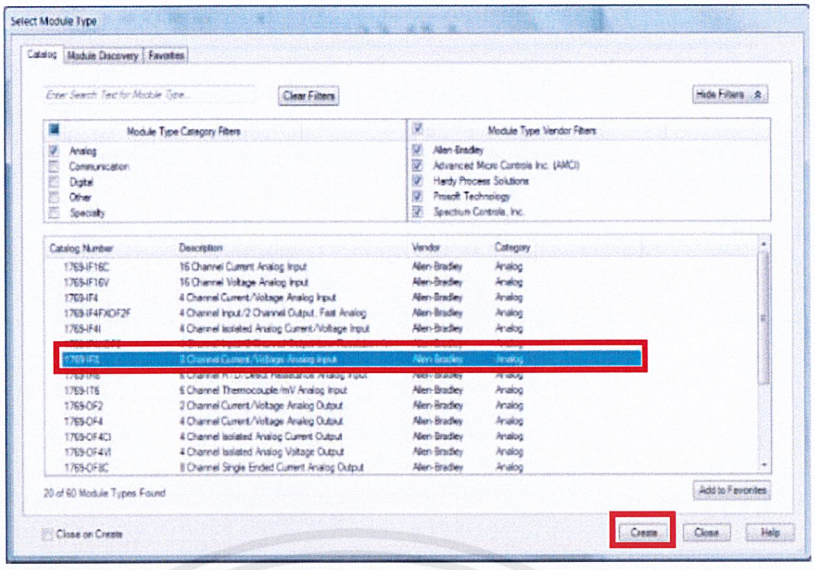
รูปที่ 3.10 การตั้งค่ารุ่นพีแอลซีและชื่องาน

2) ดูที่แถบซ้ายมือ เลือกไปที่ I/O Configuration จากนั้นเลือก 1769 Bus คลิกขวา เลือก New Module ดังรูปที่ 3.11 เลือกรุ่นมอดูลที่ใช้งานดังรูปที่ 3.12 แล้วกด Create จากนั้นตั้งชื่อและ Slot แล้วกด OK ดังรูปที่ 3.13 โดยในโครงงานนี้ใช้ 3 มอดูล ได้แก่ Analog Input รุ่น 1769-IF8, Digital Input รุ่น 1769-OB32 และ Digital Output รุ่น 1769-IQ32

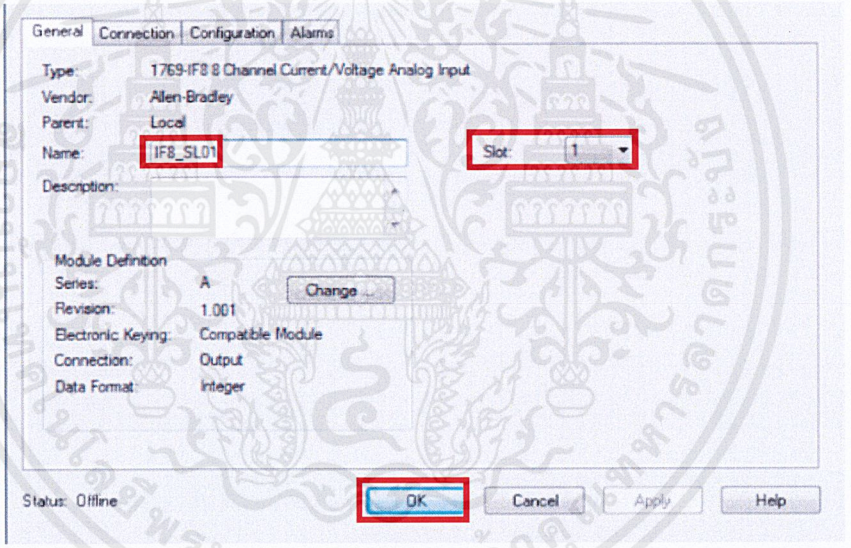


รูปที่ 3.11 การตั้งค่ามอดูลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



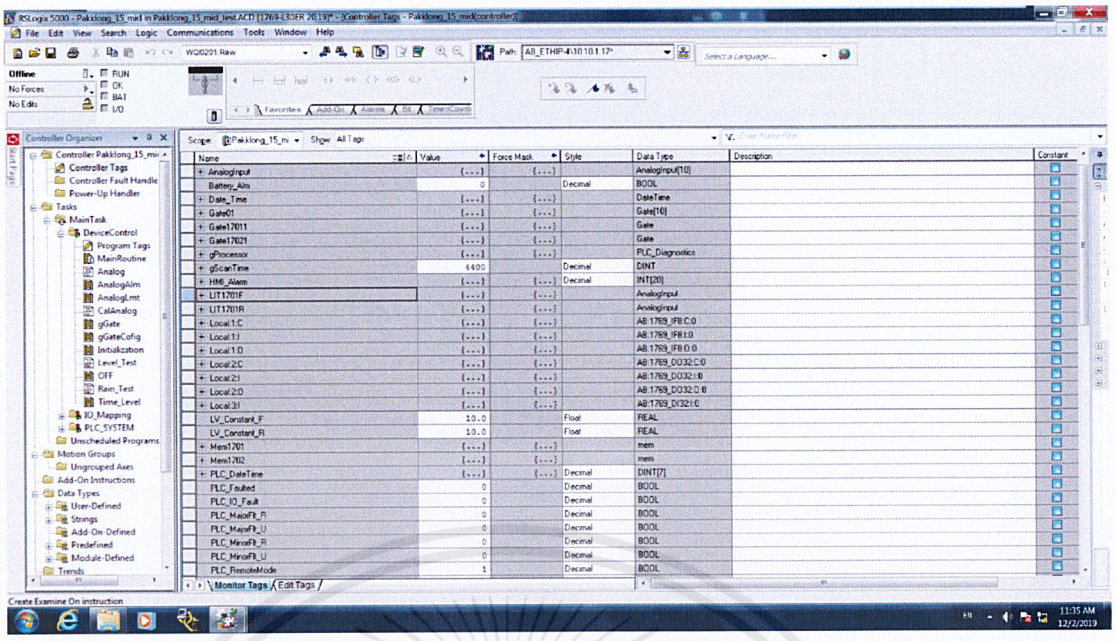
รูปที่ 3.12 กำหนดมอดูลที่ใช้งาน



รูปที่ 3.13 ตั้งชื่อมอดูลและสล็อตที่อยู่

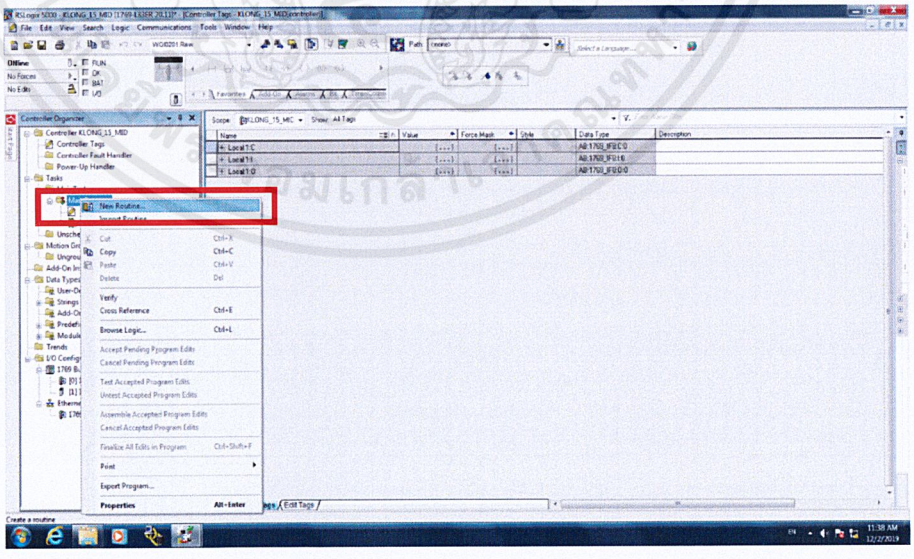
3) เริ่มสร้างฟังก์ชันโดยเข้าไปที่แถวขวามือในโปรแกรม โดยสามารถสร้าชื่อ Tag name ได้โดยเข้าไปที่ Controller Tags จากนั้นตั้งชื่อและเลือก Data Type ให้ตรงกับที่ใช้งาน ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



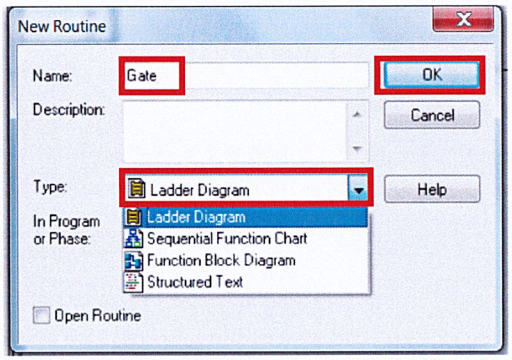
รูปที่ 3.14 การสร้าง Tag Name

4) สามารถสร้างฟังก์ชันได้โดยดูที่แถบขวามือ เข้าไปที่ MainProgram คลิกขวาเลือกที่ New Routine ดังรูปที่ 3.15 จากนั้นตั้งชื่อและเลือกว่าจะเขียนแบบไหน โดยมีให้เลือกดังนี้ Ladder Diagram, Sequential Function Chart, Function Block Diagram และ Structured Text โดยการเขียนเงื่อนไขในการควบคุมประตูระบายน้ำนี้เลือกการเขียนแบบ Ladder Diagram จากนั้นกด OK ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.15 การสร้างฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 กำหนดรูปแบบที่ใช้เขียนฟังก์ชัน

5) ฟังก์ชันควบคุมประตูระบายน้ำจะสามารถควบคุมได้ก็ต่อเมื่อตู้ควบคุมหน้างานเลือกเป็นแบบ Remote ถึงจะสามารถควบคุมผ่านสกาดาได้ โดยที่เขียนเงื่อนไขไว้ว่า

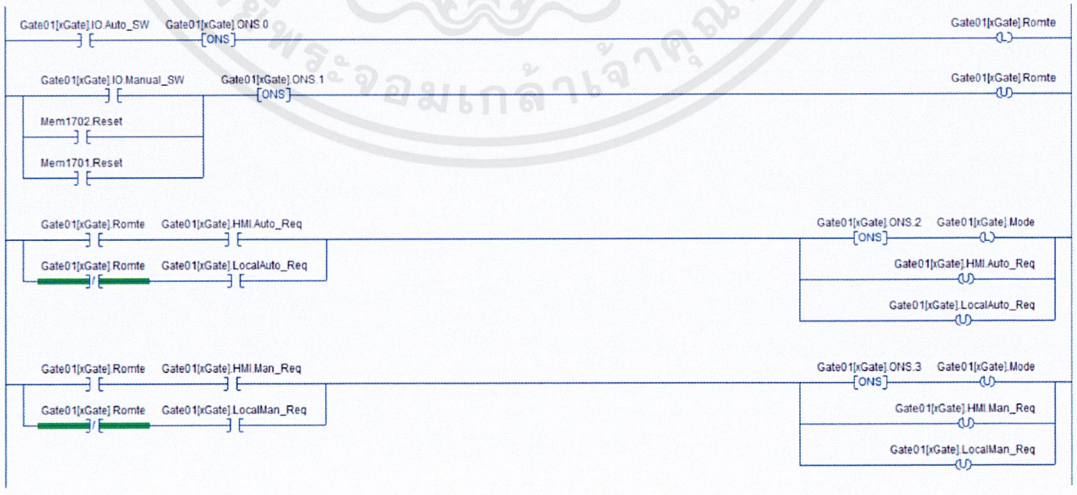
เมื่อกด START UP จากเอชเอ็มไอ ก็จะสั่งให้ประตูเปิด และเมื่อประตูเปิดจนสุดแล้ว จะมีลิมิตสวิตช์ตัดมอเตอร์โดยอัตโนมัติ

เมื่อกด START DOWN จากเอชเอ็มไอ ก็จะสั่งให้ประตูปิด และเมื่อประตูปิดจนสุดแล้ว จะมีลิมิตสวิตช์ตัดมอเตอร์โดยอัตโนมัติ

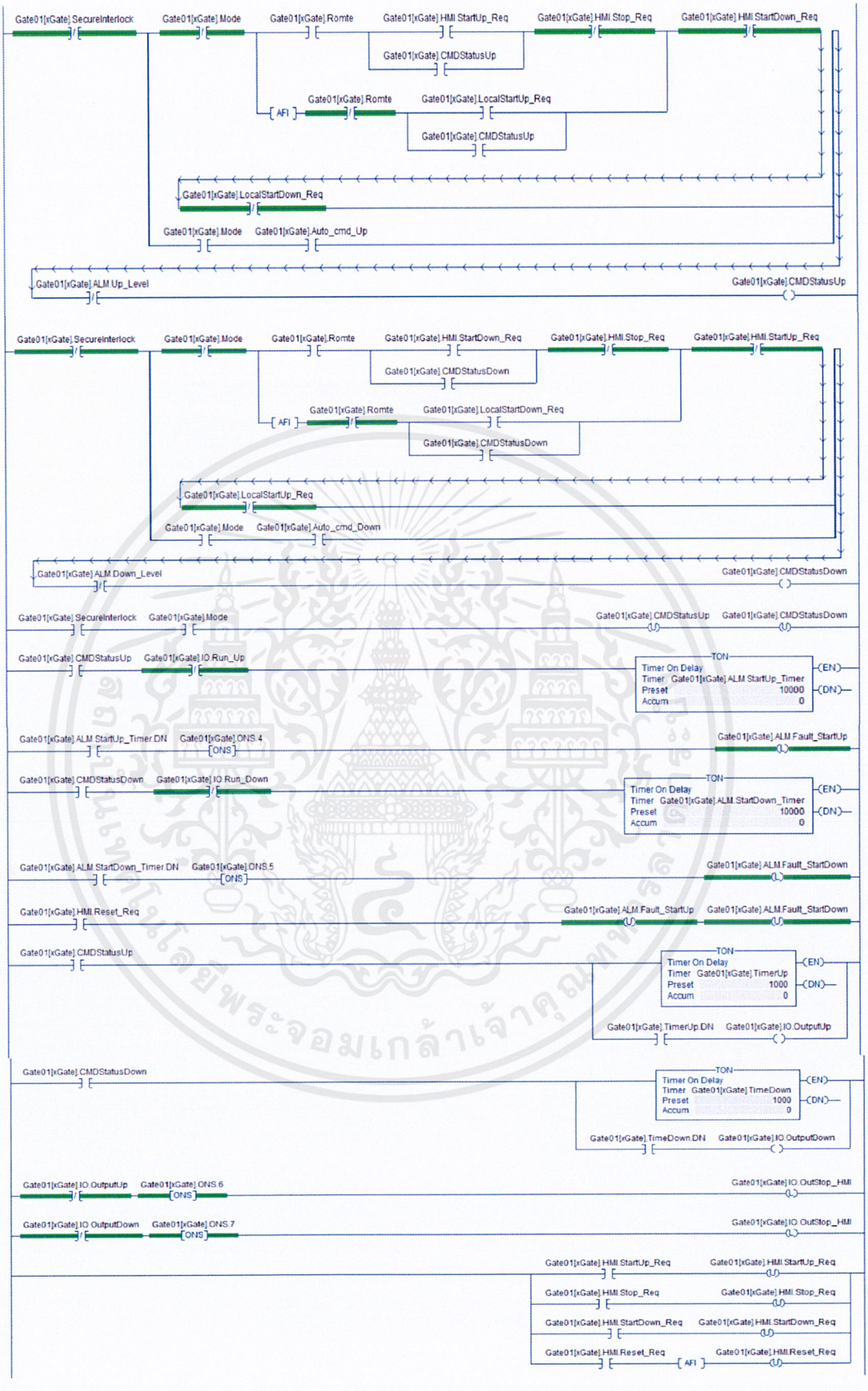
เมื่อกด STOP จากเอชเอ็มไอ ก็จะสั่งให้ประตูหยุดทันที

เมื่อกด RESET จากเอชเอ็มไอภ ก็จะทำการรีเซ็ทการแจ้งเตือนสำหรับการควบคุมประตูระบายน้ำ

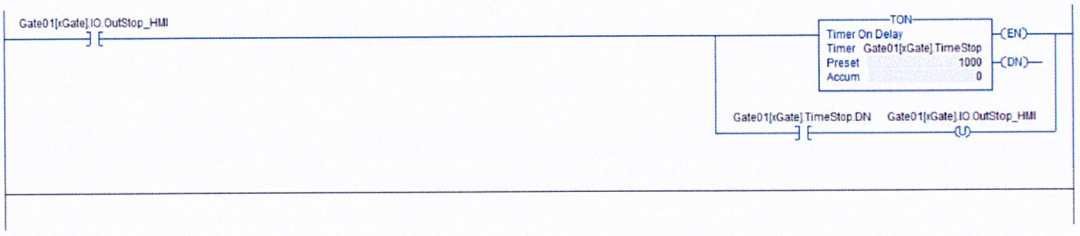
สามารถเขียนได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ฟังก์ชันสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ

6) เขียนฟังก์ชันวัดระดับน้ำโดยใช้การเขียนแบบ Structured Text ได้ดังรูปที่ 3.18 ภายในฟังก์ชันจะประกอบไปด้วยการดึงค่ามาจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำและนำค่ามาคำนวณให้เกิดค่าจริงและเขียนฟังก์ชันสำหรับการการแจ้งเตือนระดับน้ำประกอบด้วย สูงที่สุด(HighHigh) สูง(High) ต่ำ(Low) ต่ำที่สุด(LowLow) โดยสามารถใส่ค่าที่ต้องการตั้งการแจ้งเตือนลงไปได้ดังรูปที่ 3.19 ซึ่งกำหนดค่าไว้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าสำหรับการแจ้งเตือน

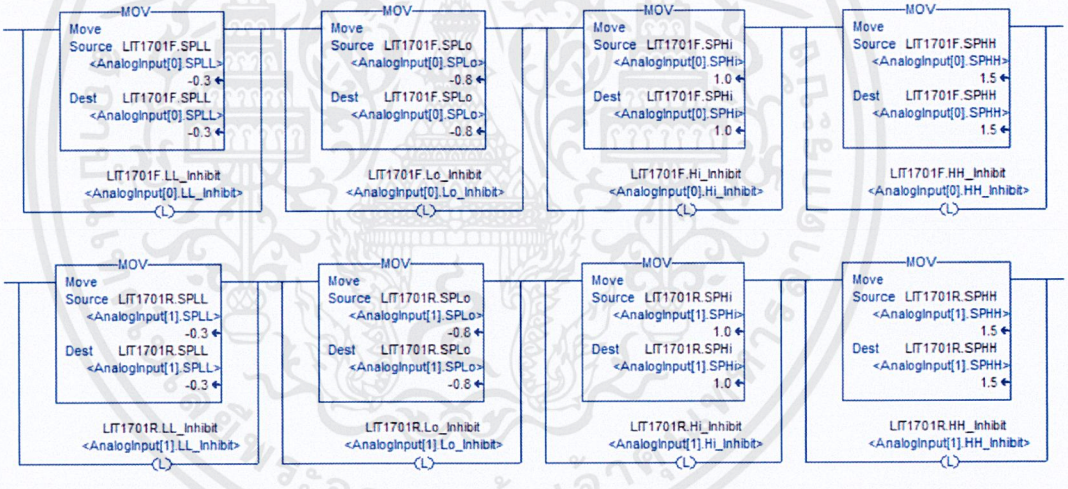
สูงที่สุด (HighHigh)	1.5 m
สูง (High)	1.0 m
ต่ำ (Low)	-0.8 m
ต่ำที่สุด (LowLow)	-0.3 m

```
COP(AnalogInput[AI_Index],Analog,1);

Analog.RawMin := 4000;
Analog.RawMax := 20000;

    IF Analog.Raw > 3000 and Analog.Raw < 20480 Then

    Analog.SignalFailure := 0;

    Analog.DB_Percent := ( Analog.DB / 100 ) * ( Analog.EuMax - Analog.EuMin );

    Analog.PvEu := (( Analog.Raw - Analog.RawMin) * (( Analog.EuMax - Analog.EuMin ) / ( Analog.RawMax - Analog.RawMin ))) + Analog.EuMin;

    IF Analog.LL_Inhibit THEN
        IF Analog.Real_LV <= Analog.SPLL THEN
            Analog.LL_Alm := 1;
        END_IF;
        IF Analog.Real_LV >= ( Analog.SPLL + Analog.DB_Percent) THEN
            Analog.LL_Alm := 0;
        END_IF;

    ELSE
        Analog.LL_Alm := 0;

    END_IF;

    IF Analog.Lo_Inhibit THEN
        IF Analog.Real_LV <= Analog.SPLo THEN
            Analog.Lo_Alm := 1;
        END_IF;
        IF Analog.Real_LV >= ( Analog.SPLo + Analog.DB_Percent) THEN
            Analog.Lo_Alm := 0;
        END_IF;

    ELSE
        Analog.Lo_Alm := 0;

    END_IF;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    END_IF;

    IF Analog.Hi_Inhibit THEN
        IF Analog.Real_LV >= Analog.SPHi THEN
            Analog.Hi_Alm := 1;
        END_IF;
        IF Analog.Real_LV <= ( Analog.SPHi - Analog.DB_Percent) THEN
            Analog.Hi_Alm := 0;
        END_IF;

    ELSE
        Analog.Hi_Alm := 0;

    END_IF;

    IF Analog.HH_Inhibit THEN
        IF Analog.Real_LV >= Analog.SPHH THEN
            Analog.HH_Alm := 1;
        END_IF;
        IF Analog.Real_LV <= ( Analog.SPHH + Analog.DB_Percent) THEN
            Analog.HH_Alm := 0;
        END_IF;

    ELSE
        Analog.HH_Alm := 0;

    END_IF;

 ELSE
    Analog.SignalFailure := 1;
    Analog.DB_Percent := ( Analog.DB / 100 ) * ( Analog.EuMax - Analog.EuMin );

    Analog.PvEu := (( Analog.Raw - Analog.RawMin) * (( Analog.EuMax - Analog.EuMin ) / ( Analog.RawMax - Analog.RawMin ))) + Analog.EuMin;

END_IF;

COP(Analog,AnalogInput[AI_Index],1);

LIT1701F.Real_LV := LV_Constant_F - LIT1701F.PvEu;
LIT1701R.Real_LV := LV_Constant_R - LIT1701R.PvEu;
```

รูปที่ 3.18 ฟังก์ชันวัดระดับน้ำ



รูปที่ 3.19 กำหนดค่าสำหรับการแจ้งเตือนระดับน้ำ

7) เขียนฟังก์ชันวัดระดับน้ำสูงสุดประจำวัน โดยที่นำค่าของระดับน้ำที่วัดได้ในปัจจุบันมาเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ระดับน้ำสูงสุดดังรูปที่ 3.20 และเนื่องจากผิวน้ำมีการกระเพื่อมจึงสร้างฟังก์ชันให้หน่วงเวลาระหว่างเปรียบเทียบเป็นเวลา 2 นาทีดังรูปที่ 3.21 เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If (Date_Time.Hour = 24) And (Date_Time.minute = 59) Then
    LIT1701F.PvMax := LIT1701F.Real_LV;
    end_if;
If LIT1701F.Real_LV > LIT1701F.PvMax Then
   Time_Level_F1 := 1;
    end_if;
If (LIT1701F.Real_LV <= LIT1701F.PvMax) Then
    Time_Level_F1 := 0;
    end_if;
if (LIT1701F.Real_LV > LIT1701F.PvMax) and (Time_Level_F2)  then
    LIT1701F.PvMax := LIT1701F.Real_LV;
    end_if;

////////////////////////////////////////////////////////////////////////

If (Date_Time.Hour = 24) And (Date_Time.minute = 59) Then
    LIT1701R.PvMax := LIT1701R.Real_LV;
    end_if;
If (LIT1701R.Real_LV > LIT1701R.PvMax) Then
    Time_Level_R1 := 1;
    end_if;
If (LIT1701R.Real_LV <= LIT1701R.PvMax) Then
    Time_Level_R1 := 0;
    end_if;
if (LIT1701R.Real_LV > LIT1701R.PvMax) and (Time_Level_R2)  then
    LIT1701R.PvMax := LIT1701R.Real_LV;
    end_if;
```

รูปที่ 3.20 ฟังก์ชันระดับน้ำสูงสุด

รูปที่ 3.21 ฟังก์ชันหน่วงเวลาสำหรับระดับน้ำสูงสุด

8) เขียนฟังก์ชันวัดดปริมาณน้ำฝนสะสมโดยที่รับค่ามาจากเซนเซอร์หน้างานแล้วนำค่ามาเขียนเป็นฟังก์ชันสำหรับแสดงผลสำหรับ 24 ชั่วโมง, 3 วัน และ 7 วัน โดยเขียนได้ดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If RG1701.Device AND NOT RG1701.ONS.0  then
    RG1701.Result[0] :=  RG1701.Result[0] + 1.00;
END_IF;
RG1701.ONS.0 := RG1701.Device;

IF Pulse_Sec THEN RG1701.Sec := RG1701.Sec + 1; END_IF;

IF RG1701.Sec >= 60 THEN
   RG1701.min := RG1701.min + 1;
   RG1701.Sec   := 0;
END_IF;

IF RG1701.min >= 60 THEN
   RG1701.hour := RG1701.hour + 1;
   RG1701.min   := 0;
END_IF;

IF RG1701.hour >= 24 THEN
   RG1701.day3 := RG1701.day3 + 1;
   RG1701.hour := 0;
   RG1701.day7 := RG1701.day7 + 1;
   RG1701.hour := 0;
END_IF;

// 24 Hour
If  (Date_Time.Hour = 24) and (Date_Time.Minute = 1)  then
    RG.buff[0] := 0;
else
  if RG1701.Trig15min  then
    RG.buff[0]:= RG.buff[0]+ RG1701.BuffLog[1];
  end_if;
end_if;


// 3 day
IF (RG1701.day3 = 3) and (Date_Time.Hour = 24) and (Date_Time.Minute = 1)  then
    RG.buff[1] := 0;
    RG1701.day3 := 0;
else
  if RG1701.Trig15min  then
    RG.buff[1] := RG.buff[1]+ RG1701.BuffLog[1];
  end_if;
end_if;

// 7 day
IF (RG1701.day7 = 7) and (Date_Time.Hour = 24) and (Date_Time.Minute = 1)  then
    RG.buff[2] := 0;
    RG1701.day7 := 0;
else
  if RG1701.Trig15min  then
    RG.buff[2] := RG.buff[2]+ RG1701.BuffLog[1];
  end_if;
end_if;


// stamp log every 1 hour
If RG1701.hour >= 1 then
   RG1701.Trig15min := 1;
   RG1701.hour      := 0;
else
   RG1701.Trig15min := 0;
End_if;
```

รูปที่ 3.22 ฟังก์ชันวัดปริมาณน้ำฝนสะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

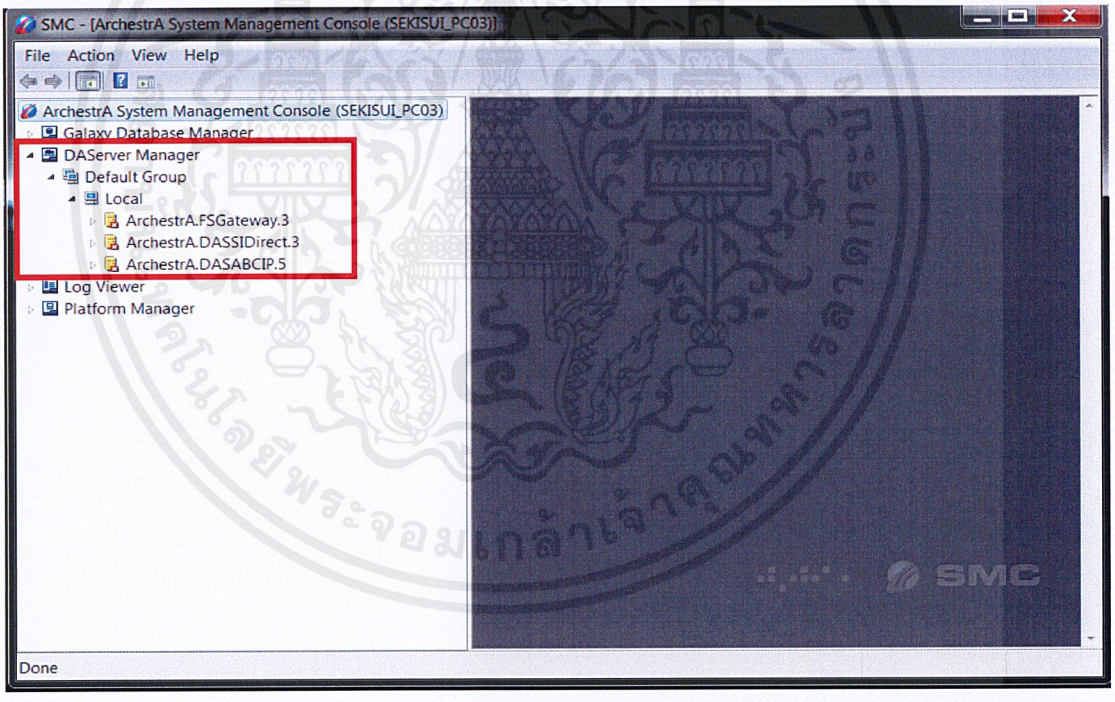
3.5 การปรับปรุงและสร้างส่วนเอชเอ็มไอโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch

3.5.1 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและสกาดาโดยใช้โอพีซี

การที่จะให้ระบบต่าง ๆ สามารถสื่อสารกันได้นั้นจำเป็นต้องมีตัวกลางในการสื่อสารซึ่งในการติดต่อสื่อสารระหว่างพีแอลซีและสกาดานั้นจะสื่อสารกันผ่านโอพีซี โดยใช้โปรแกรม SMC เป็นตัวกลาง และเข้าถึง items ผ่าน DAServer Manager

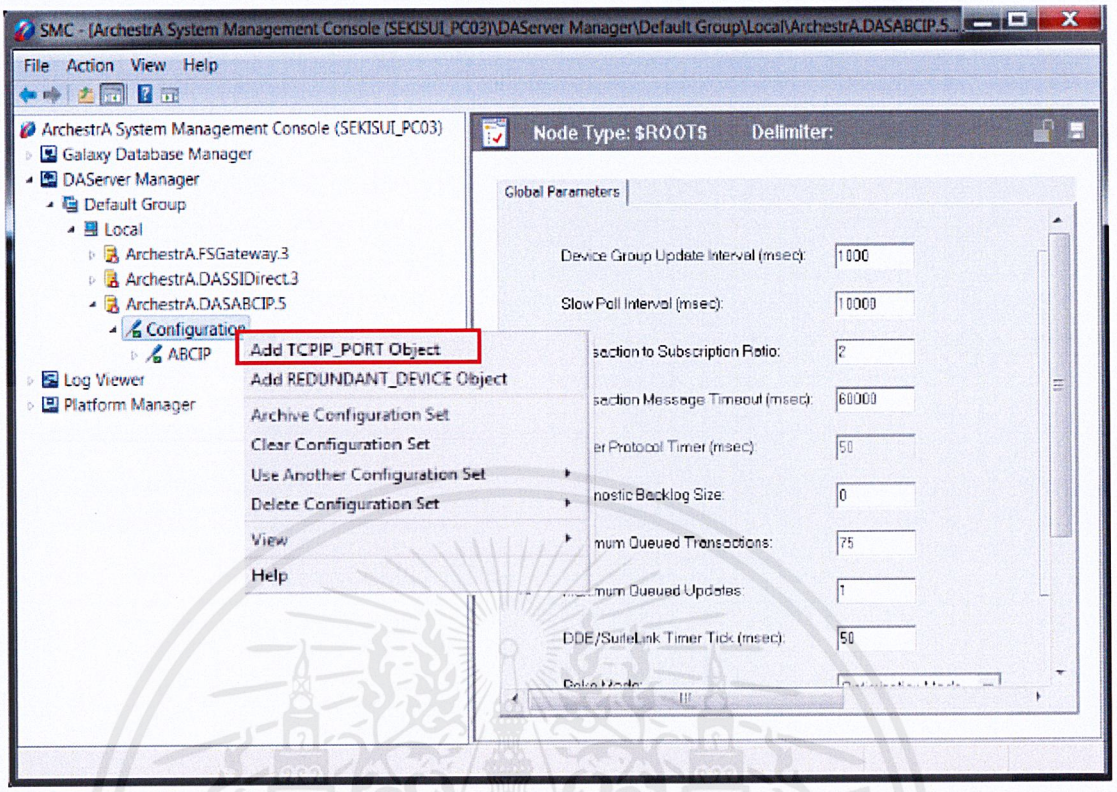
DAServer Manager เป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการ ArchestrA ™ Console (SMC) ซึ่งจะช่วยในการกำหนดค่า การวินิจฉัยข้อมูล การเปิดใช้งานหรือการปิดใช้งานของ DAServer ภายใน หรือ DAServer ระยะไกลได้ ซึ่งตั้งอยู่บนโหนดที่แตกต่างจาก DAServer Manager

1) เข้าโปรแกรม SMC แล้วเข้าตรงแถบขวามือแล้วเลือก DAServer Manager เลือก Default Group เลือก Local เลือก ArchestrA.DASABCIP.5 ดังรูปที่ 3.23 เลือก Configuration แล้วคลิกขวาเลือก Add TCPIP_PORT Object ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.23 การตั้งค่าในส่วน DAServer Manager

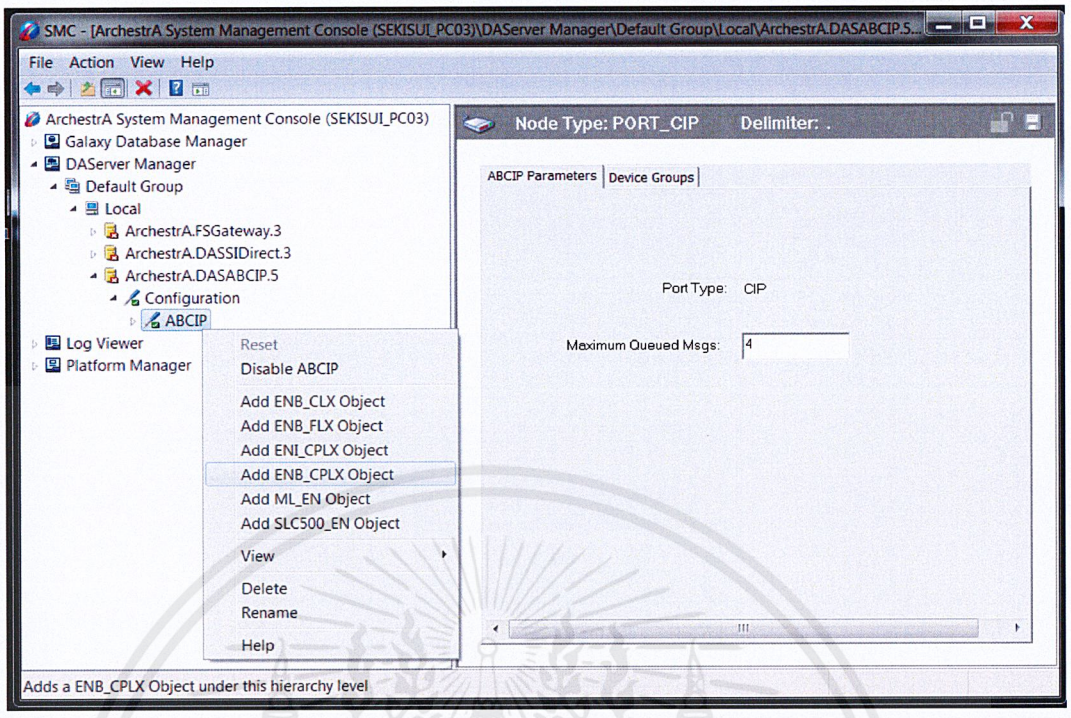
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



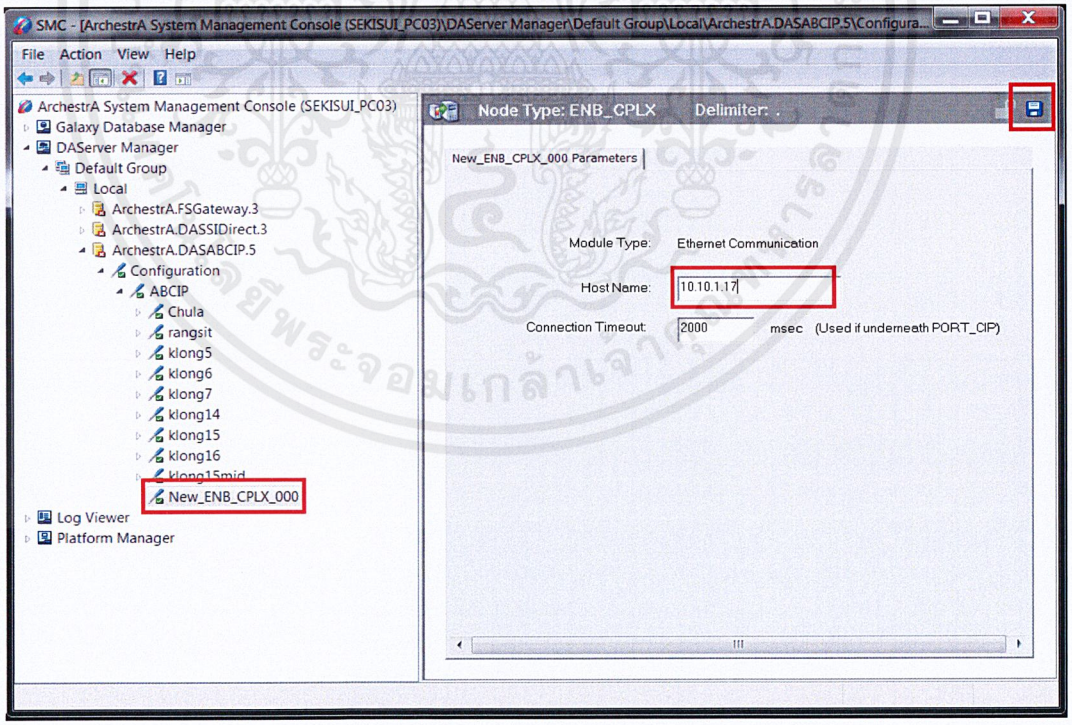
รูปที่ 3.24 การตั้งค่า TCPIP PORT

2) เมื่อเพิ่ม Add TCPIP_PORT Object เสร็จแล้ว จะมี object ใหม่แสดงขึ้นมา ให้เปลี่ยนชื่อ New_PORT_TCPIP_000 เป็น ABCIP ดังรูปที่ 3.25 จากนั้นคลิกขวาที่ ABCIP แล้วเลือก Add_ENB_CPLX Object จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างให้เข้าไปตั้งค่า IP Address ให้ตั้งให้ตรงกับพีแอลซีที่ต้องการจะเชื่อมต่อ ในโครงงานนี้ตั้ง IP Address เป็น 10.10.1.17 เมื่อตั้งค่า IP Address เสร็จแล้ว กดบันทึกตรงสัญลักษณ์ ดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



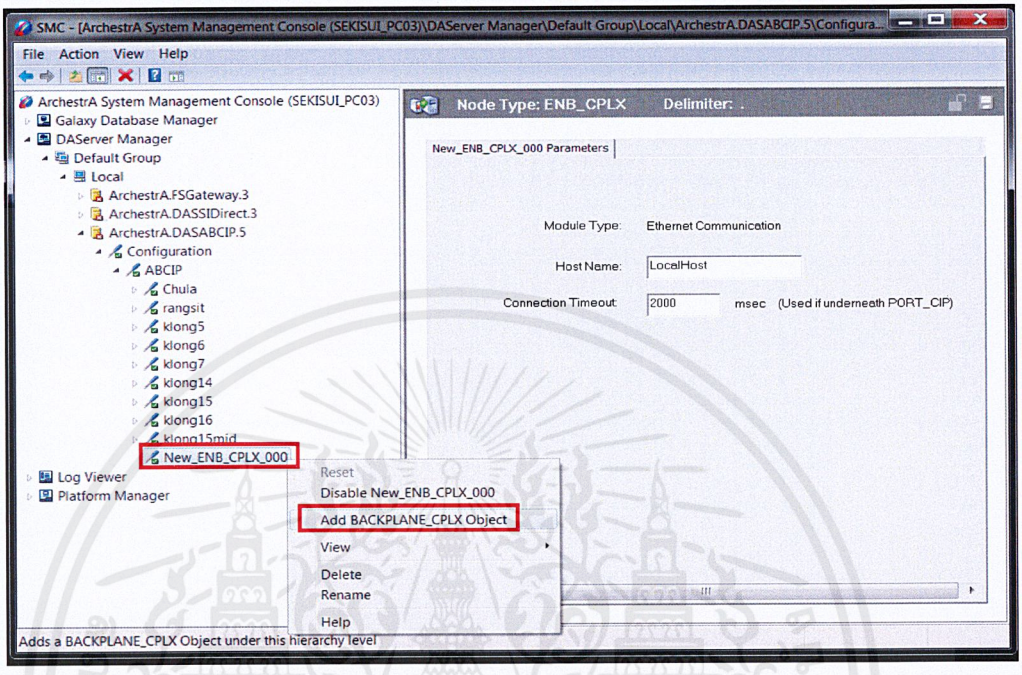
รูปที่ 3.25 การเปลี่ยนชื่อ ABCIP



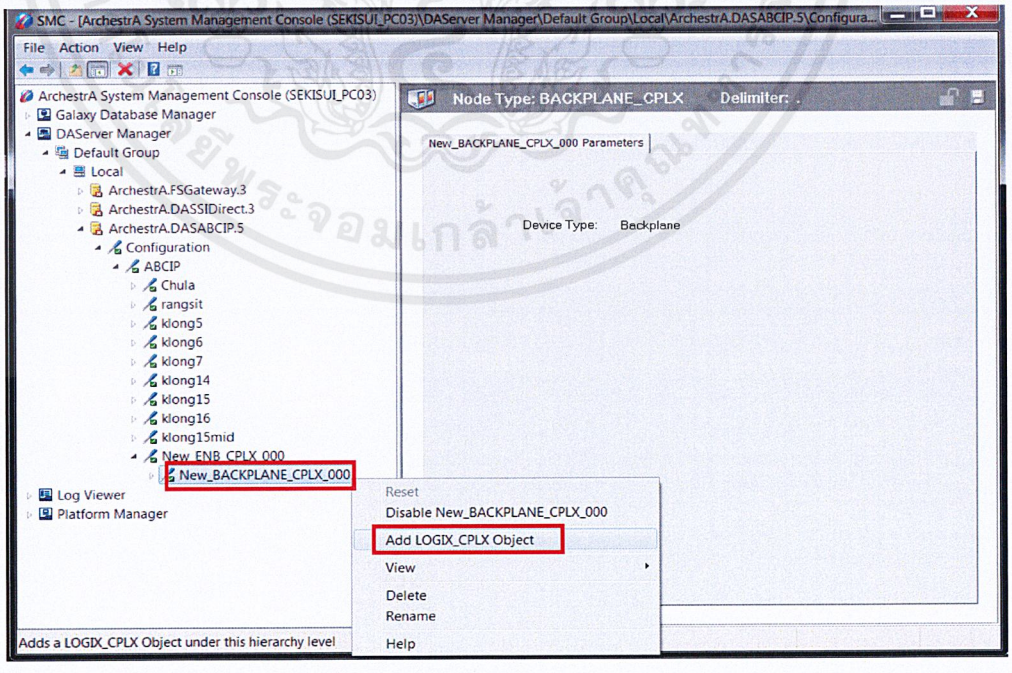
รูปที่ 3.26 การตั้งค่า IP Address ให้ตรงกับพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อตั้งค่า IP Address เสร็จแล้ว คลิกขวาที่ New_ENB_CLPX_000 เลือก Add BACKPLANE_CLX Object ดังรูปที่ 3.27 แล้วคลิกขวาที่ New_BACKPLANE_CLX_000 เลือก Add LOGIX_CPLX Object ดังรูปที่ 3.28



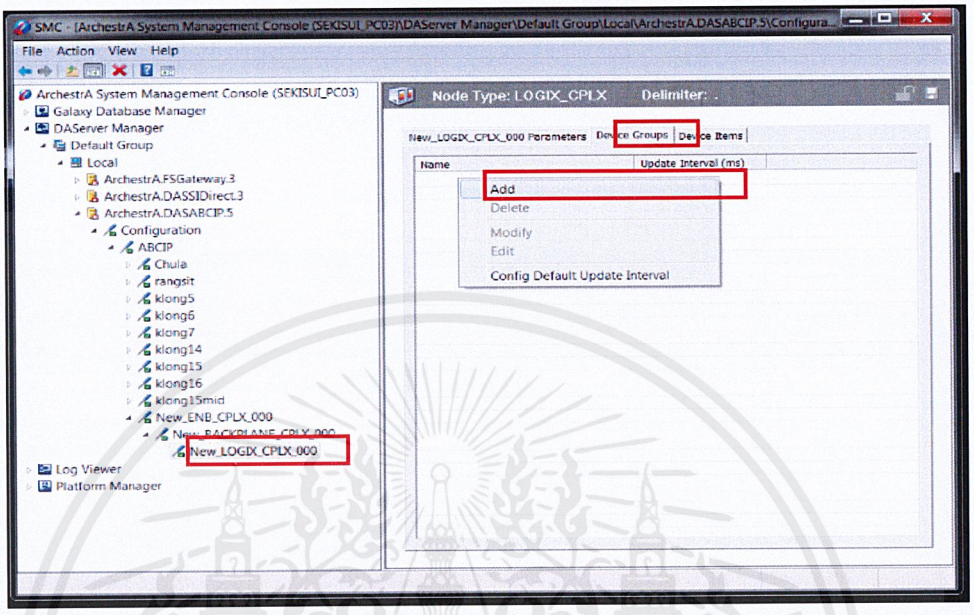
รูปที่ 3.27 การตั้งค่า BACKPLANE CLX Object



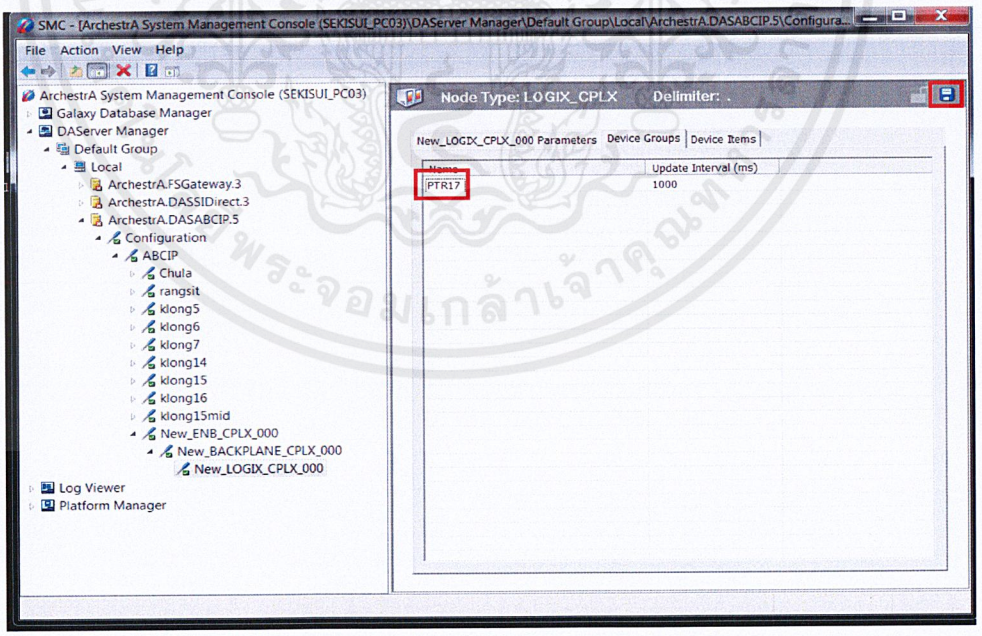
รูปที่ 3.28 การตั้งค่า LOGIX_CPLX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เข้าไปที่ New_LOGIX_CPLX_000 แล้วเข้าไปที่ Device Group คลิกขวาตรงพื้นที่ว่างแล้วกด Add ดังรูปที่ 3.29 จากนั้นตั้งชื่อให้ตรงกับ Access Names ที่จะใช้ในโปรแกรม Wonderware InTouch ในโครงงานนี้ตั้งชื่อว่า PTR17 จากนั้นกดบันทึกดังรูปที่ 3.31



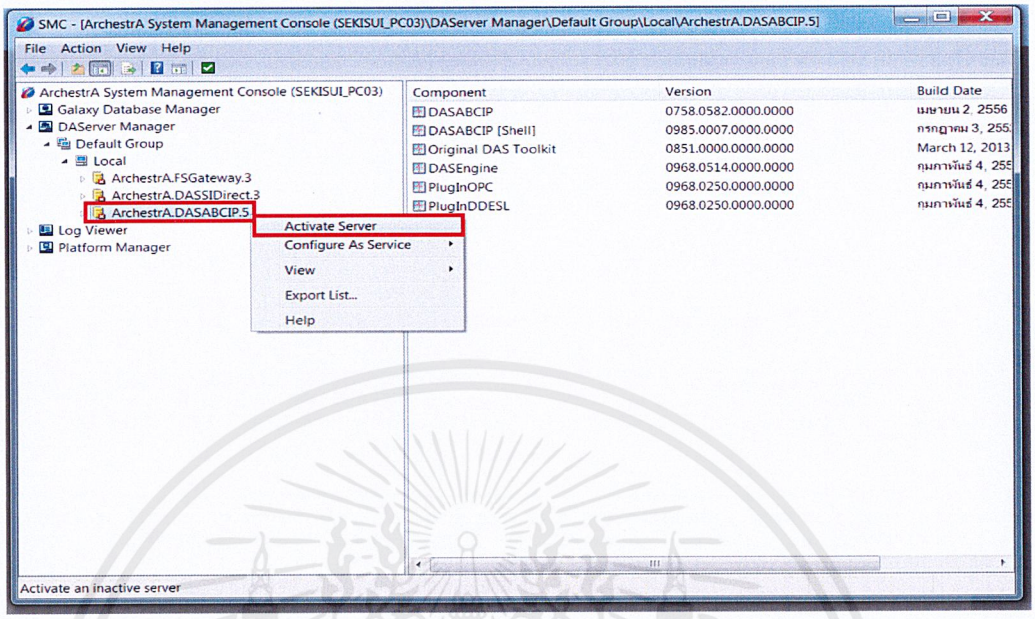
รูปที่ 3.29 การตั้งค่า Device Groups



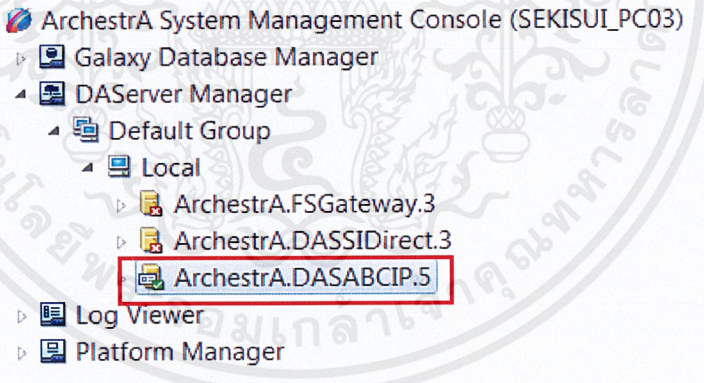
รูปที่ 3.30 การกำหนดชื่อ Device groups

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เมื่อต้องการเชื่อมต่อให้คลิกขวาที่ ArchestrA.DASABCIP.5 จากนั้นกด Activate Server ดังรูปที่ 3.31 และเมื่อมีการเชื่อมต่อ จะมีสัญลักษณ์เครื่องหมายถูกสีเขียวขึ้นมาดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.31 การเลือก Activate Server เพื่อเชื่อมต่อกับโอพีซี

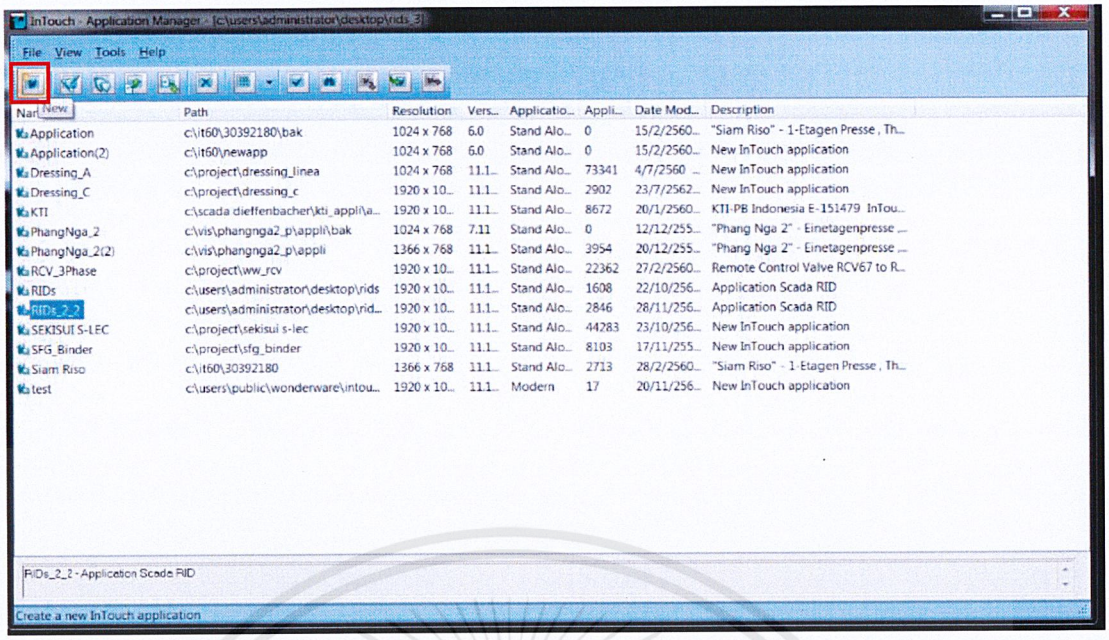


รูปที่ 3.32 ArchestrA.DASABCIP.5 สามารถเชื่อมต่อได้

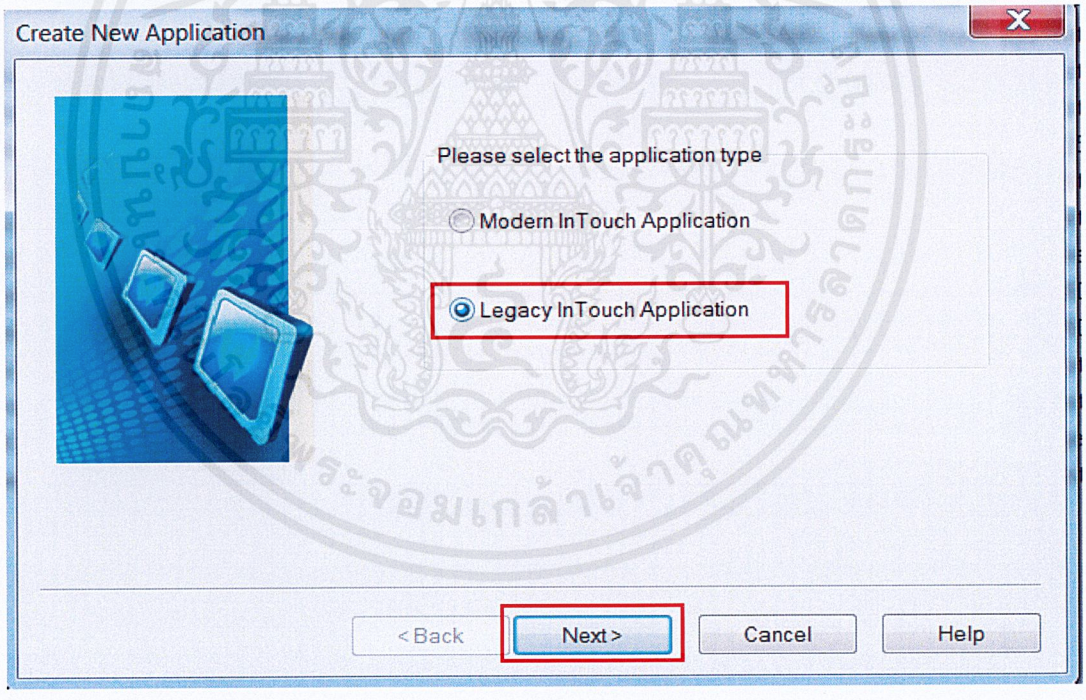
3.5.2 การตั้งค่าโปรแกรมโปรแกรม Wonderware InTouch

1) เข้าไปในโปรแกรม Wonderware InTouch กดตรงสัญลักษณ์ สร้าง Application Manager สำหรับแสดงผลและการควบคุมดังรูปที่ 3.33 โดยเลือก Type แบบ Legacy InTouch Application แล้วคลิก Next> ดังรูปที่ 3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



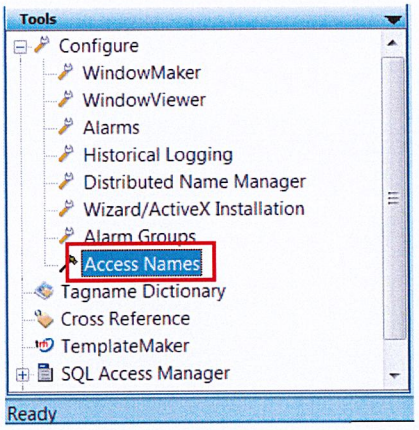
รูปที่ 3.33 การสร้าง Application Manager



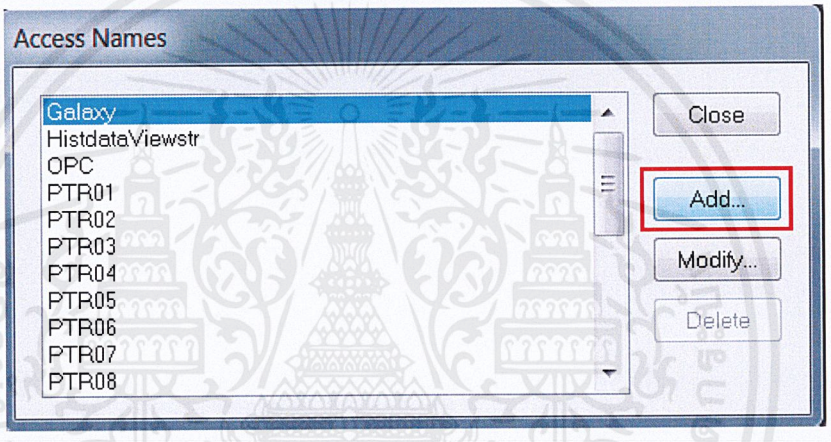
รูปที่ 3.34 การกำหนดรูปแบบให้เป็น Legacy InTouch Application

2) การสร้าง Access Names เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลผ่านทาง OPC โดยเลือกแถบเมนู Tools เลือกคำสั่ง Access Names ดังรูปที่ 3.35 และเลือกคำสั่ง Add เพื่อสร้าง Access Names ดังรูปที่ 3.36 ตั้งชื่อ Access Name และตั้งค่าเพื่อการเชื่อมต่อแล้วกด OK ดังรูปที่ 3.37

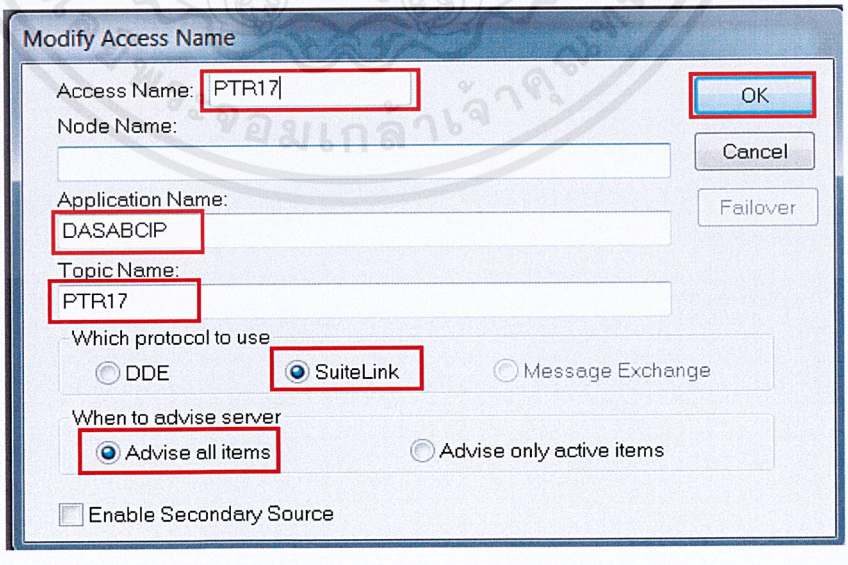
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 การสร้าง Access Names



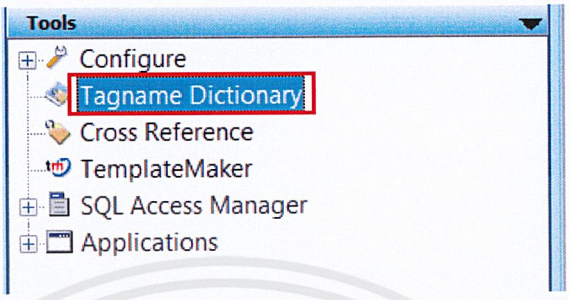
รูปที่ 3.36 การเพิ่ม Access Names



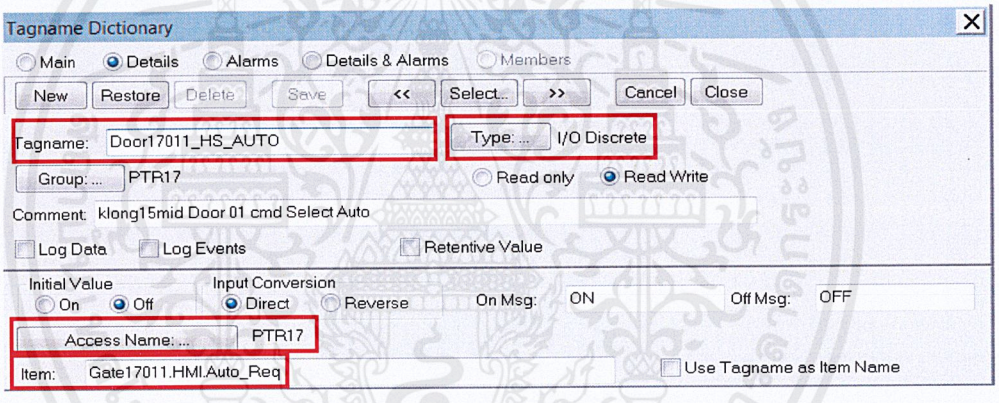
รูปที่ 3.37 การตั้งค่า Access Names

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การสร้าง Tags โดยเลือกแถบเมนู Tools เลือกคำสั่ง Tagname Dictionary ดังรูปที่ 3.38 เพื่อสร้าง Tag โดยอ้างอิง Tag จากโปรแกรม RSLogix 5000 ตรงที่ช่อง Item จากนั้นกำหนด Type เพื่อรับค่า Input จากพีแอลซี และกำหนด Access Names ให้ตรงกับที่ตั้งค่าไว้ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.38 การสร้าง Tagname



รูปที่ 3.39 การตั้งค่า Tagname

4.) Tag I/O List ในโปรแกรม Wonderware InTouch แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดง Tag I/O

Tag Name (InTouch)	Tag name (RSLogix5000)	Type / Description
Door17011	-	Memory Message
		Klong 15 mid Door 01
Door17011_EMER	Gate17011.ALM.Emergency	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Emergency Alarm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Door17011_FLT	Gate17011.ALM.CommAlarm	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Fault Alarm
Door17011_HS_AUTO	Gate17011.HMI.Auto_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 command Select Auto
Door17011_HS_DOWN	Gate17011.HMI.StartDown_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 command Down
Door17011_HS_MAN	Gate17011.HMI.Man_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 command Select MAN
Door17011_HS_RST	Gate17011.HMI.Reset_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 command Select Reset
Door17011_HS_STP	Gate17011.HMI.Stop_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 command Stop
Door17011_HS_UP	Gate17011.HMI.StartUp_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 command Up
Door17011_OVL	Gate17011.ALM.Overload	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Overload Alarm
Door17011_PHASE	Gate17011.ALM.Phase_Detector	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Phase detect Fault Alarm
Door17011_RUN_DOWN	Gate17011.IO.Run_Down	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Running Down
Door17011_RUN_UP	Gate17011.IO.Run_Up	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Running Up
Door17011_STS_AUTO	Gate17011.Mode	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Status Auto/Man
Door17011_STS_	Gate17011.ALM.Down_Level	I/O Discrete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DownLevel		klong15mid Door 01 Status Down-Level
Door17011_STS_REM	Gate17011.Romte	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Status Remote/Local
Door17011_STST_ UpLevel	Gate17011.ALM.Up_Level	I/O Discrete
		klong15mid Door 01 Status Up-Level
Door17021	-	Memory Message
		Klong 15 mid Door 02
Door17021_EMER	Gate17021.ALM.Emergency	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Emergency Alarm
Door17021_FLT	Gate17021.ALM.CommAlarm	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Fault Alarm
Door17021_HS_AUTO	Gate17021.HMI.Auto_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 command Select Auto
Door17021_HS_DOWN	Gate17021.HMI.StartDown_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 command Down
Door17021_HS_MAN	Gate17021.HMI.Man_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 command Select MAN
Door17021_HS_RST	Gate17021.HMI.Reset_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 command Select Reset
Door17021_HS_STP	Gate17021.HMI.Stop_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 command Stop
Door17021_HS_UP	Gate17021.HMI.StartUp_Req	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 command Up
Door17021_OVL	Gate17021.ALM.Overload	I/O Discrete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		klong15mid Door 02 Overload Alarm
Door17021_PHASE	Gate17021.ALM.Phase_Detector	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Phase detect Fault Alarm
Door17021_RUN_DOWN	Gate17021.IO.Run_Down	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Running Down
Door17021_RUN_UP	Gate17021.IO.Run_Up	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Running Up
Door17021_STS_AUTO	Gate17021.Mode	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Status Auto/Man
Door17021_STS_ DownLevel	Gate17021.ALM.Down_Level	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Status Down-Level
Door17021_STS_REM	Gate17021.Romte	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Status Remote/Local
Door17021_STS_ UpLevel	Gate17021.ALM.Up_Level	I/O Discrete
		klong15mid Door 02 Status Up-Level
LIT1701F_LV	LIT1701F.Real_LV	I/O Real
		Real Level klong15 mid
LIT1701R_LV	LIT1701R.Real_LV	I/O Real
		Real Level klong15 mid
PTR17	-	Alarm Group
		ALM Phakklong 15mid Station
PTR17_CPU	PLC_Faulted	I/O Discrete
		klong15mid PLC CPU Fault Alarm
PTR17_Heart	Date_Time.Second	I/O Discrete
PTR17_COMMS_FLT	-	Memory Discrete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		klong15mid Station ALM LOC/HMI COMMUNICATIONS FAIL
PTR17_LT1701F	-	Memory Message
		LEVEL WATER
PTR17_CommCount	-	Memory Message
PTR17_LT1701F_ALM_HH	LIT1701F.HH_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701F LEVEL HI HI
PTR17_LT1701F_ALM_HI	LIT1701F.Hi_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701F LEVEL HI
PTR17_LT1701F_ALM_LL	LIT1701F.LL_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701F LEVEL LO LO
PTR17_LT1701F_ALM_LO	LIT1701F.Lo_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701F LEVEL LO
PTR17_LT1701F_ALM_OC	LIT1701F.SignalFailure	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701F LEVEL OPEN CIRC
PTR17_LT1701F_ALM_SC	LIT1701F.SignalFailure	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701F LEVEL SHRT CIRC
PTR17_LT1701F_PV	LIT1701F.PvEu	I/O Real
		LEVEL WATER
PTR17_LT1701F_PV_Max	LIT1701F.PvMax	I/O Real
		LEVEL WATER MAX
PTR17_LT1701F_SP_HH	LIT1701F.SPHH	I/O Real
		LT1701F SETPOINT HI HI
PTR17_LT1701F_SP_HI	LIT1701F.SPHi	I/O Real
		LT1701F SETPOINT HI
PTR17_LT1701F_SP_LL	LIT1701F.SPLL	I/O Real
		LT1701F SETPOINT LO LO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

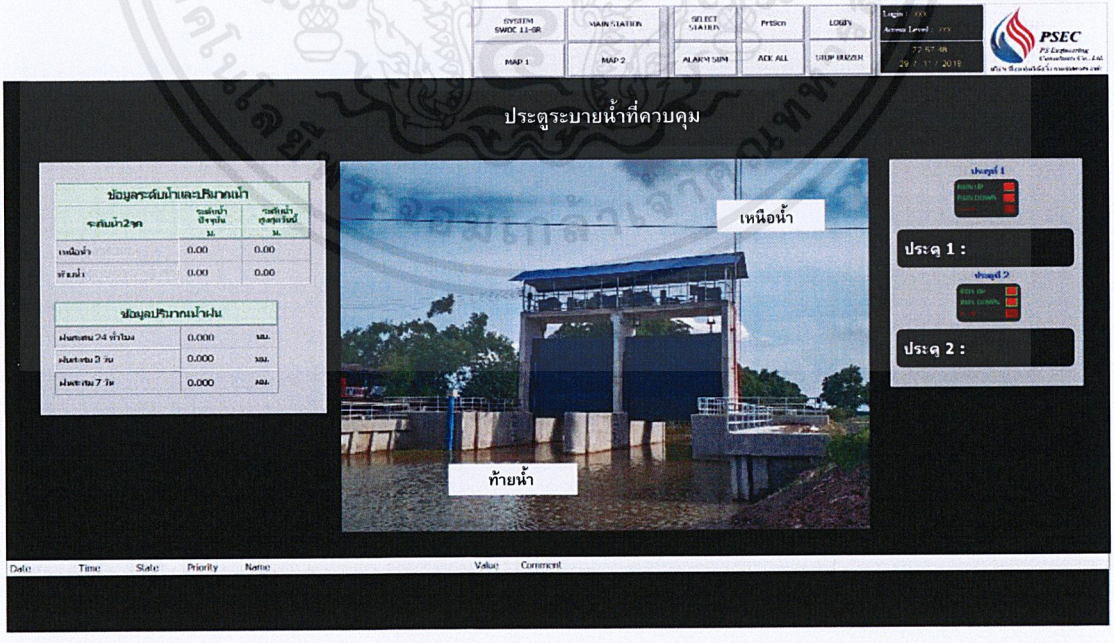
PTR17_LT1701F_SP_LO	LIT1701F.SPLo	I/O Real
		LT1701F SETPOINT LO
PTR17_LT1701R	-	Memory Message
		LEVEL WATER
PTR17_LT1701R_ALM_HH	LIT1701R.HH_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701R LEVEL HI HI
PTR17_LT1701R_ALM_HI	LIT1701R.Hi_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701R LEVEL HI
PTR17_LT1701R_ALM_LL	LIT1701R.LL_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701R LEVEL LO LO
PTR17_LT1701R_ALM_LO	LIT1701R.Lo_Alm	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701R LEVEL LO
PTR17_LT1701R_ALM_OC	LIT1701R.SignalFailure	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701R LEVEL OPEN CIRC
PTR17_LT1701R_ALM_SC	LIT1701R.SignalFailure	I/O Discrete
		Klong 15mid LT1701R LEVEL SHRT CIRC
PTR17_LT1701R_PV	LIT1701R.PvEu	I/O Real
		LEVEL WATER
PTR17_LT1701R_PV_Max	LIT1701R.PvMax	I/O Real
		LEVEL WATER MAX
PTR17_LT1701R_SP_HH	LIT1701R.SPHH	I/O Real
		LT1701R SETPOINT HI HI
PTR17_LT1701R_SP_HI	LIT1701R.SPHi	I/O Real
		LT1701R SETPOINT HI
PTR17_LT1701R_SP_LL	LIT1701R.SPLL	I/O Real
		LT1701R SETPOINT LO LO
PTR17_LT1701R_SP_LO	LIT1701R.SPLo	I/O Real
		LT1701R SETPOINT LO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PTR17_RG1701_PV_24	RG.buff[0]	I/O Real
		Klong 15mid Rain Gate 24 Hr
PTR17_RG1701_PV_D3	RG.buff[1]	I/O Real
		Klong 15mid Rain Gate 3 Day
PTR17_RG1701_PV_D7	RG.buff[2]	I/O Real
		Klong 15mid Rain Gate 7 Day
PTR17_SL01	PLC_S1_Module.Faulted	I/O Discrete
		klong15mid PLC SLOT01 Fault Alarm
PTR17_SL02	PLC_S2_Module.Faulted	I/O Discrete
		klong15mid PLC SLOT02 Fault Alarm
PTR17_SL03	PLC_S3_Module.Faulted	I/O Discrete
		klong15mid PLC SLOT03 Fault Alarm

3.5.3 การสร้างกราฟิกการแสดงผลบนโปรแกรม Wonderware InTouch

กราฟฟิกบนเอชเอ็มไอประกอบด้วย ข้อมูลระดับน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ประตูระบายน้ำที่ควบคุม สถานะของประตูระบายน้ำดังรูปที่ 3.40 และหน้าที่ใช้สำหรับควบคุมประตูระบายน้ำดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.40 ส่วนแสดงผลบนโปรแกรม Wonderware InTouch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

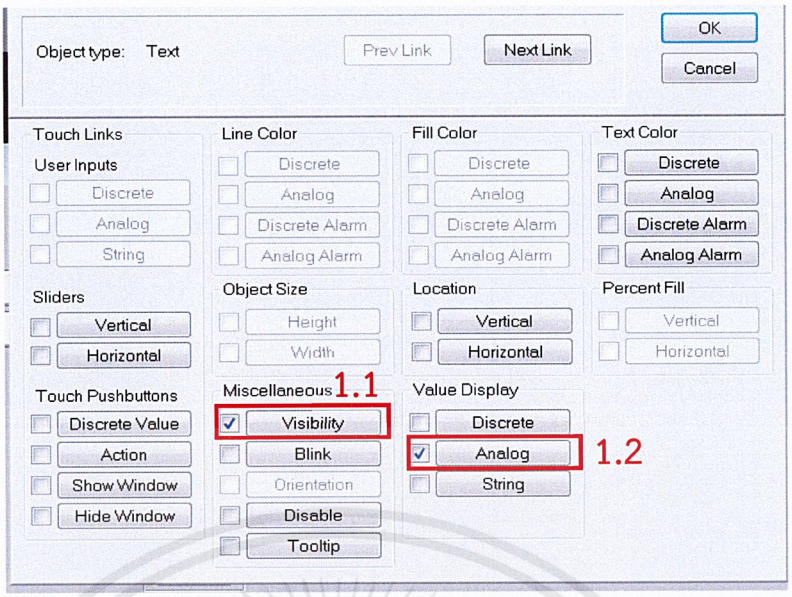
รูปที่ 3.41 หน้าสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ

1) ข้อมูลระดับน้ำที่นำมาแสดงผลเป็นค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์แล้วนำมาคำนวณในโปรแกรม RS Logix 5000 โดยแบ่งออกเป็นดังนี้ ระดับน้ำเหนือน้ำที่วัดล่าสุด ระดับน้ำเหนือน้ำสูงสุดในแต่ละวัน ระดับน้ำท้ายน้ำที่วัดล่าสุด ระดับน้ำท้ายน้ำสูงสุดในแต่ละวัน ซึ่งหากระดับน้ำมีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดจะเกิดการแจ้งเตือนด้วยตัวเลขสีแดง หากเป็นค่าปกติจะเป็นตัวเลขสีดำ สามารถตั้งค่าได้ดังนี้

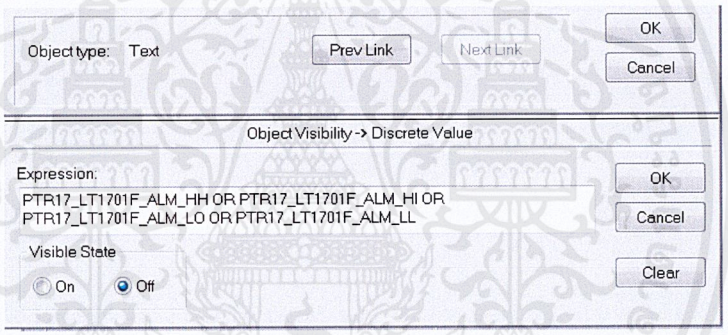
1.1) สร้างส่วนการแสดงผลที่เป็นตัวเลขสำหรับระดับน้ำที่วัดล่าสุด สามารถได้โดยเลือกสัญลักษณ์ T ที่แถบเครื่องมือแล้วสร้างข้อความ ####.## แล้วเลือกให้เป็นสีดำ จากนั้นดับเบิ้ลคลิกที่ข้อความ จะมีหน้าดังรูปที่ 3.42 แสดงขึ้นมา ให้เลือก Visibility โดยมีความหมายว่าให้แสดงข้อความเมื่อระดับน้ำที่วัดล่าสุด สามารถเขียนเงื่อนไขดังรูปที่ 3.43 แล้วกด OK

1.2) การดึงค่าระดับน้ำมาแสดงผล สามารถตั้งค่าได้โดยคลิกเลือกที่ Analog ดังรูปที่ 3.42 แล้วใส่ Expression เป็น Tag Name ที่ได้สร้างขึ้น ดังรูปที่ 3.44 แล้วกด OK โดยสามารถตั้งค่า Tag Name ได้ดังรูปที่ 3.45

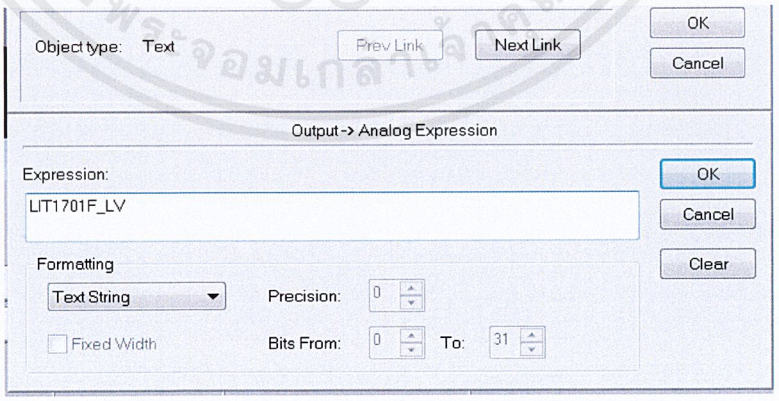
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 การตั้งค่าให้แสดงระดับน้ำที่วัดล่าสุด

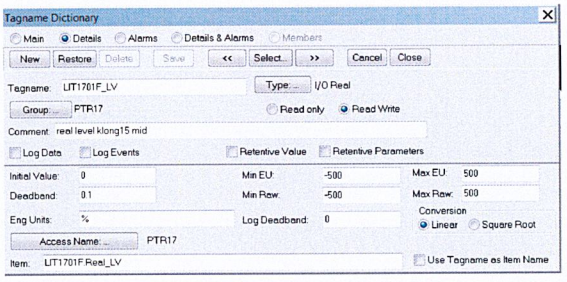


รูปที่ 3.43 เงื่อนไขสำหรับระดับน้ำที่วัดล่าสุด



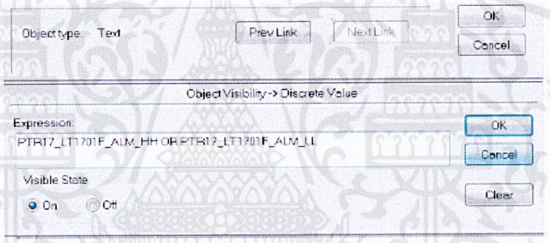
รูปที่ 3.44 ใส่ Tag Name เพื่อแสดงค่าระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



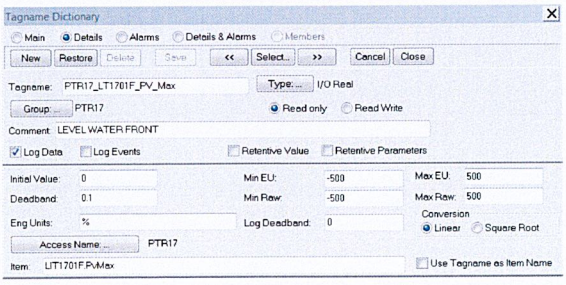
รูปที่ 3.45 Tag Name สำหรับระดับน้ำที่วัดล่าสุด

1.3) สร้างส่วนการแสดงผลที่เป็นตัวเลขสำหรับระดับน้ำที่สูงเกินไป หรือต่ำเกินไป สามารถได้โดยเลือกสัญลักษณ์ ที่แถบเครื่องมือแล้วสร้างข้อความ ####.## แล้วเลือกให้เป็นสีแดง จากนั้นดับเบิ้ลคลิกที่ข้อความ จะมีหน้าดังรูปที่ 3.42 แสดงขึ้นมา ให้เลือก Visibility โดยมีความหมายว่าให้แสดงข้อความเมื่อระดับน้ำสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป สามารถเขียนเงื่อนไขดังรูปที่ 3.46 แล้วกด OK



รูปที่ 3.46 เงื่อนไขเมื่อระดับน้ำสูงหรือต่ำเกินไป

1.4) การดึงค่าระดับน้ำมาแสดงผล สามารถตั้งค่าได้ตาม 1.2) สำหรับค่าของระดับน้ำสูงสุดต่อวัน สามารถใส่ Expression เป็น Tag Name ที่ได้สร้างขึ้น ดังรูปที่ 3.47 แล้วกด OK สามารถแสดงได้ดั้งรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.47 Tag Name สำหรับระดับน้ำระดับน้ำสูงสุดวันนี้

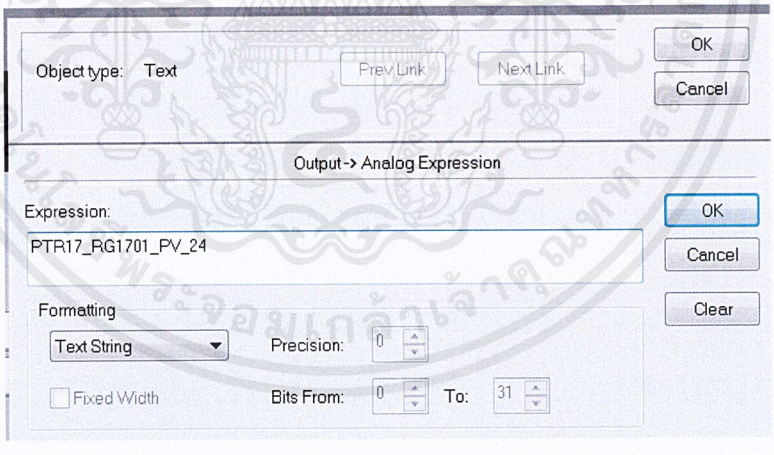
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำ		
ระดับน้ำ2จุด	ระดับน้ำ ปัจจุบัน	ระดับน้ำ สูงสุดวันนี้
	ม.	ม.
เหนือน้ำ	0.00	0.00
ท้ายน้ำ	0.00	0.00

รูปที่ 3.48 ตัวอย่างการแสดงผลของข้อมูลระดับน้ำ

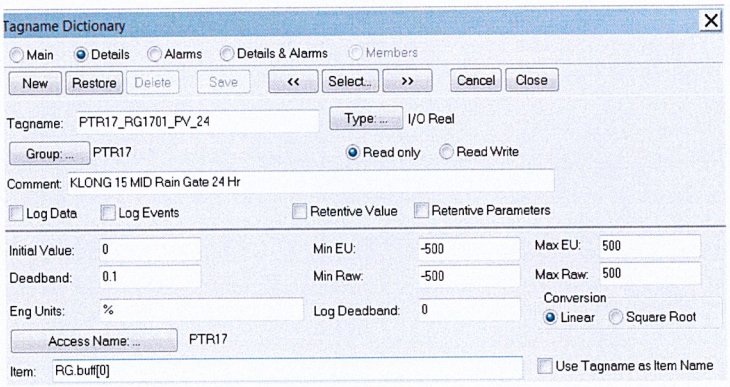
2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่นำมาแสดงเป็นค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์แล้วนำมาคำนวณในโปรแกรม RSLogix 5000 โดยแบ่งออกเป็นดังนี้ ปริมาณฝนสะสม 24 ชั่วโมง ปริมาณฝนสะสม 3 วัน และปริมาณฝนสะสม 7 วัน สามารถตั้งค่าได้ดังนี้

2.1) สร้างส่วนการแสดงผลที่เป็นตัวเลขสำหรับปริมาณน้ำฝน สามารถได้โดยเลือกสัญลักษณ์ ที่แถบเครื่องมือแล้วสร้างข้อความ ####.## แล้วเลือกให้เป็นสีดำ จากนั้นดับเบิ้ลคลิกที่ข้อความ จะมีหน้าดังรูปที่ 3.42 แสดงขึ้นมา จากนั้นดึงค่าโดยเลือกที่ Analog แล้วใส่ Expression เป็น Tag Name ที่ได้สร้างขึ้น ดังรูปที่ 3.49 แล้วกด OK สามารถตั้งค่า Tag Name ได้ดังรูปที่ 3.50 สามารถแสดงได้ดั้งรูปที่ 3.51



รูปที่ 3.49 ใส่ Tag Name เพื่อแสดงค่าปริมาณน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 Tag Name สำหรับปริมาณน้ำฝน

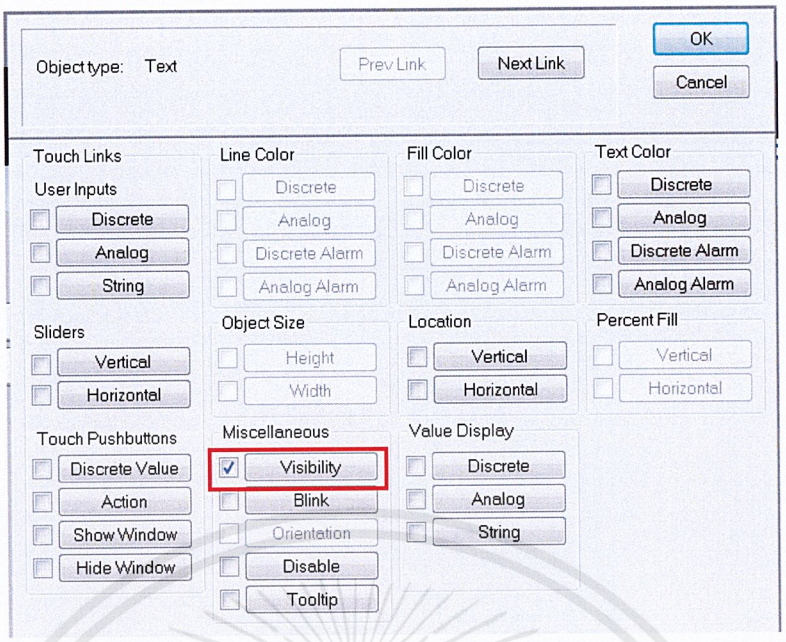
รูปที่ 3.51 ตัวอย่างการแสดงผลของข้อมูลปริมาณน้ำฝน

3) สร้างสถานะประตูระบายน้ำ โดยประกอบด้วย

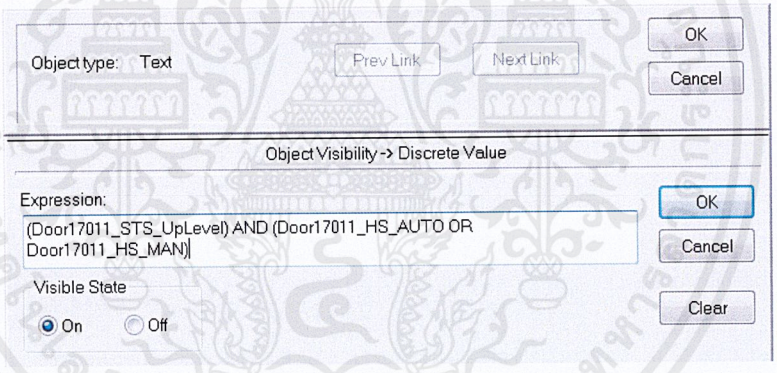
- หากประตูเปิดสุดแล้ว ให้ขึ้นข้อความว่า “เปิด” และไฟสีเขียวติดค้าง
- หากประตูกำลังเปิด ให้ขึ้นข้อความว่า “กำลังเปิด” และไฟสีเขียวกระพริบ
- หากประตูปิดสุดแล้ว ให้ขึ้นข้อความว่า “ปิด” และไฟสีแดงติดค้าง
- หากประตูกำลังปิด ให้ขึ้นข้อความว่า “กำลังปิด” และไฟสีแดงกระพริบ

3.1) สร้างส่วนการแสดงผลที่สำหรับสถานะของประตูระบายน้ำ สามารถได้โดยเลือกสัญลักษณ์ ที่แถบเครื่องมือแล้วสร้างข้อความขึ้นมา ยกตัวอย่างเช่น เมื่อประตูเปิดสุดแล้วให้ขึ้นข้อความว่า “เปิด” จากนั้นดับเบิ้ลคลิกที่ข้อความ จะมีหน้าดังรูปที่ 3.52 ขึ้นมา ให้เลือก Visibility โดยมีความหมายว่าให้แสดงข้อความเมื่อประตูระบายน้ำเปิดสุด สามารถเขียนเงื่อนไขดังรูปที่ 3.53 แล้วกด OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



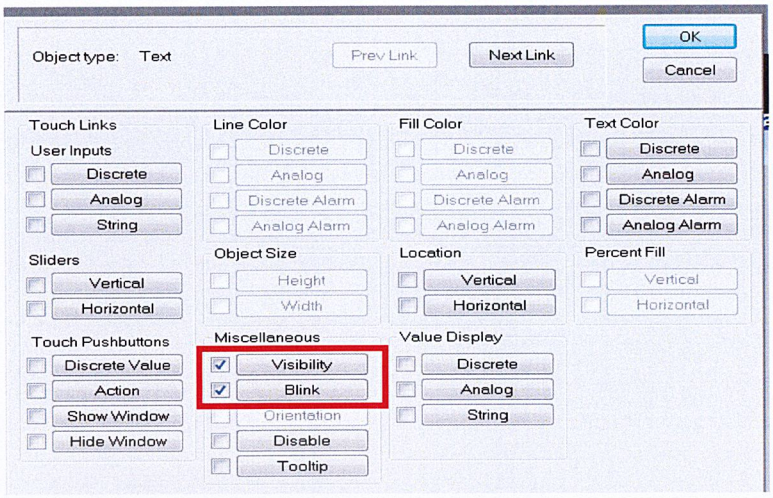
รูปที่ 3.52 การตั้งค่าแสดงสถานะของประตูระบายน้ำ



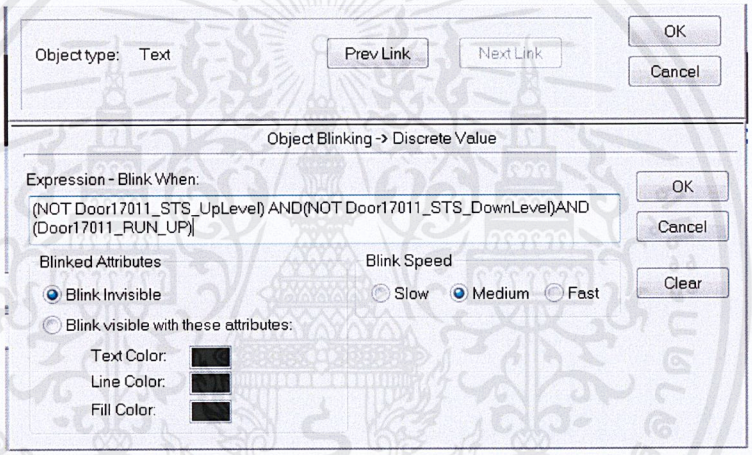
รูปที่ 3.53 เงื่อนไขเมื่อประตูระบายน้ำเปิดสุด

3.1) หากต้องการให้กระพริบให้เข้าไปที่หน้าดังรูปที่ 3.54 ให้เลือก Blink แล้วใส่ Expression ให้เป็นเงื่อนไขตามที่เราต้องการให้กระพริบ ตัวอย่างเงื่อนไขไฟกระพริบเมื่อประตูระบายน้ำกำลังเปิดดังรูปที่ 3.55 และสถานะต่างของประตูระบายน้ำนั้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.56

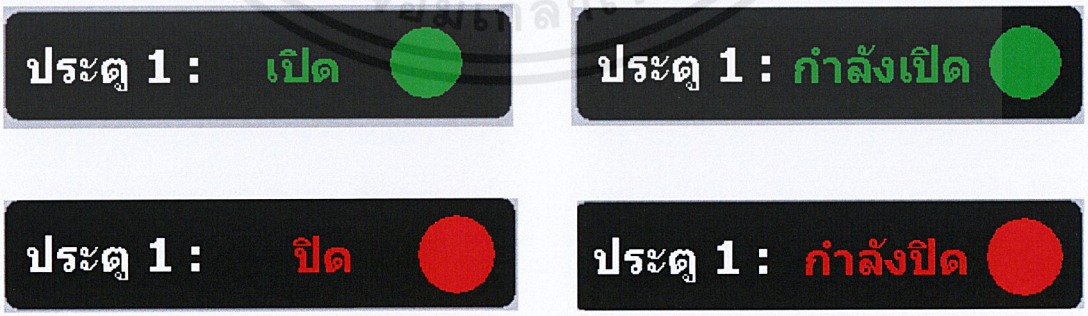
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.54 การตั้งค่าให้ข้อความกระพริบ



รูปที่ 3.55 เงื่อนไขที่ต้องให้กระพริบ



รูปที่ 3.56 ตัวอย่างสถานะของประตูระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

4.1 กล่าวนำ

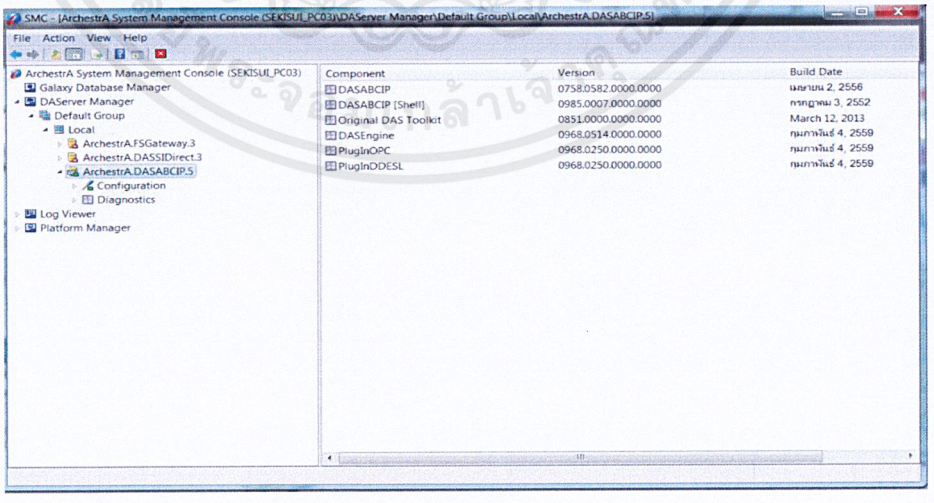
ในบทนี้ประกอบด้วยผลการดำเนินการ คือ การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและสกาดา และทดสอบการควบคุมประตูระบายน้ำและการแสดงผล

4.2 การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและสกาดา

ทำการทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและสกาดา โดยผ่านโอพีซี ด้วยโปรแกรม SMC โดยให้ทำการรันโปรแกรม WindowViewer ขึ้นมา และเพื่อให้ WindowViewer นำค่าจากพีแอลซีมาใช้ได้ สามารถทำการรัน SMC ได้ดังนี้

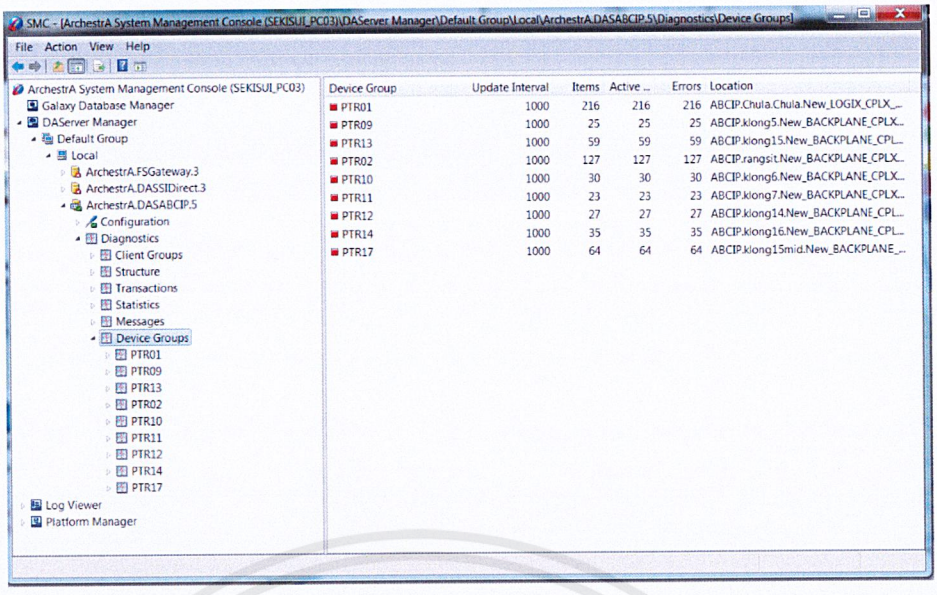
1.) เปิดโปรแกรม SMC จากนั้นเลือก ArchestrA.DASABCIP.5 แล้วคลิกขวากด Active Server เพื่อให้ ArchestrA.DASABCIP.5 ทำงาน

2.) ทำการตรวจสอบ I/O ทุกตัวว่ามีปัญหาหรือไม่ โดยขยาย AchestrA. DASABCIP.5 ออกมาจะเจอ Diagnostics ดังรูปที่ 4.1 ให้ขยายออกจะเจอ Device Groups ซึ่งจะมี Group ที่ตั้งขึ้นมาสำหรับเก็บ I/O ถ้าเป็นสีแดง แสดงว่าเกิดความผิดพลาดขึ้นดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 แต่ถ้าเป็นสีเขียวแสดงว่า SMC สามารถรับค่ามาได้ถูกต้อง สามารถส่งค่าไปยัง Wonderware InTouch เพื่อแสดงค่าได้ แสดงว่าการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์

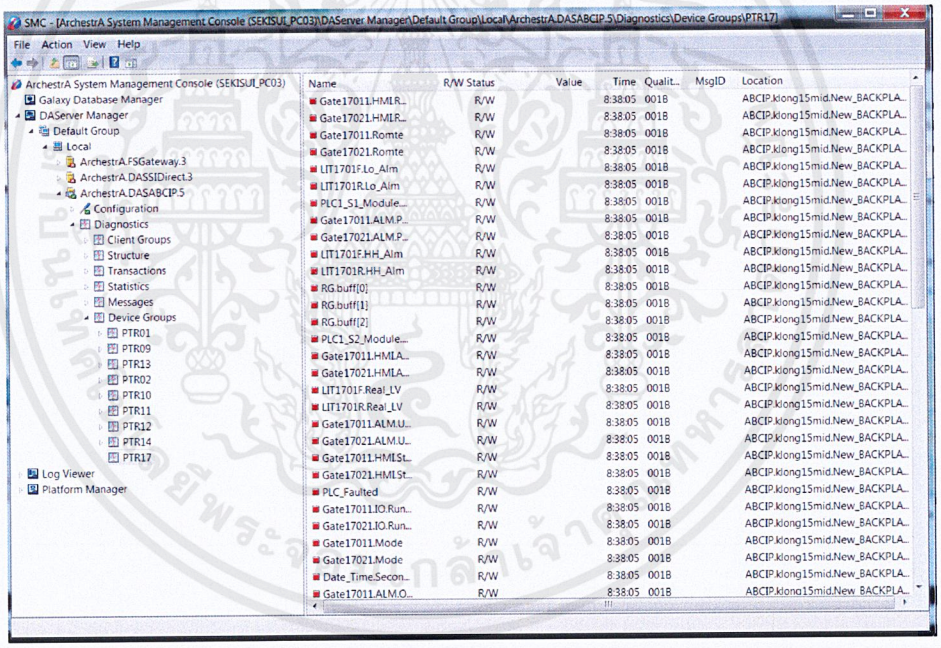


รูปที่ 4.1 การแสดงงผลในส่วน Diagnostics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การแสดงส่วน Device Groups ที่ไม่สามารถหาค่าได้



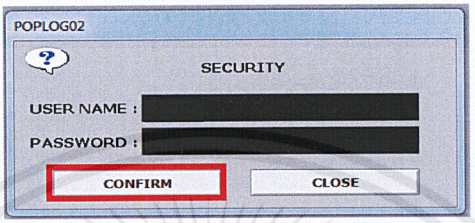
รูปที่ 4.3 การแสดงส่วน Tag Name ใน Device Groups ที่ไม่สามารถหาค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลทดสอบการควบคุมประตูระบายน้ำและการแสดงผล

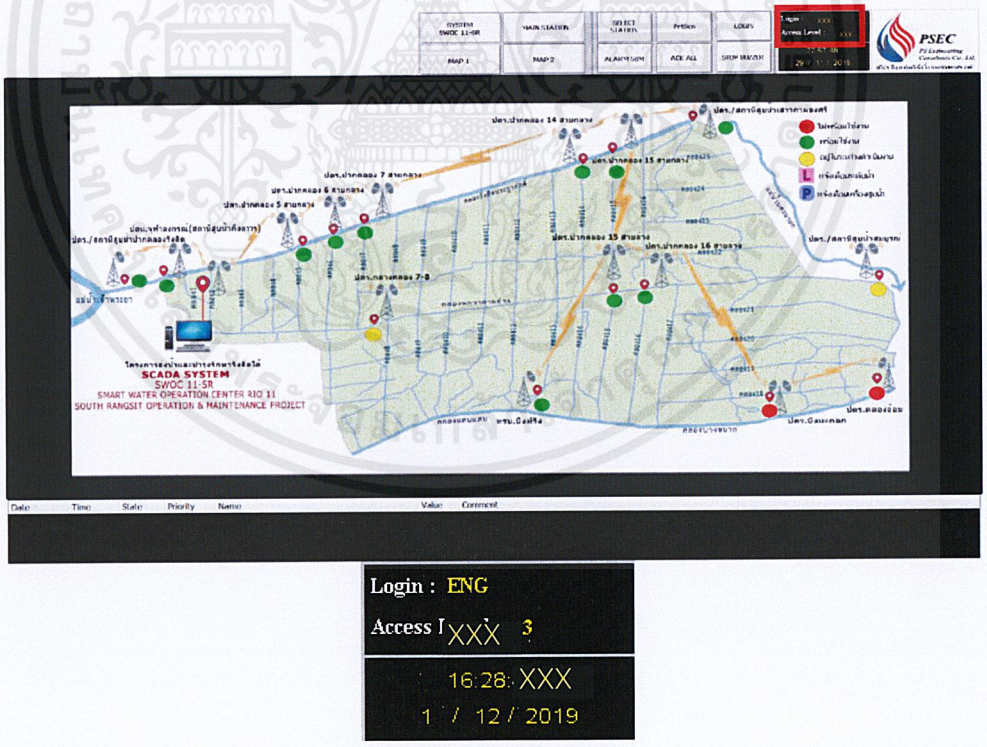
4.3.1 ผลทดสอบฟังก์ชัน LOGIN

1.) ทำการทดสอบฟังก์ชัน LOGIN เพื่อระบุถึงผู้เข้าใช้งานการควบคุม โดยเลือกที่ปุ่ม LOGIN แล้วใส่ USER NAME และคลิก CONFIRM ผลที่ได้จะสามารถควบคุมและดูค่าจากหน้ากราฟิกต่าง ๆ ได้



รูปที่ 4.4 หน้าสำหรับกรอก USER NAME และ PASSWORD

2.) เมื่อสามารถ LOGIN ได้ จะมีกราฟิกขึ้นมาดังรูปที่ 4.5



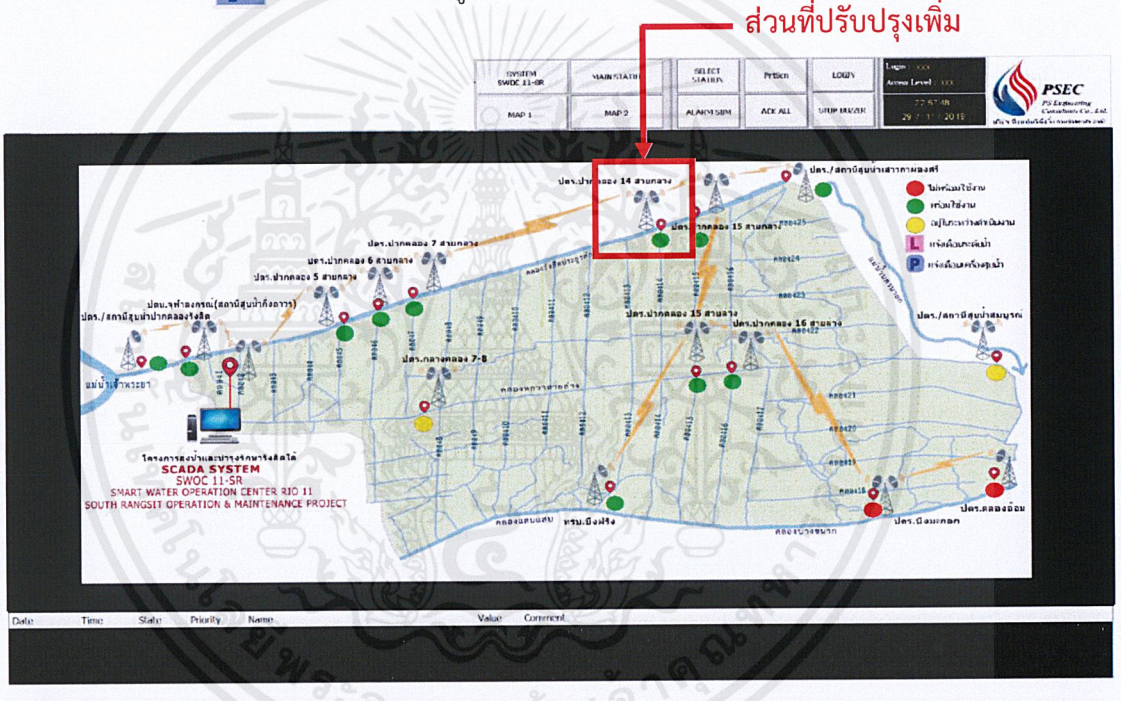
รูปที่ 4.5 เมื่อทำการ LOGIN สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลทดสอบการแสดงผล

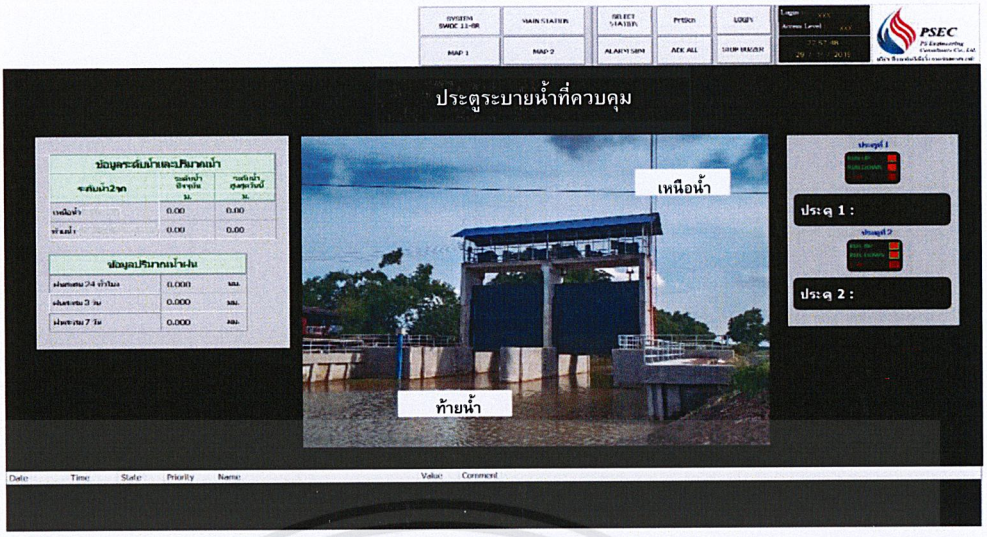
1.) เมื่อเปิดหน้า WindowViewer จะเห็นได้ว่าเป็นหน้ารวมของระบบ โดยจะแสดงสถานที่ตั้งของแต่ละสถานีดังรูปที่ 4.6 โดยสามารถเปิดเข้าไปควบคุมประตูระบายน้ำได้โดยคลิกตรงสัญลักษณ์ ดังตัวอย่างรูปที่ 4.7 แสดงการเชื่อมต่อของแต่ละสถานี และมีสถานะของแต่ละสถานี โดยสถานะต่าง ๆ มีดังนี้

- การเชื่อมต่อสมบูรณ์ พร้อมใช้งานสามารถควบคุมได้
- การเชื่อมต่อไม่สมบูรณ์ ไม่พร้อมใช้งานไม่สามารถควบคุมได้
- อยู่ในระหว่างดำเนินการ (คาดว่าจะสร้างในอนาคต)
- L แจ้งเตือนระดับน้ำ
- P แจ้งเตือนเครื่องสูบน้ำ



รูปที่ 4.6 ภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟิกของประตูระบายน้ำที่ควบคุม

2.) ทดสอบเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ เมื่อทำการรัน WindowViewer จะเห็นได้ว่าระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลง และจะแสดงผลดังรูปที่ 4.8

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำ		
ระดับน้ำ 2 จุด	ระดับน้ำ ปัจจุบัน	ระดับน้ำ สูงสุดวันนี้
	ม.	ม.
เหนือน้ำ	0.26	0.29
ท้ายน้ำ	0.14	0.31

รูปที่ 4.8 ค่าระดับน้ำที่ตรวจวัดได้

3.) ทดสอบเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน เมื่อทำการรัน WindowViewer จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำมีการเปลี่ยนแปลง และจะแสดงผลดังรูปที่ 4.9

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน		
ฝนสะสม 24 ชั่วโมง	1.000	มม.
ฝนสะสม 3 วัน	1.000	มม.
ฝนสะสม 7 วัน	1.000	มม.

รูปที่ 4.9 ค่าปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลทดสอบการควบคุมประตูระบายน้ำ

1.) เข้าไปที่หน้าของสถานีนั้น ๆ โดยในที่นี้จะควบคุมประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ คลิกเลือกตรงสัญลักษณ์สำหรับควบคุมประตูระบายน้ำดังรูปที่ 4.10 จากนั้นจะมีหน้าแสดงขึ้นมาดังรูปที่ 4.11 โดยก่อนจะควบคุมประตูระบายน้ำนั้น ต้อง LOGIN และตรวจสอบก่อนว่ามีสถานะเป็น Remote หรือไม่ โดยผู้ใช้งานจะต้องทำการเลือกเป็น Remote ที่ตู้ควบคุมหน้างานก่อน ถึงจะควบคุมได้ดังรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.10 สัญลักษณ์สำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ

(ก) (ข)

รูปที่ 4.11 หน้าสำหรับควบคุมประตูระบายน้ำ
(ก) เมื่อหน้างานเลือกเป็น Local ทำให้ไม่สามารถควบคุมประตูระบายน้ำได้
(ข) เมื่อหน้างานเลือกเป็น Remote ทำให้สามารถควบคุมประตูระบายน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 ตู้ควบคุมสถานีประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่

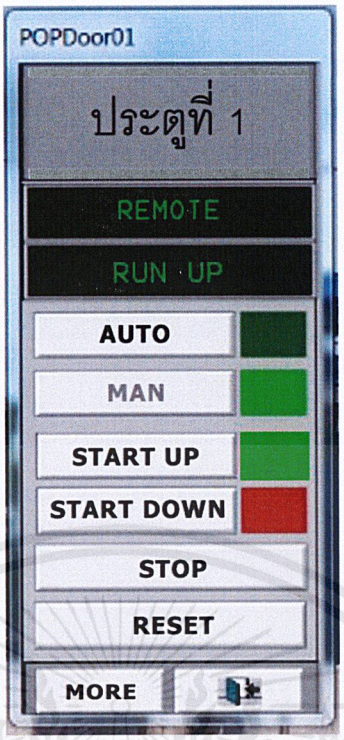
2.) เมื่อทำการรัน WindowViewer และหน้างานเลือกเป็น Remote จะทำให้สามารถควบคุมประตูระบายน้ำได้ โดยผลการทดลองมีดังนี้

เมื่อกด START UP จะทำให้บานประตูระบายน้ำเริ่มเปิดขึ้น จะมีการแสดงผลดังนี้

รูปที่ 4.13 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่กำลังเปิด

รูปที่ 4.14 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่เปิดสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 หน้าแสดงการควบคุมเมื่อประตูระบายน้ำกำลังเปิด

รูปที่ 4.16 บานประตูระบายน้ำที่กำลังเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

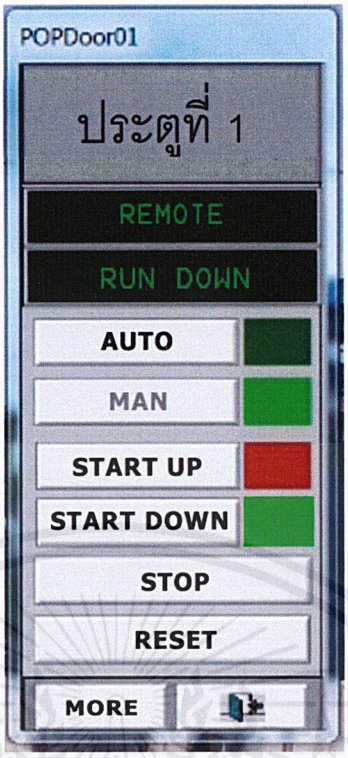
รูปที่ 4.17 บานประตูระบายที่เปิดสุด

เมื่อกด START DOWN จะทำให้บานประตูระบายน้ำเริ่มปิดลง จะมีการแสดงผล ดังรูปที่ 4.17 และเมื่อบานประตูปิดสุดแล้ว จะมีการแสดงผลดังรูปที่ 4.18

รูปที่ 4.18 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่กำลังปิด

รูปที่ 4.19 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่ปิดสุด

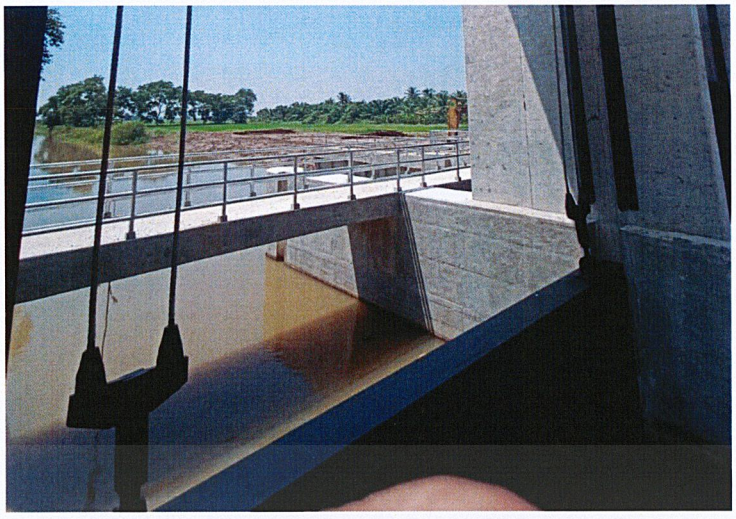
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 หน้าแสดงการควบคุมเมื่อประตูระบายน้ำกำลังปิด

รูปที่ 4.21 บานประตูระบายน้ำที่กำลังปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 บานประตูระบายน้ำที่ปิดสุด

เมื่อกด STOP จะทำให้บานประตูระบายน้ำหยุด โดยมีการแสดงผลดังรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.23 สถานะของบานประตูระบายน้ำที่หยุดลง

รูปที่ 4.24 หน้าแสดงการควบคุมเมื่อประตูระบายน้ำหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลการทดสอบการปรับปรุงสกาดาและควบคุมประตูระบายน้ำ

หลังจากที่ได้ปรับปรุงสกาดาและการควบคุมประตูระบายน้ำในบทที่ 3 แล้ว ได้ทำการทดสอบการใช้งานที่หน้างานของสถานีประตูระบายน้ำที่สร้างใหม่ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการตรวจสอบการทำงาน

รายละเอียดการทดสอบ	สถานะ
1. เมื่อมีการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและสกาดา จะทำให้ไฟฟสัญญาณสีเขียวกระพริบที่หน้าเอชเอ็มไอ	ผ่าน
2. หน้าเอชเอ็มไอสามารถเลือกเข้าไปที่หน้าหลักของการควบคุมประตูระบายน้ำแต่ละสถานีได้	ผ่าน
3. สามารถ LOGIN เข้าสู่ระบบเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำได้	ผ่าน
4. เมื่อหน้างานปรับเลือกเป็น Local Mode ต้องไม่สามารถสั่งการควบคุมได้	ผ่าน
5. เมื่อหน้างานปรับเลือกเป็น Remote Mode ต้องสามารถสั่งการควบคุมได้	ผ่าน
6. เมื่อกด START UP ประตูระบายน้ำจะเคลื่อนที่ขึ้น	ผ่าน
7. เมื่อประตูระบายน้ำกำลังเปิด สถานะบนเอชเอ็มไอต้องขึ้นว่ากำลังเปิดและมีไฟสถานะสีเขียวกระพริบ	ผ่าน
8. เมื่อประตูระบายน้ำเปิดเสร็จแล้ว สถานะบนเอชเอ็มไอต้องขึ้นว่าเปิดและมีไฟสถานะสีเขียวติดค้าง	ผ่าน
9. เมื่อกด START DOWN ประตูระบายน้ำจะเคลื่อนที่ลง	ผ่าน
10. เมื่อประตูระบายน้ำกำลังปิด สถานะบนเอชเอ็มไอต้องขึ้นว่ากำลังปิดและมีไฟสถานะสีแดงกระพริบ	ผ่าน
11. เมื่อประตูระบายน้ำปิดเสร็จแล้ว สถานะบนเอชเอ็มไอต้องขึ้นว่าปิดและมีไฟสถานะสีแดงติดค้าง	ผ่าน
12. เมื่อกด STOP ประตูระบายน้ำจะหยุดเคลื่อนที่ และไม่มีสถานะขึ้น	ผ่าน
13. หน้าเอชเอ็มไอสามารถแสดงข้อมูลระดับน้ำที่วัดล่าสุดได้	ผ่าน
14. หน้าเอชเอ็มไอสามารถแสดงข้อมูลระดับน้ำสูงสุดในแต่ละวันได้	ผ่าน
15. เมื่อระดับน้ำสูงหรือต่ำเกินไป จะมีการแจ้งเตือนเป็นตัวเลขสีแดง	ผ่าน
16. หน้าเอชเอ็มสามารถแสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการดำเนินงานในเรื่องของการปรับปรุงสกาดาเพื่อควบคุมประตูระบายน้ำสถานีที่สร้างใหม่ในระบบชลประทาน โดยผู้ใช้งานสามารถเฝ้าระวังและควบคุมประตูระบายน้ำผ่านหน้าจอเอชเอ็มไอ โดยใช้ร่วมกับพีแอลซียี่ห้อ Allen Bradley รุ่น 1769-33ER หน้าจอเอชเอ็มไอมีหน้าสำหรับให้ผู้ใช้งานได้ควบคุมประตูระบายน้ำทั้ง 2 ประตู แสดงค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและสถานะของประตูระบายน้ำทั้ง 2 ประตูได้ ทั้งนี้ล้วนช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้การได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. เนื่องด้วยเป็นโปรแกรมที่นำมาปรับปรุง ทำให้การศึกษาโปรแกรมค่อยข้างยาก

2. สถานที่ทำงานมีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และมีระยะทางไกล ทำให้ต้องเดินทางเป็นเวลานาน

5.2.2 วิธีแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาและทำความเข้าใจโปรแกรมให้มากขึ้น สอบถามผู้รู้เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในงานมากยิ่งขึ้น

2. ทำงานด้วยความไม่ประมาท คอยระมัดระวังอยู่เสมอ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบการควบคุมประตูระบายน้ำมีการเชื่อมต่อกันหลายสถานี หากเกิดความผิดพลาดของระบบเพียงจุดเดียวอาจก่อเกิดความเสียหายกับทั้งระบบได้ การดำเนินการจึงต้องมีความละเอียดและรอบคอบอย่างยิ่ง และต้องประสานงานกับลูกค้าในการดำเนินการให้ถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] 'HMI' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.premier-ac.co.th/content.php?arti_id=19

[2] 'OPC' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://archive.wunjun.com/bigdaddy/3/481.html

[3] 'การสื่อสารด้วยสัญญาณไมโครเวฟ' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://sites.google.com/site/ sowiphank/sayyan-mikhorwef-microwave

[4] 'ความหมายของชลประทาน' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://lproject.rid.go.th/site/index.php /th/thai/general-information/130-2015-06-22-02-00-53/209-2015-06-22-08-30-08

[5] 'เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.comcube.co.th/cat/rain-gauge/

[6] 'เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7340/ultrasonic-level-sensor-เซนเซอร์วัดระดับชนิดอัลตราโซนิก

[7] 'ประตูระบายน้ำ' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.eurooriental.co.th/article-sluice-gate-valve/

[8] 'โปรแกรม RSLogix 5000' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/ca/ftalk-ca001_-en-p.pdf

[9] 'โปรแกรม SMC' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.logiccontrol .com/media/DASABTCP.pdf

[10] 'โปรแกรม Wonderware InTouch' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://sw.aveva.com/monitor-and-control/hmi-supervisory-and-control/intouch-hmi-standard-edition

[11] 'พีแอลซี' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.tngroup.co.th/media/article_detail/305

[12] 'ระบบสกาดา' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://th.wikipedia.org/wiki/ระบบสกาดา

[13] 'ส่วนประกอบของพีแอลซี' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.advance-electronic.c m /blog/detail/112/th/ส่วนประกอบของ-PLC.html

[14] 'หลักการชลประทาน' [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://irre.ku.ac.th/books/pdf/17.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้