รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบควบคุมกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

Design of Process Control System for Palm Oil Production Line

นายอนุชา อนันต์ลักษณ์การ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบควบคุมกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

Design of Process Control System for Palm Oil Production Line

นายอนุชา อนันต์ลักษณ์การ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบระบบควบคุมกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายอนุชา อนันต์ลักษณ์การ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.วิศรุต ศรีรัตนะ

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายจิรกิตติ์ จันทรประทาน

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท สมาร์ทเดฟโซลูชั่น จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้นำเสนอโครงงานสหกิจศึกษาที่ได้ปฏิบัติงานที่บริษัท สมาร์ทเดฟโซลูชั่น จำกัด โดยได้รับมอบหมายให้ออกแบบโปรแกรมการควมคุม มอเตอร์ปั๊ม วาล์ว และ ใบกวน รวมถึงการทำส่วนแสดงผลหน้าจอของโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม แผนการทำงานประกอบด้วย การควบคุมการผสมสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มผ่านระบบ SCADA ด้วยตัวควบคุม PLC ของทางบริษัทซีเมนต์ การแสดงผลข้อมูลของกระบวนการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวที่หน้าจอ SCADA และการใช้โปรแกรม SIMATIC Manager ในการสื่อสารผ่านเทคโนโลยีอีเธอร์เน็ต เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งนี้ก็เพื่อให้กระบวนการผลิตทำงานได้ตามเป้าหมาย มีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดเวลาการทำงานให้ได้สั้นที่สุด มีการบันทึกค่าที่แม่นยำ ลดแรงงานที่ใช้ในการผลิต และลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากหน้างาน

คำสำคัญ : มอเตอร์ปั๊ม วาล์ว ใบกวน สกาดา SIMATIC Manager

Cooperative Title : Design of Process Control System for Palm Oil Production Line
Student Intern Name : Mr. Anucha Ananlaksakarn
Faculty : Engineering **Department :** Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name : Assoc. Prof. Dr. Witsarut Sriratana
Mentor Name : Mr. Jirakit juntarapratan
Company : Smart Dev Solution co., ltd.

ABSTRACT

This cooperative educational report presents the design of an automated system to control the mixing process of a palm oil plant at Smart dev solution co. ltd. This design integrates the use of a SCADA system, a Siemens PLC, and the SIMATIC Manager to acquire all the necessary process data and control all instruments in automated fashion. The designed system increased the efficiency of the production, conserve valuable time and energy, reduce unnecessary labour, and most importantly prevent potential dangers in the field.

Keywords: Pump motor, Valve, Agitator, SCADA and SIMATIC Manager

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณ ทางบริษัทสมาร์ทเดฟโซลูชั่นจำกัด มหาชนที่ให้ความเมตตาและโอกาสที่ดี สำหรับการที่ได้เข้ามาทำงานในโครงการสหกิจศึกษาที่ได้ให้ทั้งความรู้และประสบการณ์ ไม่ว่าจะเป็นด้านการทำงาน ด้านความรู้และด้านสังคม ผู้เขียนต้องขอขอบพระคุณผู้จัดการแผนก วิศวกรรมอัตโนมัติ คุณจิรกิตติ์ จันทรประทาน พี่เลี้ยงที่คอยดูแลเอาใจใส่คอยให้คำปรึกษาในทุกๆด้านที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เขียน

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วิศรุต ศรีรัตนะ อาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษาที่ให้คำปรึกษา ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ช่วยแก้ไขปัญหาระหว่างการดำเนินการสหกิจศึกษาให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายอนุชา อนันต์ลักษณ์การ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตโครงงาน 4

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและโรงไฟฟ้าหมุนเวียน 6

2.1.1 อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและไฟฟ้าหมุนเวียน 6

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC 11

2.2.1 ความหมาย 11

2.2.2 ส่วนประกอบของ PLC 12

2.2.3 อินพุต (Input Section) 12

2.2.4 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 13

2.2.5 หน่วยความจำของ PLC 14

2.2.6 เอาท์พุต 14

2.2.7 ชนิดของ PLC 15

2.2.8 อุปกรณ์การโปรแกรม 16

2.2.9 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร 17

2.2.10 การเขียนโปรแกรม 18

2.2.11 PLC รุ่น เอส7-400 (S7-400) 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 หลักการและทฤษฎีของระบบ SCADA 19

2.3.1 SCADA Supervisory Control and Data Acquisition คือ 19

2.3.2 SCADA เหมาะสมกับงานประเภทใด 21

2.3.3 ลักษณะพิเศษของ SCADA 22

2.3.4 การแปลงข้อมูล SCADA Protocal 22

2.4 HMI (Human Machine Interface) 23

2.5 SIMATIC Manager © STEP 7 v5.6 24

2.5.1 การทำงานร่วมกันระหว่าง Hardware และ Software 24

2.5.2 หลักการใช้ Step 7 24

2.6 SIMATIC WinCC Runtime v7.4 + SP1 29

บทที่ 3 การออกแบบโปรแกรมควบคุมจำลอง PLC 30

3.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุม 30

3.1.1 ศึกษากระบวนการ 30

3.1.2 จัดทำรายชื่อและสัญญาณของอุปกรณ์ 31

3.1.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุม 32

3.2 ออกแบบหน้าจอแสดงผล 34

3.2.1 การเชื่อม Software SIMATIC เข้ากับ WinCC 34

3.2.2 การสร้างหน้าจอแสดงผล 36

3.2.3 การลิงค์หน้าจอด้วย Picture Tree 43

3.3 ออกแบบกราฟฟิกที่ใช้ในจอแสดงผล 45

3.3.1 การสร้างกราฟฟิกให้กับวัตถุใน Software 45

3.3.2 วาดกราฟฟิกโดยอ้างอิงลักษณะอุปกรณ์จากแผนภาพ P&ID 47

3.3.3 การสร้าง Tag Management จาก S7 Program 48

3.3.4 สร้าง Animation Link ให้กับรูปกราฟฟิกที่วาด 50

3.4 การ Configure Hardware และ Simulation 53

3.4.1 การ Configure Hardware และเปิดตัว Simulation 53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมและส่วนแสดงผล 58

3.5.1 การโปรแกรมควบคุมระบบด้วย Simulation 58

3.5.2 ทดสอบการทำงานของระบบ 59

บทที่ 4 ผลการทดสอบระบบ SCADA 60

4.1 ส่วนแสดงผล 60

4.1.1 ภาพรวมของระบบ 60

4.1.2 ฟังก์ชันการแสดงผลของอุปกรณ์ 61

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 67

5.1 สรุปผล 67

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข 67

5.2.1 ปัญหาที่พบ 67

5.2.2 วิธีแก้ไขปัญหา 67

5.3 ข้อเสนอแนะ 67

เอกสารอ้างอิง 68

ประวัติผู้เขียน 69

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ตัวอย่างแผนผังระบบ HMI 1
1.2 ส่วนหน้าจอแสดงผล SCADA 2
1.3 แผนที่ของบริษัท สมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด 3
1.4 บริษัท PPP Green Complex Co., Ltd. 3
2.1 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มสำเร็จรูป 6
2.2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มในโรงงานสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน 7
2.3 การแยกส่วนและการกลั่นบริสุทธิ์น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม 8
2.4 กระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อน 9
2.5 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน 11
2.6 ลักษณะโครงสร้างของ PLC 12
2.7 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต 13
2.8 ส่วนประกอบของ CPU 13
2.9 โครงสร้างของ PLC และหน่วยความจำ 14
2.10 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของเอาท์พุต 15
2.11 แสดง PLC ชนิดบล็อก 15
2.12 กระบวนการทำงานของ PLC โมดูล 16
2.13 อุปกรณ์การโปรแกรมทาง PLC 17
2.14 แสดงวิธีการต่อ PC กับ PLC 17
2.15 วงจรแลดเดอร์ (PLC Ladder Logic Diagram) 18
2.16 องค์ประกอบของระบบ SCADA 20
2.17 การติดตั้ง SCADA สำหรับตรวจสอบข้อมูลและบริหารระบบควบคุม 20
2.18 Point-to-Point Configuration 21
2.19 Point-to-Multipoint Configuration 21
2.20 การติดต่อโดยใช้ SPC เป็นตัวกลางระหว่าง Central Computer SCADA Software และ RTU 23
2.21 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างพีซีกับ PLC ผ่านสายเคเบิลเอ็มพีไอ (MPI Cable) 25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.22 แสดงขั้นตอนการใช้งาน Simatic Maneger 25

2.23 แสดงหน้าต่างป้อนชื่อ และพื้นที่ในการบันทึกไฟล์ 25

2.24 แสดงหน้าต่างเมื่อสร้างไฟล์เสร็จ 26

2.25 แสดงหน้าต่างโปรแกรม S7 26

2.26 แสดงหน้าต่าง Block ของ OB1 27

2.27 แสดงหน้าต่าง OB1 27

2.28 แสดงหน้าต่าง Properties – Organization Block 28

2.29 แสดงหน้าต่าง S7 Program พร้อมเขียน LAD 28

2.30 โปรแกรม WinCC Runtime v7.4 + SP1 29

2.31 การสั่งแสดงผล SCADA ในระบบ 29

3.1 Topology of PPPGC 30

3.2 ตัวอย่างแสดงแผนภาพ P&ID โปรเจค PPPGC 31

3.3 รายชื่ออุปกรณ์ และ สัญญาณฟันชั่นขาเข้า-ออก 31

3.4 การกำหนดสัญลักณ์ ให้กับอุปกรณ์ 32

3.5 บล๊อคมอเตอร์ส่วนที่ 1 33

3.6 บล๊อคมอเตอร์ส่วนที่ 2 33

3.7 บล๊อคมอเตอร์ส่วนที่ 3 34

3.8 ฟังชั่นการทำงานแบบ Interlock 34

3.9 ขั้นตอนการเพิ่ม PC Stationให้กับโปรแกรม 35

3.10 หน้าต่างของ PC Station 35

3.11 หน้าต่างการ Configuration ใน PC Station 36

3.12 การเปิดโปรแกรม WinCC ผ่าน โปรแกรม Step7 36

3.13 การสร้างโปรเจคใหม่ในโปรแกรม WinCC 37

3.14 การเลือกรูปแบบการโหลดโปรเจค 37

3.15 หน้าต่างกำหนดชื่อไฟล์ 38

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.16 หน้าต่างค่าเริ่มต้นโปรแกรม 38

3.17 ซอฟแวร์ OS Project Editor 39

3.18 การตั้งค่า Resolution ของหน้าจอแสดงผล 39

3.19 หน้าต่างค่าเริ่มต้นที่ทาง Siemens ออกแบบไว้ใน Graphic Design 40

3.20 การ Activate หน้าจอ SCADA 40

3.21 หน้าจอ SCADA เริ่มต้น 41

3.22 การตั้งค่าพื้นฐาน SCADA 41

3.23 หน้าต่าง Computer List Properties 42

3.24 การตั้งค่าให้ SCADA ปรับ Resolution ตามหน้าจอคอมพิวเตอร์ 42

3.25 การสร้างหน้าจอกราฟฟิก 43

3.26 ฟังชั่น Picture Tree 43

3.27 หน้าต่างการตั้งค่า Picture Tree 44

3.28 หน้าจอ SCADA เมื่อตั้งค่าการลิงค์ภาพกราฟฟิก 44

3.29 โปรแกรม Graphics Designer 45

3.30 หน้าต่าง Graphics Designer 45

3.31 การสร้างปั๊มป์ จาก SVG library 46

3.32 การสร้างท่อน้ำจาก อุปกรณ์ Poly Tube 46

3.33 ภาพ P&ID ที่ลูกค้าส่งมา 47

3.34 ภาพ SCADA ที่ทางบริษัทจัดทำ 47

3.35 แสดงข้อมูลบล๊อคต่างๆในระบบ 48

3.36 การเปิดหน้าต่าง Operator Control and Monitoring 48

3.37 หน้าต่าง Operator Control and Monitoring 49

3.38 การโหลด Tags ขึ้นโปรแกรม WinCC 49

3.39 ตัวอย่างปั๊มป์ วาล์ว และใบกวนในระบบ 50

3.40 การเชื่อม Tags ของอุปกรณ์ 50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.41 หน้าต่างการเชื่อม Tags	51
3.42 การสร้าง Tags สีให้ท่อขณะทำงานและปิดการทำงาน	51
3.43 การลิ้งค์ Tags การทำงาน ขณะ Set และ Not Set	52
3.44 หน้าจอการตั้งค่าเวลาในการแสดงผล	52
3.45 หน้าต่างโปรแกรม SIMATIC Manager SP1	53
3.46 การเปิดโปรแกรม Simulation	53
3.47 หน้าต่าง Simulation ขณะ STOP	54
3.48 การเข้าส่วนโปรแกรม Hardware	54
3.49 หน้าต่าง Hardware Configure	55
3.50 ฟังชั่นการทำงานแบบ Interlock	55
3.51 หน้าต่าง Select Target Module	56
3.52 หน้าต่าง Select Node Address	56
3.53 หน้าต่าง Blocks ฟังชั่น	57
3.54 หน้าต่าง Download	57
3.55 หน้าต่าง Simulation ขณะ RUN	58
3.56 ทดลอง SIM I12.0 และ I12.1	58
3.57 ทดลองการทำงานของ ปั๊มป์ และ ใบกวน	59
4.1 ภาพรวมของกระบวนการขณะที่ยังไม่มีอุปกรณ์ทำงาน	60
4.2 ภาพรวมของกระบวนการขณะที่อุปกรณ์ทำงานในแต่ละสถาณะ	61
4.3 Pop Up ของ On – Off Pump ใบแบบ Local/Remote	61
4.4 Pop Up ของ On – Off Agitator ใบแบบ Local/Remote	62
4.5 Pop Up ของ On – Off Valve ใบแบบ Local/Remote	62
4.6 การแสดงผลเมื่ออุปกรณ์ทำงานอยู่ใน Auto Mode	63
4.7 การแสดงผลเมื่ออุปกรณ์ทำงานอยู่ใน Manual Mode	63
4.8 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง Interlock	64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.9 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง External Error 64
4.10 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง Feedback Monitoring Error 65
4.11 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง Motor Protecting Switch 65
4.12 การแสดงผลเมื่อเกิด Alarm แจ้งเตือนต่างๆ 66
4.13 การแสดงผลเมื่อตั้งค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ 66

บทที่ 1
บทนำ

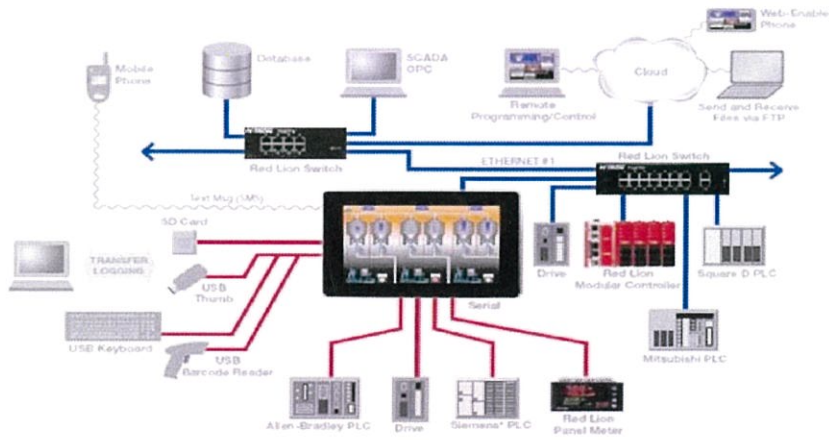
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน ระบบโรงงานอุตสาหกรรมทุกขนาดล้วนมีการใช้งานระบบควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม ในการควบคุมเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต (Process) และแสดงผลการทำงานของเครื่องจักรเหล่านั้น ให้มีความผิดพลาดในการผลิตน้อยที่สุด ใช้เวลาในการผลิตเร็วที่สุด และมีผลผลิตมากที่สุด เพื่อลดความสิ้นเปลืองหรือค่าใช้จ่ายของโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านั้นให้น้อยลง โดยที่เราจะนำ HMI Programing (HMI: Human Machine Interface) มาใช้งาน

ระบบ HMI มักจะนำเสนอข้อมูลให้กับผู้ใช้งานในรูปแบบกราฟฟิก หรือแบบแผนภาพเลียนแบบ ซึ่งหมายความว่าผู้ปฏิบัติสามารถดูแผนผังแสดงโรงงานที่ถูกควบคุมได้ผ่านทางกราฟฟิกนั้นเอง โดยแพคเกจ HMI สำหรับระบบ SCADA จะมีโปรแกรมวาดภาพเพื่อผู้ปฏิบัติการสามารถบำรุงรักษาระบบที่อินเตอร์เฟซได้ โดยการแสดงเหล่านี้อาจจะเป็นสัญญาณไฟ หรือระดับน้ำในถังที่ถูกควบคุม เพื่อให้มีความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น หากแบ่งการทำงานของระบบแล้วจะแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ

ส่วนที่ 1 PLC (Programmable Logic Controller) เป็นส่วนตัวโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ ดังเช่น มอเตอร์ (Motor), ไฟเตือน (Alarm) ให้ทำงานตามที่ผู้ดูแลสั่งการ

ส่วนที่ 2 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) เป็นส่วนการแสดงผลในรูปแบบกราฟฟิกในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจดู และสั่งการในโปรแกรมที่เชื่อมต่ออยู่กับโปรแกรมใน PLC นั่นเองดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างแผนผังระบบ HMI

ส่วนประกอบของ PLC แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ส่วนประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นมันสมองกลางของระบบโดยมี Logic gate และ Microprocessor base ให้ผู้ใช้งานได้ออกแบบวงจรเข้าไปได้

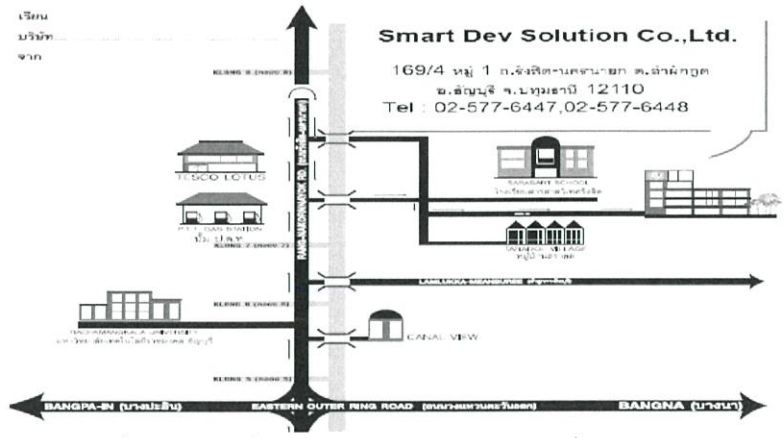
2. ส่วนที่เป็นอินพุต / เอาต์พุต (Input/output: I/O) จะถูกต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสัญญาณต่างๆและส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผลสัญญาณเพื่อให้อุปกรณ์ทำตามเงื่อนไขที่ระบุไว้

3. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device) จะทำหน้าที่ควบคุมโปรแกรมของผู้ควบคุมลงในหน่วยความจำของ PLC เพื่อให้อุปกรณ์ทำตามที่ระบุไว้

ในส่วนการแสดงผลและการเตือนภัย ระบบจะจับภาพผ่านอุปกรณ์ต่างๆ และส่งสัญญาณมาทาง SCADA ตลอดเพื่อใช้พิจารณาเมื่อมีเหตุการณ์การเตือนภัยเกิดขึ้น และจะแจ้งให้ผู้ปฏิบัติการหรือผู้จัดการระบบ SCADA ระยะไกลจะได้รับโดย เงื่อนไขการเตือนต้องสามารถชี้ชัดได้อย่างชัดเจน มิฉะนั้นสาเหตุของปัญหาอาจหาไม่พบดังรูปที่ 2.2

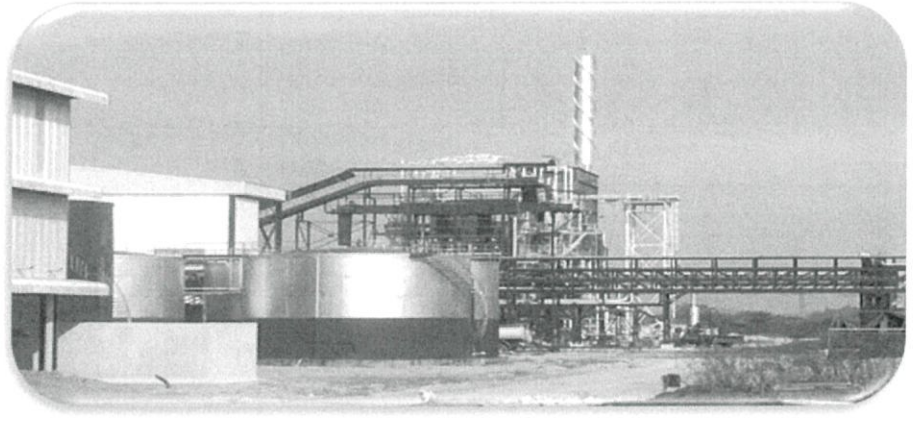
รูปที่ 1.2 ส่วนหน้าจอแสดงผล SCADA

โดยในส่วนของบริษัท สมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจทางด้านวิศวกรรมในระบบไฟฟ้าควบคุม รับออกแบบและปรับปรุงระบบไฟฟ้า เครื่องจักรและกระบวนการผลิต (Automation System) พร้อมรับเขียนโปรแกรม PLC, Drive, HMI และระบบ SCADA ยี่ห้อ Siemens โดยมีทีมงานวิศวกร และทีมผู้เชี่ยวชาญด้านระบบ PLC Siemens ประสบการณ์กว่าสิบปี เพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการผลิตน้อยที่สุด [1] โดยสถานที่ตั้งของบริษัทสมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด อยู่ที่ 169/4 ม.1 ต.ลำผักกูด อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แผนที่ของบริษัท สมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด

สำหรับโครงการสหกิจศึกษาที่ได้รับมอบหมายนั้นเกี่ยวข้องกับโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีระบบโดยคร่าว คือการนำปาล์มมาอบไอน้ำ และแยกส่วนน้ำมันกับเศษไม้ และนำเศษไม้ไปเผาเพื่อหมุนเทอร์ไบน์ปั่นออกมาเป็นไฟฟ้า โดยถ้าหากทั้งระบบควบคุมโดยมนุษย์อาจเกิดข้อผิดพลาด และ ต้องใช้ประชากรประจำหลายจุดของกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 1.4 จึงมีการเสริมการผลิตโดยว่าจ้างบริษัท สมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด เข้ามาเสริมกระบวนการผลิตโดยเลือกใช้ตัวควบคุม PLC ซึ่งทางผู้ดูแลสามารถโปรแกรมระบบให้เป็นไปตามที่ต้องการได้จากทางระยะไกล ทั้งยังมีหน่วยเก็บความจำ บนระบบเซิฟเวอร์ และยังสามารถควบคุมการผลิตได้ยังต่อเนื่อง (Continuous Control) แม้ว่าตัว PLC ตัวแรกจะเสียหาย ก็ยังมี PLC ตัวที่สองคอย สแตนบาย (Stand-by) พร้อมทำงานเนื่องจากเป็นระบบรีดันเดนต์ และสามารถดูแลระบบ ตรวจวัด และสั่งการ ผ่านโปรแกรม SCADA ได้อีกด้วย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและลดการใช้แรงงานในโรงงาน



รูปที่ 1.4 บริษัท PPP Green Complex Co., Ltd.

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สร้างส่วนแสดงผลกราฟฟิกผ่านโปรแกรม WINCC, PCS7 ของ Siemens และจำลองการควบคุมของระบบ

1.2.2 ศึกษาการใช้งาน PLC SIMATIC - 400 Redundant

1.2.3 ศึกษาวิธีการ Configure ระบบ PLC SIMATIC - 400 Redundant

1.2.4 ศึกษาการเขียนโปรแกรม PLC ของ Siemens

1.3 ขอบเขตโครงงาน

โครงงานนี้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาเทโนโลยี่ ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม มาใช้งานร่วมกับ PLC SIMATIC - 400 Redundant โดยศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหลักการทำงานของ PLC SIMATIC S400 รวมถึงการทำให้ PLC ติดต่อสื่อสารกันเป็นแบบ Industrial Ethernet โดยอาศัยคุณลักษณะของ Profinet และ Profibus

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 ศึกษาการทำงานของ PLC SIMATIC S - 400 Redundant

1.4.2 ศึกษาการเขียนโปรแกรมซอฟแวร์ SIMATIC Manager ของ Siemens

1.4.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรมซอฟแวร์ WINCC PCS7

1.4.4 ศึกษาการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม SIMATIC Manager และ WINCC PCS7 ผ่านการ Simulation

1.4.5 ศึกษาการติดตั้งโปรแกรม SQL ผ่านเครื่อง Server พร้อมติดตั้งเข้าตู้ ECC

1.4.6 ศึกษาการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ผ่าน PROFINET แบบใช้สาย

1.4.7 ศึกษาการคอนฟิกโปรแกรม SIMATIC Manager S - 400 Redundant ให้เครื่องพร้อมใช้งาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบถึงวิธีการใช้งาน ระบบ HMI ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

1.5.2 สามารถอ่าน และ เขียนโปรแกรม SIMATIC Manager ได้

1.5.3 ได้รู้วิธีการเขียนกราฟฟิก และส่วนแสดงผลของโปรแกรม WinCC

1.5.4 เข้าใจการทำงานและวิธีคอนฟิก PLC SIMATIC S - 400 Redundant

1.5.5 ได้รับประสบการณ์การทำงาน

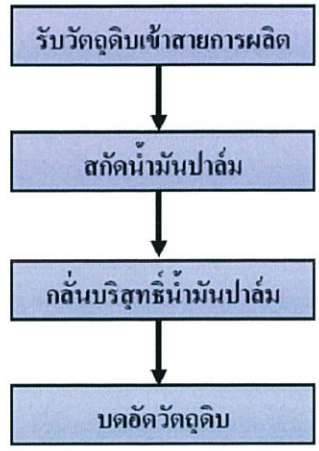
บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและโรงไฟฟ้าหมุนเวียน

2.1.1 อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและไฟฟ้าหมุนเวียน

2.1.1.1 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

โดยทั่วไป กระบวนการที่สำคัญในการผลิตน้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมมีดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มสำเร็จรูป

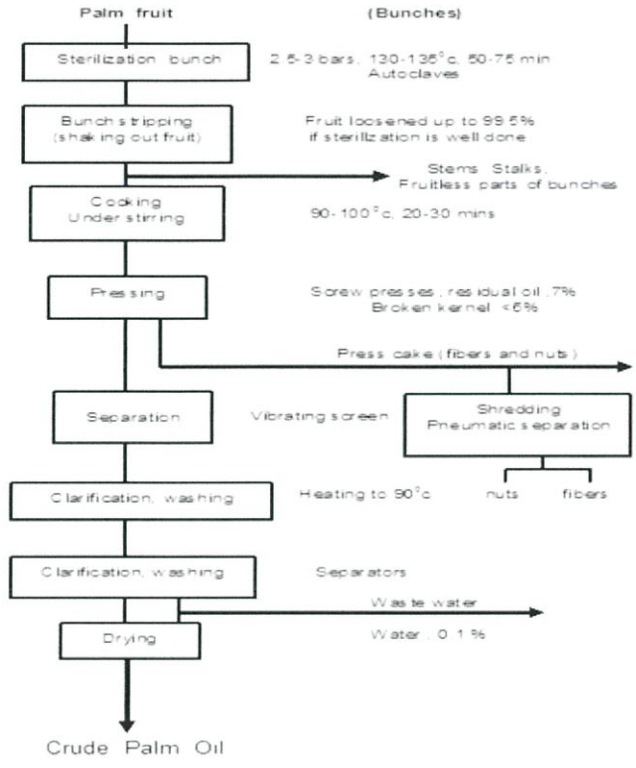
2.1.1.1.1 การรับวัตถุดิบเข้าสายการผลิต (Raw Material Receiving)

ในกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มจะมีการใช้วัตถุดิบที่ยังไม่ได้แปรรูป ซึ่งปัจจัยที่สำคัญคือ การตรวจคุณภาพของผลปาล์มและการจัดเก็บ เพื่อรอการผลิตโดยไม่ให้เกิดวัตถุดิบเหลือค้างในคลัง เพราะวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด เป็นวัตถุดิบสด ไม่ผ่านการแปรรูป สามารถเก็บได้เพียงช่วงระยะเวลาเพียงสั้นๆเท่านั้น หากวัตถุดิบเหลือค้างเป็นระยะเวลานานจะเกิดการย่อยสลายและเกิดเชื้อรา รวมถึงแบคทีเรีย ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตอีกด้วย

2.1.1.1.2 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม (Mill Processing)

หลังการทะลายปาล์มน้ำมัน จะทำการลำเลียงผลผลิตเข้าสู่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งในกระบวนการสกัดน้ำมันมีทั้งหมด 2 แบบ คือ กระบวนการสกัดน้ำมันแบบหีบน้ำมันแยก และกระบวนการสกัดน้ำมันแบบหีบน้ำมันผสม โดยโรงงานสกัดแบบหีบน้ำมันแยกนั้นมีกำลังการผลิตสูง โดยประมาณ 30 - 80 ตัน/ชั่วโมง และผลผลิตที่ได้จัดเป็นน้ำมันคุณภาพสูง สำหรับโรงงานแบบหีบน้ำมันผสมเป็นโรงงานที่มีปริมาณการผลิตค่อนข้างต่ำ และน้ำมันที่สกัดได้เป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันปาล์ม

จากเปลือกและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ในขั้นตอนถัดไปจะกล่าวถึงวิธีการสกัดน้ำมันแบบที่นิยมใช้ในโรงงานปัจจุบัน



รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มในโรงงานสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน

ซึ่งกระบวนการผลิตจะมีทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2.2 คือ

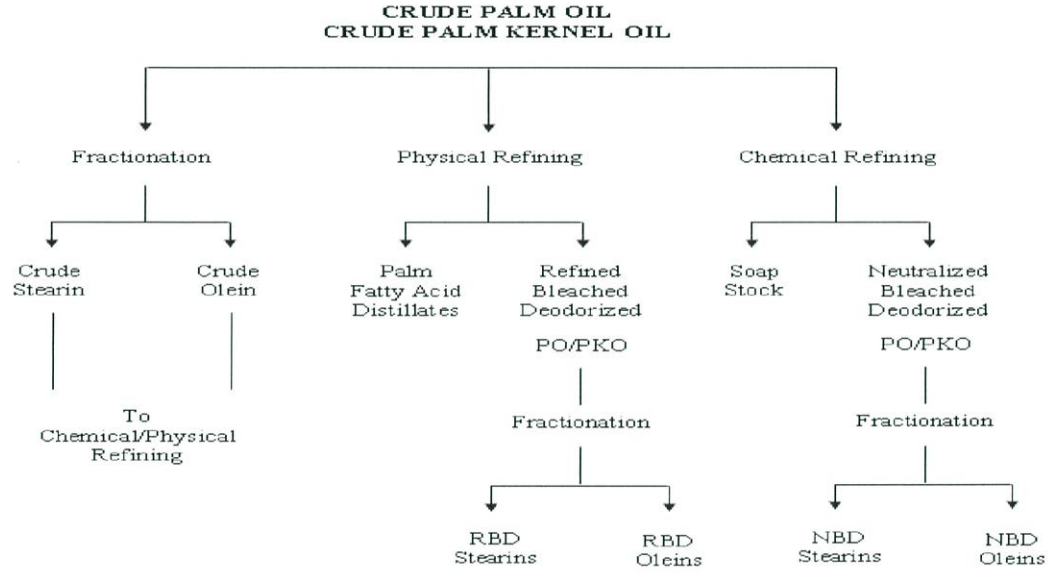
1. การอบทะลายด้วยไอน้ำ (Sterilization) โดยเริ่มอบปาล์มที่อุณหภูมิ 130 – 135 องศาเซลเซียสที่ความดัน 2.5 - 3 bars เป็นเวลา 50 - 75 นาที เนื่องจากการอบทะลายจะช่วยหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซีส เป็นเหตุให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มและช่วยให้ผลปาล์มหลุดจากขั้วได้ง่าย

2. การแยกผล (Stripping) เป็นการส่งวัตถุดิลทะลายเข้าเครื่องแยกผลปาล์ม สำหรับการทะลายเปล่าจะถูกแยกออกไป จากนั้นนำผลปาล์มไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม เพื่อให้ส่วนเปลือกแยกออกจากเมล็ด

3. การสกัดน้ำมัน (Oil Extraction) นำส่วนเปลือกมาอบที่อุณหภูมิประมาณ 90 – 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 - 30 นาทีจากนั้นผ่านเข้าเครื่องหีบแบบเกลียวอัดคู่ จะได้น้ำมันปาล์มดิบที่มีองค์ประกอบคือ น้ำมัน 66 % น้ำ 24 % และของแข็ง 10 %

4. การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ (Clarification) นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากกระบวนการสกัด ลำเลียงเข้าถังกรองเพื่อแยกน้ำและของแข็งออก จากนั้นนำเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อทำความสะอาดอีก

ครั้ง และไล่น้ำออกเพื่อทำให้แห้ง ส่งเข้าถังเก็บน้ำมันสำหรับรอการกลั่นหรือจำหน่ายต่อไป น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จะแยกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีส้มแดง (Crude Palm Oil Olein) ประมาณ 30 - 50 % และส่วนที่มีลักษณะเป็นไขสีเหลืองส้ม (Crude Palm Oil Stearin) ประมาณ 50 - 70 % สำหรับกากผลปาล์มจะถูกนำมาสกัดเส้นใยออกจากเมล็ดและนำมาอบแห้งและทำความสะอาด ตลอดขนนำเข้าเครื่องกะเทาะเพื่อแยกกะลาออก และนำส่วนเมล็ดมาอบแห้งให้มีความชื้นไม่เกิน 7 % เพื่อรอจำหน่าย หรือหีบน้ำมันต่อไป น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์มที่ได้จากกระบวนการการสกัดสามารถส่งเข้าสู่โรงงานเพื่อทำให้บริสุทธิ์หรือจะนำไปแยกส่วนก่อนได้ ซึ่งจะได้น้ำมันปาล์มที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การแยกส่วนและการกลั่นบริสุทธิ์น้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม

2.1.1.1.3 กระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (Refine Processing)

การกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เป็นกระบวนการทำให้น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ เป็นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันเมล็ดในปาล์มบริสุทธิ์ ซึ่งกระบวนการกลั่นเริ่มจากกำจัดกรดไขมันอิสระผ่านไอน้ำที่เข้าไปในท่อน้ำมันร้อน แล้วกลั่นแยกกรดไขมันอิสระและสารที่ให้กลิ่นให้ระเหยออกไป จึงเป็นการทำให้น้ำมันเป็นกลางและกำจัดกลิ่นไปพร้อมกัน การกลั่นน้ำมันปาล์มโดยวิธีทางกายภาพ ทำได้โดยเตรียมน้ำมันปาล์มดิบที่ไม่มีฟอสโฟลิปิด ด้วยการกำจัดออกด้วยน้ำ แล้วทำปฏิกิริยาด้วยกรดฟอสฟอริก ที่ความเข้มข้น 80 – 85 % ประมาณ 0.05 – 0.2 % ของน้ำมันปาล์มดิบนำมาผสมกับน้ำมันที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 30 นาที จากนั้นเติมผงฟอกสี (Bleaching Earth) ประมาณ 0.8 – 2.0 % ของน้ำมันปาล์มดิบ ภายใต้สภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 95 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 – 45 นาที จากนั้นนำน้ำมันปาล์มผ่านเข้าเครื่องกรองจะได้น้ำมันที่ไม่มีฟอสโฟลิปิด

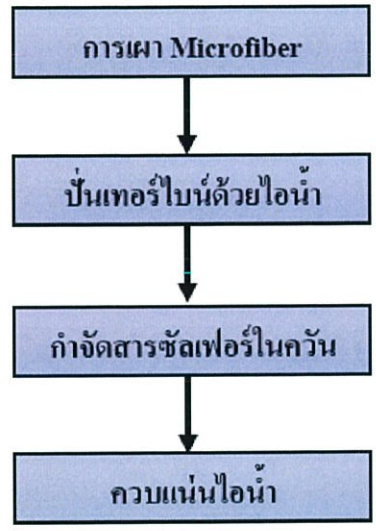
มากลั่นโดยใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิน้ำมัน 240 – 270 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 - 2 ชั่วโมง ภายใต้สภาพสูญญากาศ จะได้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (Refined Bleached and Deodorized Palm Oil, RBD PO) หรือน้ำมันเมล็ดในปาล์มบริสุทธิ์ (Refined Bleached and Deodorized Palm Kernel Oil, RBD PKO)

2.1.1.1.4 การบดอัดวัตถุดิบ (Pressing)

ในกระบวนการบดอัดปาล์มหลังจากกระบวนการผลิตน้ำมัน เมื่อผ่านการสกัดน้ำมันแล้วผลที่ได้คือ น้ำมันดิบที่พร้อมนำไปทำความสะอาดเพื่อเข้าสู่กระบวนการถัดไปและกากใย (Fiber) ที่เป็นเศษเหลือจากกระบวนการ จะถูกลำเลียงไปสู่กระบวดการบดอัด ให้ออกได้ผลออกมาเป็น ไมโคไฟเบอร์ (Microfiber) เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการเผาไหม้ เพื่อนำไปผลิตไฟฟ้าต่อไป[5]

2.1.1.2 กระบวนการผลิตไฟฟ้า

โดยทั่วไป กระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนที่สำคัญแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อน

2.1.1.2.1 กระบวนการเผาไหม้

ในกระบวนการเผาไหม้ (Combustion) นั้น ทางโรงงานจะนำไมโคไฟเบอร์จากกระบวนการบดอัดในขั้นตอนที่แล้วมาเข้ากระบวนการเผา เพื่อให้ได้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ซึ่งความร้อนจากการเผานั้นจะถูกนำไปใช้ในการต้มน้ำในหม้อน้ำให้เกิดไอน้ำ (Steam) ในการหมุนใบพัด ส่วนฝุ่นหรือเขม่าควันที่ได้นั้นเนื่องจากเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จะถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการกำจัดซัลเฟอร์ และปล่อยสู่บรรยากาศ

2.1.1.2.2 กระบวนการปั่นไฟฟ้าด้วยเทอร์ไบร์น

การทำงานของเครื่องกังหันไอน้ำ ไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูงจากท่อนำไอน้ำจะไหลเข้าสู่เครื่องกังหันไอน้ำผ่านทางวาล์วของระบบควบคุม เพื่อควบคุมการไหลของไอน้ำที่จะไปหมุนกังหันไอน้ำให้เหมาะสมกับความเร็วรอบหรือภาวะที่ต้องการ จากนั้นไอน้ำก็จะไหลเข้าสู่ตัวกังหันไอน้ำ ซึ่งประกอบด้วยตัวถัง โดยมีเพลาหมุนและใบพัดติดตั้งอยู่ภายในตัวถัง เพลานี้จะถูกรองรับด้วยแบริ่ง (Bearing) เมื่อไอน้ำไหลเข้ามาในตัวกังหันไอน้ำ ความดันของไอน้ำจะลดลงและเกิดการขยายตัวของไอน้ำขึ้น การขยายตัวนี้จะทำให้ปริมาตรของไอน้ำเพิ่มขึ้น มีผลให้ความเร็วการไหลของไอน้ำในตัวกังหันสูงขึ้น ไอน้ำที่ความเร็วสูงนี้จะไปปะทะกับใบพัด (Moving Blade) ที่ติดอยู่กับเพลา ทำให้เกิดแรงผลักดันให้เพลาของกังหันหมุน แต่เนื่องจากใบพัดในตัวกังหันไอน้ำได้ถูกออกแบบไว้เป็นชุดๆจำนวนหลายชุดติดตั้งอยู่บนเพลาหมุนเดียวกันดังนั้นไอน้ำที่ไหลผ่านจากใบพัดชุดแรก จะไหลผ่านใบพัดที่ติดตั้งอยู่กับตัวถัง (Stationary Blade) และไปปะทะกับใบพัดชุดหลังๆไปเรื่อยๆ ทำให้เราได้พลังงานในรูปพลังงานกลจากลักษณะการหมุนของเพลากังหันนั่นเอง

2.1.1.2.3 กระบวนการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์

เครื่องกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นเครื่องกำจัดก๊าซหลังจากก๊าซร้อนผ่านเครื่องดักจับ (Precipitation) แล้วจะถูกเป่าผ่านอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิก่อนที่จะฮีทเข้าไปในอุปกรณ์จับก๊าซ (Absorber) ซึ่งเป็นที่ให้น้ำหินปูน (Limestone Slurry) ทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์กลายเป็นผลึกยิปซัม ก๊าซที่ถูกขจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์แล้วจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 60 องศาเซลเซียสจะถูกดูดออกโดยพัดลมดูดอากาศ (Booster Fan) และถูกปล่อยออกจากปล่อง (Stack) ของโรงไฟฟ้า

2.1.1.2.4 กระบวนการควบแน่นไอน้ำ

เมื่อความดันและอุณหภูมิของไอน้ำลดลง ไอน้ำจะไหลออกจากกังหันเข้าสู่เครื่องควบแน่น ซึ่งมีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ สร้างด้วยเหล็กที่มีความแข็งแรงพอที่จะรับการกระแทกของไอน้ำได้ ภายในท่อจะมีท่อโลหะ เช่น ทองเหลืองสอดขวางอยู่เป็นจำนวนมากภายในท่อนี้จะมีน้ำที่ใช้ระบายความร้อนไหลอยู่ ดังนั้นเมื่อไอน้ำไหลเข้าสู่เครื่องควบแน่น ไอน้ำจะถ่ายเทความร้อนผ่านท่อทองเหลืองให้น้ำในท่อและตัวไอน้ำควบแน่น และเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำบริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่ง ในขณะไอน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำนั้น ปริมาตรของไอน้ำจะลดลงอย่างมากทำให้ความดันในเครื่องควบแน่นต่ำกว่าบรรยากาศ ซึ่งเป็นผลในด้านการไหลของไอน้ำและประสิทธิภาพของเครื่องกังหันไอน้ำจะสูงขึ้นด้วย ส่วนน้ำบริสุทธิ์ (Deminerize Water) ที่ได้รับจากการควบแน่นของไอน้ำจะถูกสูบวนกลับเข้าหม้อน้ำอีกครั้ง [6] โดยองค์ประกอบรวมของโรงไฟฟ้าความร้อนจะแสดงดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

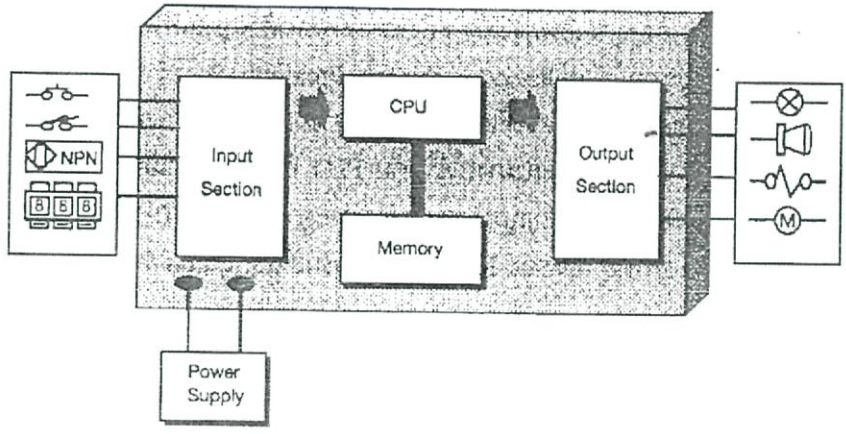
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี (PLC)

2.2.1 ความหมาย

PLC คือ อุปกรณ์ชนิดโซลิต-สเตท (Solid-State) ที่ทำงานแบบลอจิก ซึ่งการออกแบบการทำงานของ PLC นั้นจะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐาน PLC จะประกอบด้วย อุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิต-เสตท ลอจิก เอเลเมนท์ (Solid-State Digital Logic Element) เพื่อให้การทำงานและการตัดสินใจเป็นแบบลอจิก การใช้ PLC สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) เนื่องจากจำเป็นต้องเดินสายไฟ ดังนั้นเมื่อจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนระบบการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ จะต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับ PLC แล้ว การเปลี่ยนระบบหรือลำดับการทำงานใหม่ ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ในปัจจุบัน ได้หันมาใช้ระบบโซลิต-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร ทั้งนั้น PLC ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆได้ เช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด , เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยวแล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆตัวเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากกว่ารีเลย์แบบเก่าดังนั้นในงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น [2]

2.2.2 ส่วนประกอบของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานทางอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรมสำหรับPLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกมาประกอบย่อยได้ โดยทั่วไปแล้ว โครงสร้างของ PLC จะประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ดังรูปที่ 2.6



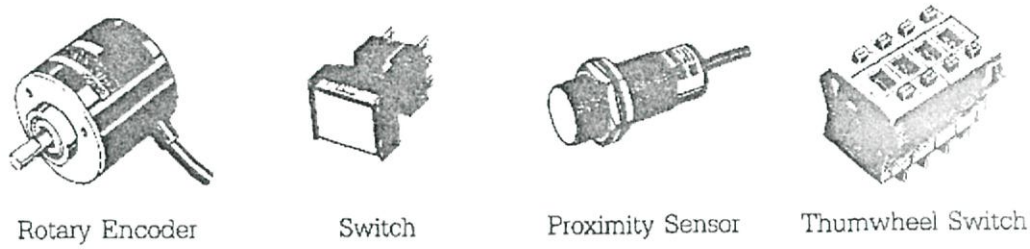
รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของ PLC

2.2.3 อินพุต (Input Section)

อินพุตทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปเพื่อทำการประมวลผล สัญญาณอินพุตต่างๆ ที่เข้ามาจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม ถูกต้องไม่เช่นนั้น CPU จะเสียหายได้ โดยสัญญาณที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. สัญญาณขาเข้าจะต้องได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU กระทำด้วยแสง
3. หน้าสัมผัสต้องไม่สั่นสะเทือน

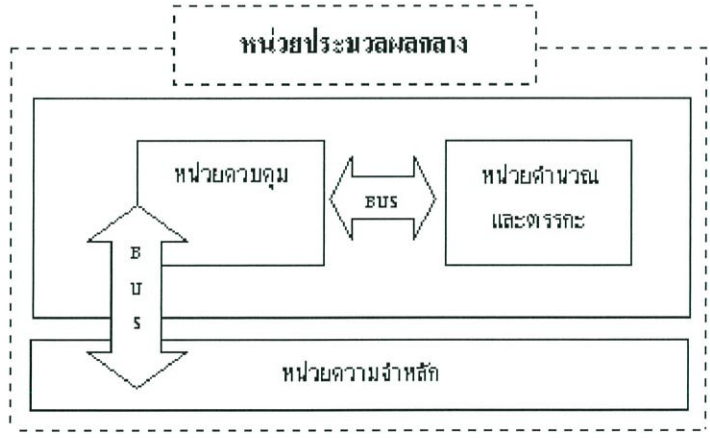
อุปกรณ์อินพุตที่ส่งสัญญาณออกมาในลักษณะเปิด-ปิด จะสามารถใช้ได้กับ PLC ที่รับสัญญาณเป็นแบบดิจิตอลเท่านั้น ส่วนสัญญาณอินพุตที่เป็นแบบอนาล็อกมาตรฐานต่างๆ จะต้องต่อเข้ากับภาคอินพุตของ PLC ที่สามารถรับสัญญาณอนาล็อกเท่านั้นตัวอย่างอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต

2.2.4 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

CPU ทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุม ซึ่งเปรียบเหมือนสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยลอจิกเกทต่างๆ และมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส สำหรับออกแบบวงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก CPU จะยอมรับข้อมูลอินพุต จากอุปกรณ์ให้สัญญาณต่างๆ และจะทำการเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าตรง เพื่อใช้สำหรับแรงดันต่ำ



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของ CPU

สามารถศึกษาวงจรของส่วนประกอบของ CPU ได้จากรูปที่ 2.8 เป็น CPU ที่รวมแหล่งจ่ายไฟเข้าด้วยกัน ซึ่งจะแยกแหล่งจ่ายไฟออกมาต่างหาก นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญที่อยู่ใน CPU อีกชุดหนึ่ง คือโปรเซสเซอร์เมโมรีโมดูล ซึ่งถือเป็นสมองที่ควบคุมโปรแกรมภายในประกอบด้วย ไมโครเมโมรีชิพ ทำหน้าที่เก็บและเรียกข้อมูลจากหน่วยความจำและติดต่อกับวงจรที่ต้องการ

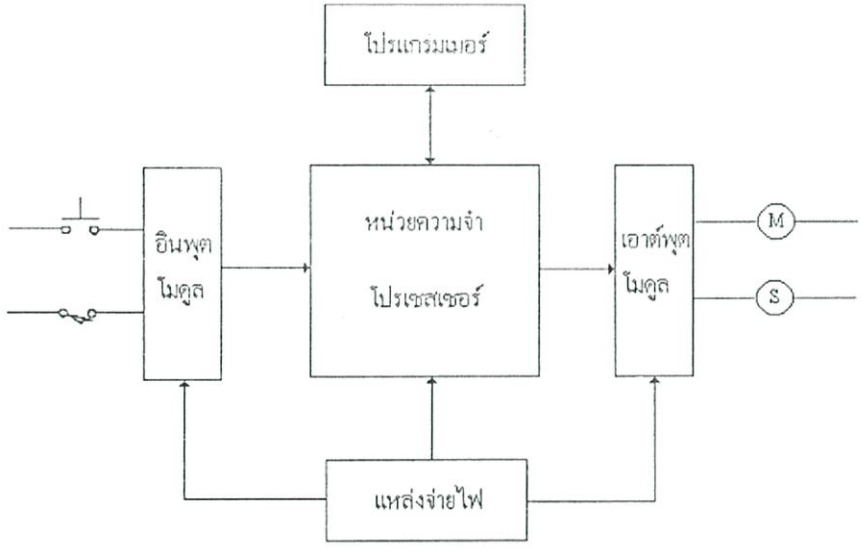
2.2.5 หน่วยความจำของ PLC

หน่วยความจำของ PLC ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกออกแบบเป็นบิตข้อมูลภายในหน่วยความจำ 1 บิต จะมีสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ RAM และ ROM

2.2.5.1 แรม (RAM: Random Access Memory) หน่วยความจำนี้มีแบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงในแรมทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการแก้ไขโปรแกรมบ่อย

2.2.5.2 อีพรอม (EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความชนิดนี้ จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต มีข้อดีตรงไฟดับแล้วข้อมูลไม่หาย

2.2.5.3 อีอีพรอม (EEPROM: Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีทางไฟฟ้าเหมือนแรม ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟ รวมเอาข้อดีของแรมและอีพรอมไว้ด้วยกัน โดยมีโครงสร้างตามรูปที่ 2.9

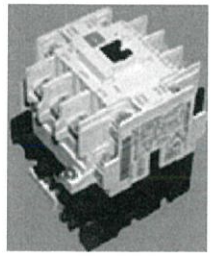
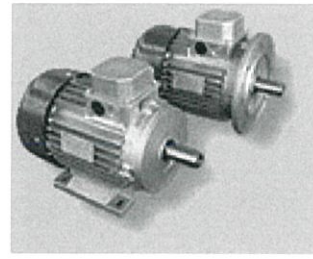
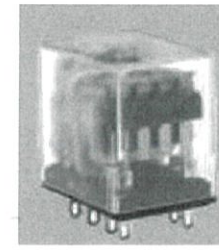


รูปที่ 2.9 โครงสร้างของ PLC และหน่วยความจำ

2.2.6 เอาท์พุต

เอาท์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผล แล้วส่งข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้อุปกรณ์ด้านเอาท์พุตทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ ส่วนของเอาท์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้

จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน นอกจากนั้นยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง ออกจากอุปกรณ์โดยมีตัวอย่างอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของเอาท์พุต

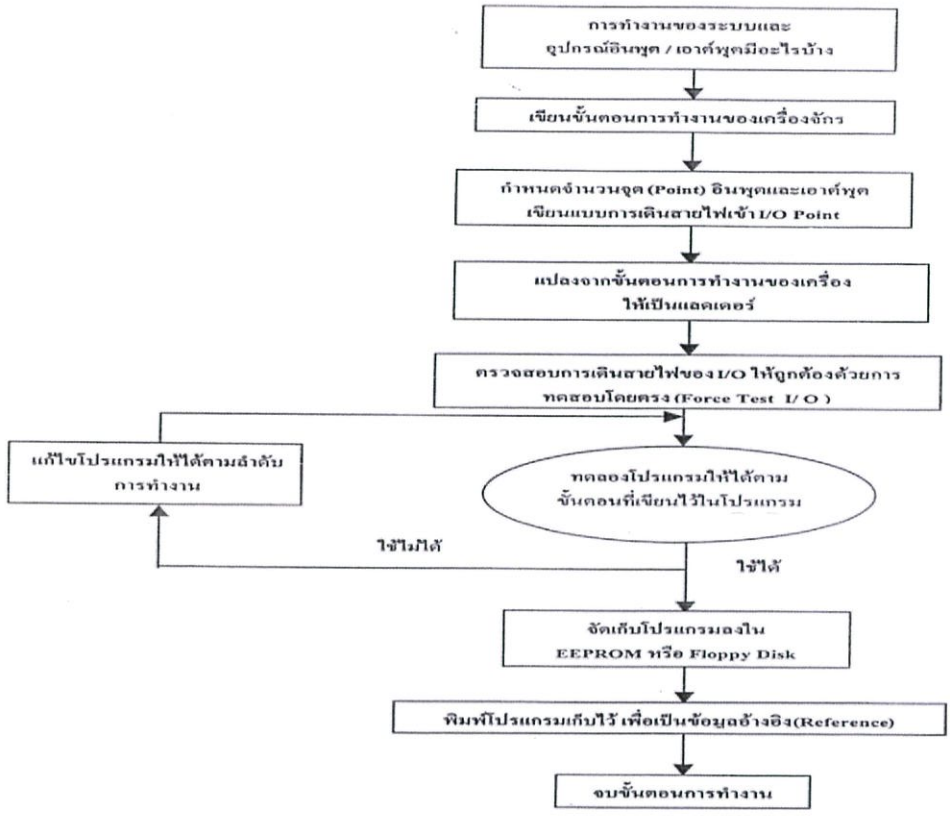
2.2.7 ชนิดของ PLC

ตามโครงสร้างของ PLC สามารถจำแนก PLC ออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.2.7.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) PLC ชนิดนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกันทั้งหมด ในรูปที่ 2.11 จะแสดงพีแอลชนิดบล็อก

รูปที่ 2.11 แสดง PLC ชนิดบล็อก

2.2.7.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือ แร็ค (Rack Type PLCs) PLC ชนิดนี้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้หลายแบบขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ในส่วนของหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำจะอยู่กับซีพียูโมดูล ซึ่งตัวซีพียูโมดูลมีกระบวนการ การทำงานดังรูปที่ 2.12

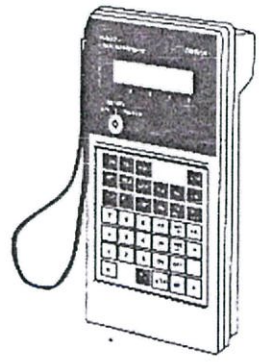


รูปที่ 2.12 กระบวนการทำงานของ PLC โมดูล

2.2.8 อุปกรณ์การโปรแกรม

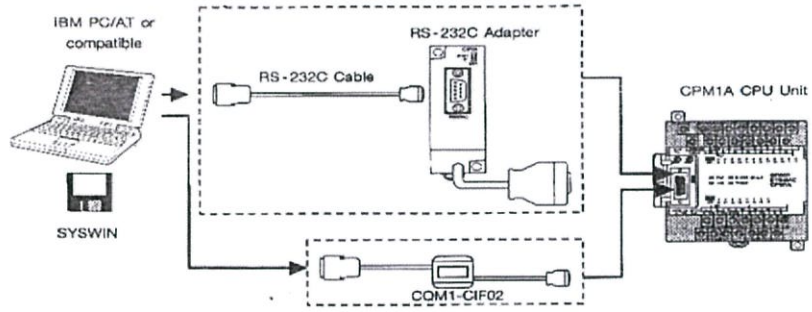
การสั่งการให้ PLC ทำงานจะต้องป้อนโปรแกรมให้ PLC ก่อน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.2.8.1 ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand Held Programmer) ซึ่งการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยการใช้ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ ภาษาที่ใช้เป็นภาษาสเตทเมนต์ลิสต์ เช่นคำสั่ง โหลด (LD) แอนด์ (AND) ออร์ (OR) ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐานสามารถเรียกใช้งานโดยการกดปุ่มที่อยู่ที่ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ แต่เมื่อต้องการใช้งานฟังก์ชั่นอื่นๆที่มีอยู่ใน PLC สามารถเรียกใช้โดยปุ่มเรียกใช้คำสั่งพิเศษ ซึ่งวิธีการใช้งานตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือต้องศึกษาจากคู่มือแต่ละรุ่น ซึ่งหน้าตาของตัวป้อนโปรแกรมทาง PLC แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 อุปกรณ์การโปรแกรมทาง PLC

2.2.8.2 คอมพิวเตอร์ส่วนตัว (PC: Personal Computer) สามารถใช้เขียนโปรแกรมให้กับ PLC ได้ โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์เฉพาะของ PLC ยี่ห่อนั้น ภาษาที่ใช้เขียนคือภาษาแลดเดอร์ซึ่งทำให้เข้าใจง่ายกว่าการใช้ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ โดยรูปที่ 2.14 จะแสดงวิธีต่อ PC กับ PLC



รูปที่ 2.14 แสดงวิธีการต่อ PC กับ PLC

2.2.9 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.2.9.1 กำหนดรูปแบบขั้นตอนในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดขึ้นมา เป็นแบบแผนภาพแล้วจึงร่างแบบโปรแกรม PLC โดยคร่าวๆ

2.2.9.2 กำหนดอินพุตและเอาต์พุต คือการกำหนดแอดเดรสของสวิตซ์ปุ่มกด (Push Button) ว่าอยู่ในแอดเดรสใด เช่น สวิตซ์ปุ่มกด (Push Button) จะต่อเข้าที่ขั้วสาย (Terminal) 1 ก็คือบิต 00 เป็นต้น

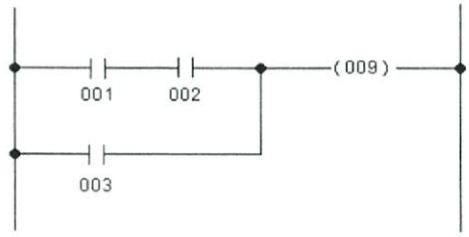
2.2.9.3 เดินสายไฟจากอินพุตเข้าที่ขั้วสายด้านอินพุต (Input Terminal) และจากขั้วต่อสายด้านเอาต์พุต (output Terminal) เข้าที่โหลดหรือรีเลย์

2.2.9.4 เขียนโปรกรมลงใน CPU ของ PLC เขียนตามขั้นตอนการทำงานของเครื่อง อาจเขียนในรูปของนีมอนิก (Mnemonic) หรือแลดเดอร์

2.2.9.5 การให้ PLC ทำงานตามโปรแกรม และการมอนิเตอร์ (Monitor) โปรแกรม หลังจากเขียนโปรแกรมจบแล้ว สั่งรัน (Run) คือให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโปรแกรมตามต้องการ และดูสภาวะการทำงานที่หน้าจอ (Monitor)

2.2.10 การเขียนโปรแกรม

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC จะมี 3 ชนิด ได้แก่ สเตตเมนต์ลิสต์ (Statement List; STL) ฟังชั่นบล็อกไดอะแกรม (Function Block Diagram ;FBD) และแลดเดอร์ลอจิก (Ladder Logic; LAD) การเขียนโปรแกรมด้วยแลดเดอร์จะเป็นที่นิยมมากที่สุด เมื่อ PLC อยู่ในสถานะพร้อมทำงานแล้ว โปรแกรมจะถูกป้อนเข้าไปยังหน่วยความจำของ CPU ทำให้ CPU ประมวลผลและได้ผลลัพธ์เป็นสัญญาณเอาต์พุต หน้าคอนแทคซึ่งเป็นชนิดปกติเปิด เพราะฉะนั้น ถ้าหน้าคอนแทค 001 และ 002 ต่อกัน ก็จะทำให้เกิดเอาต์พุต 009 หรือหน้าคอนแทค 003 ต่อกัน ก็ทำให้เกิดเอาต์พุต 009 ได้เช่นกัน ลักษณะนี้เรียกว่า รัง คือมีสัญญาณอินพุตหนึ่งหรือมากกว่าที่ทำให้เกิดเอาต์พุตหนึ่งหรือมากกว่าโดยตัวอย่างการเขียนวงจรแลดเดอร์แสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 วงจรแลดเดอร์ (PLC Ladder Logic Diagram)

2.2.11 PLC รุ่น S7-400

PLC รุ่น S7-400 เป็น PLC ขนาดใหญ่ ซึ่งผลิตโดยบริษัทซีเมนส์ประกอบด้วย 32 อินพุตโมดูล และ 32 เอาต์พุตโมดูลหรือมากกว่าตาม I/O card ที่เพิ่มเข้าไป โดยที่การโปรแกรมจะกระทำด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกต่อเข้ากับ PLC โดย Software ที่ใช้ในการขียนโปรแกรมคือ Step 7 ในปัจจุบัน PLC รุ่น S7-400 นั้น แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.2.11.1 SIMATIC S7-400

2.2.11.2 SIMATIC S7-400 - F

2.2.11.3 SIMATIC S7-400 - H

2.3 หลักการและทฤษฎีของระบบ SCADA

2.3.1 SCADA Supervisory Control and Data Acquisition คือ

ระบบเครื่องมืออัตโนมัติสำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุมของกระบวนการผลิตภายในโรงงาน อุตสาหกรรม SCADA ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน หน่วยควบคุมระยะไกล และหน่วยติดต่อระยะไกล SCADA เป็นระบบที่สามารถเอาสัญญาณจากตัววัด ที่อยู่ในรูปของไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ๆ มาแปลง อยู่ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวเลข เพื่อใช้ทำประโยชน์ต่างๆ ให้กับผู้ปฏิบติงานในระยะไกล เป็นการรวมขบวนการ 2 ขบวนการเข้าด้วยกัน คือ Telemetry และ Data Acquisition

1) Telemetry System เป็นเทคนิคที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลผ่านสื่อกลาง โดยข้อมูลนั้นสามารถวัดได้ เช่น โวลต์ ความเร็ว หรือ อัตราการไหล ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปอีกสถานที่หนึ่งโดยผ่านสื่อกลางต่างๆ เช่น เคเบิล สายโทรศพัท์ หรือ คลื่นวิทยุ ข้อมูลจากหลายๆ สถานที่ จะถูกนำมารวมกันในระบบ SCADA

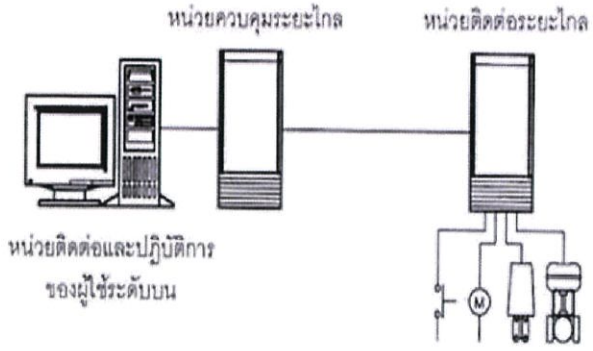
2) Data Acquisition เป็นวิธีการที่ใช้ในการทำงานเพื่อที่จะเข้าถึงตัวข้อมูลหรืออุปกรณ์โดยเราสามารถสั่งการ และควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลของการแจ้งเตือน หรือ การทำงานของอุปกรณ์ที่ทำการควบคุมจากอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือ ถูกตรวจสอบอยู่ โดยที่ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งไปให้ระบบ Telemetry ระบบ DAQ (Data Acquisition) จะเป็นข้อมูลที่จัดการไว้เพื่อการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลจริงในงานวิจัยทดลองวิทยาศาสตร์และทดสอบงานทางด้านวิศวกรรมเชิงคุณภาพและประสิทธิผลผ่านคอมพิวเตอร์ โดยมีความแตกต่างจากงานระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปตรงที่มี Hardware ที่มีคุณสมบัติพิเศษเพื่อตรวจจับสัญญาณทางกายภาพทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ ความดันอากาศ ก๊าซ อัตราการไหล เป็นต้น เมื่อทำการแปลงเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบในลักษณะสัญญาณทางไฟฟ้า เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ผ่าน Software ประยุกต์ที่พัฒนาตามคุณลักษณะของงานวิจัยทดลองนั้นๆ ในลักษณะเวลาจริง (Real Time) ซึ่งในอดีตมักใช้เป็นระบบเฉพาะเจาะจงลงไปตามประเภทงาน ไม่สามารถใช้งาน ร่วมกับงานวิจัยอื่นได้ ทั้งยังมีราคาที่สูงมาก แต่ด้วยความสามรถของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในปัจจุบัน ประกอบกับการใช้งานที่ง่ายขึ้นของ Software ระบบปฏิบัติการในลักษณะที่เป็นวินโดว์หรือ กราฟฟิก ทำให้การประยุกต์เพื่อนำ คอมพิวเตอร์มาใช้ในงาน Data Acquisition นี้มีความเป็นไปได้อย่างไม่ยุ่งยาก และให้ความคร่องตัวกับนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด ซึ่งนักวิจัยได้ทำการทดลองและวิศวกรได้ทำการตรวจาสอบระบบ เพื่อพัฒนาระบบงานดังกล่าวได้เองจาก Hardware และ Software งานด้าน Data Acquisition ที่มีให้เลือกมากมายหลากหลายผผู้ผลิต และสามารถใช้งานร่วมกันได้โดยส่วนใหญ่ ทำให้ราคาระบบโดยรวมมีราคาไม่สูง และให้ประสิทธิผลในการพัฒนา ประเทศเชิงเทคโนโลยีได้ดีกว่า [3]

องค์ประกอบของระบบ SCADA ดังรูปที่ 2.16 ประกอบด้วย

-หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน

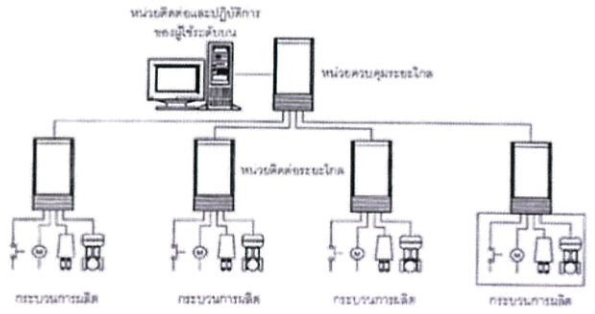
-หน่วยควบคุมระยะไกล

-หน่วยติดต่อระยะไกล



รูปที่ 2.16 องค์ประกอบของระบบ SCADA

ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต ภายในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นระยะทางไกลได้ โดยหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน เป็นเครื่องมือปฏิบัติการของผู้ใช้สำหรับตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการผลิตเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกลโดยการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลทางระบบเครือข่ายคมนาคม และหน่วยติดต่อระยะไกลเป็นเครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิต ประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณและ ส่งสัญญาณของสัญญาณชนิดอนาล็อกและสัญญาณชนิดดิจิตอล ดังแสดในรูปที่ 2.17



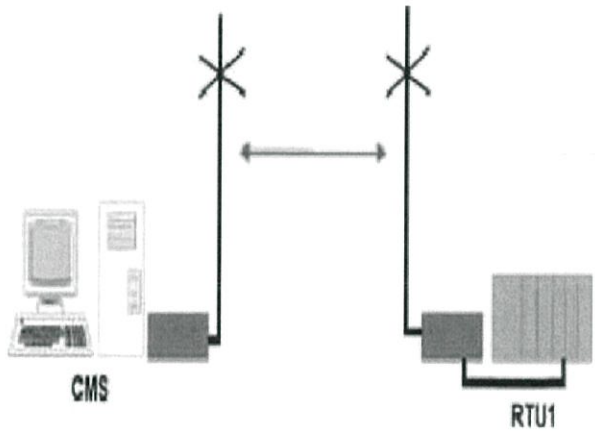
รูปที่ 2.17 การติดตั้ง SCADA สำหรับตรวจสอบข้อมูลและบริหารระบบควบคุม

2.3.2 SCADA เหมาะสมกับงานประเภทใด

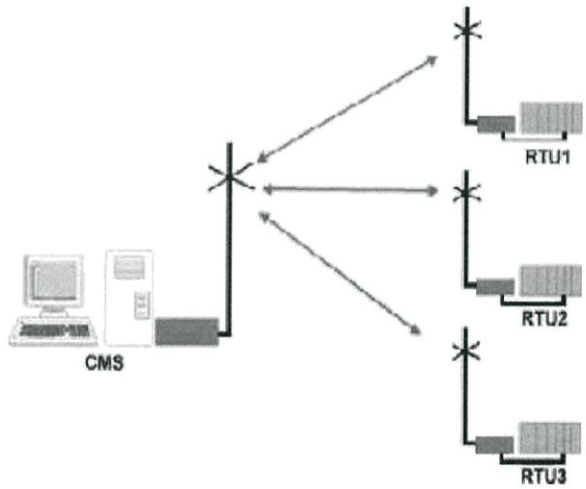
ระบบ SCADA เหมาะกับการ การตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิต และการบริหารระบบควบคุม โดยโรงงานอุตสาหกรรมมีกระบวนการผลิตอิสระติดตั้งกระจัดกระจายทั่วบริเวณพื้นที่การผลิต รวมถึงระบบสาธารณูประโภคต่างๆ โดย SCADA มี 2 รูปแบบดังแสดงในรูปที่ 2.18 และ 2.19 คือ

-Point-to-Point Configuration

-Point-to-Multipoint Configuration



รูปที่ 2.18 Point-to-Point Configuration



รูปที่ 2.19 Point-to-Multipoint Configuration

ส่วนประกอบของ SCADA ประกอบด้วยกันสองประเภท คือ Field Instrumentation เป็นเครื่องมือ หรือเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือถูกตรวจสอบอุปกรณ์นี้จะเปลี่ยน Physical Parameter เช่น Fluid Flow, Velocity, Fluid Level ให้เป็น Electrical Signal เช่น Voltage หรือ Current ซึ่งสามารถอ่านค่าเหล่านี้ได้โดย Remote Station Equipment ผลลัพธ์ที่ได้เป็นได้ ทั้ง Analog และ Digital ประเภทที่สองคือ Remote Station เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และส่งไปยังศูนย์กลางระบบ SCADA ซึ่ง อาจจะเป็น RTU (Remote Terminal Unit) หรือ PLC ก็ได้โดย RTU เป็นอุปกรณ์ใช้ในการตรวจจับสัญญาณจาก Field Sensor แล้วส่งสัญญาณข้อมูลให้ Controller ควบคุมอุปกรณ์ Remote Station โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1) Single Board: input และ output เป็น Fixed Number จะมีราคาถูกแต่ไม่สามารถ รองรับการขยายของระบบสมัยใหม่ได้
2) Modular Board: สามารถรองรับการขยาย Remote Station ได้แต่ราคาค่อนข้างแพง Communication Network

2.3.3 ลักษณะพิเศษของ SCADA

ลักษณะพิเศษของระบบ SCADA ที่ต่างจากระบบควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์อื่น คือ ระบบ SCADA มีอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของของ PLC อยู่ในตำแหน่งที่ห่างไกลจากห้องควบคุมกลางของระบบคอมพิวเตอร์ที่มีผู้สั่งการ โดยการส่งสัญญาณควบคุมจะถูกส่งผ่านสื่ออื่นเป็นตัวกลาง เช่น สาย Profinet, Profibus, Ethernet และสาย Fiber optic

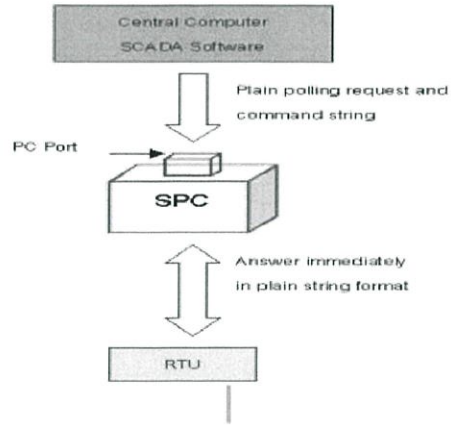
2.3.4 การแปลงข้อมูล SCADA Protocal

2.3.4.1 การแปลงระบบให้ SCADA System Protocol สามารถใช้งานกับคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่และฐานข้อมูล แบบใหม่ได้ ซึ่งมีหลายแนวทางด้วยกัน

2.3.4.2 การแปลง Remote RTU เก่า และ Flow Computer ให้สื่อสารด้วย Standard Protocol วิธีนี้ทำ ให้ข้อมูลในระบบเดิมยังคงอยู่ครบถ้วน

2.3.4.3 การแปลง Remote RTU ใหม่และ Flow Computer ให้สื่อสารด้วย Old Protocol วิธีนี้ไม่นิยม เนื่องจากมีข้อเสียคือ เป็นการใช้เทคโนโลยีเก่า (Step Back Technology)

2.3.4.4 การใช้ SPC (SCADA Protocol Converter) เป็น H/W Protocol Converter ระหว่าง RTU, PLC, Flow Computer และ Central Station ซึ่งวิธีนี้ทำให้ระบบเก่า (Old System) สามารถสื่อสารกับ Software แบบใหม่ (Modern Software) ได้ และ SPC จะติดต่อโดยตรงกับ Central Station โดยไม่มี Delay หรือ Distortion โดนแผนภาพการเชื่อมต่อข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การติดต่อโดยใช้ SPC เป็นตัวกลางระหว่าง Central Computer SCADA Software และ RTU

2.4 HMI (Human Machine Interface)

HMI เป็นจอแสดงผลทางอิเล็กทรอนิกส์ที่นำข้อมูลจากการประมวลผลมาแสดงให้กับผู้ปฏิบัติการเพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปควบคุมเครื่องจักร HMI จะเชื่อมโยงข้อมูลไปยังฐานข้อมูลระบบ SCADA และโปรแกรม Software เพื่อหาแนวโน้ม, ข้อมูลการวินิจฉัย, และข้อมูลการจัดการต่างๆ ผู้ใช้งานระบบ HMI จะแสดงข้อมูลให้กับผู้ควบคุมระบบในรูปกราฟฟิกแผนภาพเลียนแบบ ซึ่งหมายความว่าผู้ควบคุมสามารถดูแผนผังแสดงโรงงานที่ถูกควบคุม โดยในโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มแสดงแผนภาพการทำงานของเครื่องจักรในการลำเลียงปาล์มมาทะลาย ในโรงงานทะลายปาล์มเพื่อแยกส่วนของชั้นปาล์ม กับไฟเบอร์ของปาล์มออกจากกันและลำเลียงไปใช้ในกระบวนการถัดไป ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุม เปิด-ปิดการทำงานของเครื่องจักรผ่าน Software โดย HMI จะแสดงอัตราส่วนการลำเลียงในช่วงเวลานั้นๆ แผนภาพเลียนแบบ อาจประกอบด้วยกราฟฟิกเส้นและสัญลักษณ์วงจร ซึ่งเป็นตัวแทนขององค์ประกอบของกระบวนการหรือประกอบด้วยภาพถ่ายดิจิตอลของอุปกรณ์ในกระบวนการในแบบภาพเคลื่อนไหว

HMI สำหรับระบบ SCADA ส่วนใหญ่จะมีโปรแกรมวาดภาพเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถบำรุงรักษาระบบหรือเปลี่ยนวิธีการทำงานที่จุดต่างๆในระบบอินเตอร์เฟซ การแสดงเหล่านี้อาจจะเป็นสัญญาณไฟง่ายๆซึ่งแสดงสถานะของอุปกรณ์ตามระบบการทำงานที่เกิดขึ้นจริงในโรงงานหรือในระบบที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

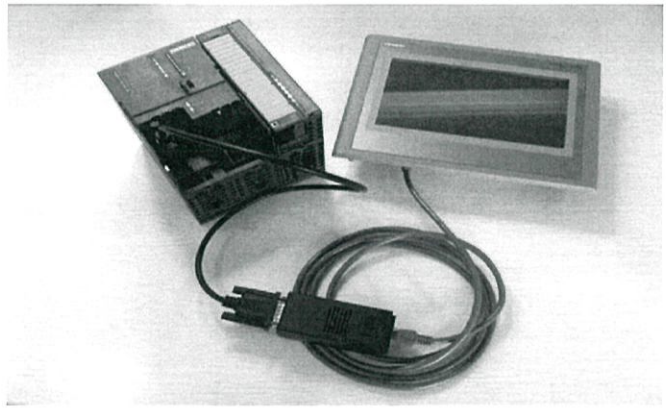
ส่วนที่สำคัญของการใช้งานระบบ SCADA ส่วนใหญ่คือระบบการเตือนภัย ระบบจะคอยตรวจจับสัญญาณของอุปกรณ์ ไม่ว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนจะเป็นอย่างไรเพื่อพิจารณาการทำงานของระบบเมื่อมีเหตุการณ์การฉุกเฉินเกิดขึ้น ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติการ SCADA ต้องการทราบเหตุการณ์เตือนที่เกิดขึ้น

เพื่อยกเลิกสัญญาณบางตัวในขณะที่สัญญาณเตือนตัวอื่นๆ ยังคงเปิดใช้งานจนกว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนทั้งหมดจะถูกแก้ไข เงื่อนไขการเตือนต้องสามารถชี้ได้อย่างชัดอย่างชัดเจน ตัวอย่างของสัญญาณเตือนภัยรวมถึงไซเรนจะแสดงกล่องป๊อปอัพขึ้นบนหน้าจอหรือสีกระพริบบนหน้าจอ โดยในแต่ละกรณีบทบาทของสัญญาณเตือนภัยล้วนมีขึ้นเพื่อดึงความสนใจของผู้ควบคุม ในการออกแบบระบบ SCADA จะต้องดำเนินการเมื่อมีเหตุการณ์สัญญาณเตือนภัยที่เกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้นๆ มิฉะนั้นสาเหตุพื้นฐานอาจหาไม่พบ

2.5 SIMATIC Manager © STEP 7 v5.6

2.5.1 การทำงานร่วมกันระหว่าง Hardware และ Software

PLC รุ่น S7-400 ประกอบด้วย ส่วนเพาร์เวอร์ซัพพลายของ CPU และส่วนอินพุต-เอาต์พุตของ PLC จะถูกโปรแกรมด้วย Software ผ่านทางคอมพิวเตอร์เพื่อให้ PLC สามารถทำงานควบคุมเครื่องจักรที่ต้องการ โดยที่ส่วนอินพุต-เอาต์พุตจะถูกอ้างอิงตำแหน่งอยู่ในโปแกรม การเชื่อมต่อ PC เข้ากับ PLC รุ่น S7-400 นั้น จะต่อผ่านสายเคเบิลเอ็มพีไอ (MPI Cable) ดังรูปที่ 2.21

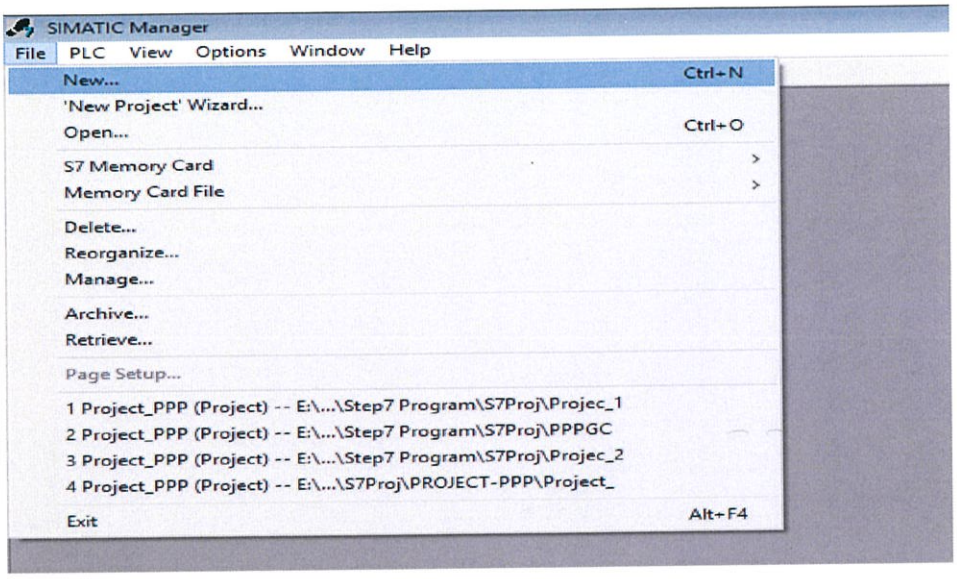


รูปที่ 2.21 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง PC dกับ PLC ผ่านสายเคเบิลเอ็มพีไอ (MPI Cable)

2.5.2 หลักการใช้ Step 7

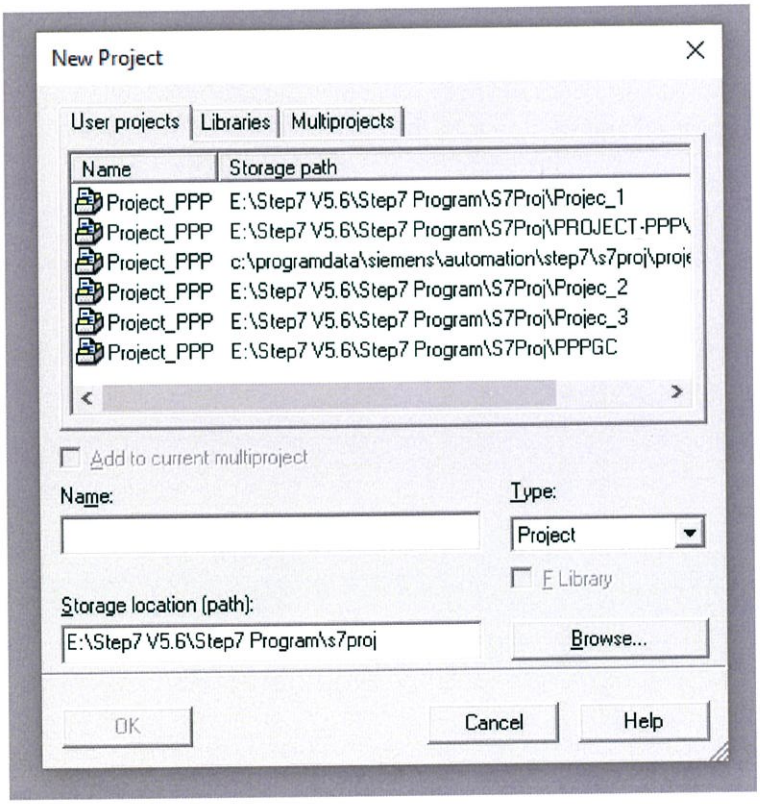
Step7 คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุม PLC รุ่น S7-400 การสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุม PLC ด้วย Step7 สามารถสร้างในรูปแบบที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

1. เปิดโปรแกรม Simatic Maneger แล้วคลิกที่ File > New ดังแสดงในรูปที่ 2.22



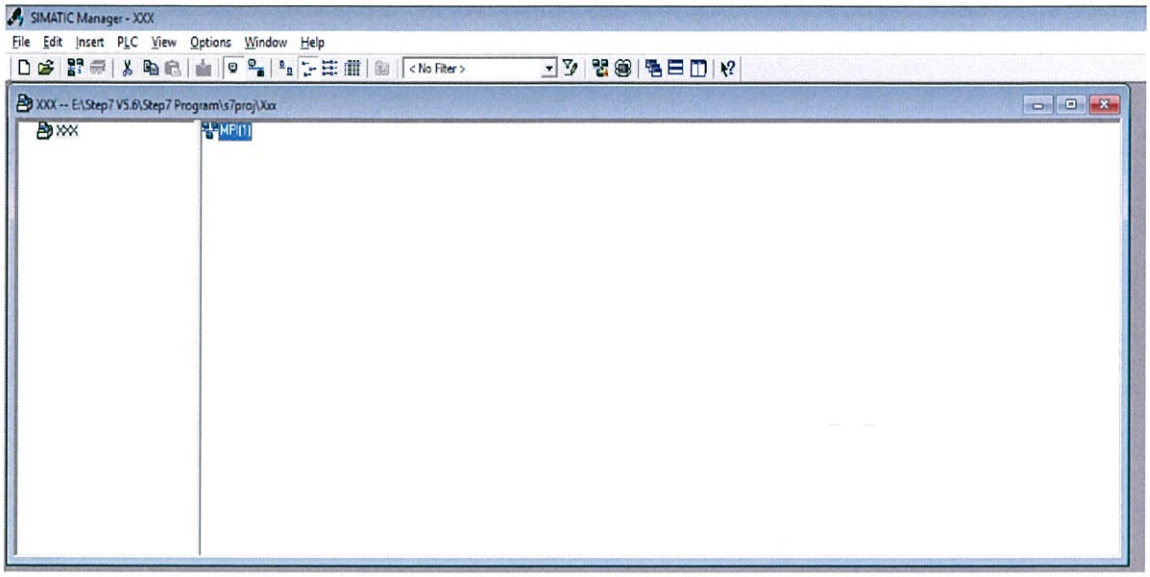
รูปที่ 2.22 แสดงขั้นตอนการใช้งาน Simatic Maneger

2. หน้าต่างจะแสดงหน้าตาดังรูปที่ 2.23



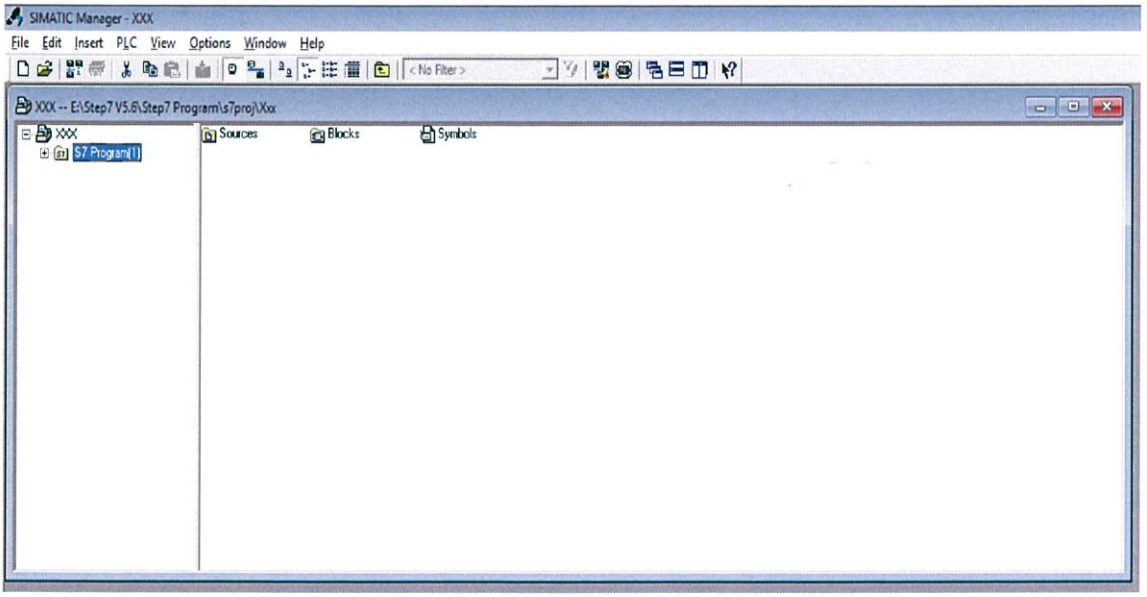
รูปที่ 2.23 แสดงหน้าต่างป้อนชื่อ และพื้นที่ในการบันทึกไฟล์

3. ตั้งชื่อแล้วกด OK จะได้หน้าต่างดังแสดงในรูปที่ 2.24



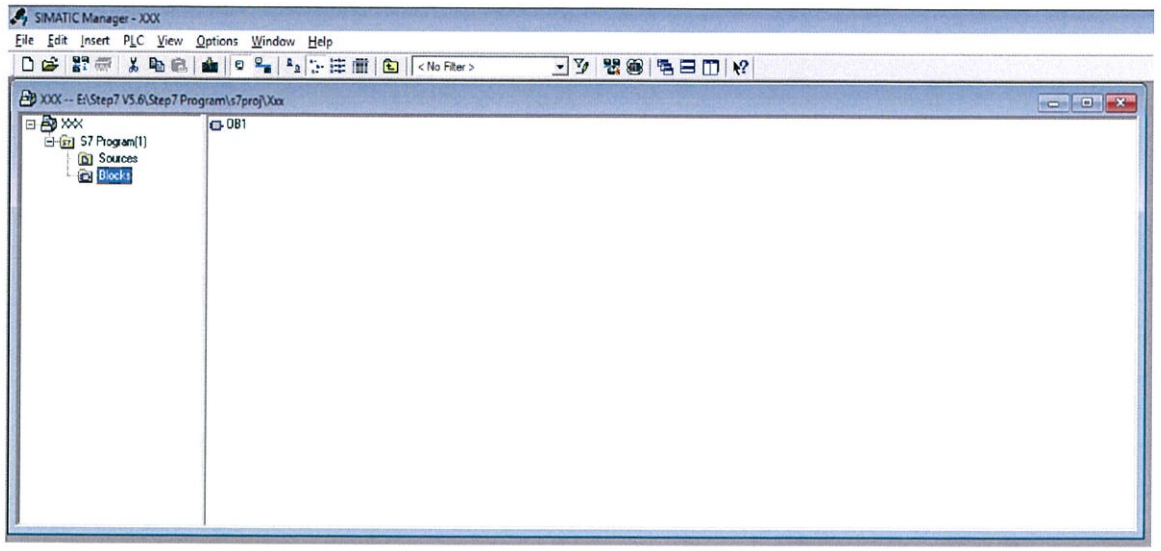
รูปที่ 2.24 แสดงหน้าต่างเมื่อสร้างไฟล์เสร็จ

4. ไปที่เมนู Insert ⟶ Program ⟶ S7 program จะได้วินโดว์ดังแสดงในรูปที่ 2.25



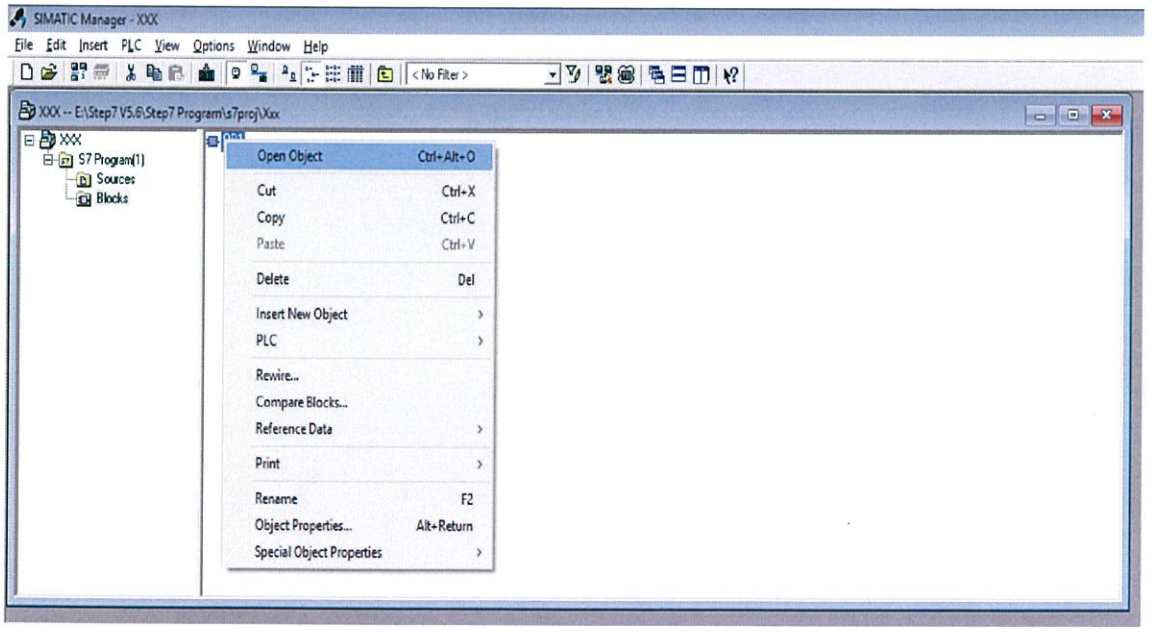
รูปที่ 2.25 แสดงหน้าต่างโปรแกรม S7

5. คลิกที่เครื่องหมายบวก แล้วคลิกที่ Block ดังแสดงในรูปที่ 2.26



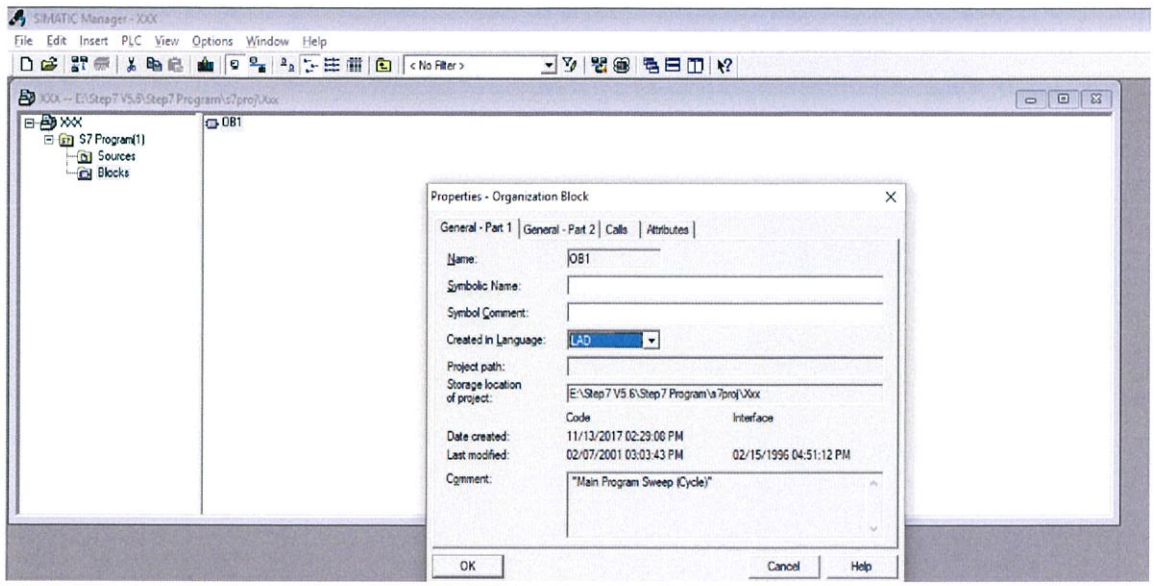
รูปที่ 2.26 แสดงหน้าต่าง Block ของ OB1

6. คลิกขวาที่ OB1 แล้วไปที่ Open Object ดังแสดงในรูปที่ 2.27



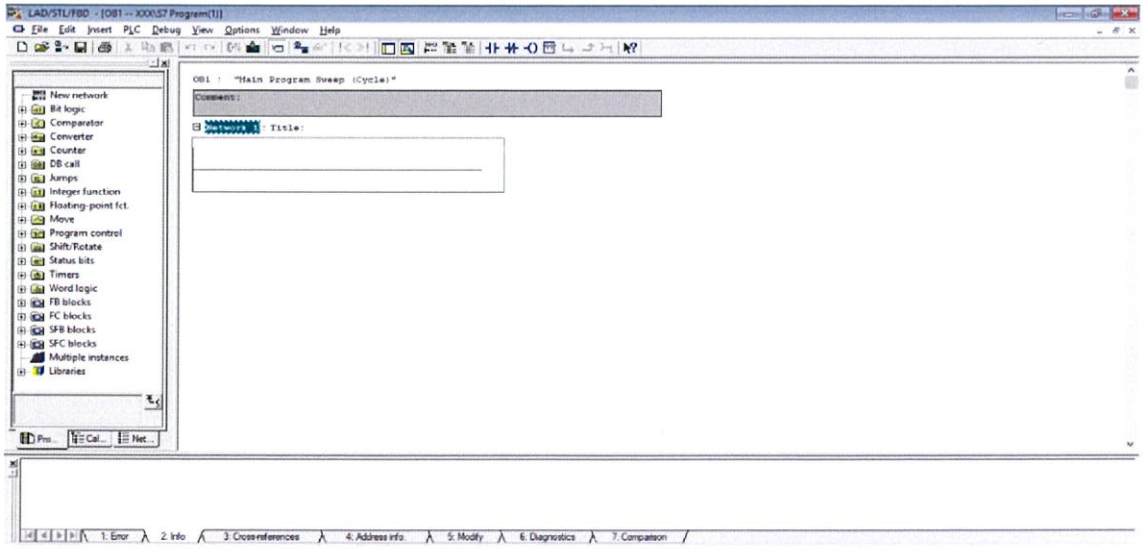
รูปที่ 2.27 แสดงหน้าต่าง OB1

7. เมื่อได้วินโดว์ดังรูปข้างล่างนี้แล้ว ตั้งชื่อ และเลือก ภาษาไปที่ LAD แล้วกด OK ดังแสดงในรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 แสดงหน้าต่าง Properties – Organization block

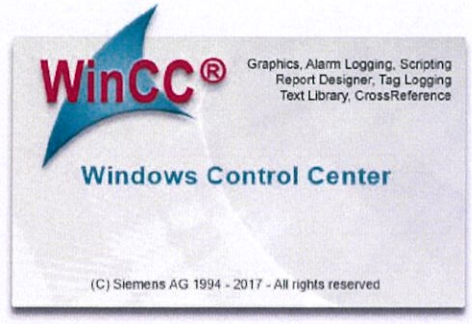
8. เมื่อกด OK แล้วจะปรากฏวินโดว์ดังรูปข้างล่างนี้ แล้วจึงทำการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 แสดงหน้าต่าง S7 Program พร้อมเขียน LAD

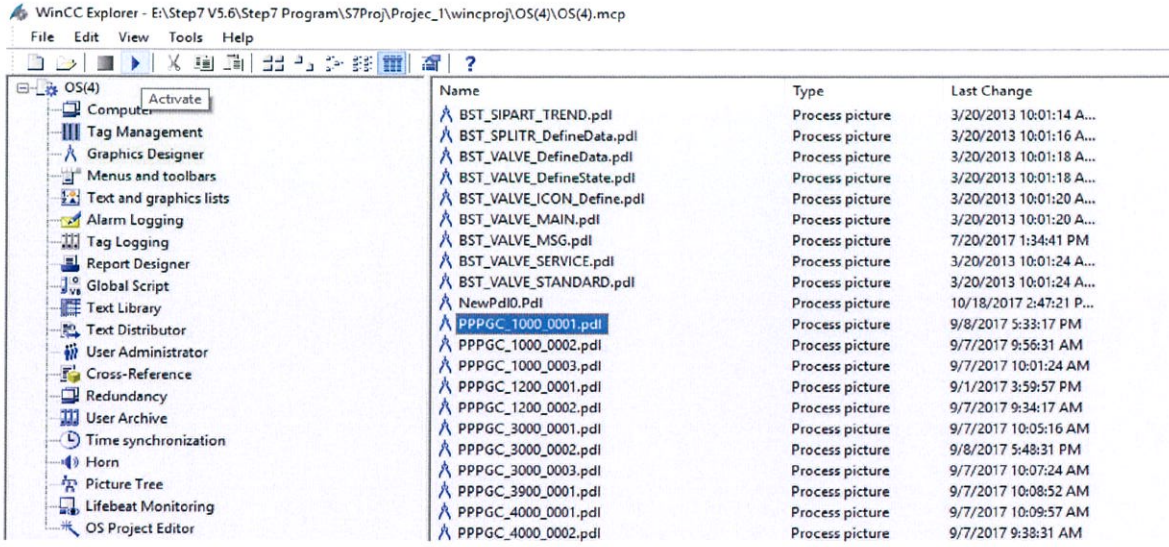
2.6 SIMATIC WinCC Runtime v7.4 + SP1

เป็น Software ที่มีการจัดการที่ยืดหยุ่น และ การดำเนินงานทางกระบวนการผลิตต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างเช่น กระบวนการอุตสาหกรรมด้านเคมีภัณฑ์ อาหารและเครื่องดื่ม เป็นต้น โดยโปรแกรม ควบคุมการผลิตนี้เป็น Software ที่ใช้ในการแสดงผลการทำงานของเครื่องจักรที่สามารถควบคุมได้ ทั้งนี้กระบวนการผลิตจะมีการสอดคล้องระบบที่กำหนดไว้ตามลำดับที่ทำการบันทึกไว้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรม WinCC จะทำให้ได้รับการรายงานผลที่เที่ยงตรงผ่านทาง Alarm ทำให้สามารถทำงานได้เพิ่มขึ้นและใช้เวลารวดเร็วกว่าเดิมในการผลิตสินค้า ช่วยให้ผู้ควบคุมทำงานได้อย่างเป็นระบบและปลอดภัย อีกด้วย หน้าต่างโปรแกรมแสดงในรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 โปรแกรม WinCC Runtime v7.4 + SP1

โดยโปรแกรมภาพต่างๆที่ใช้ในการควบคุมจะถูกสร้างลงบน Graphics Designer และสามารถสั่งให้โปรแกรมแสดงผลโดยรวม เมื่อกดปุ่ม Activate ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 การสั่งแสดงผล SCADA ในระบบ

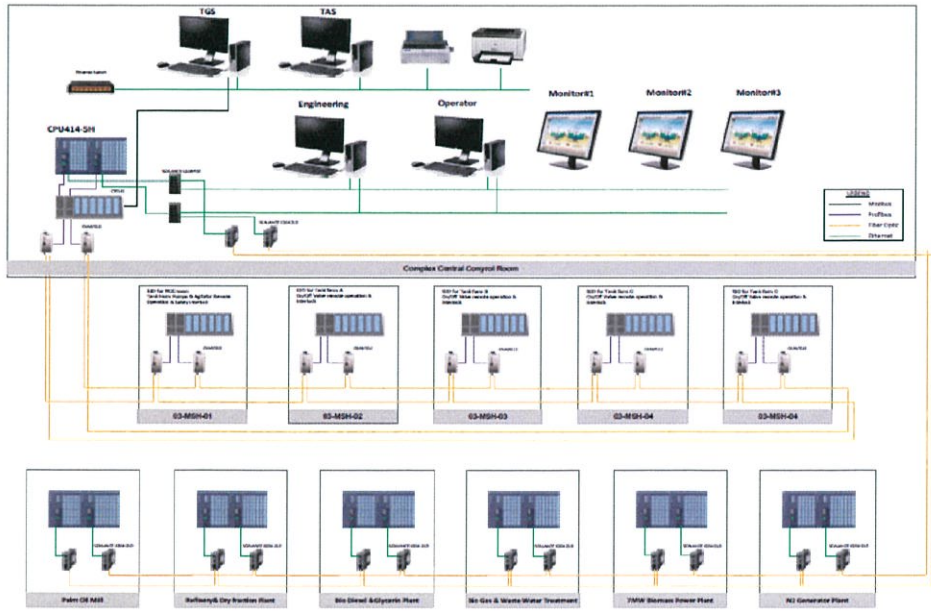
บทที่ 3
การออกแบบโปรแกรมควบคุม จำลอง PLC

ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมและแสดงการทำงานผลของกระบวนการการผลิตน้ำมันปาล์มนั้น จะต้องศึกษากระบวนการให้เข้าใจว่ามีขั้นตอนการทำงานอย่างไร เครื่องจักรที่เกี่ยวข้องแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและข้อจำกัดใดบ้าง เพื่อให้สามารถออกแบบโปรแกรมได้อย่างถูกต้องโดยมีการทดลองฟังก์ชันการทำงานของระบบควบคุมด้วยซอฟต์แวร์จำลองพีแอลซี (Simulation) ตรวจสอบและแก้ไขจนได้โปรแกรมควบคุมและส่วนแสดงผลตรงตามความต้องการของลูกค้า รวมทั้ง Configure Hardware ให้ตรงตามรุ่นที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งวิธีการดำเนินงานดังกล่าวสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

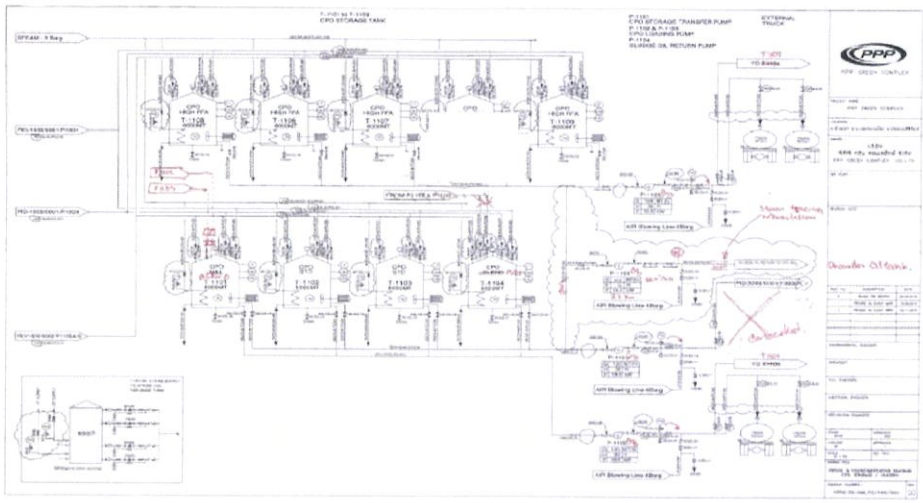
3.1 ออกแบบโปรแกรมควบคุม

3.1.1 ศึกษากระบวนการ

ในศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม โดยการลำเลียงปาล์มมาทะลาย แล้วจึงนำไปบดอัด จนได้น้ำมันและกากไฟเบอร์มาเผาไหม้นั้น จากแผนผังแสดงความต้องการของลูกค้า ประกอบกับแผนภาพ P&ID ดังรูปที่ 3.2 และคำอธิบายอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทราบถึงขั้นตอนของกระบวนการ เงื่อนไข อินพุต และเอาต์พุตที่เกี่ยวข้อง โดยการออกแบบโปรแกรมทั้งหมดถูกแสดงไว้บนรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 Topology of PPPGC



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแสดงแผนภาพ PID โปรเจค PPPGC

3.1.2 จัดทำรายชื่อและสัญญาณของอุปกรณ์

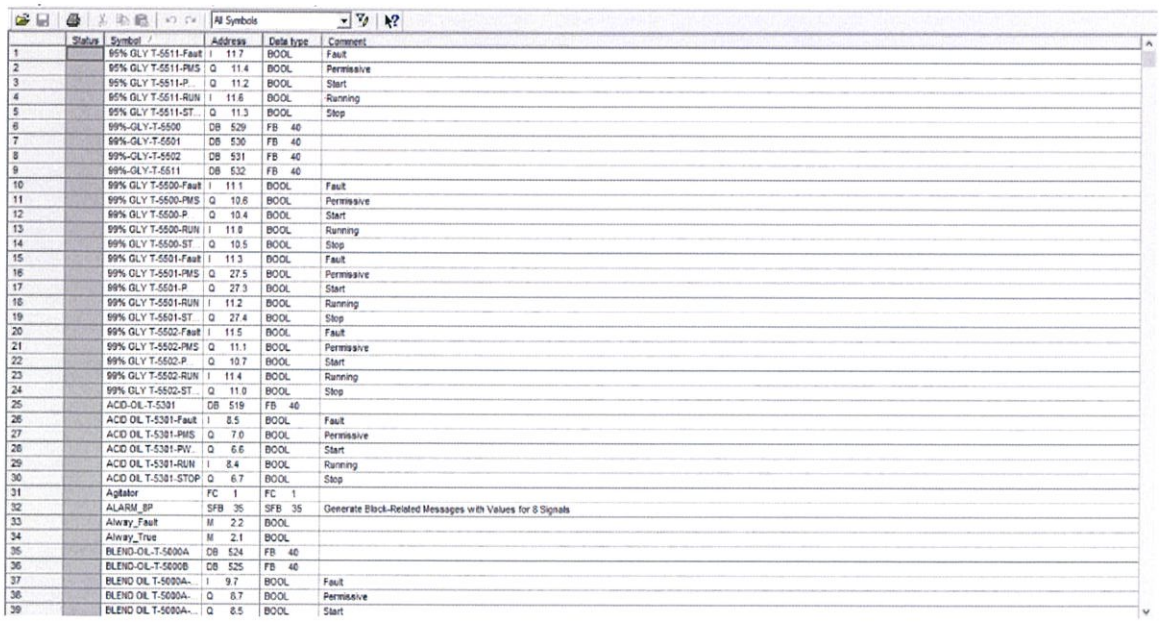
ในการจำแนกประเภทอุปกรณ์ และ สัญญาณ เพื่อง่ายต่อการออกแบบโปรแกรม จำลองสัญญาณเข้า-ออก และ เขียนโปรแกรมแสดงการควบคุม ดังรูปที่ 3.3 เนื่องจากอุปกรณ์ชนิดเดียวกันจะมีคุณสมบัติส่วนใหญ่เหมือนกัน แต่อาจมีรายละเอียดของสัญญาณที่แตกต่างกัน โดยการจำแนกประเภทอุปกรณ์จะทำให้ผู้ออกแบบโปรแกรมและผู้ควบคุม สามารถสร้างหรือตรวจสอบอุปกรณ์และโปรแกรมที่เป็นต้นแบบแต่ละประเภทได้ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วสำหรับระบบขนาดใหญ่ เช่น ระบบในอุตสาหกรรมนั้นเอง

	Machine	Addr	Instrument Type	Function					PPP Chec	Remark
2	CPO T-1101	I4.0	Agitator Function	- Run/Stop Status	1				มาร์คสีเขียว หมายถึง อุปกรณ์ตรงตาม P&ID โดยมาร์คไว้เฉพาะ DI ส่วน DO ก็เช่นเดียวกัน	
3		I4.1		- Fault	1					
4	CPO T-1102	I4.2	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
5		I4.3		- Fault	1					
6	CPO T-1103	I4.4	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
7		I4.5		- Fault	1					
8	CPO T-1104	I4.6	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
9		I4.7		- Fault	1					
10	CPO T-1105	I5.0	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
11		I5.1		- Fault	1					
12	CPO T-1106	I5.2	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
13		I5.3		- Fault	1					
14	CPO T-1107	I5.4	Agitator Function	- Run/Stop Status	1				สีขาว หมายถึง ไม่พบอุปกรณ์ดังกล่าว ใน P&ID แต่ระบุอยู่ใน I/O List โดยมาร์คไว้เฉพาะ DI ส่วน DO ก็เช่นเดียวกัน	
15		I5.5		- Fault	1					
16	CPO T-1108	I5.6	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
17		I5.7		- Fault	1					
18	CPO T-1109	I6.0	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
19		I6.1		- Fault	1					
20	CPKO T-1201	I6.2	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
21		I6.3		- Fault	1					
22	CPKO T-1202	I6.4	Agitator Function	- Run/Stop Status	1				สีเหลือง หมายถึง เพิ่มหรือแก้ไขอุปกรณ์ ให้ตรงตาม P&ID โดยมาร์คไว้เฉพาะ DI ส่วน DO ก็เช่นเดียวกัน	
23		I6.5		- Fault	1					
24	CPO T-3000A	I6.6	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
25		I6.7		- Fault	1					
26	RBDPO T3101	I7.0	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
27		I7.1		- Fault	1					
28	RBDPO T3102	I7.2	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
29		I7.3		- Fault	1					
30	RBDPO T3103	I7.4	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
31		I7.5		- Fault	1					
32	PFAD T-3201	I7.6	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
33		I7.7		- Fault	1					
34	PFAD T-3202	I8.0	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
35		I8.1		- Fault	1					
36	PFAD T-3203	I8.2	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
37		I8.3		- Fault	1					
38	ACID OIL T-5301	I8.4	Agitator Function	- Run/Stop Status	1					
39		I8.5		- Fault	1					

รูปที่ 3.3 รายชื่ออุปกรณ์ และ สัญญาณฟันชั่นขาเข้า-ออก

3.1.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุม

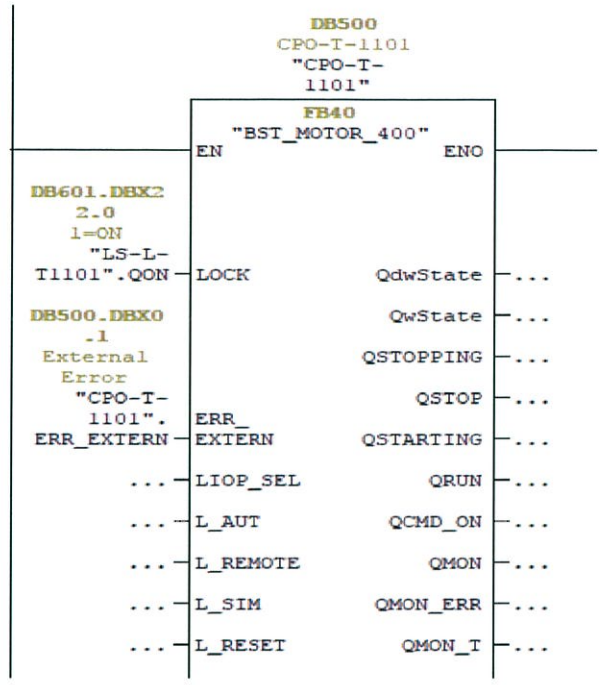
3.1.3.1 สร้างตัวแปรที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรมด้วยการสร้าง Symbol ของสัญญาณให้กับอุปกรณ์แต่ละประเภท เนื่องจากอุปกรณ์หนึ่งประเภทจำเป็นต้องใช้ตัวแปรหลายตัวในการควบคุม เช่น มอเตอร์ต้องใช้ตัวแปร Timer, ERR Extern, FB On, Interlock เป็นต้น โดยตั้งค่าชนิดของตัวควบคุมในโปรแกรมให้เป็น ดังรูปที่ 3.4 เพื่อสะดวกในการทดสอบโปรแกรมโดยใช้ Software เป็นตัวจำลอง PLC เมื่อสร้างตัวแปรให้กับชื่อของอุปกรณ์ (Tag Name) และกำหนด อินพุท-เอาท์พุตของการ์ด เพื่อให้สามารถนำชื่อของอุปกรณ์มาใช้เขียนโปรแกรมได้



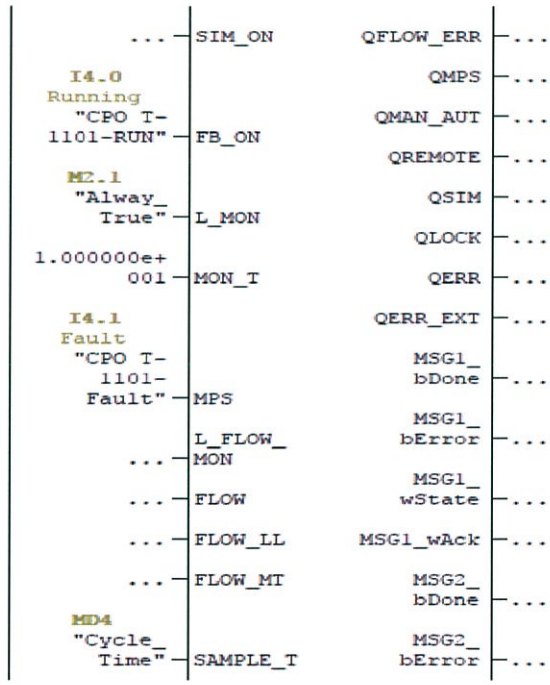
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		95% GLY T-5511-Fault	I 11.7	BOOL	Fault
2		95% GLY T-5511-PMS	Q 11.4	BOOL	Permissive
3		95% GLY T-5511-P	Q 11.2	BOOL	Start
4		95% GLY T-5511-RUN	I 11.6	BOOL	Running
5		95% GLY T-5511-ST	Q 11.3	BOOL	Stop
6		99%-GLY-T-5500	DB 529	FB 40	
7		99%-GLY-T-5501	DB 530	FB 40	
8		99%-GLY-T-5502	DB 531	FB 40	
9		99%-GLY-T-5511	DB 532	FB 40	
10		99% GLY T-5500-Fault	I 11.1	BOOL	Fault
11		99% GLY T-5500-PMS	Q 10.6	BOOL	Permissive
12		99% GLY T-5500-P	Q 10.4	BOOL	Start
13		99% GLY T-5500-RUN	I 11.0	BOOL	Running
14		99% GLY T-5500-ST	Q 10.5	BOOL	Stop
15		99% GLY T-5501-Fault	I 11.3	BOOL	Fault
16		99% GLY T-5501-PMS	Q 27.5	BOOL	Permissive
17		99% GLY T-5501-P	Q 27.3	BOOL	Start
18		99% GLY T-5501-RUN	I 11.2	BOOL	Running
19		99% GLY T-5501-ST	Q 27.4	BOOL	Stop
20		99% GLY T-5502-Fault	I 11.5	BOOL	Fault
21		99% GLY T-5502-PMS	Q 11.1	BOOL	Permissive
22		99% GLY T-5502-P	Q 10.7	BOOL	Start
23		99% GLY T-5502-RUN	I 11.4	BOOL	Running
24		99% GLY T-5502-ST	Q 11.0	BOOL	Stop
25		ACID-OIL-T-5301	DB 519	FB 40	
26		ACID OIL T-5301-Fault	I 8.5	BOOL	Fault
27		ACID OIL T-5301-PMS	Q 7.0	BOOL	Permissive
28		ACID OIL T-5301-PW	Q 6.6	BOOL	Start
29		ACID OIL T-5301-RUN	I 8.4	BOOL	Running
30		ACID OIL T-5301-STOP	Q 6.7	BOOL	Stop
31		Agitator	FC 1	FC 1	
32		ALARM_8P	SFB 35	SFB 35	Generate Block-Related Messages with Values for 8 Signals
33		Alway_Fault	M 2.2	BOOL	
34		Alway_True	M 2.1	BOOL	
35		BLEND-OIL-T-5000A	DB 524	FB 40	
36		BLEND-OIL-T-5000B	DB 525	FB 40	
37		BLEND OIL T-5000A-	I 9.7	BOOL	Fault
38		BLEND OIL T-5000A-	Q 8.7	BOOL	Permissive
39		BLEND OIL T-5000A-	Q 8.5	BOOL	Start

รูปที่ 3.4 การกำหนดสัญลักณ์ ให้กับอุปกรณ์

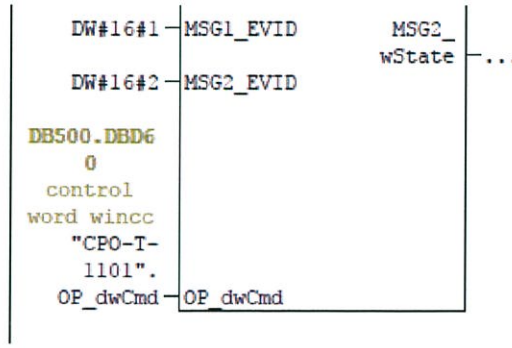
3.1.3.2 สร้าง block หรับอุปกรณ์แต่ละชนิด เพื่อการควบคุมอุปกรณ์ผ่าน PLC นั้นจะควบคุมผ่านแลดเดอร์คำสั่งเป็นแบบลอจิก AND/OR หรือ 0/1 โดยการป้อนสัญญาณไฟ 24V/DC เข้าขาของอุปกรณ์แต่ละชนิด โดยอุปกรณ์ที่ทางเราควบคุมนั้นได้แก่ ปัมป์ วาล์ว และ ใบพัด โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสามชนิดนี้นั่นเหมือนกันคือ การไดรฟด้วยมอเตอร์ เพราะฉะนั้นการสร้างบล๊อคของทั้งสามชนิดนี้คือ บล๊อคมอเตอร์นั่นเอง โดยบล๊อคอินทรูเมนต์มอเตอร์มีขนาดค่อนข้างใหญ่จึงจะทำการแสดงเป็น 3 ภาพดังแสดงในรูปที่ 3.5, 3.6 และ 3.7



รูปที่ 3.5 บล๊อคมอเตอร์ส่วนที่ 1

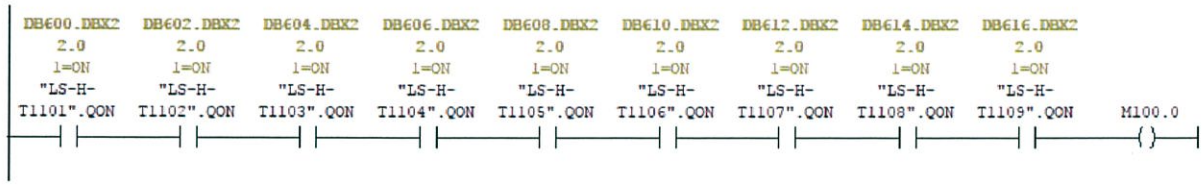


รูปที่ 3.6 บล๊อคมอเตอร์ส่วนที่ 2



รูปที่ 3.7 บล๊อคมอเตอร์ส่วนที่ 3

3.1.3.3 การสร้างฟังชั่นสำหรับ interlock ดังแสดงในรูปที่ 3.8 จากในการทำงานของระบบขนาดใหญ่นั้น จะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมทั้งหมดผ่านห้องคอนโทรน เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในสายการผลิตใดๆ เราจะไม่สามารถรับรู้ได้เลย หากไม่มีตัวรับส่งสัญญาณที่บอกผ่านอุปกรณ์ตรวจจับนั้นๆ เมื่ออุปกรณ์รับสัญญณแล้วจะส่งค่าอินพุท เข้ามาที่ระบบกลาง เป็นค่า 0/1 และเอามาเปรียบเทียบในแลดเดอร์ ถ้าหากครบเงื่อนไขการของโปรแกรมที่ถูกเขียนไว้ ตัวมอเตอร์ จะถูกล๊อคการทำงานในทันที



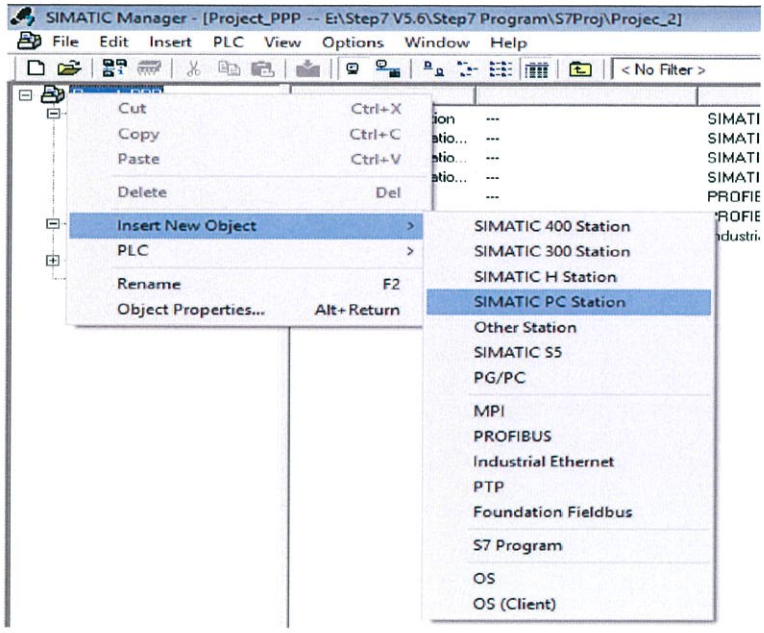
รูปที่ 3.8 ฟังชั่นการทำงานแบบ Interlock

ในการอธิบายคร่าวๆ เมื่อตัวตรวจจับเรดาร์ในถังไซโล (Silo) ตรวจพบว่ามีวัตถุดิบในถังถึงขีดบนของอุปกรณ์วัดแล้ว จะทำการส่งสัญญาณ “1” เข้ามาในโปรแกรม และเมื่อ ถังทั้ง 9 นั้นส่งสัญญาณ มาครบทุกถัง โปรแกรมจะส่งค่าไปยัง M100.0 หรือก็คือเข้าขา Interlock ของบล๊อคมอเตอร์ในรูปที่ 3.8

3.2 ออกแบบหน้าจอแสดงผล

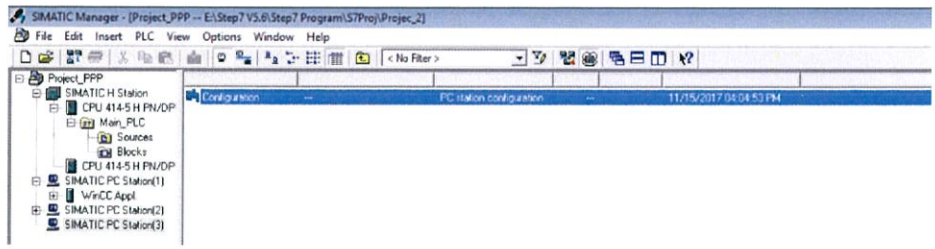
3.2.1 การเชื่อม Software SIMATIC เข้ากับ WinCC

3.2.1.1 ในการเชื่อมต่อ SIMATIC เข้ากับ WinCC นั้นเราต้องเริ่มจาก การสร้างโปรแกรม S7 Program ก่อน จากนั้นทำการเพิ่ม PC Station โดยการคลิกขวาที่ โปรเจค > Insert New Object > SIMATIC PC Station ดังรูปที่ 3.9



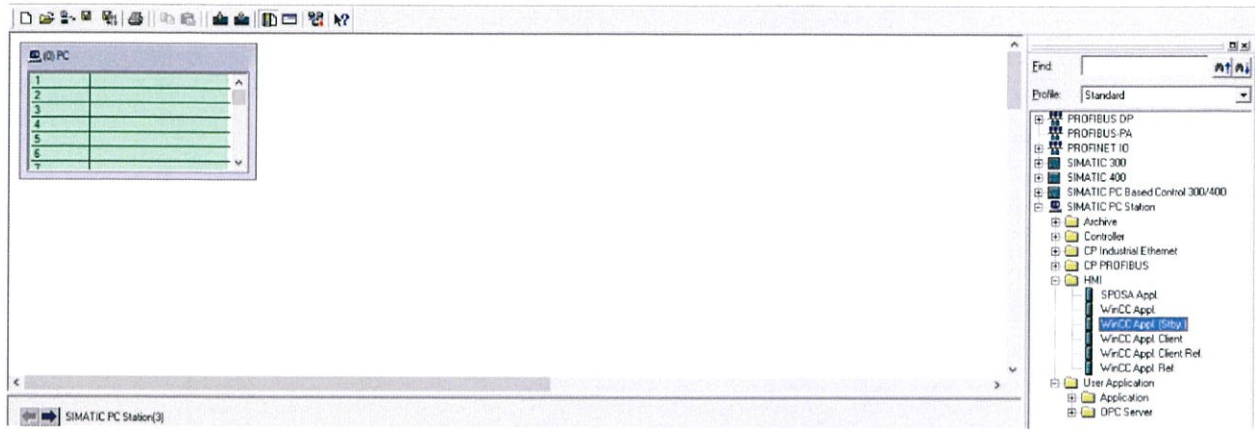
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการเพิ่ม PC Station ให้กับ โปรแกรม

3.2.1.2 ซึ่งใน PC Station จะมีโปรแกรมการ Configuration ในการกำหนดการสื่อสารของคอมพิวเตอร์สู่โปรแกรม ให้คลิกเข้าไปเพื่อตั้งต่าการ Configuration



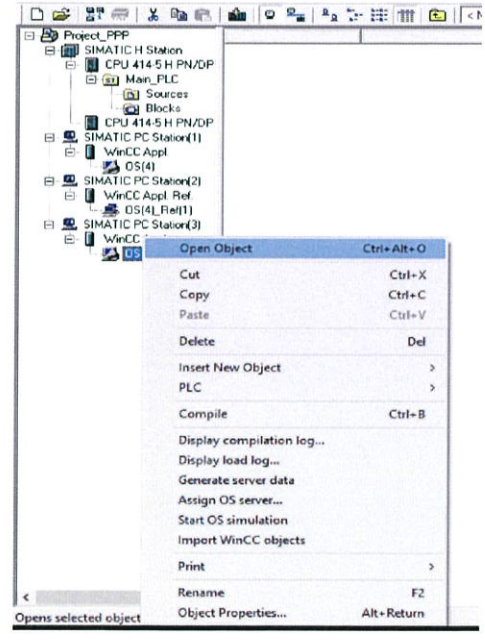
รูปที่ 3.10 หน้าต่างของ PC Station

3.2.1.3 จากนั้นเลือก WInCC App ทางช่องขวามือ เพื่อนำไปใส่ใน Rack เพื่อให้โปรแกรมในคอมทราบว่าเราต้องการสื่อสาร โปรแกรม SIMATIC เข้ากับ WinCC นั่นเอง หากในงานเรามี IM, CP หรือเป็นการแสดงผลแบบ HMI ก็ให้นำเพิ่มเข้าไปใน Rack จากนั้น Save and Compile ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 หน้าต่างการ Configuration ใน PC Station

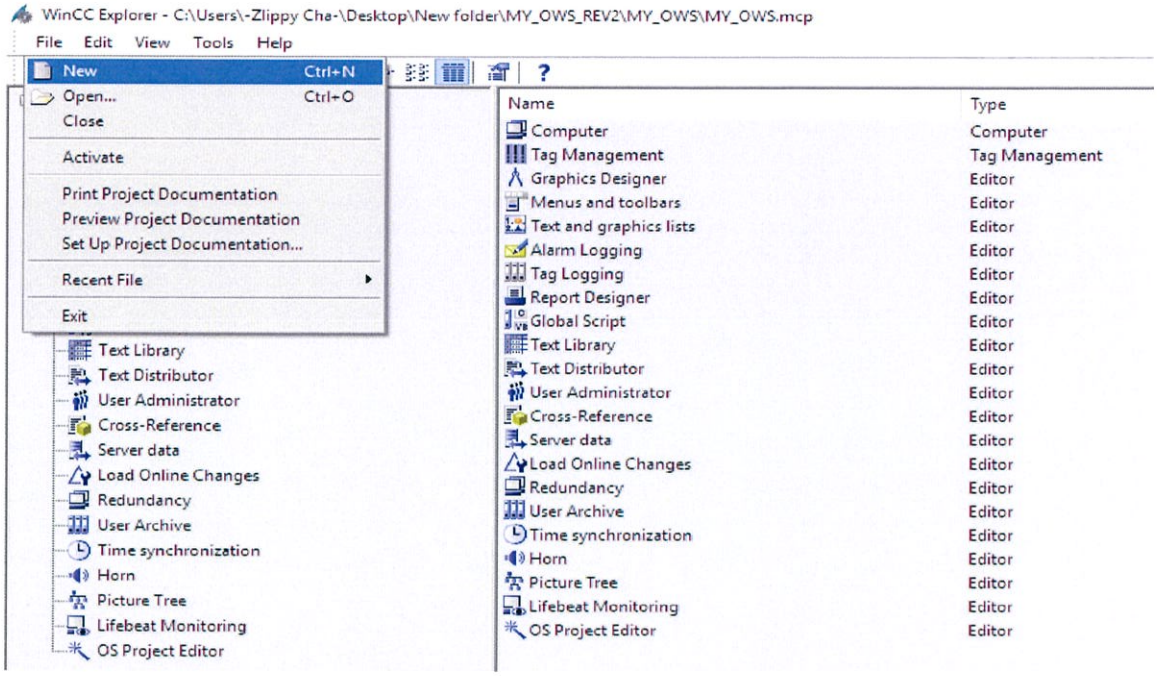
3.2.1.4 จากนั้น ใน PC Station จะขึ้นโปรแกรม OS ให้เราเพื่อทำการสร้างกราฟฟิกดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การเปิดโปรแกรม WinCC ผ่าน โปรแกรม Step7

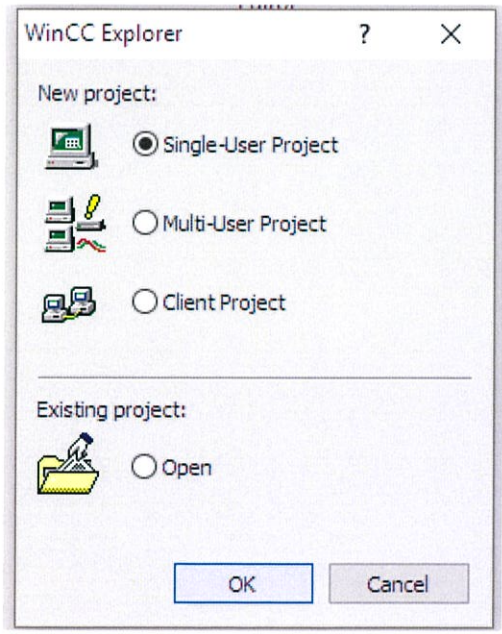
3.2.2 การสร้างหน้าจอแสดงผล

3.2.2.1 ในการสร้างหน้าต่าง SCADA ต่างๆต้องเริ่มจากการสร้างส่วนหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมก่อน โดยเริ่มจาก File > New ในรูปที่ 3.13



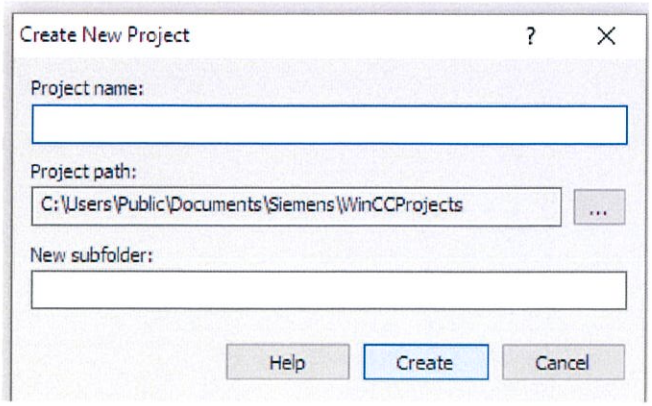
รูปที่ 3.13 การสร้างโปรเจคใหม่ในโปรแกรม WinCC

3.2.2.2 โปรแกรมจะให้เลือกรูปแบบการใช้งาน เมื่อเราต้องการแสดงผล SCADA แบบเครื่องเดี่ยวหรือหลายเครื่อง เมื่อเลือกแล้ว คลิก OK ดังรูปที่ 3.14



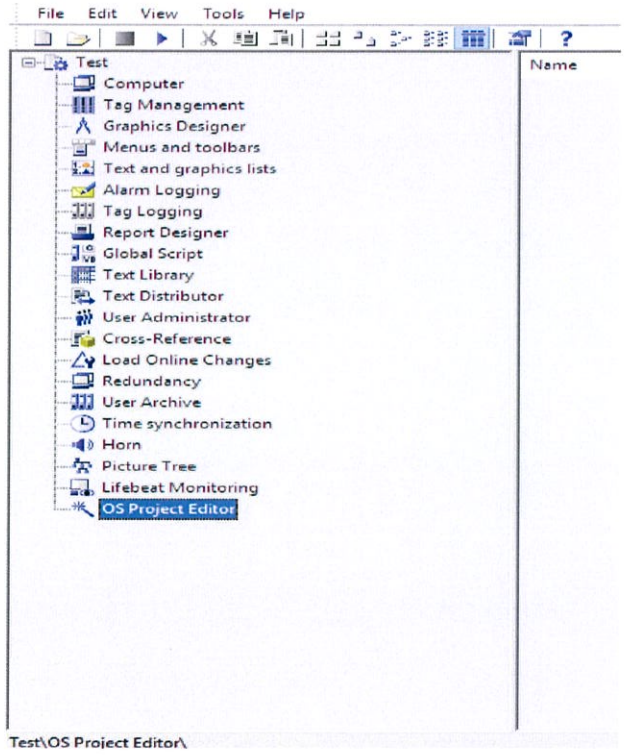
รูปที่ 3.14 การเลือกรูปแบบการโหลดโปรเจค

3.2.2.3 ตั้งชื่อโปรเจค และ เลือกบริเวณที่ต้องการเซฟไฟล์ ดังรูปที่ 3.15



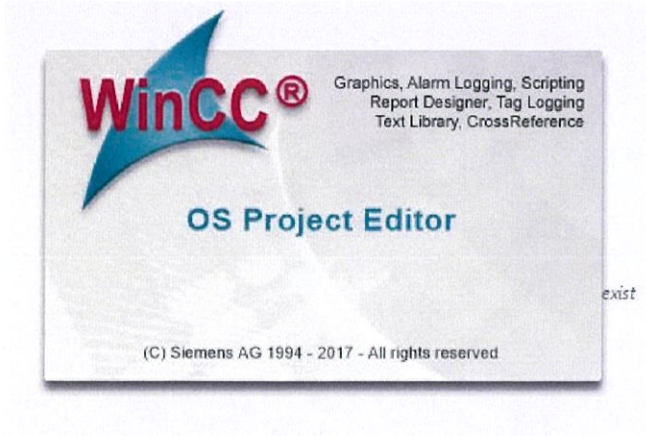
รูปที่ 3.15 หน้าต่างกำหนดชื่อไฟล์

3.2.2.4 จากนั้นเราจะทำการตั้งค่าเริ่มต้นของโครงร่าง ตามแบบฟอมมาตราฐานโดยเลือกโปรแกรมตามที่บริษัท Siemens สร้างไว้ โดยคลิกไปที่ OS Project Editor ดังแสดงในรูปที่ 3.16



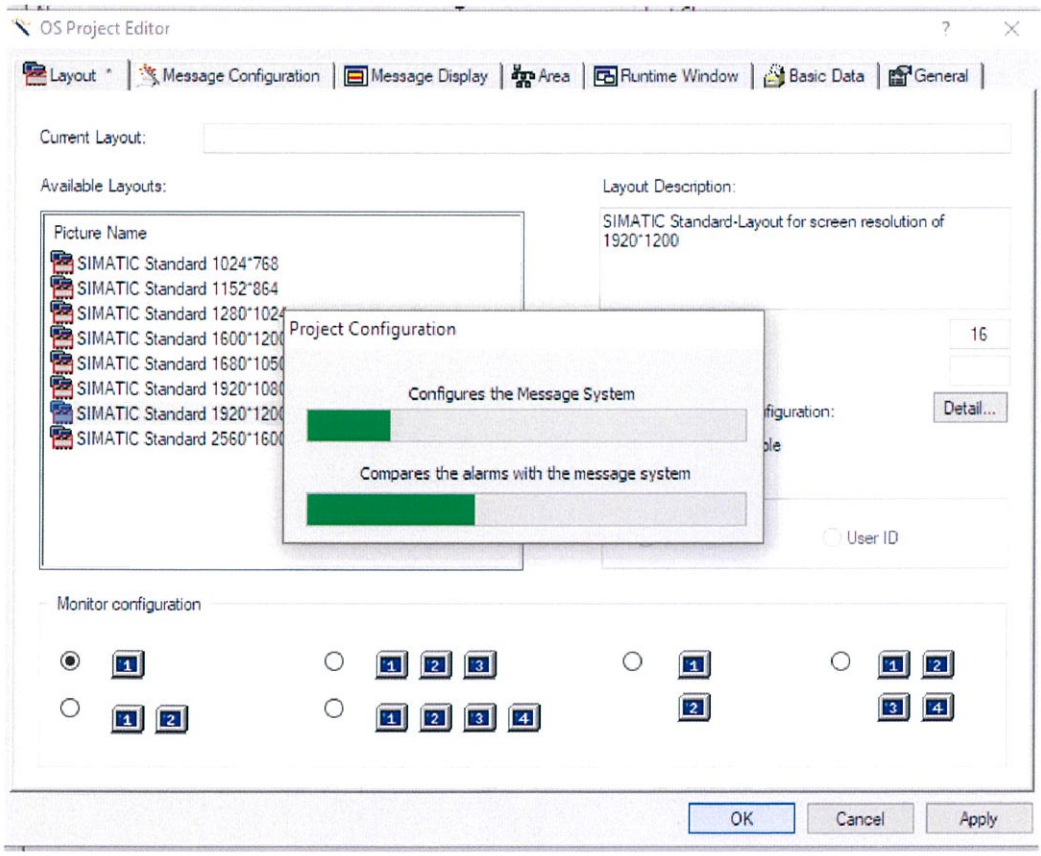
รูปที่ 3.16 หน้าต่างค่าเริ่มต้นโปรแกรม

3.2.2.5 ระบบจะทำการเริ่ม Software SIMATIC เข้ากับ WinCC ดังรูปที่ 3.17



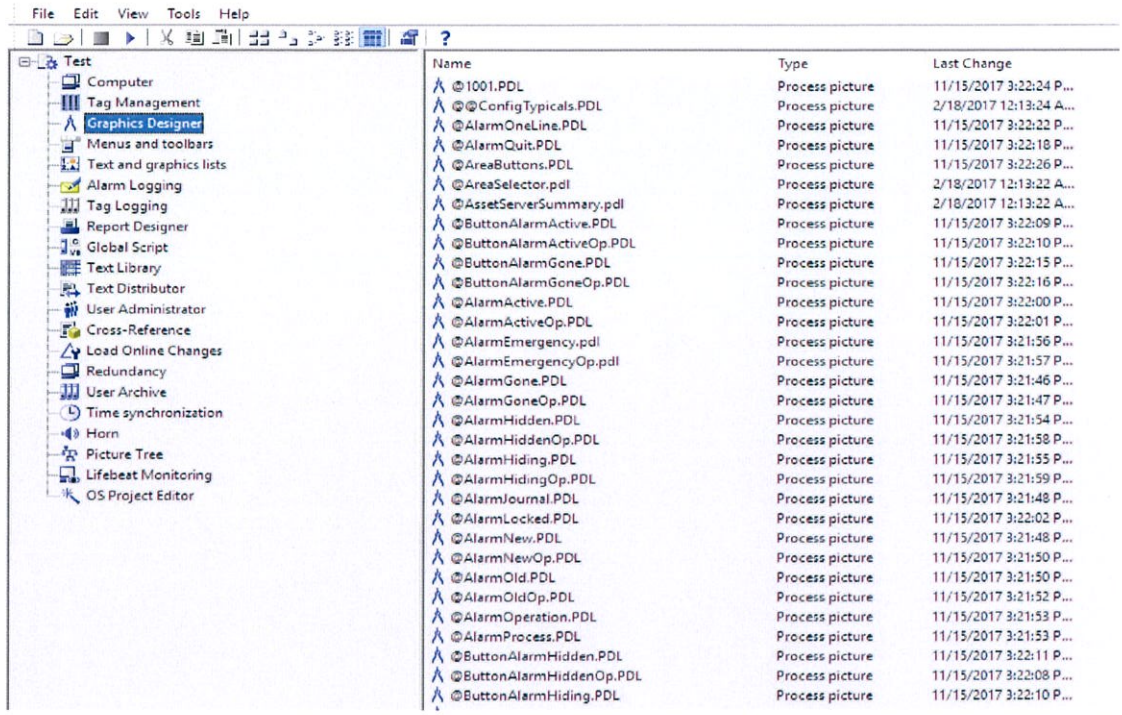
รูปที่ 3.17 Software OS Project Editor

3.2.2.6 จากนั้นเลือกหน้าจอแสดงผลตามขนาดที่เราต้องการ แล้วคลิก OK ดังแสดงในรูปที่ 3.18



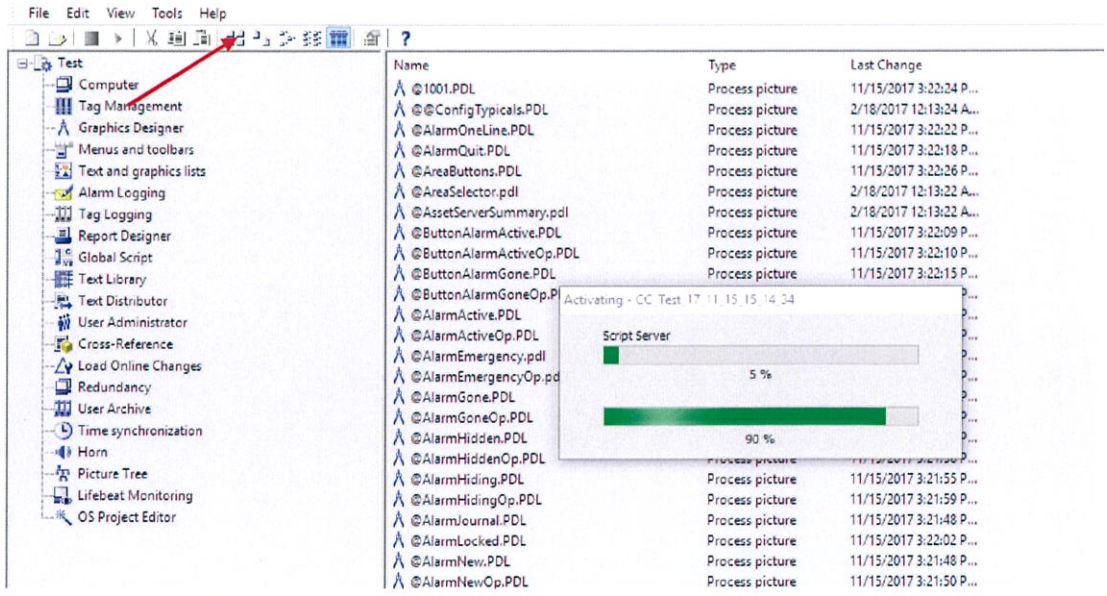
รูปที่ 3.18 การตั้งค่า Resolution ของหน้าจอแสดงผล

3.2.2.7 จะได้ข้อมูลในGraphics Designer ดังรูป 3.19



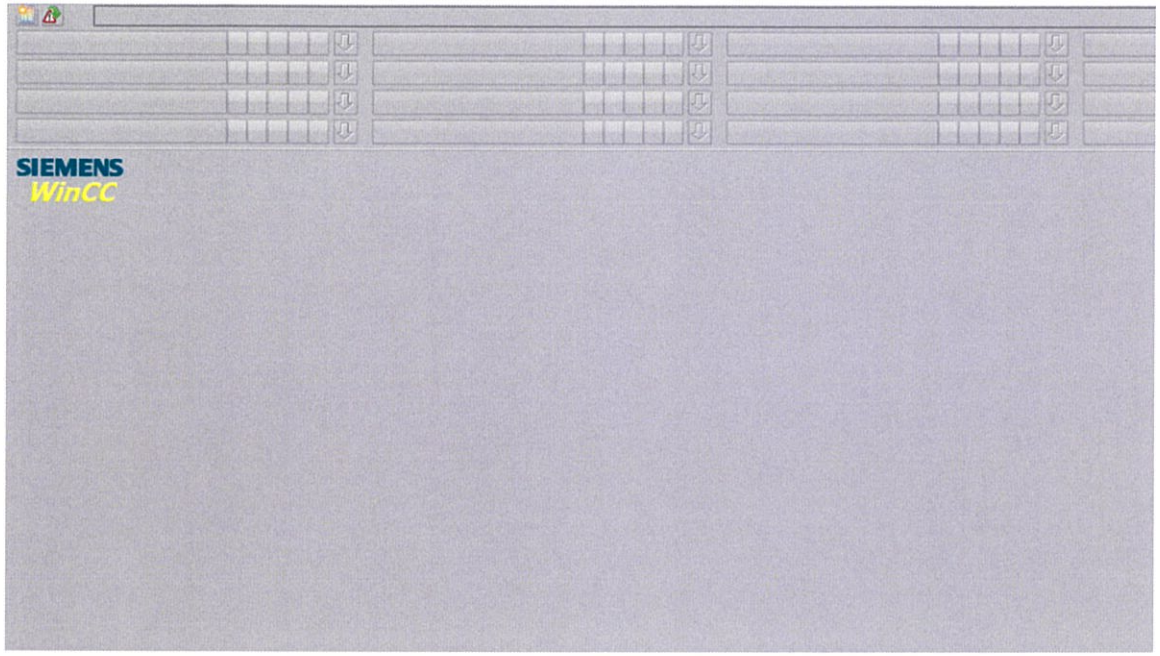
รูปที่ 3.19 หน้าต่างค่าเริ่มต้นที่ทาง Siemens ออกแบบไว้ใน Graphic Design

3.2.2.8 คลิก Activate ระบบจะทำการประมวลผลหน้าจอ SCADA ดังรูปที่ 3.20



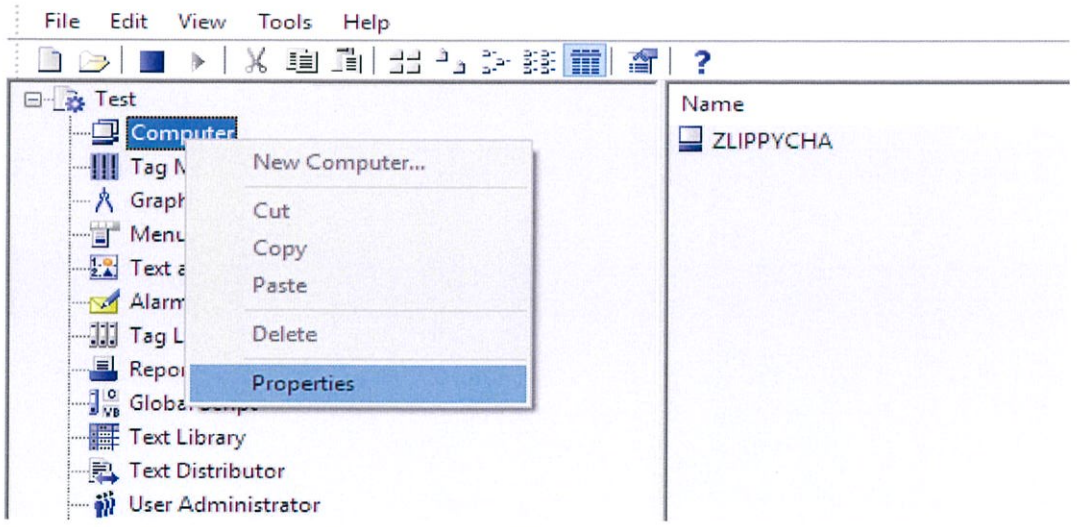
รูปที่ 3.20 การ Activate หน้าจอ SCADA

3.2.2.9 หน้าจอ SCADA เริ่มต้น ขณะที่ยังไม่มีข้อมูลใดๆ จะพบว่าเราจะตั้งค่าเริ่มต้นไว้ที่ 4*4 ช่อง ดังรูปที่ 3.21



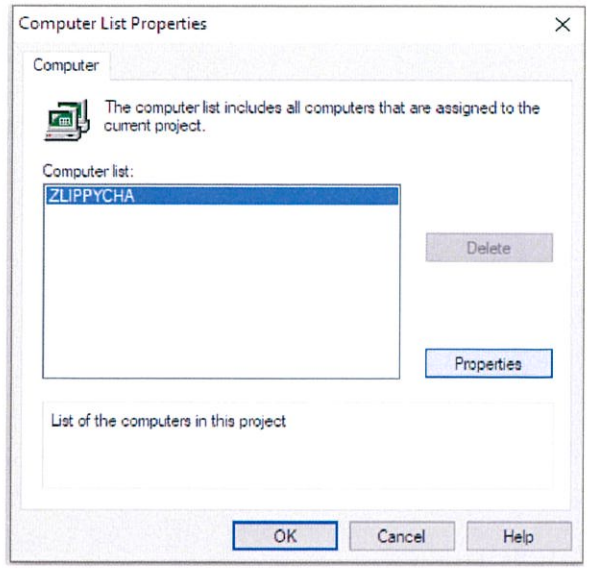
รูปที่ 3.21 หน้าจอ SCADA เริ่มต้น

3.2.2.10 หากต้องการปรับแต่งหน้าจอ SCADA ให้ทำการคลิกขวาที่ Computer > Properties ดังแสดงในรูปที่ 3.22



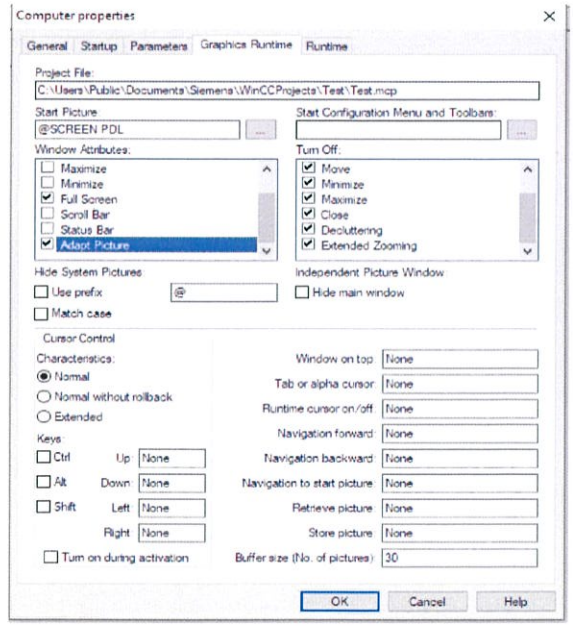
รูปที่ 3.22 การตั้งค่าพื้นฐาน SCADA

3.2.2.11 คลิก Properties ดังแสดงในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 หน้าต่าง Computer List Properties

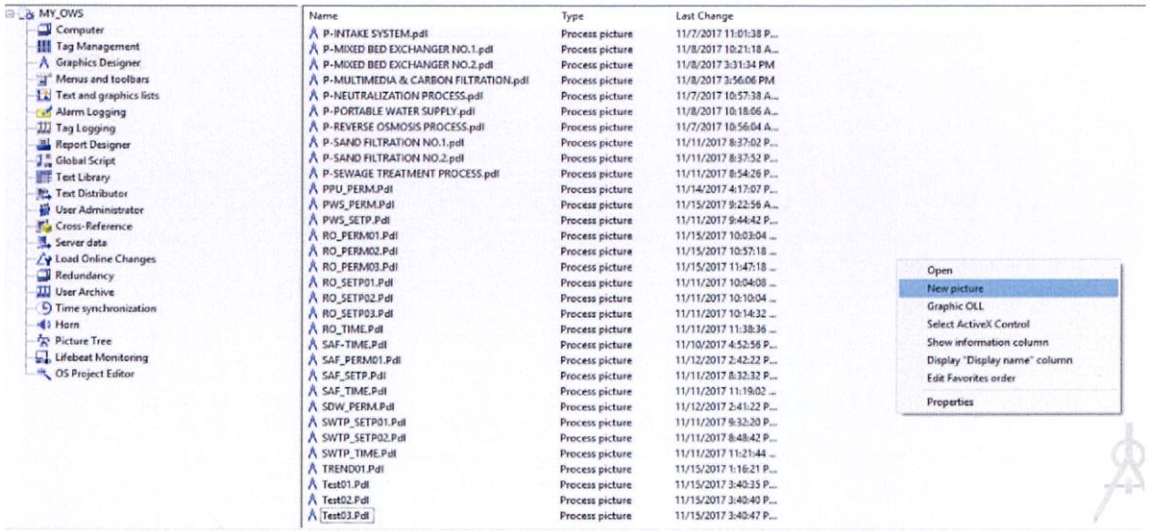
3.2.2.12 เราสามารถปรับแต่งค่าเริ่มต้นของ SCADA ได้ตามต้องการ สามารถปรับสภาพหน้าจอ เลือกแสดงค่าเฉพาะบางค่า ปรับ Resolution หน้าจอให้เต็มหน้าตลอดเวลาการใช้งาน เพิ่ม-ลบ แถบกดในโปรแกรม ฯลฯ ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การตั้งค่าให้ SCADA ปรับ Resolution ตามหน้าจอคอมพิวเตอร์

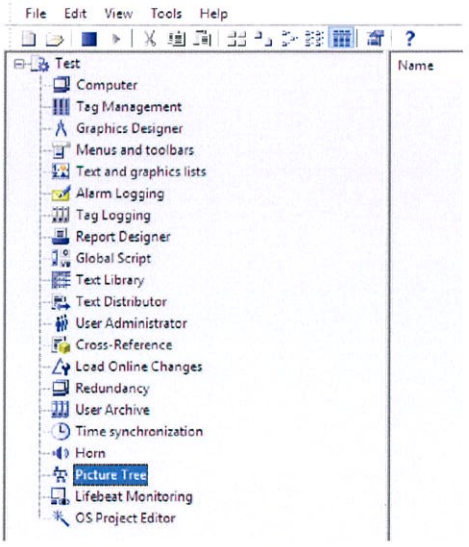
3.2.3 การลิงค์หน้าจอด้วย Picture Tree

3.2.3.1 ในการสร้างกราฟฟิกหน้าใดหน้าหนึ่งนั้นเราเพียงเขียนหรือวาดวัตถุต่างๆขึ้นมาแล้วเขียนคำสั่งต่างๆให้กับระบบตามที่เราต้องการ แต่ภาพทั้งหมดนั้นจะยังไม่แสดงขึ้นไปยังหน้าจอ SCADA จนกว่าเราจะมาตั้งค่าใน Picture Tree เริ่มจากการสร้างกราฟฟิกมา 1 หน้า โดยการคลิกขวาใน Graphics Designer > New Picture ดังแสดงในรูปที่ 3.25



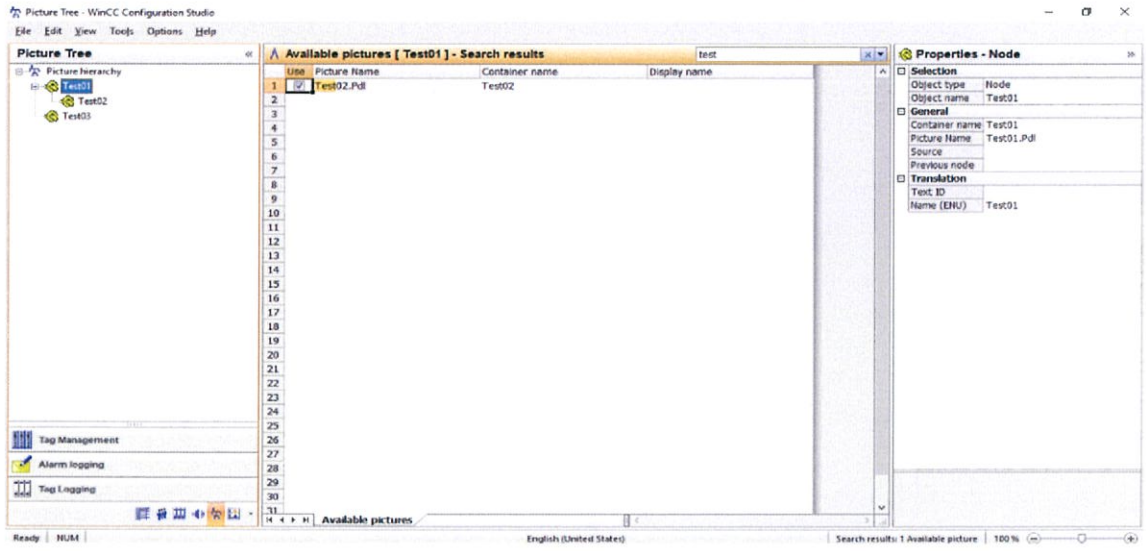
รูปที่ 3.25 การสร้างหน้าจอกราฟฟิก

3.2.3.2 เข้าไปยัง Picture Tree ดังรูปที่ 3.26



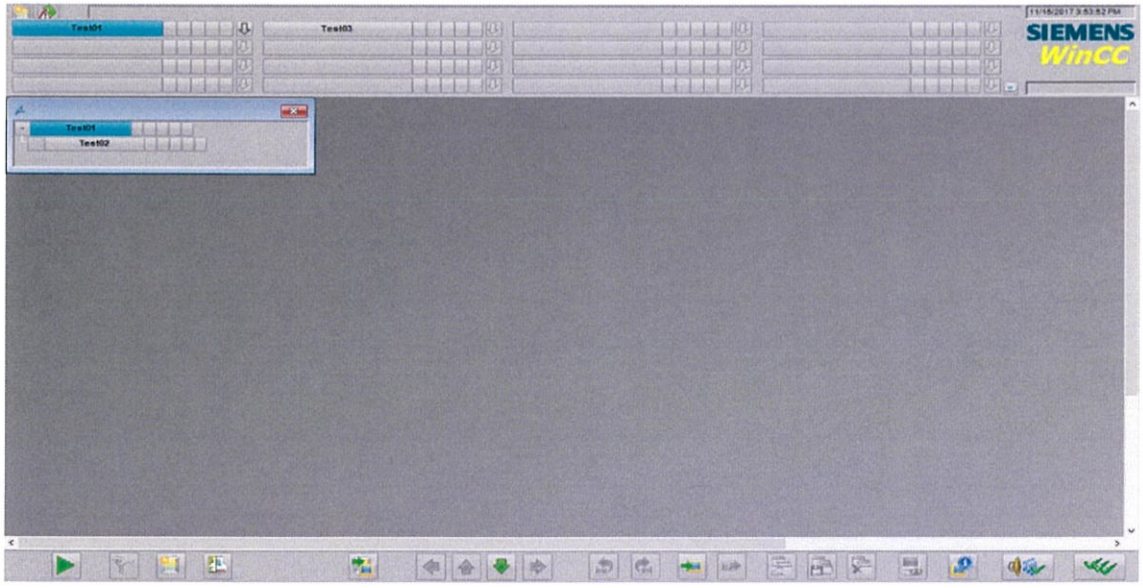
รูปที่ 3.26 ฟังชั่น Picture Tree

3.2.3.3 จากนั้นจะพบด้านซ้ายมือ ให้เราทำการ คลิกภาพกราฟฟิกที่เราต้องการทำเป็นหน้าหลักทั้งหมดก่อน จากนั้นภาพที่เป็นกราฟฟิกหน้ารอง ให้ทำการคลิกที่ภาพหลัก และเลือกคลิกภาพที่ต้องการเป็นหน้ารอง ภาพกราฟฟิกที่เป็นหน้ารองจะไปซ้อนด้านล่างภาพหลัก ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 หน้าต่างการตั้งค่า Picture Tree

3.2.3.4 เมื่อทำการ Activate SCADA จะพบภาพกราฟฟิกที่ตั้งค่าไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2.28

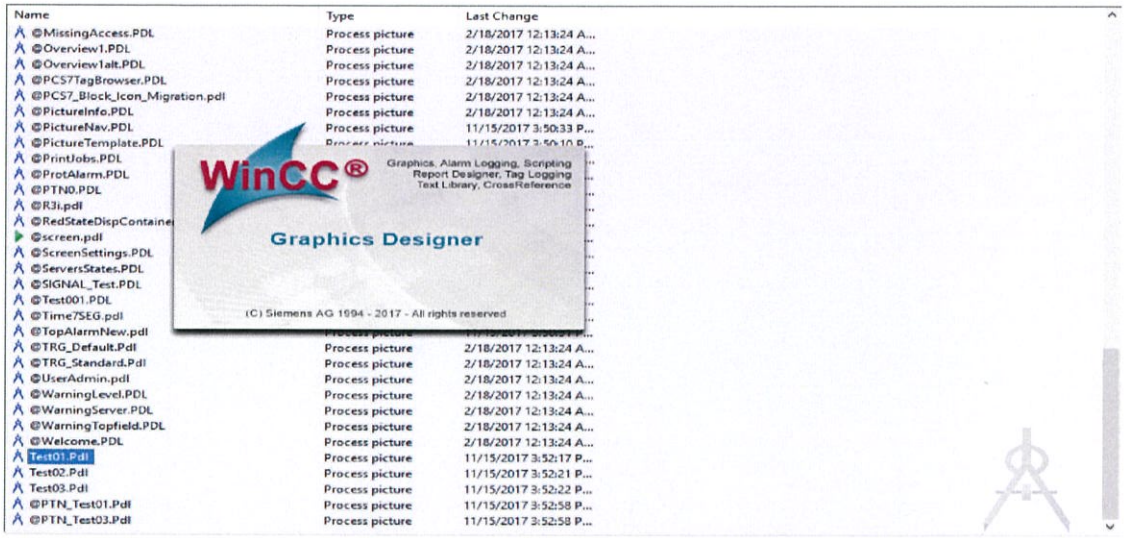


รูปที่ 3.28 หน้าจอ SCADA เมื่อตั้งค่าการลิงค์ภาพกราฟฟิก

3.3 ออกแบบกราฟฟิกที่ใช้ในจอแสดงผล

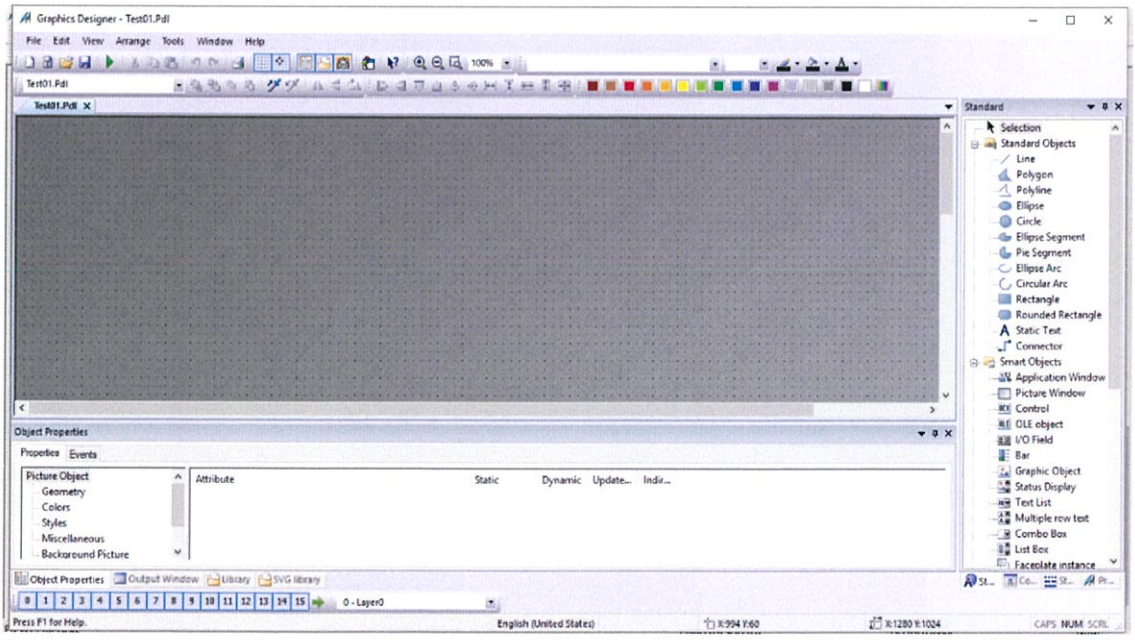
3.3.1 การสร้างกราฟิกให้กับวัตถุในซอฟต์แวร์

3.3.1.1 ทำการเลือกไฟล์กราฟฟิกที่ต้องการปรับแก้ ดังรูปที่ 3.29



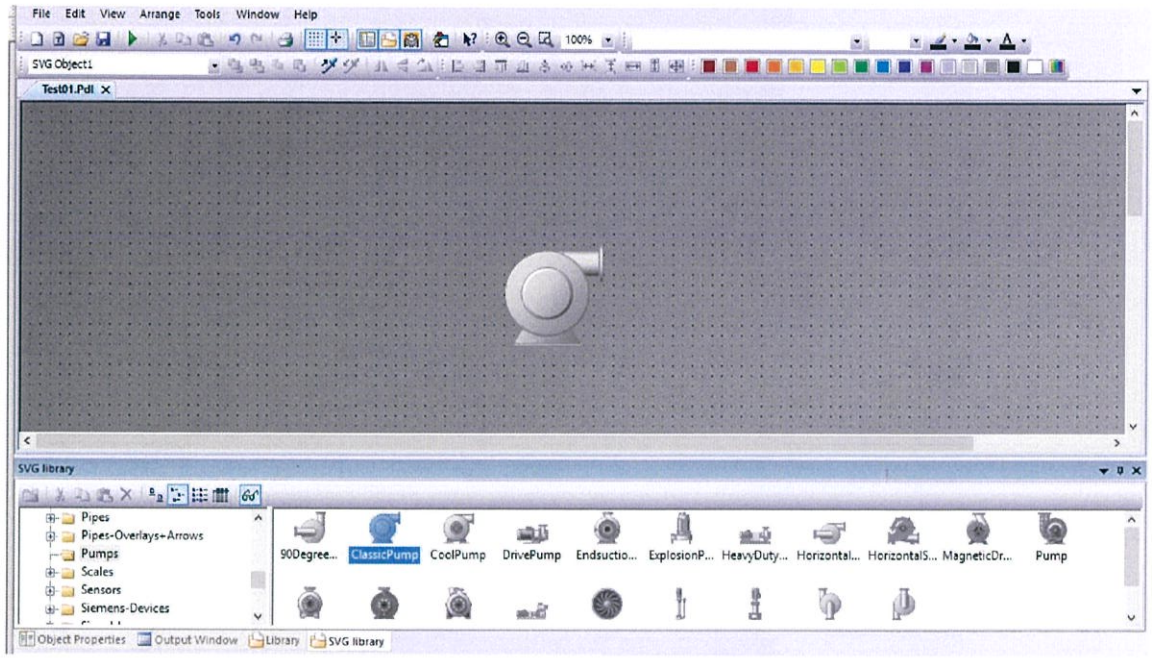
รูปที่ 3.29 โปรแกรม Graphics Designer

3.3.1.2 เมื่อเปิดไฟล์จะได้หน้าต่างดังรูปที่ 3.30



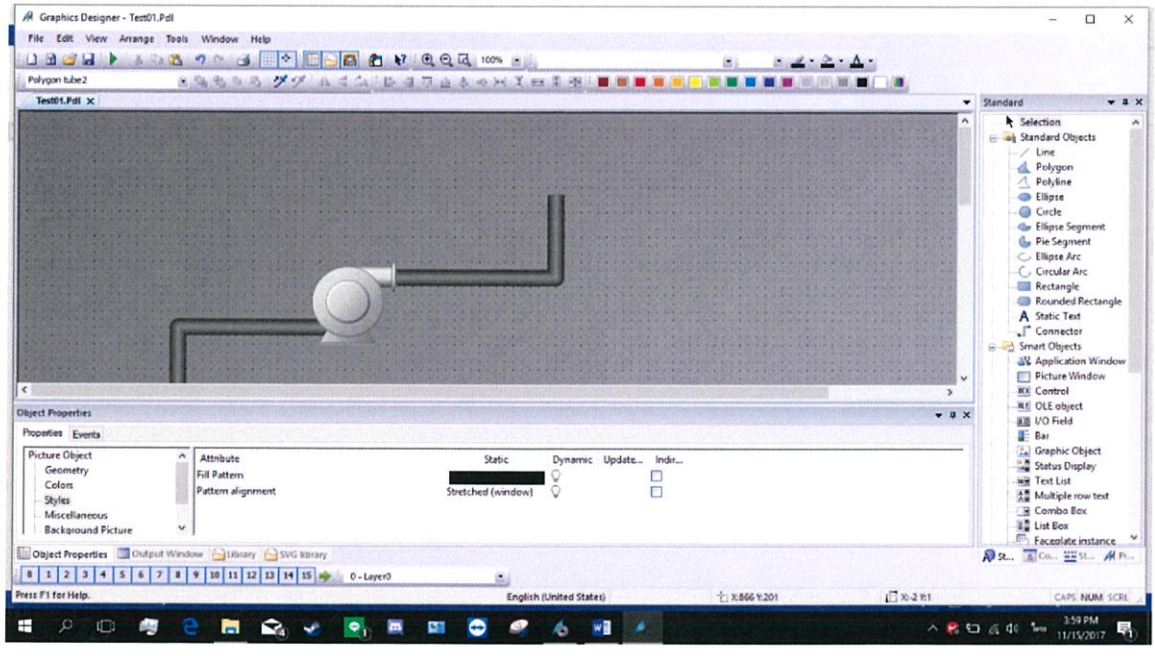
รูปที่ 3.30 หน้าต่าง Graphics Designer

3.3.1.3 ทำการเพิ่มปั๊มน้ำ ผ่านทาง SVG library ซึ่งเป็นภาพสำเร็จรูป ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 การสร้างปั๊มป์จาก SVG library

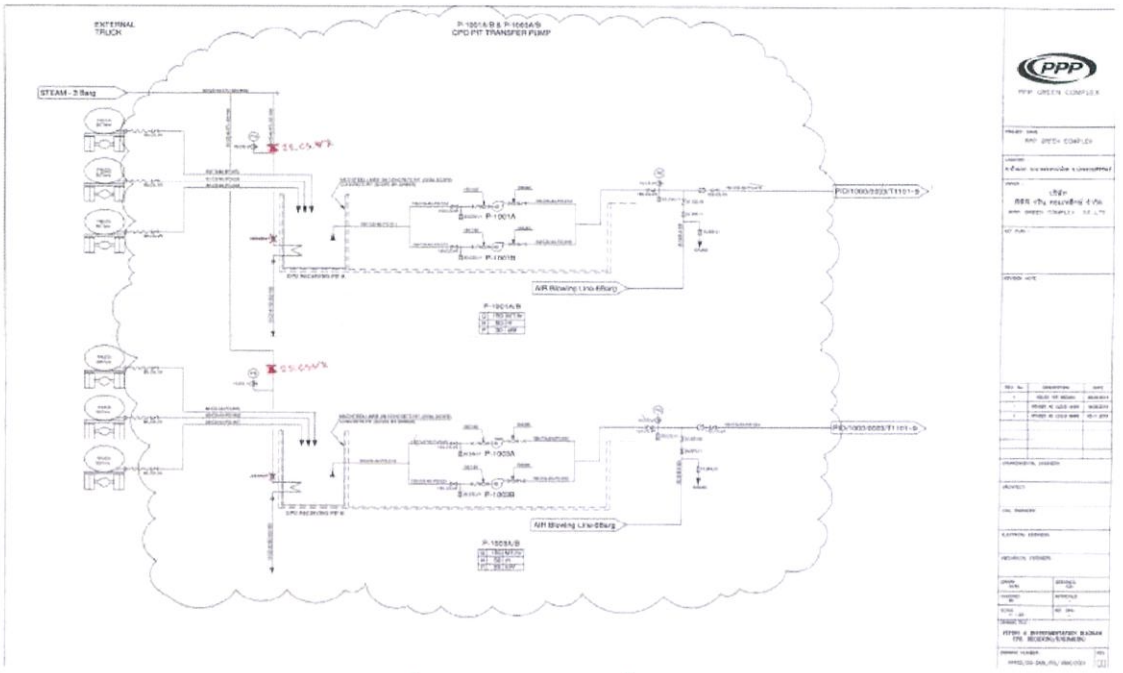
3.3.1.4 ทำการสร้างท่อผ่านคำสั่ง Poly tube ด้านขวามือ ดังรูปที่ 3.32



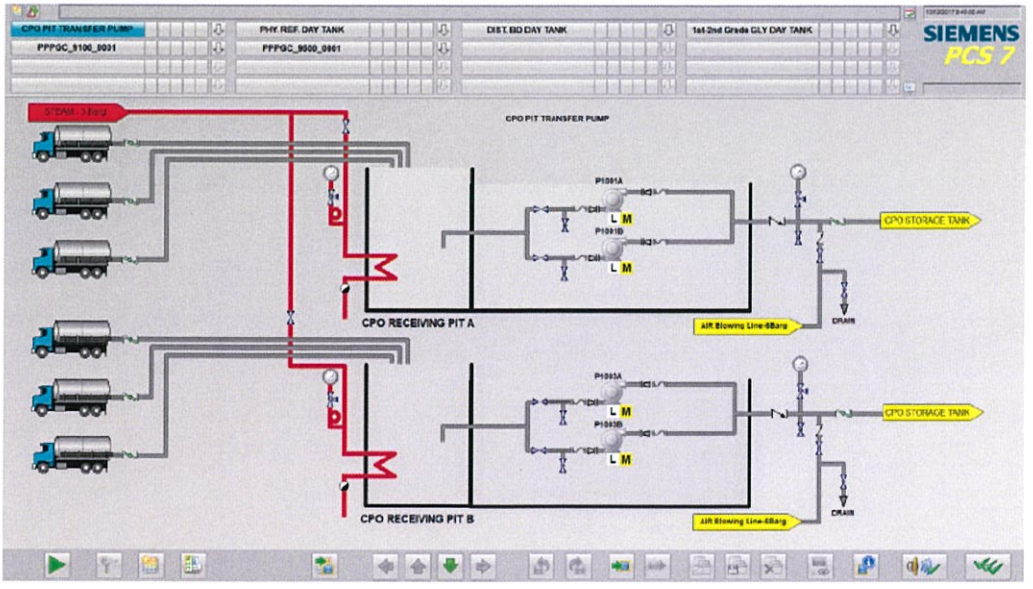
รูปที่ 3.32 การสร้างท่อน้ำจาก อุปกรณ์ Poly Tube

3.3.2 วาดกราฟฟิกโดยอ้างอิงลักษณะอุปกรณ์จากแผนภาพ P&ID

จากงานที่ลูกค้าต้องการ ลูกค้าจะมอบหมายงานภาพมาในลักษณะ P&ID ดังรูป 3.33 ให้เราทำการสร้างภาพกราฟฟิกในโปรแกรม Graphics Designer ให้คล้ายที่สุด และจัดทำสีของภาพให้ดูเรียบร้อยสวยงาม ดังรูปที่ 3.34



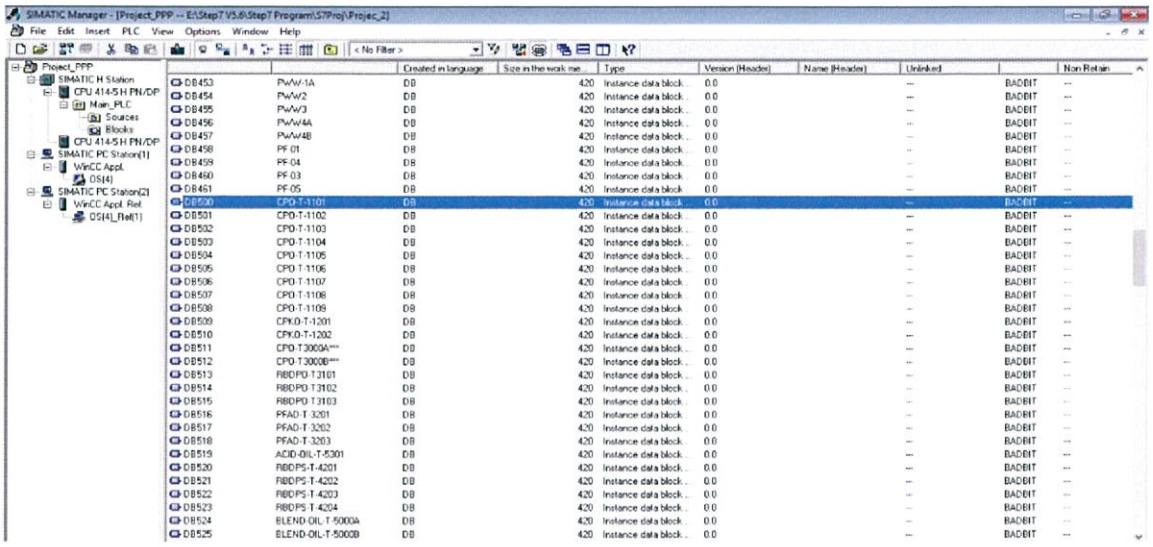
รูปที่ 3.33 ภาพP&ID ที่ลูกค้าส่งมา



รูปที่ 3.34 ภาพ SCADA ที่ทางบริษัทจัดทำ

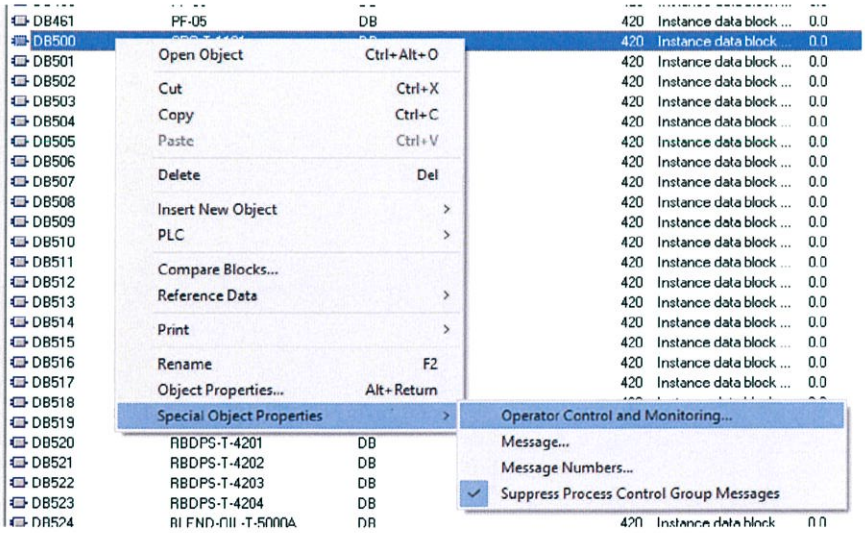
3.3.3 การสร้าง Tag Management จาก S7 program

3.3.3.1 เมื่อทำการเขียนโปรแกรมใน S7 program เรียบร้อยแล้วจะได้ข้อมูลบล๊อคต่างๆ ดังรูปที่ 3.35 และเราต้องการที่จะนำข้อมูลไปขึ้นเป็นแท็กในโปรแกรม WinCC โดยที่เราไม่จำเป็นต้องสร้างข้อมูลเพิ่มในอีกโปรแกรม



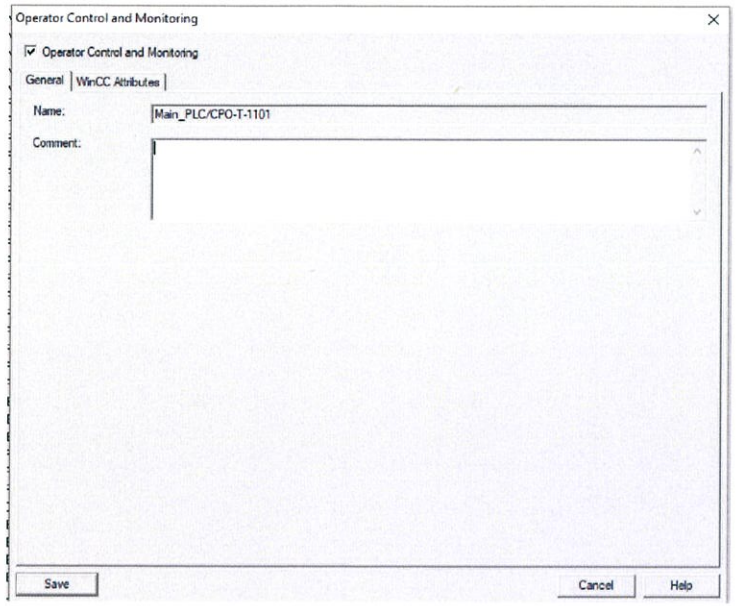
รูปที่ 3.35 แสดงข้อมูลบล๊อคต่างๆในระบบ

3.3.3.2 ทำการคลิกขวาที่ข้อมูล > Special Object Properties > Operator Control and Monitoring ดังแสดงในรูปที่ 3.36



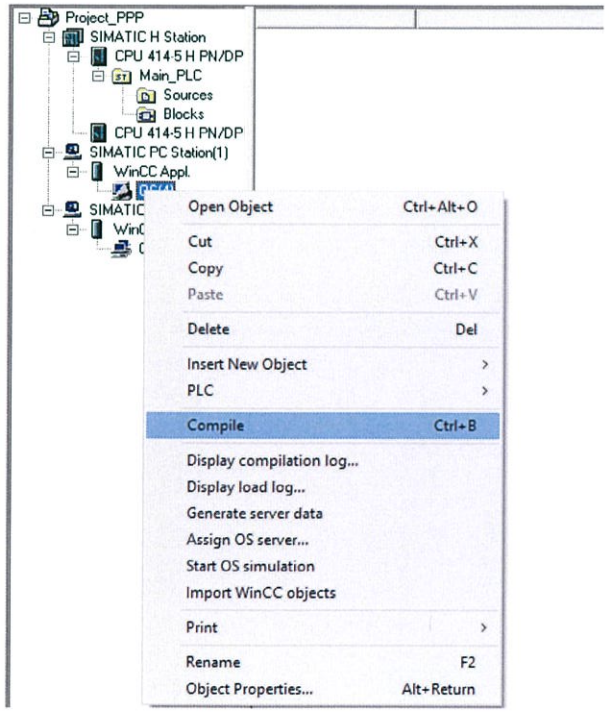
รูปที่ 3.36 การเปิดหน้าต่าง Operator Control and Monitoring

3.3.3.3 ทำการคลิกถูกที่ Operator Control and Monitoring ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 หน้าต่าง Operator Control and Monitoring

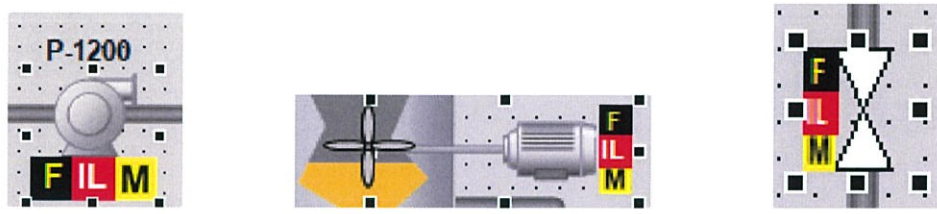
3.3.3.4 คลิกขวาที่ OS ใน WinCC AppL จากนั้น Compile ข้อมูลดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 การโหลด Tags ขึ้นโปรแกรม WinCC

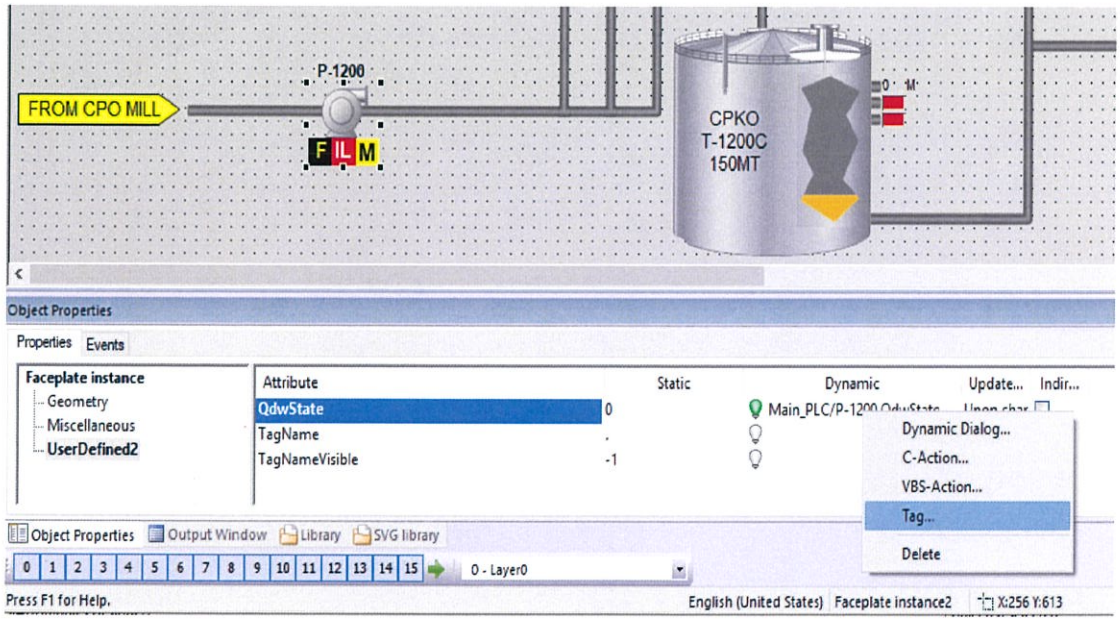
3.3.4 สร้าง Animation Link ให้กับรูปกราฟิกที่วาด

3.3.4.1 ในการทำ Animation link ขอภาพต่างๆที่แสดงในระบบ SCADA นั้นจะต้องทำการสร้างแท็กต่างๆ ผ่านทางโปรแกรม SIMATIC Manager ก่อนแล้วดาวโหลดผ่านโปรแกรม ลงในโปรแกรม WinCC ลิงค์แท็กจะขึ้นมาในช่อง Tag Mananger จากนั้นทำการสร้างวัตถุที่ต้องการลิงค์ ให้ตรงกับวัตถุที่เราสามารถควบคุม หรือต้องการให้มีการกระทำต่างๆ เช่น ปั๊มป์ วาล์ว และ ใบกวนดังรูปที่ 3.39



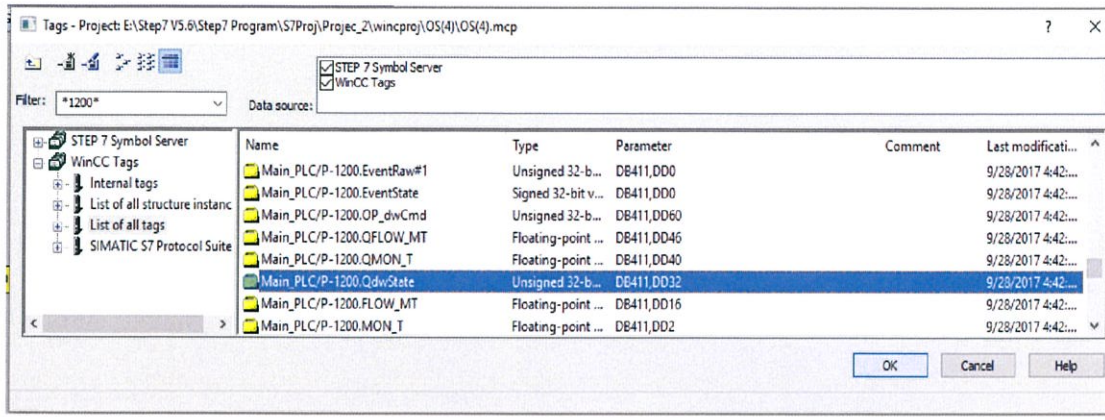
รูปที่ 3.39 ตัวอย่างปั๊มป์ วาล์ว และใบกวนในระบบ

3.3.4.2 คลิกไปที่วัตถุที่เราต้องการ ไปที่ Object Properties > UserDefined2 > คลิกขวาที่ QdwState > Tag ดังแสดงในรูปที่ 3.40



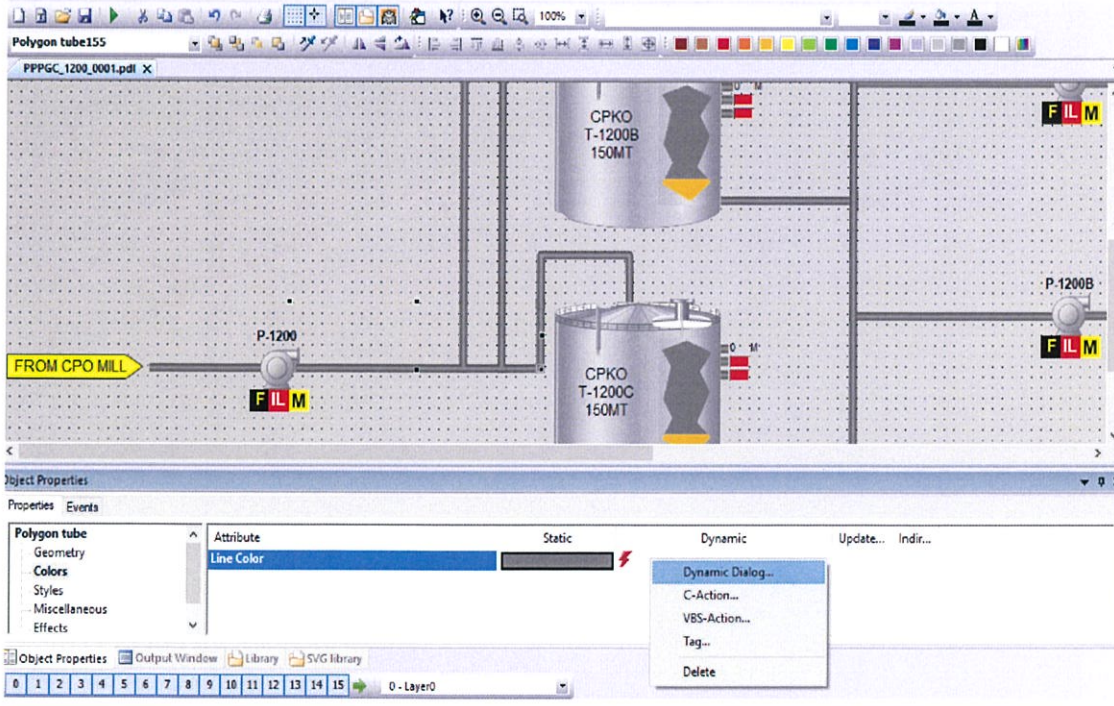
รูปที่ 3.40 การเชื่อม Tags ของอุปกรณ์

3.3.4.3 เลือก แท็กที่ตรงกับอุปกรณ์ที่เราเลือกไว้ สังเกตนามสกุลไฟล์ เป็น .QdwState ดังรูปที่ 3.41



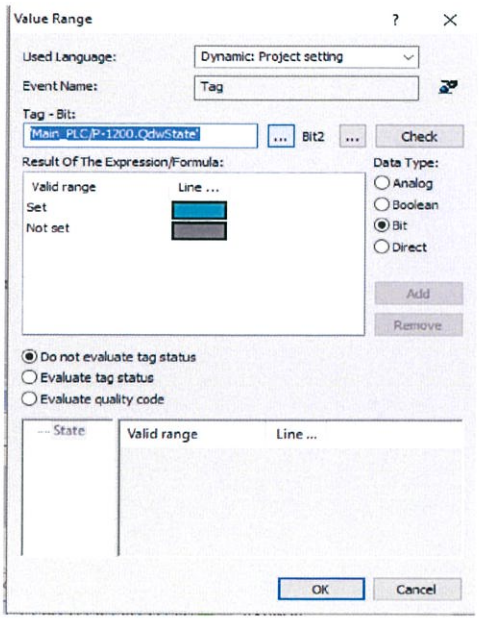
รูปที่ 3.41 หน้าต่างการเชื่อม Tags

3.3.4.4 ทำการสร้างการทำงานเชื่อมโยงเมื่ออุปกรณ์ทำงานให้ท่อมีการเปลี่ยนสีเป็นสีฟ้า ให้ทำการคลิกที่ท่อที่เราต้องการ > Object Properties > Color > คลิกขวาที่ Dynamic > Dynamic Dialog



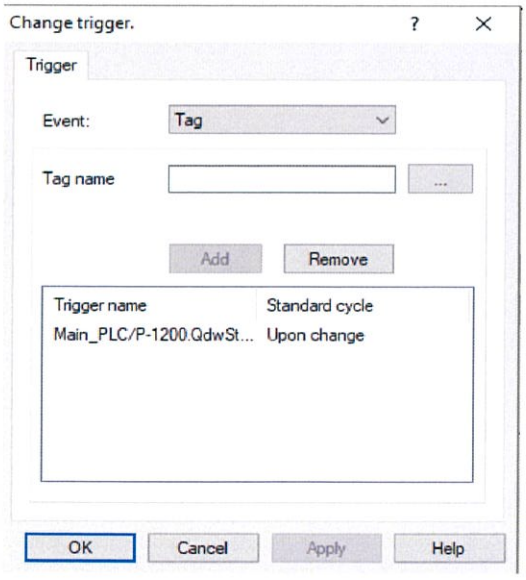
รูปที่ 3.42 การสร้าง Tags สีให้ท่อขณะทำงานและปิดการทำงาน

3.3.4.5 เลือกแท็กที่ตรงกับอุปกรณ์ที่ทำงาน และเลือก สีที่ต้องการให้เปลี่ยนที่คำสั่ง SET ดังรูป 3.43



รูปที่ 3.43 การลิ้งค์ Tags การทำงาน ขณะ Set และ Not Set

3.3.4.6 เข้าไปที่ Trigger ตรงขวามือของ Event name ดังรูป 3.44 > เปลี่ยน Standard cycle เป็น Upon Change เพื่อให้สีที่เปลี่ยน เปลี่ยนทันทีเมื่ออุปกรณ์ทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.44

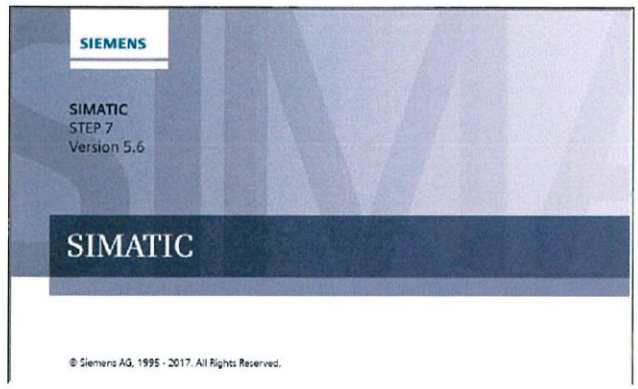


รูปที่ 3.44 หน้าจอการตั้งค่าเวลาในการแสดงผล

3.4 การคอนฟิค Hardware และ Simulation

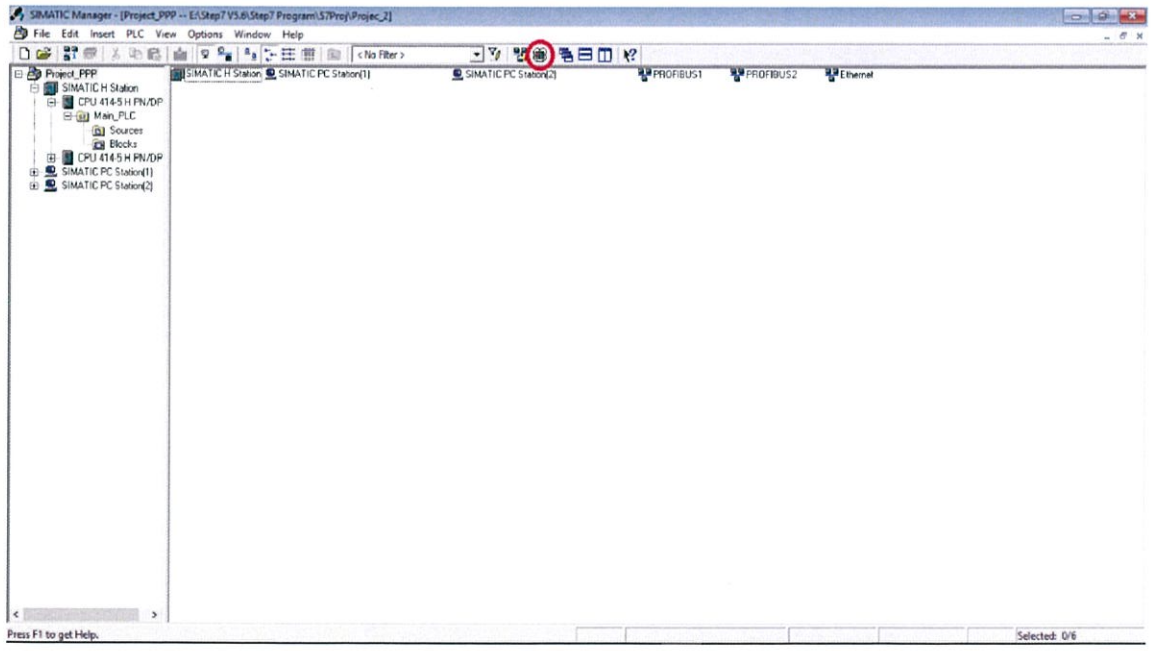
3.4.1 การคอนฟิค Hardware และเปิดตัว Simulation

3.4.1.1 เปิดโปรแกรม SIMATIC Manager ดังแสดงในรูปที่ 3.45



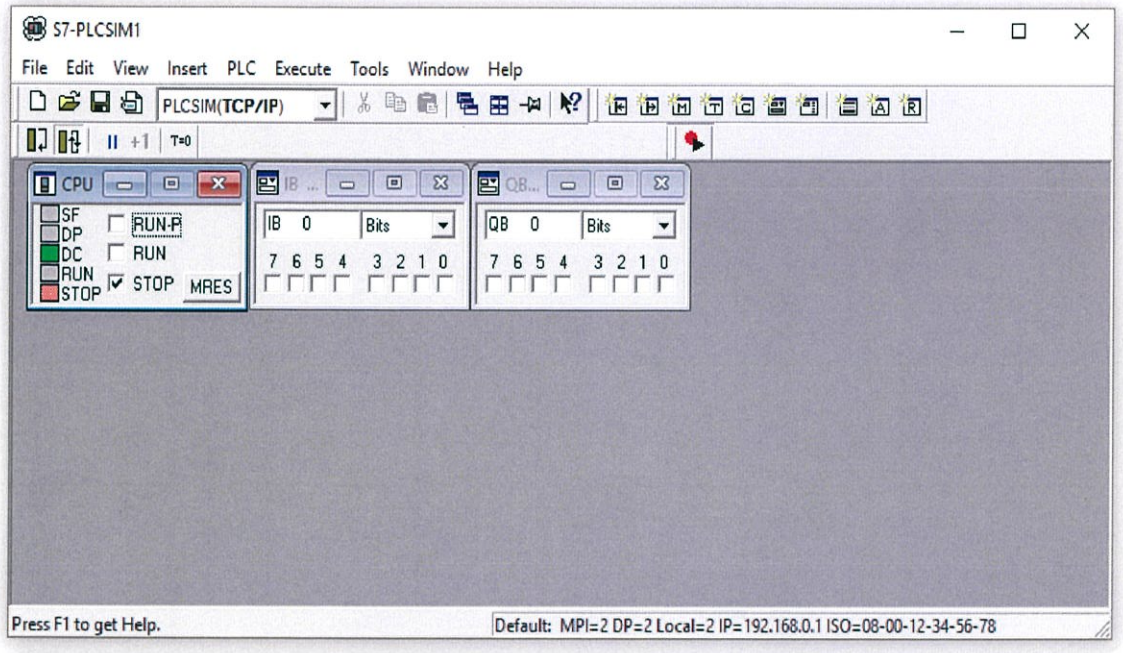
รูปที่ 3.45 หน้าต่างโปรแกรม SIMATIC Manager SP1

3.4.1.2 เปิดโปรแกรม Simulation เป็นฟังชั่นเสริมของ Software SIMATIC เพื่อจำลองสถานการณ์เมื่อไม่มีตัว PLC ในขณะนั้น ซึ่งเหมาะแก่การเขียนเพื่อทดสอบโปรแกรมว่าใช้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการหรือไม่



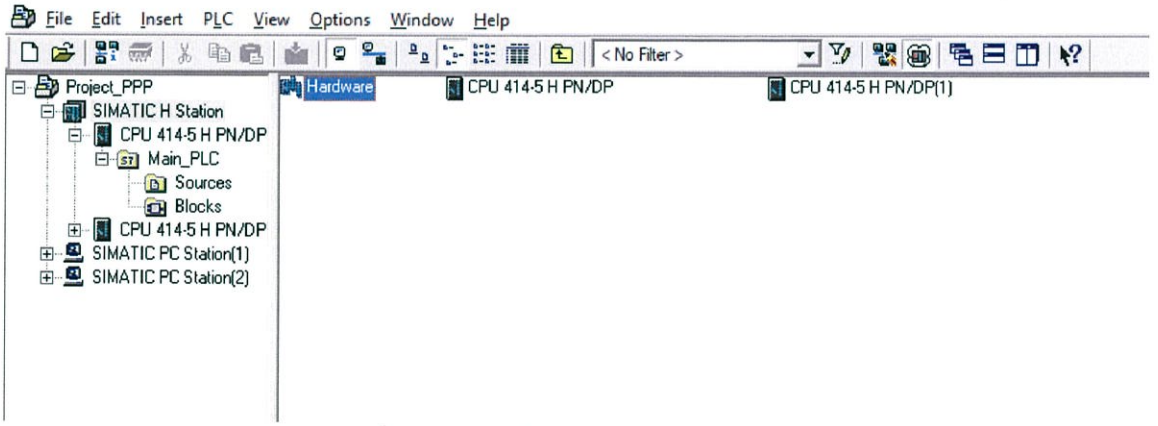
รูปที่ 3.46 การเปิดโปรแกรม SIMULATION

3.4.1.3 เมื่อเปิดโปรแกรม Simulation จะได้หน้าจอดังรูปที่ 3.47 CPU ของ PLC ที่ถูกจำลองจะอยู่ในสถานะ STOP และ มีหน้าต่าง IB QB เป็น อินพุต และเอาท์พุต ดังรูปที่ 3.47



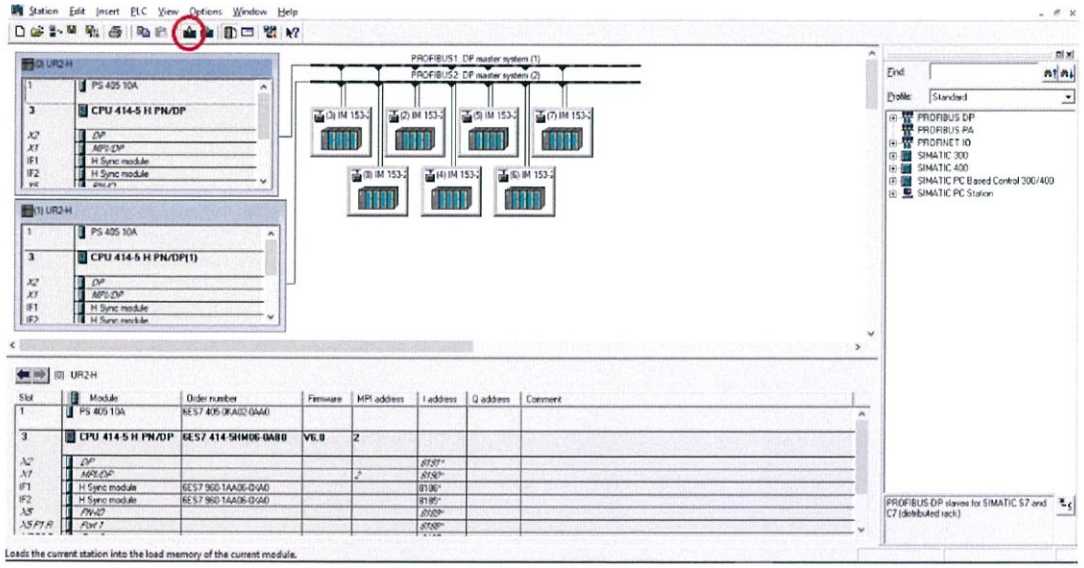
รูปที่ 3.47 หน้าต่าง Simulation ขณะ STOP

3.4.1.4 คลิกที่ SIMATIC H Station และ เข้าไปที่ Hardware ดังแสดงในรูปที่ 3.48



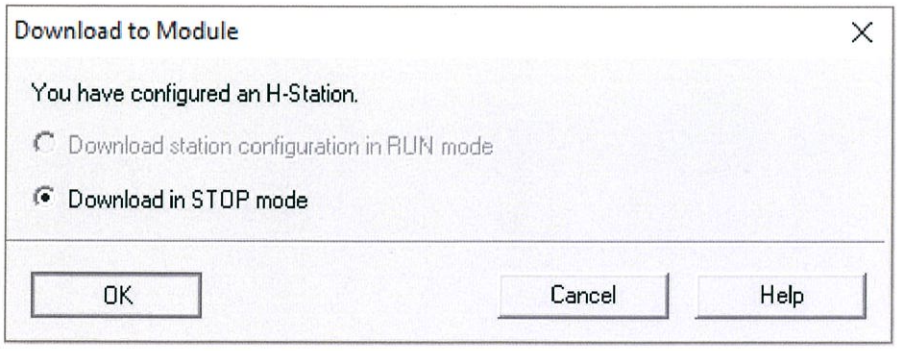
รูปที่ 3.48 การเข้าส่วนโปรแกรม Hardware

3.4.1.5 ในส่วนของ Hardware จะต้องเลือกรุ่นของ PLC ให้ตรงชนิดกับของที่ลูกค้าสั่งซื้อ โดยจะเห็นว่าระบบการทำงานของ S7-400 Redundant นั้นจะทำงานด้วย S7-400 จำนวนสองเครื่อง เชื่อมต่อกันด้วย Profibus DP เข้าขา IM ทั้ง 7 ตัว เมื่อ PLC ตัวแรกหยุดทำงาน PLC ตัวที่สองจะเข้ามาทำงานแทนที่ทันที ทำให้เมื่อมีข้อผิดพลาดใดๆในระบบ ระบบจะไม่หยุดการทำงานแต่จะทำงานด้วย PLC ที่สแตนบายรอโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.49



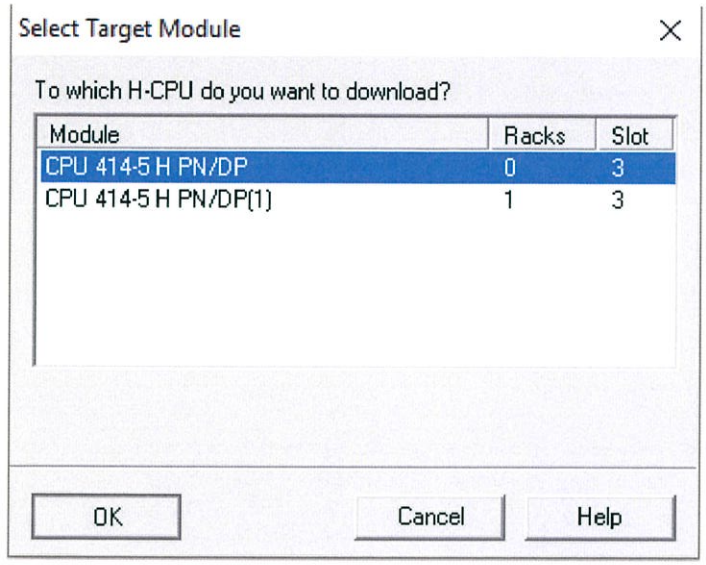
รูปที่ 3.49 หน้าต่าง Hardware Configure

3.4.1.6 เมื่อตั้งค่าพร้อมแล้วให้ทำงาน Save and Compile ลง PLC และดาวโหลด จะขึ้นหน้าต่างดังรูป 3.50 ให้กด OK ดังแสดงในรูปที่ 3.50



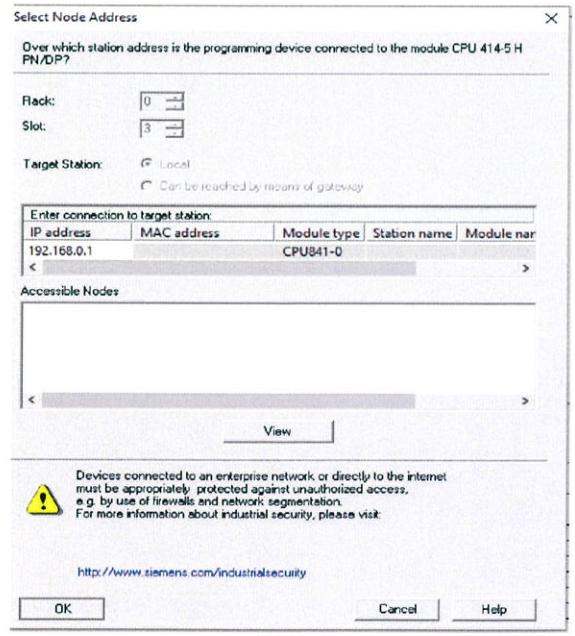
รูปที่ 3.50 ฟังชั่นการทำงานแบบ Interlock

3.4.1.7 จากนั้นจะขึ้นหน้าต่าง Select Target Module ในการเลือกตัวโมดูลหลัก ให้คลิก OK ดังรูปที่ 3.51



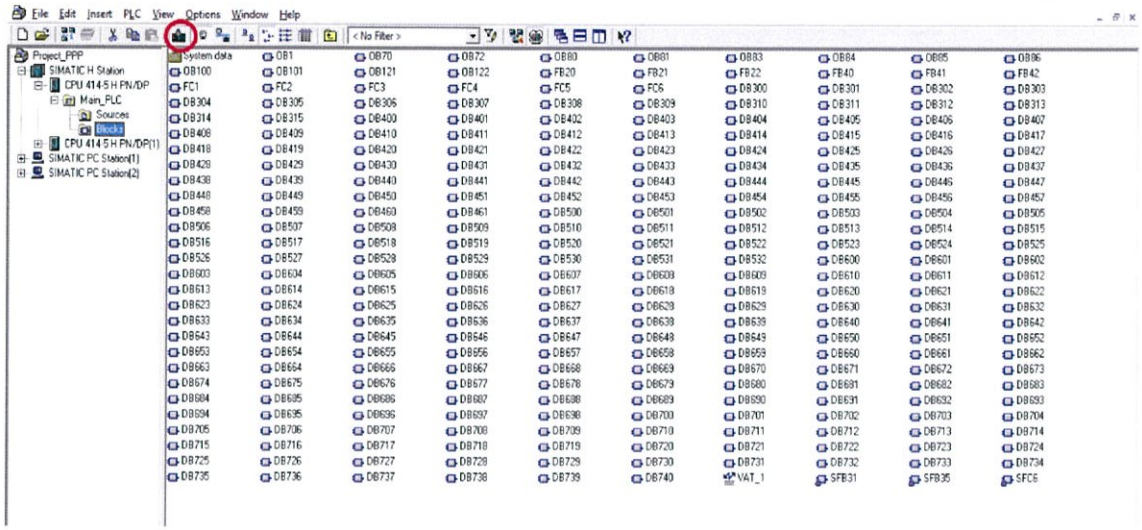
รูปที่ 3.51 หน้าต่าง Select Target Module

3.4.1.8 โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง รูปที่ 3.52 ให้ตรวจ IP address ให้ถูกต้อง คลิก View > Update > OK ดังแสดงในรูปที่ 3.52



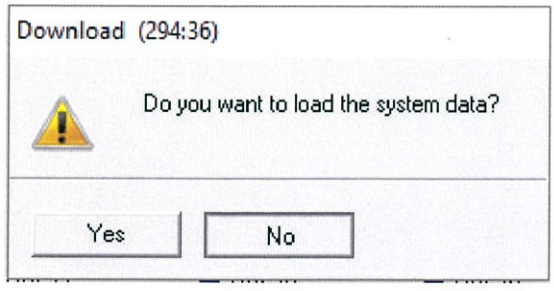
รูปที่ 3.52 หน้าต่าง Select Node Address

3.4.1.9 เมื่อโปรแกรมรู้จัก Hardware จากนั้นให้ทำการป้อนข้อมูลของอุปกรณ์ใน Block Function ลงไปผ่านการ ดาวโหลดบล็อค ให้คลิกไปที่ Blocks > Download and Compile ดังรูปที่ 3.53



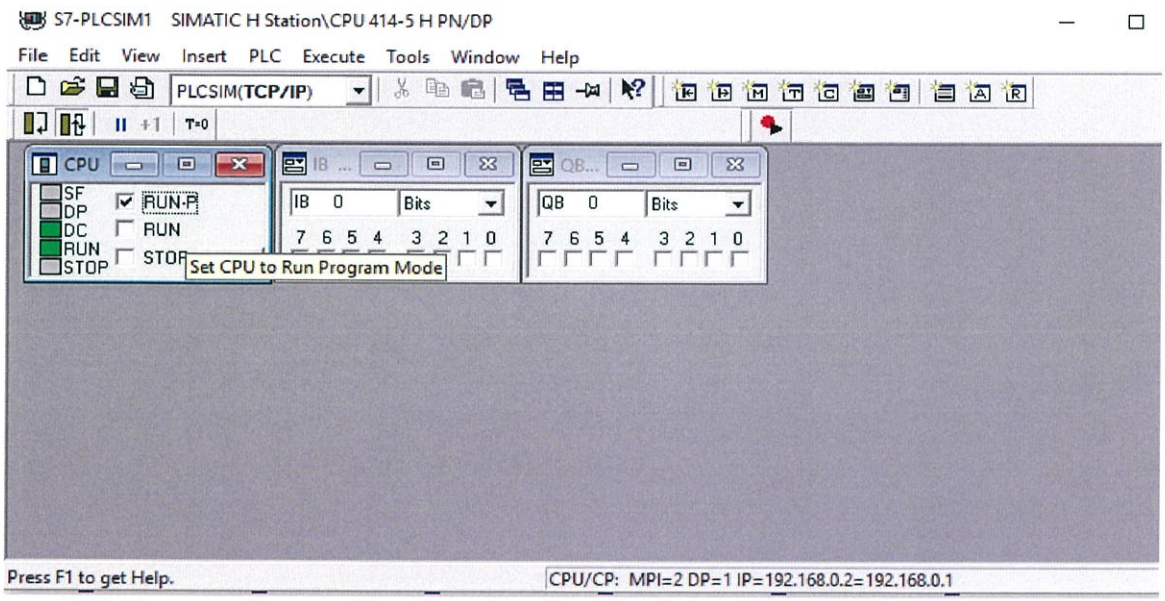
รูปที่ 3.53 หน้าต่าง Blocks ฟังชั่น

3.4.1.10 คลิก OK เป็นอันเสร็จสิ้นการตั้งค่า จำลองระบบด้วย Simulation ดังรูปที่ 3.54



รูปที่ 3.54 หน้าต่าง Download

3.4.1.11 จากนั้นให้กลับมาหน้า S7-PLC SIM ให้คลิกที่ RUN - P เพื่อเตรียมพร้อมส่งค่าอินพุท และรับค่าเอาท์พุท ดังรูปที่ 3.55

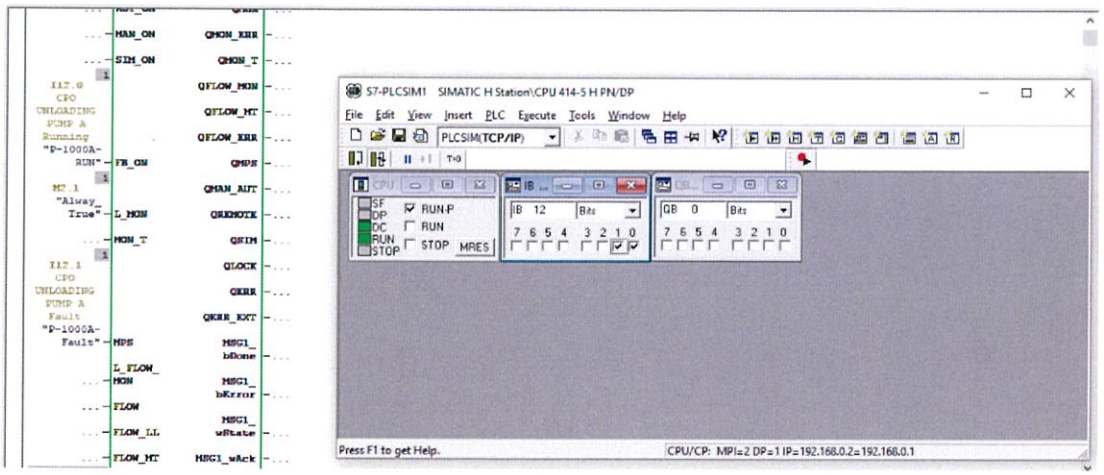


รูปที่ 3.55 หน้าต่าง Simulation ขณะ RUN

3.5 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมและส่วนแสดงผล

3.5.1 การโปรแกรมควบคุมระบบด้วย Simulation

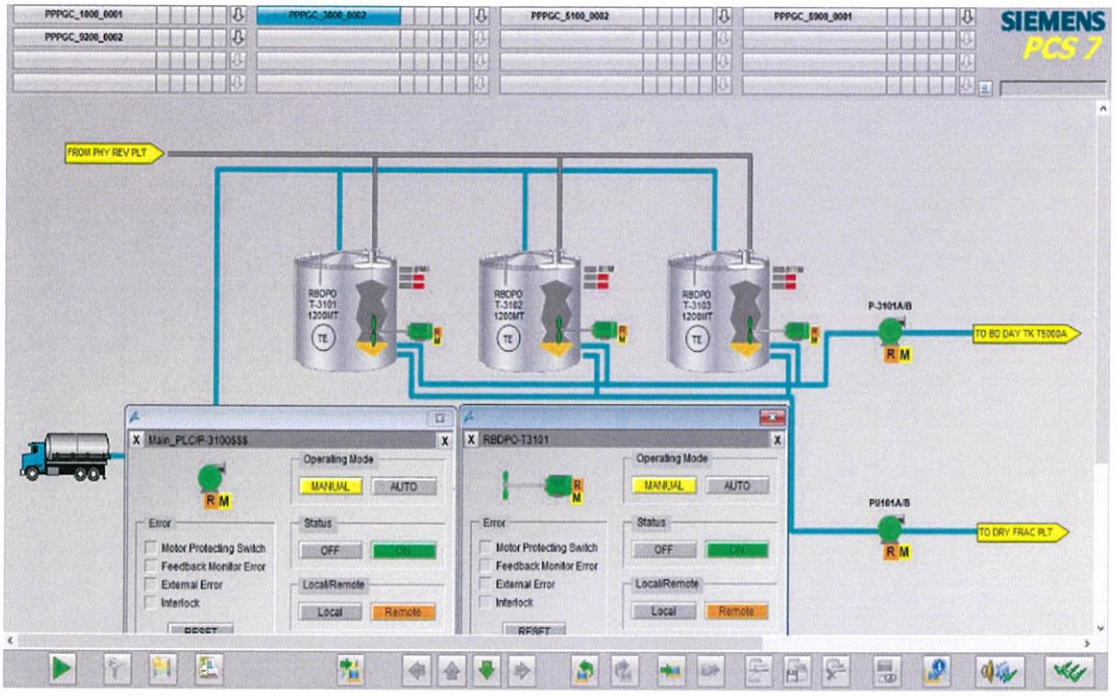
เมื่อทำการโปรแกรมระบบเรียบร้อยแล้วเราจะทำการทดสอบระบบด้วยการจำลองเพื่อให้ทราบว่าระบบที่ทำการสร้างนั้นมีความถูกต้องตามที่ลูกค้าต้องการ โดยการทดลองใส่ค่า ON ไปที่ I12.0 และ I12.1 จะพบว่า บล๊อคมอเตอร์ ขาอินพุท ของI12.0 และ I12.1 ขึ้นแสดงเป็นค่า “1” แสดงว่าได้ผลตามต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 ทดลอง SIM I12.0 และ I12.1

3.5.2 ทดสอบการทำงานของระบบ

ทำการทดสอบการทำงานของระบบโดยการสั่งงานอุปกรณ์แต่ละตัวในหน้าจอแสดงผล จากนั้นดูผลลัพธ์ว่ามีการแสดงคุณลักษณะสัมพันธ์กับโปรแกรมควบคุมตามที่ต้องการหรือไม่ แล้วทำการแก้ไขปรับ ปรุงจนกว่าจะได้ระบบที่ถูกต้อง ตัวอย่างการทดสอบระบบแสดงดังรูปที่ 3.57 พบว่าเมื่อเราทำการสั่งการให้ระบบทำงาน ตัววัตถุที่เป็นปั๊มป์และใบกวน จะเปลี่ยนสถานนะจากสีเทา เป็นสีเขียว เพื่อบอกลักษณะการทำงาน และ ท่อเปลี่ยนจาก สีเทาเป็นสีฟ้า เพื่อบอกว่ามีของเหลวไหลอยู่ในระบบดังแสดงในรูปที่ 3.57



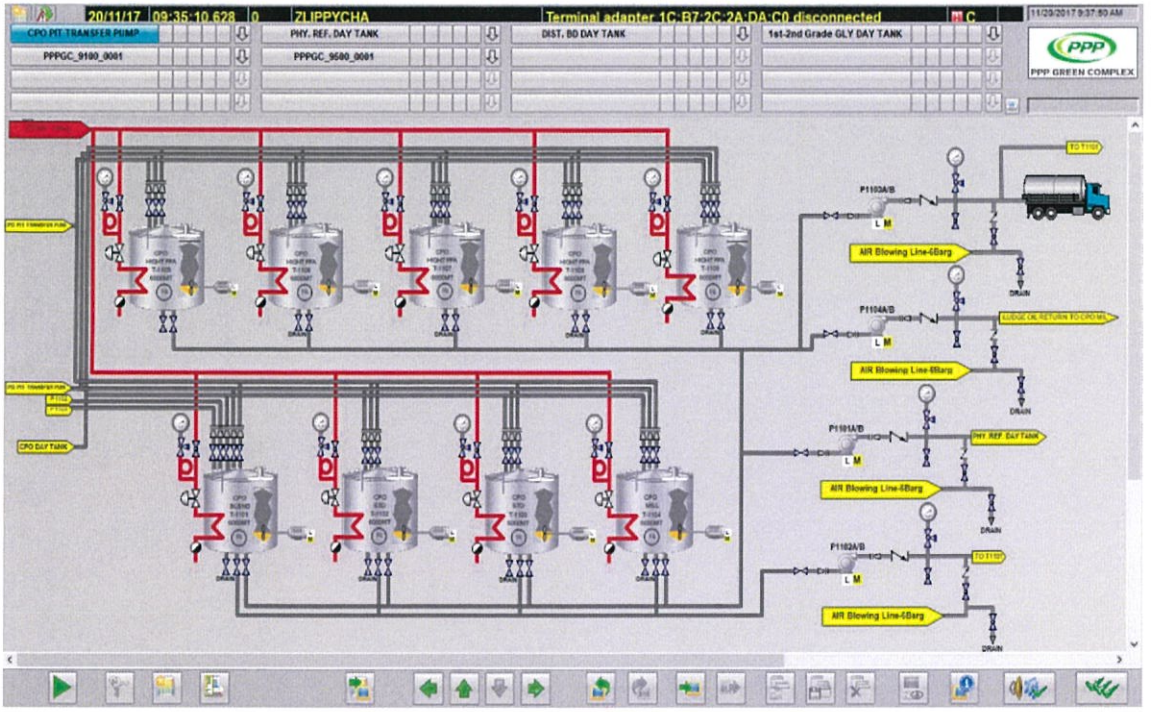
รูปที่ 3.57 ทดลองการทำงานของ ปั๊มป์ และ ใบกวน

บทที่ 4
ผลการทดสอบระบบ SCADA

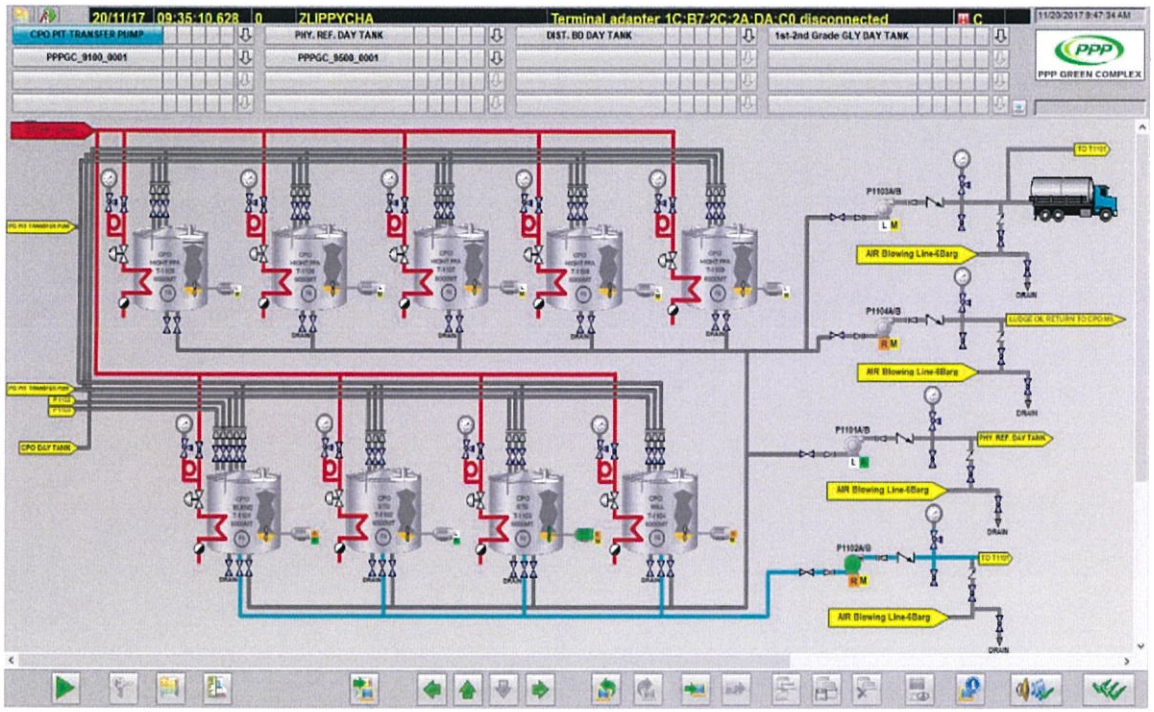
4.1 ส่วนแสดงผล

4.1.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบจะแสดงแผนภาพกราฟฟิก และอุปกรณ์ทุกตัวในกระบวนการที่เชื่อมต่อกันด้วยท่อขนาดต่างๆ และสายพานลำเลียง หรือรถขนผลิตภัณฑ์ ผู้ควบคุมงานจะสามารถสังเกตการทำงานของกระบวนการโดยรวมได้ในหน้าจอเดียว โดยใช้สัญลักษณ์สีต่างๆแสดงสถานะของอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ สีเทาจะแสดงถึงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ที่ไม่ได้ทำงาน สีเขียวแสดงสถานะอุปกรณ์ที่ทำงานปกติ และสถานะใต้อุปกรณ์จะแสดงถึงเหตุการณ์การทำงานต่างๆของอุปกรณ์ ที่เกิดความผิดพลาดด้านการติดต่อสื่อสาร การจ่ายไฟ หรือการ Interlock ของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 ภาพรวมของกระบวนการขณะที่ยังไม่มีอุปกรณ์ทำงาน

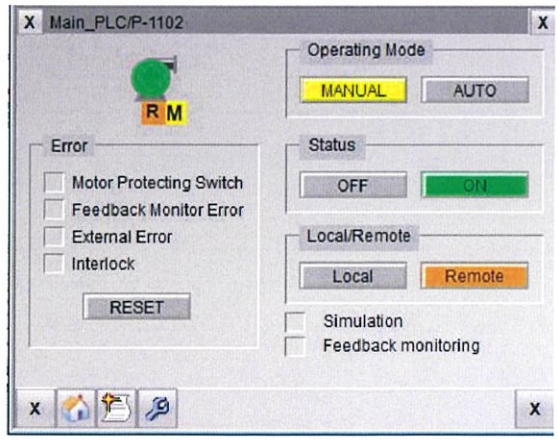


รูปที่ 4.2 ภาพรวมของกระบวนการขณะที่อุปกรณ์ทำงานในแต่ละสถานะ

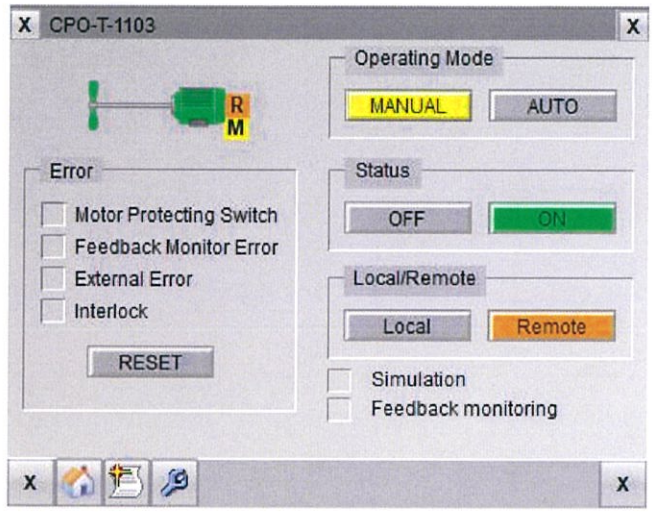
4.1.2 ฟังก์ชันการแสดงผลของอุปกรณ์

4.1.2.1 Pop Up ของอุปกรณ์

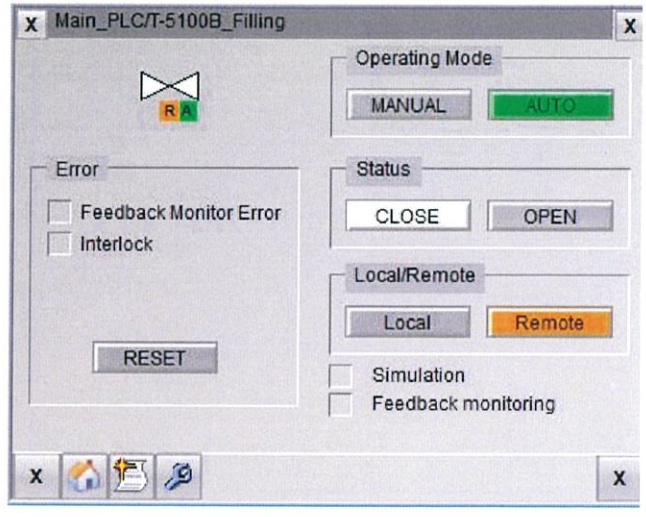
เมื่อกดคลิกที่อุปกรณ์จากหน้าจอ SCADA จะปรากฏ Pop Up โดยมีมีองค์ประกอบต่างๆ เช่น ชื่ออุปกรณ์ (Tag Name), สัญลักษณ์ซึ่งแสดงการทำงานด้วยสี, โหมดการทำงาน, แถบแสดง Alarm และแถบคำสั่งที่เกี่ยวข้องของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ เป็นต้น โดย Pop Up ของอุปกรณ์แต่ละชนิดมีดังแสดงในรูปที่ 4.3 ถึง 4.5



รูปที่ 4.3 Pop Up ของ On – Off Pump ในแบบ Local/Remote



รูปที่ 4.4 Pop Up ของ On – Off Agitator ในแบบ Local/Remote



รูปที่ 4.5 Pop Up ของ On – Off Valve ในแบบ Local/Remote

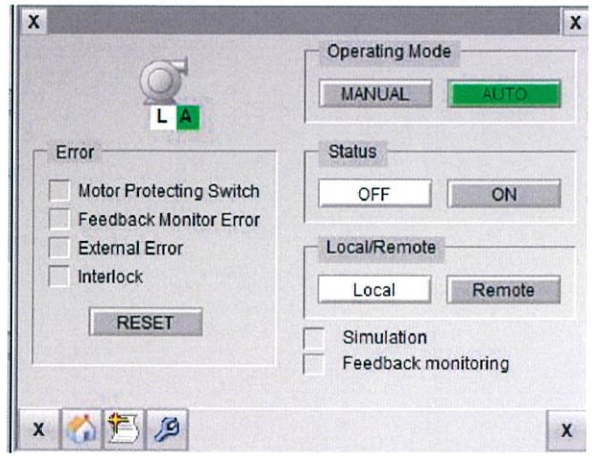
4.1.2.2 การแสดงผลเมื่ออุปกรณ์ถูกสั่งงาน

จากแถบคำสั่งของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ สามารถสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงานได้ 2 โหมด ได้แก่ Manual Mode และ Auto Mode โดย Manual Mode นั้นผู้ควบคุมจะไม่สามารถสั่งงานอุปกรณ์ผ่านหน้าจอได้ แต่จะควบคุมอุปกรณ์จากหน้างานแทน ส่วน Auto Mode นั้นผู้ควบคุมสามารถสั่งงานอุปกรณ์ผ่านหน้าจอควบคุมได้เลย โดยการสั่งงานจากหน้าจอใน Auto Mode นั้นเมื่อกดปุ่มเริ่มการทำงาน

อุปกรณ์แต่ละตัวก็จะทำงานตามที่สั่งการไว้โดยอัตโนมัติ โดยตัวอย่างของการแสดงผลเมื่ออุปกรณ์ถูกสั่งงานมีดังนี้

1) Auto Mode

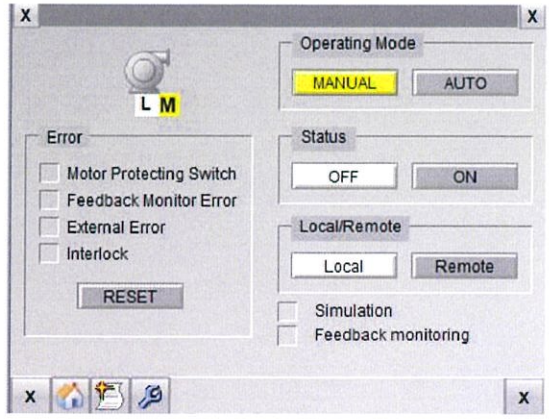
เมื่อกระบวนการทำงานอยู่ใน Auto Mode การแสดงผลของอุปกรณ์จะเป็นไปตามการสั่งงานจากโปรแกรมของ PLC เท่านั้น ผู้ปฏิบัติงานจะไม่สามารถกดสั่งงานอุปกรณ์ได้จากหน้างานดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การแสดงผลเมื่ออุปกรณ์ทำงานอยู่ใน Auto Mode

2) Manual Mode

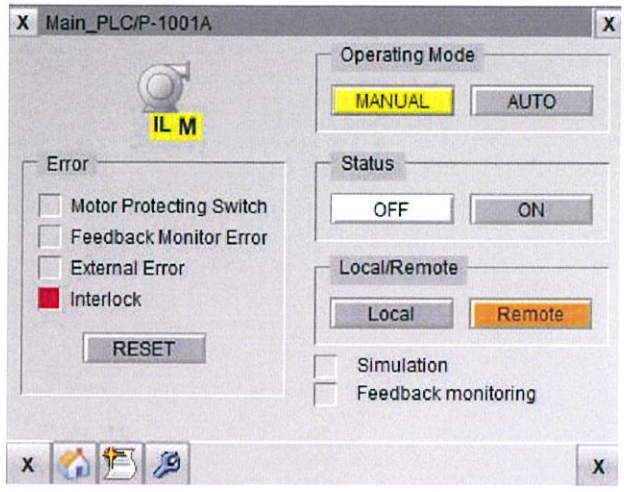
เมื่อกระบวนการทำงานอยู่ใน Manual Mode ผู้ปฏิบัติงานจะสามารถสั่งงานอุปกรณ์แต่ละตัวได้จากหน้างาน เช่น สั่งเปิด – ปิดมอเตอร์ใบกวน หรือมอเตอร์ปั๊มป์ ดังแสดงในรูปที่ 4.7



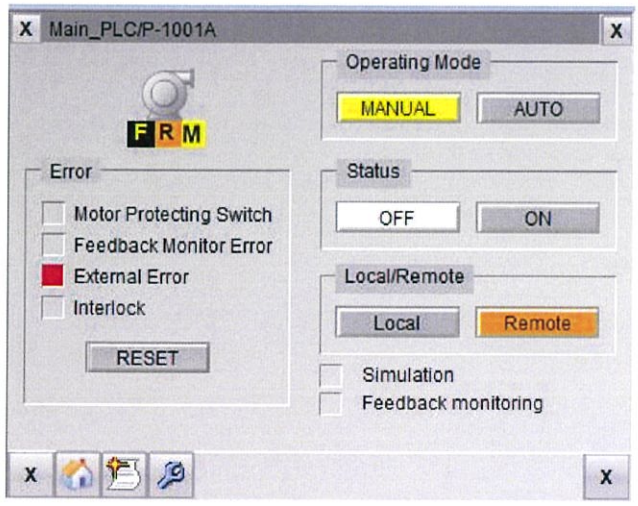
รูปที่ 4.7 การแสดงผลเมื่ออุปกรณ์ทำงานอยู่ใน Manual Mode

4.1.2.3 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติต่างๆ

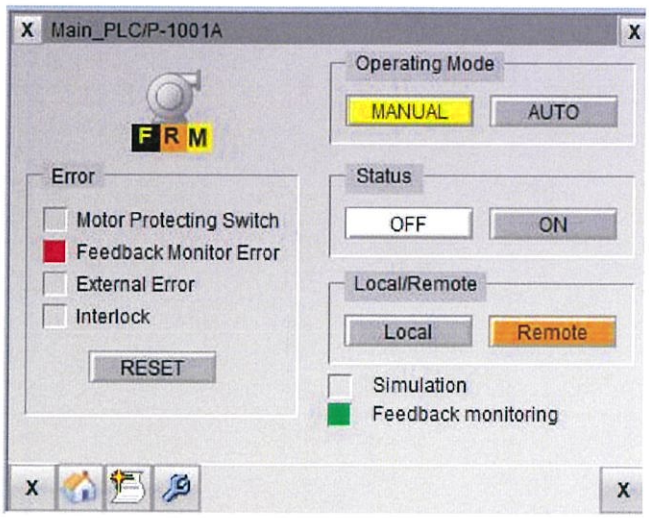
เมื่ออุปกรณ์เกิดความผิดปกติ ระบบจะแสดงสัญลักษณ์ต่างๆ ผ่านหน้าจอ หรือ Pop Up ของอุปกรณ์ โดยจะแจ้งเตือนเป็นภาพบอกสาเหตุของอาการผิดปกติ เช่น ไม่มีการจ่ายไฟ เกิดการ Interlock ไม่มีสัญาณส่งกลับมาเพื่อตรวจสอบระบบ หรือ การตรวจดูเพื่อป้องกันอุปกรณ์ โดยการแจ้ง Alarm นี้จะยังคงอยู่จนกว่าอุปกรณ์จะกลับสู่สภาวะปกติ และผู้ควบคุมกดปุ่ม Reset ให้กับอุปกรณ์เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ถึง 4.11



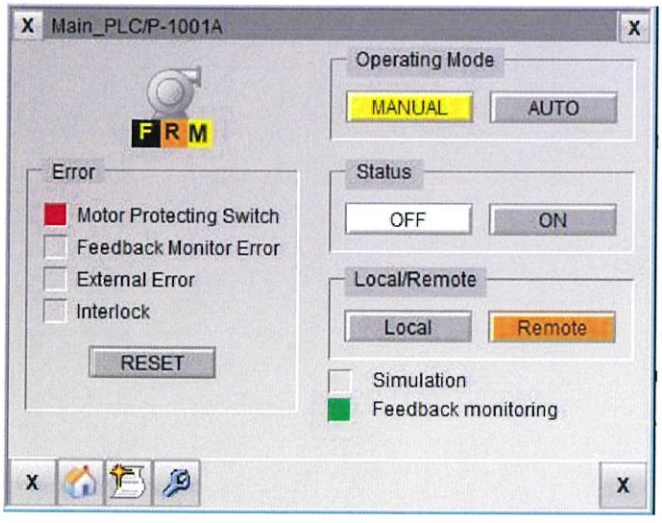
รูปที่ 4.8 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง Interlock



รูปที่ 4.9 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง External Error



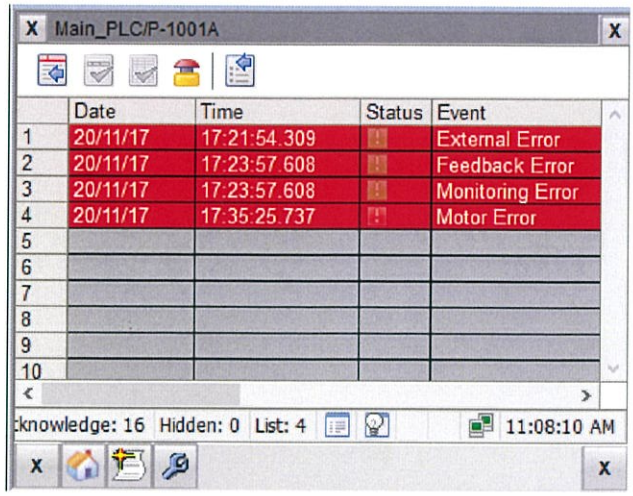
รูปที่ 4.10 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง Feedback Monitoring Error



รูปที่ 4.11 การแสดงผลเมื่อเกิดความผิดปกติทาง Motor Protecting Switch

4.1.2.4 หน้าต่างแสดงผล Alarm ของอุปกรณ์

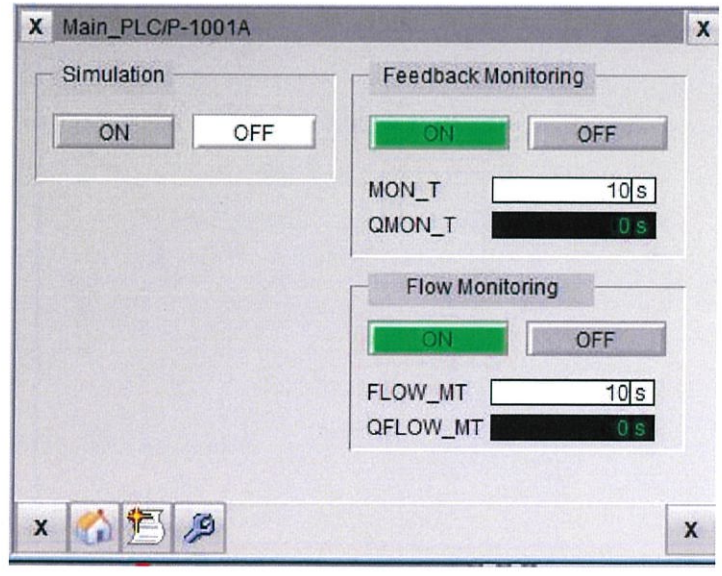
เมื่อมีการทำงานของอุปกรณ์ หรือ การแจ้งเตือนความผิดพลาดของอุปกรณ์ในกรณีต่างๆ ระบบจะทำการ Message Alarm เข้ามายังหน้าจอของอุปกรณ์แต่ละตัว พร้อมระบุ เวลาและวันที่ที่เกิดเหตุการณ์นั้นๆดังแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การแสดงผลเมื่อเกิด Alarm แจ้งเตือนต่างๆ

4.1.2.5 หน้าต่างการปิดการแจ้งเตือนเมื่อต้องการซ่อมแซมอุปกรณ์

เมื่อต้องการซ่อมแซมอุปกรณ์ในระบบ ถ้าหากถอดอุปกรณ์ออกไปซ่อมจะเกิดการแจ้งเตือนต่างๆขึ้น ให้เราทำการปิดระบบการแจ้งเตือนก่อนแล้วจึง ซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ต้องการดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การแสดงผลเมื่อตั้งค่าซ่อมแซมอุปกรณ์

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานในเรื่องของการเขียนโปรแกรม แสดงผลข้อมูล และ ฟังก์ชันต่างๆของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม และโรงไฟฟ้าความร้อนด้วยระบบ SCADA โดยผู้ควบคุมสามารถเฝ้าดูและควบคุมกระบวนการผ่านหน้าจอแสดงผล ณ ห้องคอนโทรน ซึ่งภายในหน้าจอจะมีการแสดงค่าทั้งหมดของกระบวนการและอุปกรณ์ในการควบคุม อีกทั้งสามารถควบคุมการทำงานจากฟังก์ชันต่างๆไม่ว่าจะเป็นฟังก์ชันการเปิด-ปิด ปั๊มป์ วาล์วและมอเตอร์ รวมถึง ฟังก์ชันการแสดงหน้าต่างการแจ้งเตือน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการแสดงสถานะของอุปกรณ์ว่าทำงานอยู่ในสถานะใด มีการบ่งบอกสถานะของการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับระบบ ซึ่งในส่วนต่างๆเหล่านี้ล้วนช่วยให้ผู้ควบคุมสามารถควบคุมการผลิตได้สะดวกมากขึ้น แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต และ ลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตได้

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1.ข้อมูลที่ได้จากทางลูกค้าไม่ชัดเจนทำให้จำเป็นต้องปรับแก้หน้าจอ SCADA บ่อยครั้ง

2.ลูกค้าต้องการให้เข้าไปตรวจสอบสถานที่ และบริเวณการติดตั้งงาน รวมถึงต่อสายต่างๆเข้าตู้ PLC แต่เมื่อถึงวันกำหนดการ กลับเลื่อนงานออกไปทำให้แผนงานต้องปรับเปลี่ยนบ่อยครั้ง

3.สโคป (Scope) ของงานฝ่ายอื่นมีการประสานงานไม่ดีพอ ทำให้มีการสื่อสารที่ไม่ชัดเจน

4.การตกลงกันของสโคปงานนั้นไม่ชัดเจน บางสโคปไม่ได้ตกลงกันไว้แต่ต้องการให้ทำ

5.2.2 วิธีแก้ไขปัญหา

1.คอยตามข้อมูลจากลูกค้าและยืนยันไปทางลูกค้าอีกรอบเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน

2.ทำการทดสอบก่อนติดตั้งจริง เช็คของ และสเป็คให้ครบถ้วน และเข้าใจมากที่สุด

3.ลูกค้าควรจัดการหน้างานให้เรียบร้อยก่อนเรียกทางทีมติดตั้งเข้าไปติดตั้งงาน PLC

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบระบบ SCADA จำเป็นต้องรู้เงื่อนไขของการทำงานของกระบวนการผลิตที่ชัดเจน และต้องมีความรู้ด้านการทำงานบนเครือข่ายอีเธอร์เน็ต (Ethernet Network) รวมถึง ดาต้าคอม (Data Communication) ซึ่งในส่วนนี้ควรศึกษามาก่อน

เอกสารอ้างอิง

[1] ประวัติความเป็นมาของบริษัท; แหล่งที่มา: http://www.smartdevsolution.com/home/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=53 (สืบค้นวันที่ 16 กันยายน 2560)

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ; ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบPLC; แหล่งที่มา: www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/50_01/303407_1_50/File/Lab5_PLC.doc (สืบค้นวันที่ 21 พฤศจิกายน 2560)

[3] มหาวิทยาลัยสยาม; สกาดาคืออะไร; แหล่งที่มา: http://www.researchsystem.siam.edu/images/coop/INSTALLATION_OF_SCADA_SYSTEM_BTS_GREEN_LINE_EXTENSION_TAKSIN-PHET_KASEM/5_บทท_2.pdf (สืบค้นวันที่ 21 พฤศจิกายน 2560)

[4] ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับPLC; แหล่งที่มา: http://www.tgcontrol.com/news/articles/ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกัe/ (สืบค้นวันที่ 7 พฤศจิกายน 2560)

[5] ศูยน์วิจับปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี; กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม; แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/oil%20palm%20processing.html (สืบค้นวันที่ 13 ตุลาคม 2560)

[6] นายอชิตพล ศศิธรานุวัฒน์; การผลิตไฟฟ้า พลังงานความร้อน; แหล่งที่มา: https://sites.google.com/site/pvs038/electricity-production-of-thailand/prapheth-khxng-rong-fifa/kar-phlit-fifa-phlangngan-khwam-rxn (สืบค้นวันที่ 26 ตุลาคมน 2560)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายอนุชา อนันต์ลักษณ์การ
วัน เดือน ปีเกิด	05 ตุลาคม 2538
ที่อยู่	999/12 หมู่ 6 หมู่บ้านศรีเจริญวิลล่า ถนนเทพารักษ์ ตำบลเทพารักษ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ 10270
E-mail	mr.zeaanan@gmail.com
โทรศัพท์	087-1236633

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2551 - 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ
- พ.ศ. 2554 - 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ
- พ.ศ. 2557 - ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- พ.ศ. 2560 นักศึกษาฝึกงานโครงการสหกิจศึกษา บริษัท สมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด จังหวัดปทุมธานี