รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์
Grinding Mill Control System for Lime Stone

นางสาวสุจิตรา ชื่นวิจิตร

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์

Grinding Mill Control System for Lime Stone

นางสาวสุจิตรา ชื่นวิจิตร

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์

ชื่อ-สกุลนักศึกษา นางสาวสุจิตรา ชื่นวิจิตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายนพดล กสิพล

สถานประกอบการ บริษัท เคมีแมน จำกัด (สาขาโรงงานแก่งคอย จังหวัดสระบุรี)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) แผนกวิศวกรรม และงานโครงการที่ได้ให้โอกาสเข้าร่วมในการจัดทำเกี่ยวกับระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 (Grinding Mill 3) ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับรองรับการบดของปูนไลม์ที่มาจากกระบวนการการเผาของเตา 3, เตา 4, เตา 5 และเตา 6 ที่ได้ทำการสร้างขึ้นในโครงการ KK3, KK4, KK5 และ KK6 ตามลำดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งโครงการนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้การควบคุมทางอุตสาหกรรมในระบบอัตโนมัติ เพื่อนำมาใช้ควบคุมการทำงานของกระบวนการ ซึ่งจะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง PLC (S7-300) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร และจะแสดงกราฟฟิกการทำงานของกระบวนการผ่านหน้าจอ SCADA โดยผู้ใช้งานสามารถควบคุมและสังเกตติดตามการทำงานของกระบวนการในสภาวะปัจจุบันผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการทำงานเครื่องจักรแต่ละตัวได้ในโหมดการควบคุมด้วยมือ (Manual) โดยสั่งการทำงานผ่านปุ่ม ON-OFF ของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน

คำสำคัญ : Grinding Mill, PLC (S7-300), SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Grinding Mill Control System for Lime Stone
Student intern name: Miss. Sujittra Chuenvijit
Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering
Advisor name: Assoc. Prof. Dr. Kaset Sirisantisamrid
Mentor name: Mr. Noppadol Kasipol
Company: Chememan Co., Ltd (kaeng khoi Saraburi)

ABSTRACT

This cooperative educational report is supported from Chememan Co, Ltd in Engineering department to give opportunity for cooperative student to design the grinding mill phase 3 project. It supports to grind the lime stone come from burning process of furnace 3, 4, 5 and 6 to follow up the project KK3, KK4, KK5 and KK6, respectively. The aim of project is to increase the manufacture productivity to satisfy the customer requirement. This project is application of automatic industrial control to control the process that works together between the computer and PLC (S7-300). The computer is act as a device for communication between the machines and operator and illustrates the operational graphic of process via screen of SCADA in which the operator can control and observe each machine operation. Moreover, the operator can order each machine operation in manual mode by push ON-OFF switch on local area of machine control cabinet.

Keyword : Grinding Mill, PLC (S7-300), SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษาเรื่องระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการสนับสนุนจากหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง ทำให้โครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้บรรลุวัตถุประสงค์ไปได้ด้วยดี ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษาที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะและดูแล ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา รวมถึงช่วยตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ที่มอบโอกาสในการเข้ามาทำสหกิจศึกษาประจำปีการศึกษา 2561 รวมถึงคุณนพดล กสิพล (ผู้จัดการทั่วไปสายวิศวกรรม และงานโครงการ) และคุณอัจฉราพาสุวรรณ์ (วิศวกร) ซึ่งเป็นผู้ดูแลที่คอยให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางตลอดการทำโครงงาน

สุจิตรา ชื่นวิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน PLC, SCADA และอุปกรณ์ไฟฟ้า 4

2.1 การควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม 4

2.1.1 การควบคุม 4

2.1.2 การควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม 4

2.1.3 การควบคุมลำดับ 4

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) 4

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส (A.C. Three phase Motor) 5

2.2.2 วิธีการเริ่มเดินมอเตอร์ 6

2.2.3 ประเภทของการควบคุมมอเตอร์ 8

2.3 อุปกรณ์ไฟฟ้า 10

2.3.1 Circuit Breaker 10

2.3.2 ฟิวส์ (Fuse) 10

2.3.3 รีเลย์ (Relay) 11

2.3.4 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) 12
2.3.6 ซีเล็คเตอร์สวิทช์ (Selector Switch) 13
2.4 PLC (Programmable Logic Controller) 13
2.4.1 ส่วนประกอบหรือโครงสร้างของ PLC 14
2.4.2 การทำงานของ PLC 16
2.4.3 ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC 16
2.4.4 PLC รุ่น S7-300 20
2.4.5 การทำงานร่วมกันระหว่าง PLC กับ Step 7 20
2.5 Step 7 21
2.5.1 User Block 21
2.5.2 ลักษณะของข้อมูล 21
2.5.3 การใช้งาน FC 105: SCALE 22
2.5.4 การใช้งาน FC 106: UNSCALE 24
2.6 SCADA 25
2.6.1 โครงสร้างของ SCADA 26

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 27
3.1 ศึกษาระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ 27
3.2 การออกแบบระบบไฟฟ้า 27
3.2.1 ออกแบบการวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการเริ่มเดินมอเตอร์ของเครื่องจักรในตู้ MCC (Motor Control Center) 27
3.2.2 ออกแบบวงจรเส้นเดี่ยว (One Line Diagram or Single Line Diagram) 30
3.2.3 ออกแบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) 34
3.2.4 ออกแบบตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) 36
3.2.5 ออกแบบการเชื่อมต่อสายไฟฟ้า (Cable List) 36
3.3 การออกแบบระบบควบคุม (Control System Design) 37
3.3.1 การเขียนโปรแกรม PLC ใน SIMATIC Manager (Step-7) 37
3.3.1.1 การเขียนโปรแกรม PLC ใน SIMATIC Manager (Step-7) 37
3.3.1.2 สร้าง Data Block 40
3.3.1.3 สร้างฟังก์ชันการทำงานย่อย Function (FC) และ Function Block (FB) 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 ดาวน์โหลด Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อย Function (FC) และ Function Block (FB) ไปที่ PLC 58
3.3.2 การสร้างกราฟฟิกที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 59
3.3.2.1 สร้างโปรเจคหน้าจอกราฟฟิก 59
3.3.2.2 เพิ่มช่องทางสื่อสาร 62
3.3.2.3 สร้างการเชื่อมต่อ 64
3.3.2.4 สร้าง Tag Group 65
3.3.2.5 สร้าง Process Tag 67
3.3.2.6 สร้างกราฟฟิกสำหรับกระบวนการ 69

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 78
4.1 ระบบไฟฟ้า (Electrical System) 78
4.1.1 ตู้ MCC (Motor Control Center) 78
4.1.2 ตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) 80
4.2 ระบบควบคุม (Control System) 81
4.2.1 ลักษณะทั่วไปที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบนหน้าจอ SCADA 83
4.2.2 การทำงานในโหมดอัตโนมัติ 86
4.2.3 การสั่ง Force เครื่องจักร หรือการสั่งการทำงานของมอเตอร์ในโหมด Manual 87
4.2.4 การควบคุมความเร็วและกระแสของมอเตอร์ขณะทำงาน 89

บทที่ 5 สรุป ปัญหา ข้อเสนอแนะ 90
5.1 สรุป 90
5.1.1 การควบคุมในโหมดอัตโนมัติ 90
5.1.2 การควบคุมในโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual) 90
5.2 ปัญหา 90
5.3 ข้อเสนอแนะ 91

เอกสารอ้างอิง 92
ภาคผนวก 94
ประวัติผู้เขียน 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะของข้อมูล 21

2.2 รายละเอียดพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน FC105 : SCALE 23

2.3 รายละเอียดพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน FC106 : UNSCALE.....24

3.1 การกำหนดเลขชุดมอเตอร์ของเครื่องจักร.....29

3.2 ขนาดของมอเตอร์, ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์, ประเภทของสายไฟ และขนาดของสายไฟ.....32

3.3 รายละเอียดของวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) ของมอเตอร์ของ Screw Conveyor 1 ..34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบกรงกระรอก 5
2.2 วงจรกำลังสตาร์ทแบบ DOL 6
2.3 Soft Start ABB รุ่น PSTX 7
2.4 Inverter ABB รุ่น ACS550 7
2.5 ผังการควบคุมมอเตอร์ด้วยมือ 8
2.6 ผังการควบคุมมอเตอร์กึ่งอัตโนมัติ 9
2.7 ผังการควบคุมมอเตอร์อัตโนมัติ 9
2.8 Circuit Break Schneider รุ่น HDF26015 10
2.9 ฟิวส์ (Fuse) 11
2.10 รีเลย์ (Relay) 11
2.11 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) 12
2.12 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) 12
2.13 ซีเล็คเตอร์สวิทช์ (Selector Switch) 13
2.14 ส่วนประกอบหรือโครงสร้างของ PLC 14
2.15 การทำงานของ PLC 16
2.16 ตัวอย่างของภาษา Ladder Diagram 17
2.17 ตัวอย่างของภาษา Function Block Diagram 17
2.18 ตัวอย่างของภาษา Instruction list 18
2.19 ตัวอย่างของภาษา Structure text 18
2.10 ตัวอย่างของภาษา Sequential function chart 19
2.21 PLC รุ่น S7-300 20
2.22 สายเคเบิล 6ES7 972-0CA23-0XA0 ของ Siemens 20
2.23 FC 105 : SCALE 22
2.24 FC 106 : UNSCALE 24
2.25 โครงสร้างของ SCADA 26
3.1 ขนาดของตู้ MCC (Motor Control Center) 28
3.2 แบบของตู้ MCC (Motor Control Center) ในโครงการ KK4 ส่วนพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ตัวอย่างวงจรเส้นเดี่ยวในโครงการ KK4 ส่วนพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 31
3.4 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ของ Screw Conveyor 1 35
3.5 แบบของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) หมายเลข G3-JB1 ของพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 36
3.6 ตัวอย่างแบบการเชื่อมต่อสายไฟฟ้า (Cable List) ระหว่างเทอร์มินอลของตู้ MCC (Motor Control Center) ไปยังมอเตอร์ของเครื่องจักร 37
3.7 หน้าต่างโปรเจคของโปรแกรมควบคุมกระบวนการบด และกระบวนการลำเลียงปูนไลม์ 38
3.8 หน้าต่างของ G1PLC1 (S7-300) 38
3.9 หน้าต่างของ CPU 315-2PN/DP 38
3.10 หน้าต่างของ S7 Program (1) 39
3.11 หน้าต่างของ Symbols 39
3.12 กดปุ่ม Save ที่แถบ Menu Bar 40
3.13 หน้าต่างของ Block 40
3.14 ขั้นตอนการเพิ่ม Data Block 41
3.15 หน้าต่างกำหนดรายละเอียดของ Data Block 41
3.16 การกำหนด Name และ Symbolic Name ของ Data Block 42
3.17 Data Block ที่ทำการสร้างมาปรากฏที่หน้าต่าง Block 42
3.18 ตารางที่ กำหนดชื่อ, ประเภท, ค่าเริ่มต้น และ Comment ของข้อมูลที่ใส่ใน Data Block 42
3.19 การเลือกประเภทของข้อมูล 43
3.20 ค่าเริ่มต้นของข้อมูลประเภท Boolean 43
3.21 ค่าเริ่มต้นของข้อมูลประเภท Boolean เมื่อถูกเปลี่ยนจาก FALSE เป็น TRUE 43
3.22 การบันทึกข้อมูลของ Data Block 44
3.23 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block “DB17 Data_G3” 44
3.24 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block “DB 18 Data to HMI G3” 45
3.25 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block “DB 18 DB 16 Data_Alarm_G3” 45
3.26 ข้อมูลใน Data Block “DB 8 Data Setting” 46
3.27 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block “DB 35 Data_Analog_Input” 47
3.28 ข้อมูลใน Data Block “DB 36 Data_Analog_Output” 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.29 ขั้นตอนการเพิ่ม Function (FC) หรือ Function Block (FB) 48
3.30 หน้าต่างกำหนดรายละเอียดของ Function (FC) หรือ Function Block (FB) 48
3.31 กำหนด Name, Symbolic name และภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม....49
3.32 Function (FC) หรือ Function Block (FB) ที่สร้างมาปรากฏที่หน้าต่างของ Blocks....49
3.33 หน้าต่างสำหรับเขียนโปรแกรม ของ Function (FC) หรือ Function Block (FB) 50
3.34 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 200 INPUT_G3 50
3.35 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 201 Output_G3 51
3.36 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 202 Analog_Input_G3 52
3.37 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 203 Analog_Output_G3....52
3.38 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 205 PLC TO HMI_G3....53
3.39 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FB 6 G3_Alarm 54
3.40 Ladder Diagram ที่ตรวจสอบการจ่ายไฟฟ้าจากตู้ MCC (Motor Control Center) และตรวจสอบความพร้อมของระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ....55
3.41 Ladder Diagram ที่ตรวจสอบความพร้อมมอเตอร์ของเครื่องจักร 55
3.42 Ladder Diagram ที่สั่งเริ่มการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร 56
3.43 Ladder Diagram ที่สั่งหยุดการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร 57
3.44 เลือก Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อย ของโปรเจคกระบวนการบดปูนไลม์บนพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3....58
3.45 การ Download Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อย....58
3.46 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม SIMATIC WinCC Version 7.4....59
3.47 การสร้างโปรเจคใหม่....60
3.48 เลือกประเภทโปรเจคเป็น Multi – user project....60
3.49 หน้าต่าง Create New Project....61
3.50 ตั้งชื่อโปรเจค และเลือกตำแหน่งที่อยู่ของโปรเจค 61
3.51 หน้าต่างของโปรเจค G3HMI....62
3.52 หน้าต่าง Tag Management 63
3.53 เลือกช่องทางการสื่อสารเป็น “SIMATIC S7 Protocol Suite” 63
3.54 การเชื่อมต่อของช่องทางการสื่อสารแบบ SIMATIC S7 Protocol Suite....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.55 ขั้นตอนสร้างการเชื่อมต่อใหม่ที่ช่องทางการสื่อสารในหน่วย TCP/IP 64
3.56 การเชื่อมต่อใหม่ในหน่วย TCP/IP 65
3.57 การเปลี่ยนชื่อการเชื่อมต่อเป็น PLC1 65
3.58 ขั้นตอนการสร้าง Tag Group 66
3.59 กลุ่มใหม่ของการเชื่อมต่อ PLC1 66
3.60 เปลี่ยนชื่อกลุ่มของการเชื่อมต่อ PLC1 67
3.61 หน้าต่างเพิ่ม Process Tag 67
3.62 ตัวอย่างการเพิ่ม Process Tag ของข้อมูลเริ่มการทำงานมอเตอร์ของ Rotary Valve G3RV01 68
3.63 ตัวอย่าง Process Tag ของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 68
3.64 หน้าต่างที่ปรากฏเมื่อคลิกที่ Graphics Designer 69
3.65 ขั้นตอนเพิ่ม Process Picture 70
3.66 แสดง Process Picture ที่ปรากฏ 70
3.67 Process Picture ที่ปรากฏของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 70
3.68 หน้าต่างพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ 71
3.69 Library ของโปรแกรม SIMATIC WinCC 71
3.70 การแทรกวัตถุบนพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ 72
3.71 วัตถุทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 72
3.72 Static Text ที่อยู่ใน Tool Bar Standard หมวด Standard Objects 73
3.73 ตัวอย่างกล่องข้อความ Static Text ในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ 73
3.74 Static Text ทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 74
3.75 I/O Field ที่อยู่ใน Tool Bar Standard ในหมวด Standard Objects 75
3.76 ตัวอย่างกล่องข้อความ I/O Field ในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ 75
3.77 I/O Flied ทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 76
3.78 Button ที่อยู่ใน Tool Bar Standard ในหมวด windows Objects 76
3.79 ตัวอย่างปุ่มกดในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ 77
3.80 ปุ่มกดทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 77
4.1 ตู้ MCC (Motor Control Center) ของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 79
4.2 หน้าตู้ และภายในตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ขณะทำการ Runtime 82
4.4 ลักษณะทั่วที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบนหน้าจอ SCADA 83
4.5 ปุ่มหลักที่ใช้ในการสั่งการทำงานของกระบวนการในโหมดอัตโนมัติ 83
4.6 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ถูกควบคุมด้วยอินเวอร์เตอร์ 84
4.7 ปุ่มเลือก Silo I, Silo A และ Silo G 84
4.8 ตัวอย่างข้อความแสดงรหัสของเครื่องจักร 85
4.9 ตารางแสดงการแจ้งเตือนสัญญาณความผิดพลาด 85
4.10 ปุ่มที่ใช้เชื่อมโยงกับหน้าต่างอื่นๆ 85
4.11 I/O Flied ที่ใช้แสดงกระแสของเครื่องจักรขณะทำงาน 86
4.12 ขั้นตอนการเริ่มต้นการทำงานแบบอัตโนมัติของกระบวนการโดยการสั่งการผ่านหน้าจอ SCADA 86
4.13 สีของมอเตอร์ขณะกำลังทำงาน 87
4.14 แสดงหน้าต่างโหมดบังคับการทำงานมอเตอร์ 88
4.15 สัญลักษณ์ขณะมอเตอร์อยู่ในโหมดบังคับการทำงาน 88
4.16 แสดงสีของมอเตอร์ขณะที่ทำงานในโหมดบังคับการทำการ 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2546 โดยกลุ่มผู้บริหารมืออาชีพที่มีประสบการณ์ที่หลากหลายและเป็นที่ยอมรับในด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อดำเนินธุรกิจผลิตแร่ และเคมีอุตสาหกรรม โดยแปรสภาพจากแร่ธรรมชาติสู่ผลิตภัณฑ์แร่เคมีพื้นฐานและเคมีสังเคราะห์ ในปัจจุบันกิจการของบริษัทคลอบคลุมตลาดในทวีปเอเชีย ออสเตรเลียและแอฟริกา บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) เป็นที่รู้จักกันดีในฐานะผู้ผลิตปูนไลม์ชั้นแนวหน้าของทวีปเอเชียและกำลังขยายทางธุรกิจที่ทางกว้างและทางลึก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยมีเป้าหมายเพิ่มกำลังการผลิตปูนไลม์เป็น 1 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะทำให้บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ก้าวสู่การเป็นผู้ผลิตปูนไลม์ 1 ใน 10 อันดับแรกของโลกภายในปี พ.ศ. 2563

ในปัจจุบันบริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) มีโครงการที่จะเพิ่มกำลังการผลิต ให้มากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของบริษัท จึงได้จัดทำโครงการ KK4 ขึ้น ซึ่งเป็นโครงการสร้างเตาเผาปูนไลม์ชนิดฮาร์ดเบิร์นและในโครงการนี้จะมีหม้อบดปูนไลม์เฟสที่ 3 (Grinder Mill 3) ประกอบอยู่ด้วย นักศึกษาได้มีโอกาสปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในแผนกวิศกรรมและงานโครงการ ในส่วนของงานไฟฟ้าและงานควบคุม ณ บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) สาขาโรงงาน แก่งคอย จังหวัด สระบุรี โดยหัวข้อที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา คือ ระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ (The Grinding Mill Control System for Lime Stone) โดยนักศึกษาได้ปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรที่ดูแลงานไฟฟ้า และงานควบคุมของโครงการ KK4 ในส่วนของพื้นที่หม้อบดปูนไลม์เฟสที่ 3 (Grinder Mill 3) โดยหน้าที่ที่นักศึกษารับผิดชอบคือ ออกแบบเลือกใช้ชุดควบคุมมอเตอร์ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักรในกระบวนการบดปูนไลม์ ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การลำเลียงปูนไลม์เข้าหม้อบดจนถึงลำเลียนปูนไลม์ออกจากหม้อบดไปเก็บในไซโล รวมไปถึงการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยให้เครื่องจักรแต่ละตัวสามารถทำงานร่วมกันเป็นระบบได้ นอกจากนี้ยังมีการสร้างหน้าจอ SCADA สำหรับผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ภายในห้องควบคุมให้สามารถสั่งการทำงานเครื่องจักรให้ทำงานอย่างอัตโนมัติ หรือระบบที่บังคับเครื่องจักรแต่ละตัวให้ทำงานผ่านหน้าจอโดยตรง และสามารถปรับความเร็วในการทำงานของเครื่องจักรบางตัวได้ อีกทั้งยังมีการแจ้งเตือนเมื่อเครื่องจักรทำงานผิดพลาดหรือเกิดปัญหา เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน (Operator) สามารถแจ้งเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง (Maintenance) ให้เข้ามาแก้ไขความผิดพลาดได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ทั้งนี้ผู้ปฏิบัติงาน (Operator) สามารถสั่งการทำงานของเครื่องจักรในโหมดการควบคุมด้วยมือ (Manual) ผ่านตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน อย่างไรก็ตามในส่วนที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบนั้นจะเป็นการออกแบบระบบไฟฟ้า และระบบควบคุม ดังนั้นในรายงานฉบับนี้จะกล่าวถึงการออกแบบไฟฟ้าและโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ เพื่อให้กระ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บวนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามกำลังการผลิตของเครื่องจักรแต่ละตัว ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของโครงงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) ศึกษาขั้นตอนการทำงานด้านไฟฟ้า เพื่อออกแบบตู้ควบคุมมอเตอร์ (MCC) ตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) และสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับขนาดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ และเครื่องจักรที่จะนำมาใช้ในส่วนของระบบควบคุม

2) ศึกษาและจัดทำระบบควบคุมของกระบวนการ โดยประยุกต์ใช้การควบคุมทางอุตสาหกรรมในระบบอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นการควบคุมด้วย Programmable Logic Control (S7-300) และสั่งการทำงานของกระบวนการผ่านหน้าจอ SCADA โดยโปรแกรม SIMATIC WinCC เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมเครื่องจักรของกระบวนการ เช่น การควบคุมความเร็วมอเตอร์ของเครื่องจักร เพื่อควบคุมอัตราการจ่ายปูนไลม์เข้าหม้อบด

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1) ออกแบบการวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุมมอเตอร์และออกแบบตู้ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน

2) จัดทำแบบไฟฟ้าไดอะแกรมเส้นเดี่ยว (Single-Line Diagram) ของอุปกรณ์, แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) รวมไปถึงการจัดทำแบบรายการแสดงการเชื่อมต่อสายระหว่างอุปกรณ์เพื่อที่จะทำให้ช่างไฟฟ้ามีความเข้าใจง่ายขึ้นเมื่อทำการเดินสายไฟของอุปกรณ์

3) ตรวจสอบแบบวงจรไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับขนาดมอเตอร์ของเครื่องจักร

4) เขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการทำงานของระบบกระบวนการบดปูนไลม์บนพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3

5) สร้างหน้าจอ SCADA ของระบบกระบวนการบดปูนไลม์บนพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 เพื่อใช้สังเกตและควบคุมการทำงานของกระบวนการ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาแบบของระบบไฟฟ้าของโครงการที่เคยเกิดขึ้นของทางบริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) เพื่อเป็นแนวทางในการวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุมมอเตอร์ (MCC) ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการ

2) ศึกษาการเลือกใช้ขนาดของอุปกรณ์ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ แมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ รีเลย์และชุดการเริ่มเดินมอเตอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ของเครื่องจักร และศึกษาการเลือกขนาดของสายไฟให้มีขนาดที่จะรองรับกำลังไฟฟ้าจากมอเตอร์ของเครื่องจักรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ศึกษา P&ID ของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 (Grinder Mill 3)

4) ออกแบบการวางอุปกรณ์ในตู้ MCC (Motor Control Center) รวมถึงการเลือกใช้สายไฟให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องจักรในแต่ละประเภท

5) จัดทำแบบไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ เช่น แบบไฟฟ้าไดอะแกรมเส้นเดี่ยว (Single Line Diagram), แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram)

6) จัดทำแบบของตู้ควบคุมการทำงานระบบ Manual ของเครื่องจักรที่หน้างาน

7) จัดทำแบบการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าของกระบวนการบนปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟส 3 (Grinder Mill 3) เป็นการแสดงการเชื่อมต่อสายระหว่างตู้ควบคุมมอเตอร์กับมอเตอร์ของเครื่องจักร, ตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรที่บริเวณหน้างาน, ตู้ PLC รวมไปถึงอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่นำมาใช้กับเครื่องจักรบางชนิด

8) ศึกษาระบบการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดที่มีอยู่ในกระบวนการทำงานของพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 เพื่อออกแบบระบบควบคุมการทำงานของกระบวนการโดยใช้โปรแกรม SIMATIC STEP7

9) ศึกษาการใช้งานของโปรแกรม SIMATIC WinCC เป็นโปรแกรมที่จะใช้ในการสร้างหน้าจอ SCADA เพื่อสังเกตและควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

10) ออกแบบระบบควบคุมการทำงานของกระบวนการโดยใช้โปรแกรม SIMATIC STEP7

11) สร้างหน้าจอ SCADA โดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถออกแบบการวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุมมอเตอร์ได้

2) สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์

3) สามารถออกแบบระบบควบคุมการทำงานของระบวนการโดยใช้โปรแกรม SIMATIC STEP7 ได้

4) สามารถสร้างหน้าจอ SCADA โดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC ได้

5) ได้เห็นรายละเอียดและเข้าใจขั้นตอนการทำงานของโครงการต่าง ๆภายในบริษัทตั้งแต่เริ่มต้น พร้อมทั้งได้รับประสบการณ์ในการทำงานจริง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานในอนาคต

6) มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ที่ได้รับหมอบหมาย และมีการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน PLC, SCADA และอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.1 การควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม [1]

2.1.1 การควบคุม

เป็นวิธีการที่ทำให้เครื่องจักรทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งการควบคุมในงานอุตสาหกรรมทำเพื่อควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานในกระบวนการผลิตตรงตามจุดประสงค์ของโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.2 การควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม

เป็นการควบคุมเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ โดยมีความผิดพลาดในการผลิตน้อยลง เวลาการผลิตเร็วขึ้น ลดการใช้แรงงาน และความสิ้นเปลืองของพลังงานลง

2.1.3 การควบคุมลำดับ

เป็นการควบคุมขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรการผลิตในงานอุตสาหกรรมให้ทำงานสอดคล้องกันตามขั้นตอนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensors) ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ควบคุม (Control Devices) ที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรการผลิตให้ได้ผลผลิตตามต้องการ

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) [2]

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็วรอบหรือกำลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิดจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามลักษณะการใช้งาน กระแสไฟฟ้า

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ. ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase) จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์มีสายไฟ เข้า 2 สาย มีแรงม้าไม่สูง ส่วนใหญ่ตามบ้านเรือน

- สปลิทเฟส มอเตอร์ (Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แวซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)

1.2) มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C.Two phase Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.1) มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.2) มอเตอร์แบบขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

2.3) มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส (A.C. Three phase Motor)

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้งานกันทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสชนิดที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอกมีข้อดี คือ ไม่มีแปรงถ่าน ทำให้การสูญเสียเนื่องจากความฝืดมีค่าน้อย มีตัวประกอบกำลังสูง การบำรุงรักษาต่ำ การเริ่มเดินทำได้ไม่ยาก ความเร็วรอบค่อนข้างคงที่ สร้างง่าย ทนทาน ราคาถูก และมีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อเสีย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของมอเตอร์ทำได้ยาก ปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุดควบคุมอินเวอร์เตอร์ใช้สำหรับปรับความเร็วรอบของมอเตอร์และเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ภาพที่ 2.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบกรงกระรอก [3]

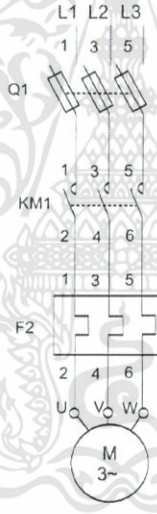
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 วิธีการเริ่มเดินมอเตอร์ [4]

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ AC 3 Phase Induction Motor หรือ Asynchronous Motor นั้น สามารถควบคุมให้มอเตอร์เริ่มทำงาน Start Motor และควบคุมให้มอเตอร์หยุดทำงาน Stop Motor ได้หลากหลายวิธี แต่สำหรับในประเทศไทยที่ใช้ระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส 380 โวลต์ 50Hz จะนิยมใช้การควบคุมมอเตอร์ 2 แบบ คือ

1) Mechanical Starters (DOL, Star-Delta)

เป็นการสตาร์ทมอเตอร์แบบ Direct Online และแบบ Star Delta ด้วย แมกเนติกคอนแทคเตอร์ โดยจะสตาร์ทด้วยแรงดันเต็มพิกัด (Full-Voltage Starting) วิธีการสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้เป็นที่นิยมกันมาก ใช้สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมอเตอร์จะถูกต่อผ่านอุปกรณ์สตาร์ทแล้วต่อเข้ากับสายไฟกำลังโดยตรง ทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยแรงดันเท่ากับสายจ่ายแรงดันทันทีทันใด และกระแสขณะสตาร์ทสูงถึงประมาณ 6 - 8 เท่าของกระแสพิกัด อาจทำให้เกิดอันตรายต่อมอเตอร์ หรือวงจรไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ต่อร่วมสายจ่ายกำลังมอเตอร์ได้



ภาพที่ 2.2 วงจรกำลังสตาร์ทแบบ DOL

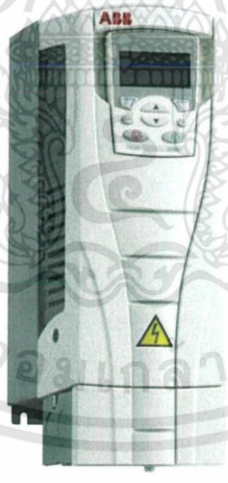
2) Electronic Starters (Soft Starters, VFDs)

ซอฟสตาร์ท (Soft Start) คือ อุปกรณ์ที่นำมาใช้กับการสตาร์ทของมอเตอร์ เพื่อลดการกระชากของกระแสไฟฟ้าในช่วงของการสตาร์ทของมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์และกลไกขับเคลื่อนต่างๆมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น และยังส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ทำให้ค่าใช้จ่ายลดตามลงด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .

ภาพที่ 2.3 Soft Start ABB รุ่น PSTX [5]

VFD ย่อมาจาก Variable Frequency Drives หรือไม่ก็อาจจะเรียกกันว่า VSD (Variable Speed Drives) หรือไม่ก็ อินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมแรงบิดและความเร็วรอบของมอเตอร์ และแน่นอนสามารถที่จะใช้สำหรับการสตาร์ท และสต๊อปมอเตอร์ได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.4 Inverter ABB รุ่น ACS550 [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ประเภทของการควบคุมมอเตอร์ [7]

1) การควบคุมด้วยมือ (Manual Control)

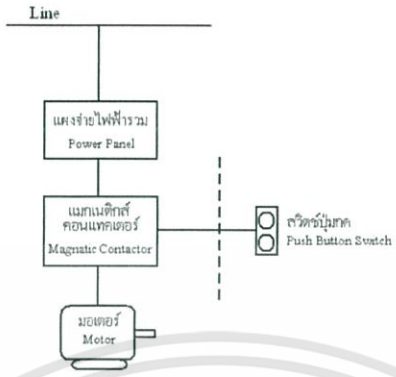
การควบคุมด้วยมือ เป็นการสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมทำงานโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมให้ระบบกลไกทางกลทำงานซึ่งการสั่งงานให้ระบบกลไกทำงานนี้โดยส่วนมากจะใช้คนเป็นผู้สั่งงานแทบทั้งสิ้น ซึ่งมอเตอร์จะถูกควบคุมจากการสั่งงานด้วยมือโดยการควบคุมผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ท็อกเกิ้ลสวิตช์ (Toggle Switch) เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch) ดรัมสวิตช์ (Drum Switch) ตัวควบคุมแบบหน้าจาน (Face Plate Control) เป็นต้น

ภาพที่ 2.5 ผังการควบคุมมอเตอร์ด้วยมือ

2) การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Control)

โดยการใช้สวิตช์ปุ่มกด (Push Button) ที่สามารถควบคุมระยะไกล (Remote Control) ได้ ซึ่งมักจะต่อร่วมกับสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ที่ใช้จ่ายกระแสจำนวนมากๆให้กับมอเตอร์แทนสวิตช์ธรรมดาซึ่งสวิตช์แม่เหล็กนี้อาศัยผลการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า วงจรการควบคุมมอเตอร์กึ่งอัตโนมัตินี้ต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์จ่ายไฟให้กับสวิตช์แม่เหล็กสวิตช์แม่เหล็กจะดูดให้หน้าสัมผัสมาแตะกันและจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ และถ้าต้องการหยุดมอเตอร์ก็จะต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์ปุ่มกดอีกเช่นเดิม จึงเรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

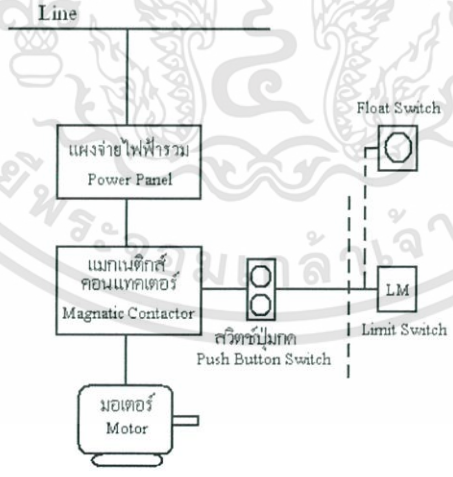
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 ผังการควบคุมมอเตอร์กึ่งอัตโนมัติ

3) การควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

การควบคุมแบบนี้จะอาศัยอุปกรณ์ชี้นำ (Pilot Device) คอยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ เช่น สวิตช์-ลูกลอยทำหน้าที่ตรวจวัดระดับน้ำในถัง คอยสั่งให้มอเตอร์ปั๊มทำงานเมื่อน้ำหมดถัง และสั่งให้มอเตอร์หยุดเมื่อน้ำเต็มถัง, สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) ทำหน้าที่ตรวจจับความดันลมเพื่อสั่งให้ปั๊มลมทำงาน, เทอร์โมสตัท ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าตามอุณหภูมิสูงหรือต่ำ เป็นต้น วงจรการควบคุมมอเตอร์แบบนี้เพียงแต่ใช้คนกดปุ่มเริ่มเดินมอเตอร์ในครั้งแรกเท่านั้น ต่อไปวงจรก็จะทำงานเองโดยอัตโนมัติตลอดเวลา



ภาพที่ 2.7 ผังการควบคุมมอเตอร์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์ไฟฟ้า [8]

2.3.1 Circuit Breaker

เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเบรกเกอร์ คือ สวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงานของมันคือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้าถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกิน หรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว เบรกเกอร์มีหลายแบบทั้งเบรกเกอร์ขนาดเล็กที่ใช้ป้องกันสำหรับวงจรที่มีกระแสไฟฟ้าต่ำหรือพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน จนถึงสวิตช์ขนาดใหญ่ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายไฟให้ตัวเมือง

ภาพที่ 2.8 Circuit Break Schneider รุ่น HDF26015

2.3.2 ฟิวส์ (Fuse)

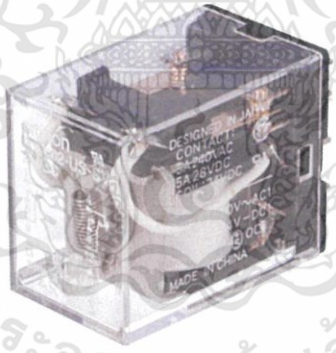
ฟิวส์ (Fuse) เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าจากการที่มีกระแสไหลผ่านวงจรมากเกินไป (Overload Current) หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit Current) เมื่อมีกระแสที่มากกว่ากระแสที่ฟิวส์ทนได้ (Current Rating) ลักษณะการทำงานคือเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์จะเกิดการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนให้กับฟิวส์เล็กน้อย แต่ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์มีค่ามากเกินไป (Overload Current) จะทำให้พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นนั้นมีค่ามากจนฟิวส์หลอมละลายได้เนื่องจากฟิวส์นั้นทำจากโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำจึงทำให้วงจรขาดได้ง่ายและเกิดการตัดกระแสไฟออกจากวงจรไฟฟ้าทันทีเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งโดยปกติแล้วกระแสเกินพิกัด (Overload Current) นั้นเกิดเมื่อมีการดึงกระแสที่มากเกินจากโหลด ส่วนกระแสลัดวงจร (Short Circuit Current) เกิดจากการที่กระแสเคลื่อนที่ผ่านทางลัดที่อาจเกิดจากการแตะกันของสายไฟหรือมีตัวนำไฟฟ้าเชื่อมต่อการลัดวงจรจาก L-N หรือ L-L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.9 ฟิวส์ (Fuse)

2.3.3 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า และการที่จะให้รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้อุปกรณ์ เมื่อรีเลย์ได้รับการจ่ายไฟ จะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้รีเลย์ ก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจากเพาเวอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน



ภาพที่ 2.10 รีเลย์ (Relay)

2.3.4 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิทช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์, ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core),ขดลวด (Coil),หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring)

ภาพที่ 2.11 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)

2.3.5 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch)

Push Button Switch หรือที่เรียกกันว่าสวิตช์ปุ่มกด เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและ ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เป็นเหมือนอุปกรณ์พื้นฐาน ใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไป มีทั้งแบบมีไฟ และทึบแสง

ภาพที่ 2.12 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ซีเล็คเตอร์สวิทช์ (Selector Switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าภาคคอลโทรล เพื่อควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ตามทิศทางที่ต้องการ หรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจรได้ตามที่ต้องการ เป็นสวิตช์ที่ใช้งานกันมากในงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยการบิดให้คอนแทค ที่อยู่ภายในเปลี่ยนสภาวะปิด (NC) หรือเปิด (NO) โดย ซีเล็คเตอร์สวิทช์ ทั่วไปจะมี 2 ประเภท คือ แบบ สวิทช์ 2 ทางและสวิทช์ 3 ทาง

1) สวิทช์ 2 ทาง หรือ 2 Position : เหมาะสำหรับงานออกคำสั่งการทำงานของเครื่องจักร 1 คำสั่ง เช่น ใช้ในการเปิด-ปิด เป็นต้น นิยมใช้ในการควบคุม เปิดหรือปิดปั๊มน้ำ

2) สวิทช์ 3 ทาง หรือ 3 Position : เหมาะสำหรับใช้ควบคุมเครื่องจักรที่มากกว่า 1 คำสั่ง เช่น ตำแหน่ง 1-0-2 เมื่อสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง 1 จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางทิศตามเข็มนาฬิกา และเมื่อบิดมาที่ตำแหน่ง 0 มอเตอร์จะหยุดทำงาน และเมื่อบิดไปที่ตำแหน่ง 2 มอเตอร์จะหมุนไปทางทิศทวนเข็มนาฬิกา เป็นต้น ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ที่ใช้ในการสูบน้ำ

ภาพที่ 2.13 ซีเล็คเตอร์สวิทช์ (Selector Switch)

2.4 PLC (Programmable Logic Controller) [9]

พีแอลซี หรือ PLC ย่อมาจาก Programmable Logic Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือระบบการทำงานต่างๆ ซึ่งมีการทำงานคล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตที่ต่อเข้ากับตัวตรวจหรือสวิตช์ต่างๆ และเอาต์พุตจะต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรได้ทันที ควบคุมการทำงานโดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC โดยมี Microprocessor เป็นสมองสั่งการสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันเครื่อง PLC สามารถควบคุมการทำงานของระบบให้มีความยืดหยุ่น และประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงจะเห็นได้ว่า โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.4.1 ส่วนประกอบหรือโครงสร้างของ PLC [10]

ภาพที่ 2.14 ส่วนประกอบหรือโครงสร้างของ PLC

จากภาพที่ 2.14 PLC จะมีส่วนประกอบทั้งหมด 5 ส่วน ได้แก่

1) หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply Unit) ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้ส่วนประกอบต่างๆของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน่วยประมาณผลกลาง หรือ CPU ย่อมาจาก Central Processing Unit ทำหน้าที่คำนวณ และควบคุมการทำงานของ PLC ซึ่งเปรียบเสมือนส่วนสมอง ภายในประกอบไปด้วย วงจร Logic Gate หลายชนิด CPU จะรับข้อมูลหรือสัญญาณจากหน่วยอินพุต (Input Unit) เข้ามา จากนั้นจะทำการประมาลผล แล้วเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่ได้จากการประมาลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

3) หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่ เก็บรักษาโปรแกรม และข้อมูลการทำงาน ซึ่งประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ชนิด ได้แก่

3.1) ROM (Read Only Memory) คือหน่วยความจำถาวร ที่สามารถเขียนหรือลบโปรแกรมต่างๆได้ เป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องการไฟเลี้ยง หน่วยความจำนี้ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้งานในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้งาน

3.2) RAM (Random Access Memory) คือ หน่วยความจำไม่ถาวรต้องมีไฟเลี้ยงอุปกรณ์ตลอดเวลาในการทำงาน หากเกิดไฟดับข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำจะหายไปทันที จึงต้องมีแบตเตอรี่ต่อไว้เพื่อเป็นไฟเลี้ยงอุปกรณ์เผื่อกรณีไฟดับ หน่วยความจำนี้ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC

4) หน่วยอินพุต และเอาต์พุต (I/O Unit) ได้แก่

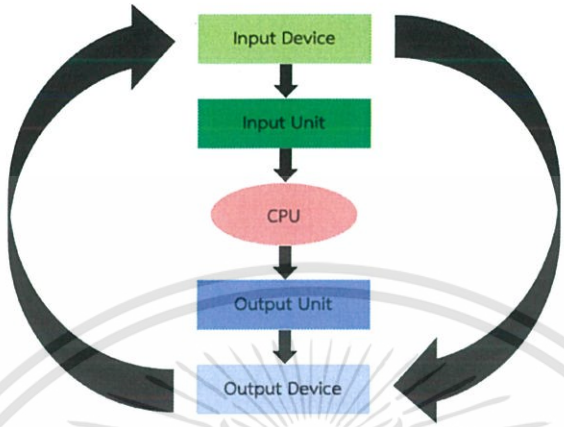
4.1) หน่วยอินพุต คือ หน่วยรับสัญญาณ ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์การวัดต่างๆที่ติดตั้งที่เครื่องจักร แล้วส่งไปที่ CPU เพื่อประมาลผล

4.2) หน่วยเอาต์พุต คือ หน่วยส่งสัญญาณ เมื่อ CPU ประมวลผลเสร็จแล้วจะส่งให้หน่วยเอาต์พุต เพื่อสสัญญาณควบคุมออกไปควบคุมเครื่องจักร

5) หน่วยป้อนโปรแกรม (Programming Unit) เป็นเครื่องมือสำหรับป้อนโปรแกรม PLC ลงหน่วยความจำของ PLC และยังเป็นเครื่องมือติดต่อระหว่าง PLC กับผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานของ PLC แต่หน่วยป้อนโปรแกรมนี้ไม่ได้จัดให้เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างพื้นฐานของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การทำงานของ PLC [11]



ภาพที่ 2.15 การทำงานของ PLC

การทำงานของ PLC เป็นการทำงานร่วม ประสาน และเชื่อมโยงกันระหว่างส่วนประกอบทั้งหมด ซึ่งเป็นไปอย่างมีระบบ โดยมีหน่วยประมาลผลกลาง (CPU) เป็นส่วนสั่งการของระบบทั้งหมด

เมื่ออุปกรณ์อินพุต (Input Device) ตรวจจับสภาวะต่างๆ ที่เป็นอยู่หรือเปลี่ยนไปเมื่ออุปกรณ์อินพุตมีการเปลี่ยนแปลงระดับของสัญญาณ จากนั้นหน่วยอินพุต (Input Unit) จะทำการรับสัญญาณนั้นมาปรับแต่งสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล หรือสัญญาญดิจิทัลเป็นสัญญาณดิจิทัลที่มีระดับสัญญาณที่เหมาะสม และทำให้หน่วยประมาลผลกลาง (CPU) รับรู้ เพื่อทำการประมาลผลเทียบกับโปรแกรมที่เขียนขึ้น และเก็บไว้ในหน่วยความจำ ด้ผลลัพธ์อย่างไรก็ส่งผลลัพธ์นั้นออกไปเพื่อปรับแต่งสัญญาณเอาต์พุตโยหน่วยเอาต์พุต (Output Unit) เพื่อให้มีระดับที่เหมาะสมกับอุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device) นั้นๆตามต้องการ จากนั้นก็จะวนรอบไปรอบรับสถานะของอินพุตใหม่อีกครั้งอย่างนี้เรื่อยๆไป

การทำงานที่วนรอบดังกล่าวจะถูกเรียกว่า การสแกน (Scanning) ส่วนเวลาที่ใช้ในการทำงานในหนึ่งรอบนั้นจะเรียกว่า เวลาการสแกน (Scan Time) ค่าเวลาที่ใช้ไปใน 1 รอบ หรือค่า Scan Time มักจะอยู่ระหว่าง 1-100 มิลลิวินาที (ms) แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูล และความยาวของโปรแกรม ตลอดจนจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่เชื่อมต่อด้วย

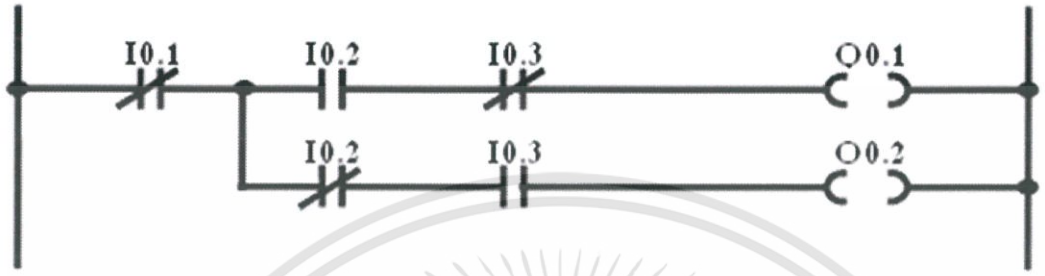
2.4.3 ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC [12]

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 61131-3 กำหนดไว้ทั้งหมด 5 ภาษา ดังนี้

1) LD (Ladder diagram) เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลดเดอร์ไดอะแกรม จะประกอบด้วยราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของไดอะแกรม เพื่อ

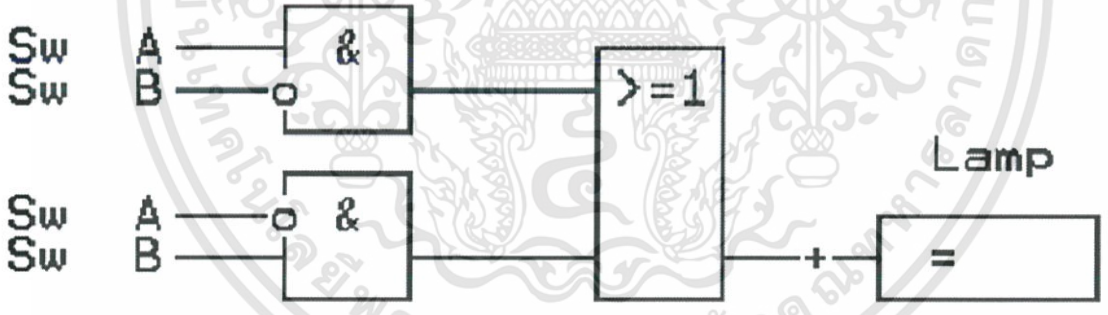
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแส และมีขดลวด หรือ คอยล์ เป็นเอาต์พุต



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างของภาษา Ladder Diagram

2) FBD (Function Block Diagram) เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชันการทำงานในรูปแบบของกราฟฟิกเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจีพื้นฐานมาจาก ลอจิกไดอะแกรม



ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างของภาษา Function Block Diagram

3) IL (Instruction List) เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี้ (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งจะประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) แต่ละส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
:A    -Sw. A
:AN   -Sw. B
:O
:AN   -Sw. A
:A    -Sw. B
:=    -Lamp
```

ภาพที่ 2.18 ตัวอย่างของภาษา Instruction list

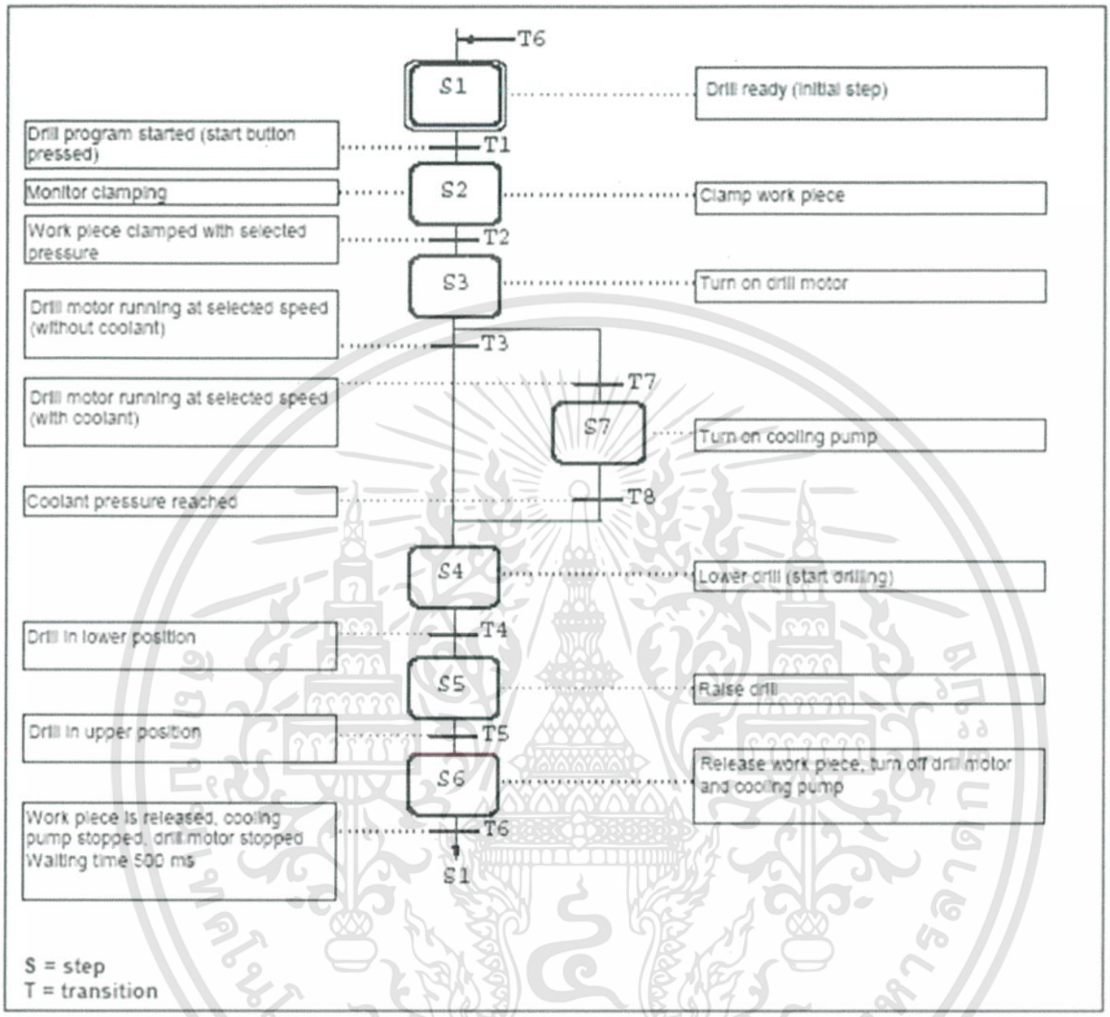
4) ST (Structure text) เป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งประกอบไปด้วย นิพจน์ และคำสั่ง โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF...THEN...ELSE เป็นต้น คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE เป็นต้น

```
FUNCTION SQUARE : INT
(*******************************************************
This function returns as its function value the square of the
input value or if there is overflow, the maximum value that
can be represented as an integer.
*******************************************************)
VAR_INPUT
    value : INT;
END_VAR
BEGIN
IF value <= 181 THEN
    SQUARE   := value * value; //Calculation of function
value
ELSE
    SQUARE   := 32_767; // If overflow, set maximum value
END_IF;
END_FUNCTION
```

ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างของภาษา Structure text

5) SFC (Sequential Function Chart) เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครสร้างการทำงานแบบซีเควนซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ Sequential Function Chart จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น Altemative Step Sequence และ Parallel Step Sequence เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

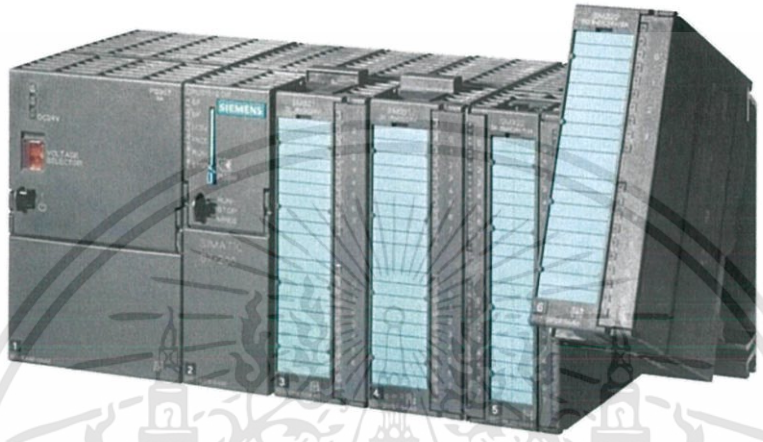


ภาพที่ 2.20 ตัวอย่างของภาษา Sequential Function Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 PLC รุ่น S7-300 [13]

PLC รุ่น S7-300 เป็น PLC ขนาดกลาง ซึ่งผลิตโดย บริษัท ซีเมนส์ ประกอบด้วย 16 อินพุตโมดูล และ 16 เอาต์พุตโมดูล โดยที่การโปรแกรมจะกระทำด้วยตอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกต่อเข้ากับ PLC ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ Step 7



ภาพที่ 2.21 PLC รุ่น S7-300

2.4.5 การทำงานร่วมกันระหว่าง PLC กับ Step 7

PLC รุ่น S7-300 ประกอบด้วย ส่วน Power Supply, CPU, ส่วนอินพุต และส่วนเอาต์พุต PLC จะถูกโปรแกรมด้วยซอร์ฟแวร์ผ่านทางคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ PLC สามารถทำงานควบคุมเครื่องจักรที่ต้องการ โดยที่ส่วนอินพุต และเอาต์พุตจะถูกอ้างอิงตำแหน่งอยู่ในโปรแกรม การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับ PLC รุ่น S7-300 นั่น จะต่อผ่านสายเคเบิลเอ็มพีไอ (MPI Cable)

ภาพที่ 2.22 สายเคเบิล 6ES7 972-0CA23-0XA0 ของ Siemens [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Step 7 [15]

Step 7 คือซอร์ฟแวร์พื้นฐานที่ใช้สำหรับการกำหนดค่าและการโปรแกรมใน PLC

2.5.1 User Block

เป็นบล็อกที่ผู้ใช้งานจะเป็นผู้กำหนดว่าจะเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลอะไร ซึ่งจะมีบล็อคให้เลือกใช้อยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งาน ดังนี้

1) Organization Block (OB)

เป็นบล็อคที่สามารถใช้เขียนโปรแกรมโดยทั่วไป สามารถเขียนโปรแกรมได้โดยใช้ภาษา LAD, FBD และ STL นอกจากนั้น OB มีหน้าที่สำคัญกว่าบล็อกอื่นๆ นั่นคือ โปรเซสเซอร์ที่อยู่ภายในหน่วยประมวลผลจะประมวลผลโปรแกรมที่อยู่ภายใน OB บางบล็อคเท่านั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของการประมวลที่ผู้ใช้ต้องการ

2) Function Blocks (FBs)

โปรแกรมที่อยู่ภายใน FBs จะประมวลผลก็ต่อเมื่อ โปรแกรมถูกเรียกใช้ภายในโปรแกรมซึ่งเขียนอยู่ในบล็อคที่ถูกเรียกมาประมวลผลจากระบบปฏิบัติการ และสามารถส่งหรือรับพารามิเตอร์จากบล็อกที่เรียกใช้ FBs ได้ โดยค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นจะถูกเก็บไว้ที่ DI (Instance Data Blocks) ซึ่งเป็น DB ประเภทหนึ่ง โดยที่การเรียกใช้งาน FBs ทุกๆครั้งจะต้องมีการระบุ DI ทุกครั้ง

3) FCs (Functions)

โปรแกรมที่อยู่ภายใน FCs จะประมวลผลก็ต่อเมื่อ โปรแกรมถูกเรียกใช้ภายในโปรแกรมซึ่งเขียนอยู่ในบล็อคที่ถูกเรียกมาประมวลผลจากระบบปฏิบัติการ และสามารถส่งหรือรับพารามิเตอร์จากบล็อกที่เรียกใช้ FCs ได้ เช่นเดียวกับ FBs แต่ต่างกันที่ตัวแปรที่กำหนดภายใน FCs จะไม่สามารถนำมาใช้ได้ในขณะที่ FCs ไม่ถูกประมวลผล และไม่ต้องมีการกำหนด DI ในขณะที่เรียก FCs มาใช้งาน

4) Data Blocks (DBs)

เป็นบล็อกที่ใช้ในการเก็บข้อมูลซึ่งอาจเป็นข้อมูลปกติ (DB) หรือข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับ FBs (DI) ซึ่งถ้าเป็นบล็อกข้อมูลปกติ เราสามารถใช้ในการเก็บข้อมูลอะไรก็ได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยที่จำนวนบล็อกในแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับ CPU ที่ใช้

2.5.2 ลักษณะของข้อมูล

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของข้อมูล

Data Type	Description	
BOOL	Bit	1 bit
BYTE	Byte	8 bits
CHAR	One character (ASCII)	8 bits
WORD	Word	16 bits

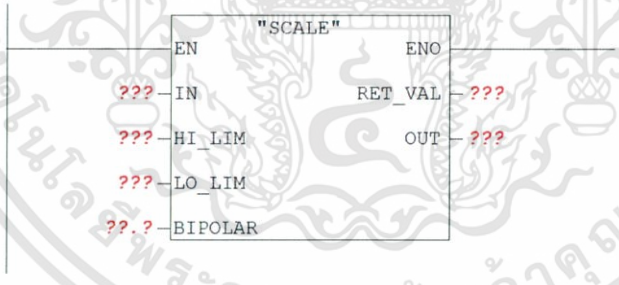
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของข้อมูล (ต่อ)

Data Type	Description	
DWORD	Doubleword	32 bits
INT	Fixed-point number	16 bits
DINT	Fixed-point number	32 bits
REAL	Floating-point number	32 bits
S5TIME	Time value in S5 format	16 bits
TIME	Time value in IEC format	32 bits
DATE	Date	16 bits
TIME_OF_DATE	Time of day	32 bits

2.5.3 การใช้งาน FC 105: SCALE

FC 105 จะทำหน้าที่ในการสเกลข้อมูลที่อยู่ในรูปของ Integer Value และแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Real ภายใน Engineering Unit ที่ต้องการ โดยข้อมูลที่สเกลจะสามารถกำหนดขีดจำกัดภายในพารามิเตอร์ LO_LIM และ HI_LIM และข้อมูลที่สเกลได้จะเก็บไว้ที่ OUT



ภาพที่ 2.23 FC 105 : SCALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน FC105 : SCALE

Parameter	Declaration	Data type	Memory area	Description
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	ฟังก์ชันจะถูกทำให้สามารถใช้งานได้ถ้าที่พารามิเตอร์มีสถานะเป็น “1”
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	พารามิเตอร์ตัวนี้จะมีสถานะเป็น “1” ถ้าฟังก์ชันทำงานโดยไม่มีความผิดพลาด
IN	Input	INT	I, Q, M, D, L, P, Constant	ข้อมูลที่ต้องการจพทำการสเกล
HI_LIM	Input	REAL	I, Q, M, D, L, P, Constant	ขีดจำกัดบน
LO_KIM	Input	REAL	I, Q, M, D, L, P, Constant	ขีดจำกัดล่าง
BIPOLAR	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	“1” ถ้าข้อมูลที่ IN เป็นชนิด “BIPOLAR” “0” ถ้าข้อมูลที่ IN เป็นชนิด “UNIPOLAR”
OUT	Output	REAL	I, Q, M, D, L, P, Constant	ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากทำการสเกล
RET_VAL	Output	WORD	I, Q, M, D, L, P, Constant	เป็นค่าที่ส่งกลับมาจากฟังก์ชัน ถ้ามีค่า W#16#0000 แสดงว่าไม่มีความผิดพลาดในการประมวลผล

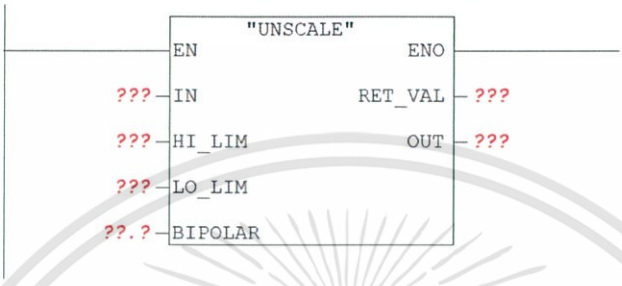
หมายเหตุ BIPOLAR หมายถึง ข้อมูลที่รับเข้ามาที่พารามิเตอร์ IN มีค่าระหว่าง -27648 ถึง +27648

UNIPOLAR หมายถึง ข้อมูลที่รับเข้ามาที่พารามิเตอร์ IN มีค่าระหว่าง 0 ถึง +27648

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 การใช้งาน FC 106: UNSCALE

FC 106 จะทำหน้าที่ในการสเกลข้อมูลที่อยู่ในรูปของ Real Value ภายในสเกลที่กำหนด คือ พารามิเตอร์ HI_LIM และ LO_LIM และแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Integer และข้อมูลที่สเกลได้จะเก็บไว้ที่ OUT



ภาพที่ 2.24 FC 106 : UNSCALE

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน FC106 : UNSCALE

Parameter	Declaration	Data Type	Memory Area	Description
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	ฟังก์ชันจะถูกทำให้สามารถใช้งานได้ถ้าที่พารามิเตอร์มีสถานะเป็น “1”
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	พารามิเตอร์ตัวนี้จะมีสถานะเป็น “1” ถ้าฟังก์ชันทำงานโดยไม่มีความผิดพลาด
IN	Input	INT	I, Q, M, D, L, P, Constant	ข้อมูลที่ต้องการจพทำการสเกล
HI_LIM	Input	REAL	I, Q, M, D, L, P, Constant	ขีดจำกัดบน
LO_KIM	Input	REAL	I, Q, M, D, L, P, Constant	ขีดจำกัดล่าง
BIPOLAR	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	“1” ถ้าข้อมูลที่ IN เป็นชนิด “BIPOLAR” “0” ถ้าข้อมูลที่ IN เป็นชนิด “UNIPOLAR”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน FC106 : UNSCALE (ต่อ)

Parameter	Declaration	Data type	Memory area	Description
OUT	Output	REAL	I, Q, M, D, L, P, Constant	ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากทำการสเกล
RET_VAL	Output	WORD	I, Q, M, D, L, P, Constant	เป็นค่าที่ส่งกลับมาจากฟังก์ชัน ถ้ามีค่า W#16#0000 แสดงว่าไม่มีความผิดพลาดในการประมวลผล

2.6 SCADA [16]

SCADA นั้นย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย โทรมาตร การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้าเป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานเช่นใช้ SCADA ตรวจสอบข้อมูลเช่นการรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่งจากตัวตรวจจับแล้วส่งสัญญาณแจ้งเตือนให้พนักงานทราบ โดยส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางของระบบ SCADA เป็นต้น นอกจากนั้น SCADA อาจทำหน้าที่คำนวนและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS, RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่นหากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัด ให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้นเป็นต้น โดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่ออยู่ ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่นๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่างๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา

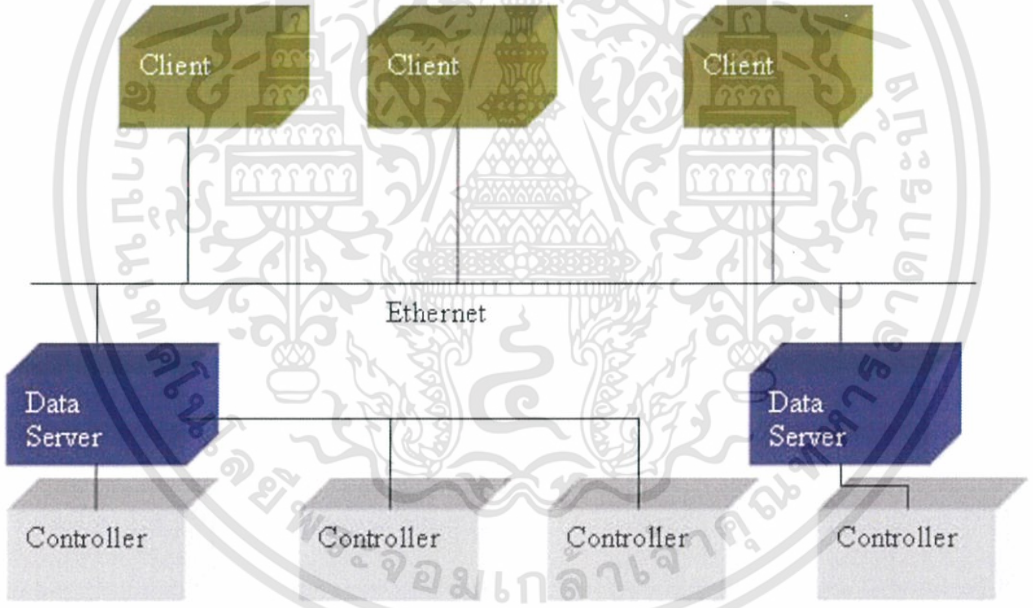
SCADA สามารถลดความขัดข้องในกระบวนการอุตสาหกรรม/วิศวกรรมได้เนื่องจากผู้ใช้รับทราบเหตุการณ์ และแก้ไขได้ทันท่วงที ทำให้ช่วยลด Down Time ช่วยให้การทำงานหรือการผลิตมีความต่อเนื่องซึ่งส่งผลต่อศักยภาพการผลิต นอกจากนี้ยังสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมสภาพแวดล้อม/พารามิเตอร์ต่างๆที่สนใจที่ช่วยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ และยังเพิ่มศักยภาพการบริหารธุรกิจและอุตสาหกรรมเนื่องจากผู้บริหารสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลที่แม่นยำและรวดเร็ว โดยข้อมูลมาจากรายงานที่รวบรวมและสรุปผลด้วยฟีเจอร์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCADA ซึ่งมีความเที่ยงตรงและรวดเร็วกว่ามนุษย์ ดังนั้นธุรกิจและอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบ SCADA จึงมีความได้เปรียบทางธุรกิจมากกว่า

2.6.1 โครงสร้างของ SCADA

SCADA แบ่งตามโครงสร้างฮาร์ดแวร์ได้สองระดับ คือ Client และ Data Server หรือเรียกสั้นๆว่า Server โดยที่ Client คือคอมพิวเตอร์ที่รับ และส่งข้อมูลไปยัง Data Server โดยฝั่ง Client นี้จะแสดงผลการทำงานของระบบควบคุม เช่น แสดงเป็นกราฟฟิก กราฟแบบต่อเนื่อง หรือระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น ฝั่ง Client สามารถสั่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง PLC, DCS หรือ Controller อีกทอดหนึ่ง ส่วน Data Server จะทำหน้าที่ ติดต่อกับ PLC, DCS, Controller หรือ RTU0 ต่างๆเพื่อรับ และส่งสัญญาณไปยัง Client และรับการร้องขอจาก Client เพื่อควบคุม PLC และ Controller ต่างๆ Client และ Data Server จะเชื่อมต่อกันผ่านระบบเครือข่าย Ethernet ดังภาพที่ 2.25



ภาพที่ 2.25 โครงสร้างของ SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์

ทำการศึกษา P&ID โครงการ KK4 ที่ทางแผนกวิศวกรรมเครื่องกลส่งมาให้ เพื่อให้ทราบว่าระบบกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 มีเครื่องจักรใดบ้าง, ใช้เครื่องจักรแต่ละตัวจำนวนเท่าไร รวมไปถึงเครื่องจักรแต่ละตัวมีลักษณะการทำงานอย่างไร หลังจากศึกษาข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบชุดควบคุมมอเตอร์ให้มีความเหมาะสมกับขนาดมอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัว และออกแบบโปรแกรมควบคุมการเริ่มเดิน และหยุดการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักรในระบบให้สอดคล้องกัน และสร้างหน้าจอกราฟฟิคของระบบเพื่อนำไปใช้เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรให้สามารถควบคุมและติดตามผลการทำงานในสภาวะปัจจุบันผ่านทางหน้าจอกราฟฟิกได้

3.2 การออกแบบระบบไฟฟ้า

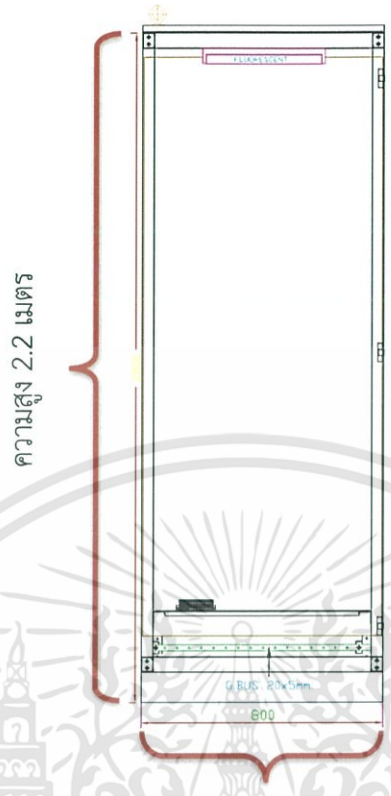
ในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม AutoCAD ในการออกแบบระบบไฟฟ้าของโครงการ KK4 ส่วนของพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 เพื่อส่งให้ผู้รับเหมาดำเนินการผลิต ดังนี้

1) ออกแบบการวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการเริ่มเดินมอเตอร์ของเครื่องจักรในตู้ MCC (Motor Control Center)
2) ออกแบบวงจรเส้นเดี่ยว (One Line Diagram or Single Line Diagram)
3) ออกแบบวงจรแสดงการทำงาน (Schemtic Diagram)
4) ออกแบบตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station Panel)
5) ออกแบบการเชื่อมต่อสายไฟฟ้า (Cable List)

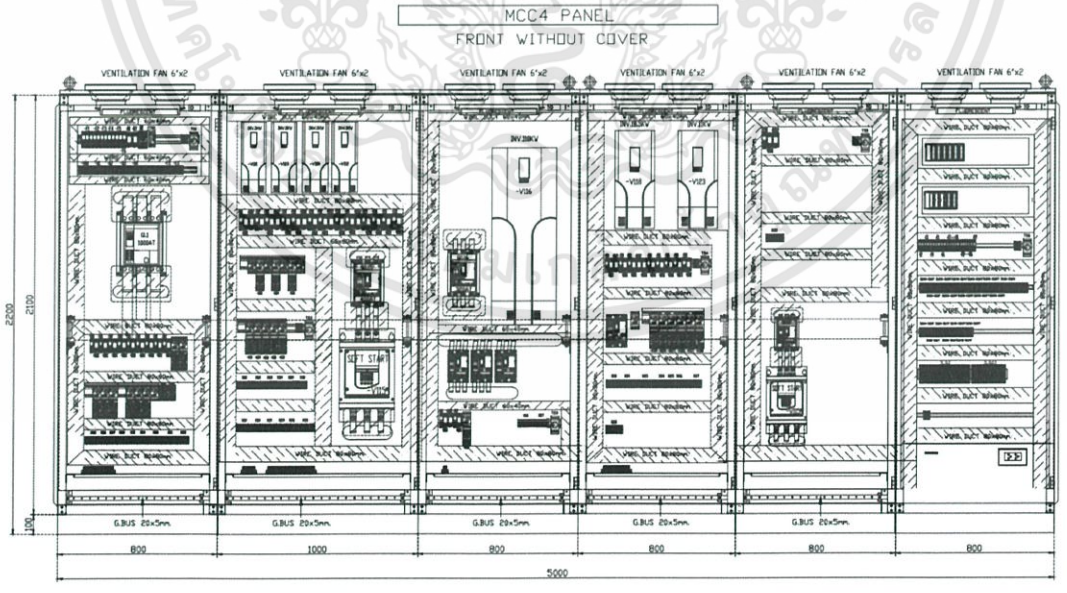
3.2.1 ออกแบบการวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการเริ่มเดินมอเตอร์ของเครื่องจักรในตู้ MCC (Motor Control Center)

การออกแบบการวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ของเครื่องจักรในตู้ MCC (Motor Control Center) หรือศูนย์ควบคุมมอเตอร์ต้องออกแบบให้มีความเป็นระเบียบและเหมาะสม ซึ่งในแบบจะแสดงขนาดตู้ และการจัดวางอุปกรณ์ควบคุมการเริ่มเดินของมอเตอร์ ตามเลขชุดของเครื่องจักร เช่น Circuit Breaker, Breaker Control, Magnetic Contactor, Relay, Inverter และ Soft Start

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ขนาดของตู้ MCC (Motor Control Center)



ภาพที่ 3.2 แบบของตู้ MCC (Motor Control Center) ในโครงการ KK4 ส่วนพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การกำหนดเลขชุดมอเตอร์ของเครื่องจักร

เลขชุดของมอเตอร์	ชื่อเครื่องจักร	ประเภทการเริ่มเดินของมอเตอร์	ขนาดของมอเตอร์ (kW)	รหัสของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์			
				Circuit Breaker	Relay	Fuse	Magnetic Contractor
101	Rotary Valve 1	INV	3.0	Q101	R101	F101	K101
102	Cooling Rotary Valve 1	DOL	0.37	Q102	R102	F102	K102
103	Rotary Valve 2	INV	3.0	Q103	R103	F103	K103
104	Cooling Rotary Valve 2	DOL	0.37	Q104	R104	F104	K104
105	Screw Conveyor 1	DOL	5.5	Q105	R105	F105	K105
106	Screw Conveyor 2	DOL	5.5	Q106	R106	F106	K106
107	Screw Conveyor 3	DOL	5.5	Q107	R107	F107	K107
108	Screw Conveyor 4	DOL	5.5	Q108	R108	F108	K108
109	Rotary Valve 3	INV	3.0	Q109	R109	F109	K109
110	Cooling Rotary Valve 3	DOL	0.37	Q110	R110	F110	K110
111	Screw Conveyor 5	DOL	2.2	Q111	R111	F111	K111
112	Rotary Valve 4	INV	3.0	Q112	R112	F112	K112
113	Cooling Rotary Valve 4	DOL	0.37	Q113	R113	F113	K113
114	Screw Conveyor 6	DOL	2.2	Q114	R114	F114	K114
115	Main Motor	SS	132.0	Q115	R115	F115	K115
116	ID Fan	INV	110.0	Q116	R116	F116	K116
117	Cooling ID Fan	DOL	0.37	Q117	R117	F117	K117
118	Air Seperator	INV	18.5	Q118	R118	F118	K118
119	Cooling Air Seperator	DOL	0.37	Q119	R119	F119	K119
120	Screw Conveyor 10	DOL	3.0	Q120	R120	F120	K120
121	Screw Conveyor 7	DOL	2.2	Q121	R121	F121	K121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การกำหนดเลขชุดมอเตอร์ของเครื่องจักร (ต่อ)

เลขชุดของมอเตอร์	ชื่อเครื่องจักร	ประเภทการเริ่มเดินของมอเตอร์	ขนาดของมอเตอร์ (kW)	รหัสของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์			
				Circuit Breaker	Relay	Fuse	Magnetic Contractor
122	Screw Conveyor 8	DOL	2.2	Q122	R122	F122	K122
123	Bucket Elevator	INV	11.0	Q123	R123	F123	K123
124	Screw Conveyor 9	DOL	5.5	Q124	R124	F124	K124
125	Double Flap 1	DOL	1.5	Q125	R125	F125	K125
126	Double Flap 2	DOL	1.5	Q126	R126	F126	K126
127	Bag Filter 1	DOL	5.5	Q127	R127	F127	K127
128	Bag Filter 2	DOL	5.5	Q128	R128	F128	K128
129	Rotary Valve 6	DOL	2.2	Q129	R129	F129	K129
130	Screw Conveyor 11	DOL	5.5	Q130	R130	F130	K130
131	Bag Filter 3	DOL	5.5	Q131	R131	F131	K131
132	Bag Filter 4	DOL	5.5	Q132	R132	F132	K132
133	Root Blower	SS	75.0	Q133	R133	F133	K133

หมายเหตุ 1. DOL คือ การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์แบบ Direct Online ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์

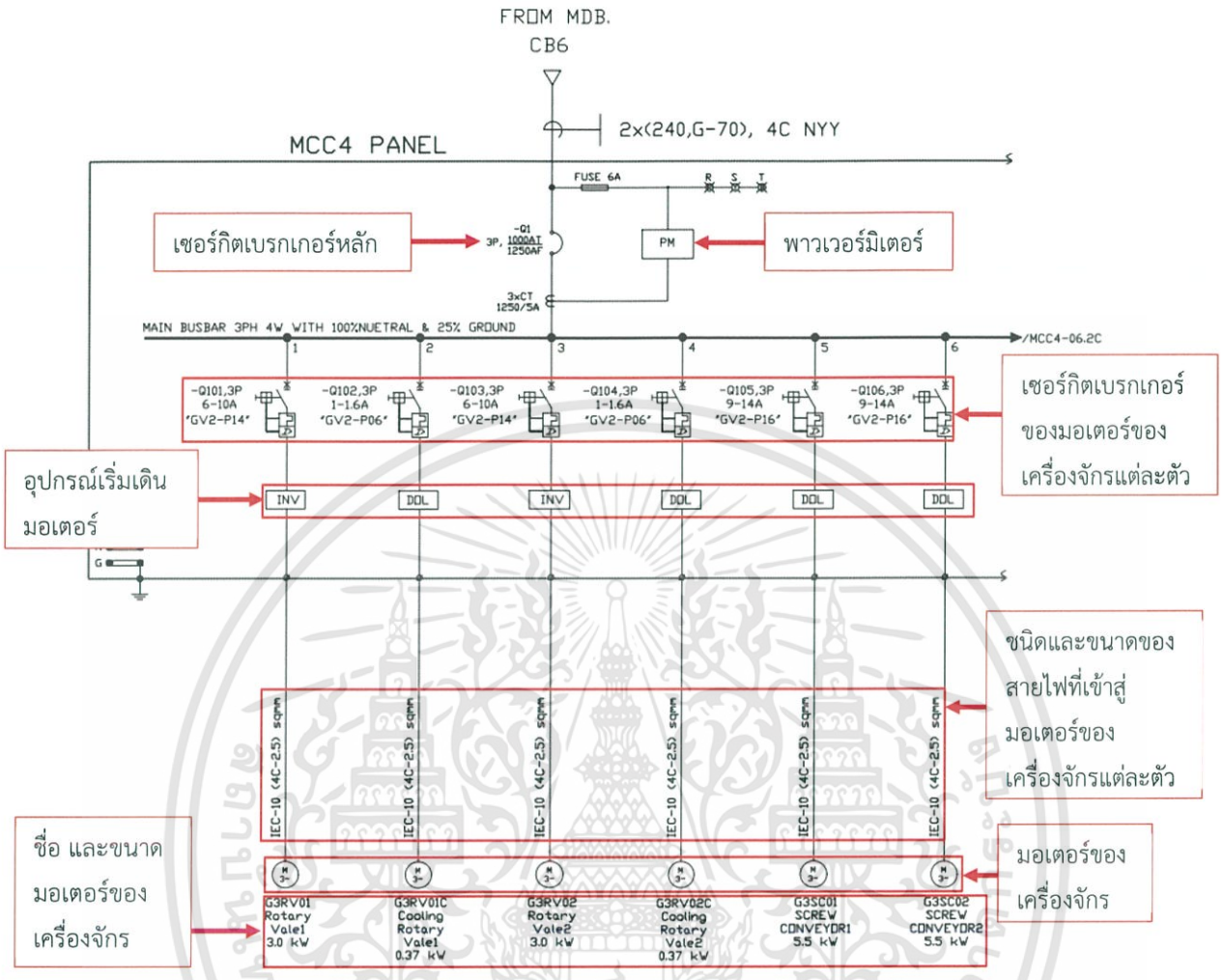
2. INV คือ การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์โดยการใช้ Inverter

3. SS คือ การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์โดยการใช้ Soft Start

3.2.2 ออกแบบวงจรเส้นเดี่ยว (One Line Diagram or Single Line Diagram)

การออกแบบไดอะแกรมนี้ เป็นการแสดงความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างส่วนประกอบย่อยของวงจรไฟฟ้า โดยการออกแบบจะใช้เส้นเพียงเส้นเดียวแทนสายทุกเส้นในวงจรไฟฟ้าและใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าเป็นตัวแสดงการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้ากับวงจรไฟฟ้า ซึ่งจะแสดงชุดควบคุมจากตู้ MCC (Motor Control Center) ไปยังมอเตอร์เริ่มตั้งแต่การจ่ายไฟผ่านจาก MCC ไปยังเซอร์กิตเบรกเกอร์, บัสบาร์ของตู้ควบคุม, เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์และแสดงการเชื่อมต่อสายไฟไปจนถึงมอเตอร์แต่ละตัว รวมถึงบอกประเภทการเริ่มเดินของมอเตอร์, ขนาดของมอเตอร์, ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์, ขนาดและชนิดของสายไฟที่ใช้งานที่เหมาะกับขนาดของมอเตอร์แต่ละตัว โดยจะแสดงตัวอย่างวงจรเส้นเดี่ยวของโครงการ KK4 ส่วนพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 ดังภาพที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างวงจรเส้นเดี่ยวในโครงการ KK4 ส่วนพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

จากภาพที่ 3.3 ไฟจะถูกจ่ายมาจากตู้ MDB (Main Distribution Board) หรือสวิตช์บอร์ด ผ่านสายไฟชนิด NYY ลงไปที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ ชนิด 3 Pole ขนาด 1000AT/1250AF ซึ่งเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักที่ใช้ในการจ่ายไฟฟ้าให้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของมอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัว ที่เซอร์กิตเบรกเกอร์หลักจะมีการใช้พาวเวอร์มิเตอร์ในการวัดค่าพารามิเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้า เช่น แรงดัน, กระแส, กำลังงานไฟฟ้าจริง และกำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงค่าทางไฟฟ้าในกระบวนการผลิต และการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ เมื่อผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักแล้วไฟฟ้าจะถูกจ่ายให้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของมอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัว ซึ่งจะมีขนาดที่แตกต่างกันไปตามขนาดมอเตอร์ของเครื่องจักร โดยจะมีรายละเอียดขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ของมอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัวดังตารางที่ 3.2 เมื่อผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์ของมอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัวแล้วไฟฟ้าจะถูกจ่ายมาที่อุปกรณ์ควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ที่มีทั้งหมด 3 แบบ คือ Inverter, Soft Start และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ จากนั้นจะผ่านสายไฟเพื่อเข้าสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ของเครื่องจักร ซึ่งสายไฟที่ลากเข้าสู่มอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัวจะมีชนิดและขนาดที่แตกต่างกันตามขนาดมอเตอร์ของเครื่องจักร โดยชนิดและขนาดของสายไฟของมอเตอร์ของเครื่องจักรจะมีรายละเอียดข้อมูลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขนาดของมอเตอร์, ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์, ประเภทของสายไฟ และขนาดของสายไฟ

ชื่อเครื่องจักร	ขนาดของมอเตอร์ (kW)	ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)	สายไฟ	
			ประเภท	ขนาด (sqmm)
Rotary Valve 1	3.0	6 – 10	IEC - 10	4 × 2.5
Cooling Rotary Valve 1	0.37	1 – 1.6	IEC - 10	4 × 2.5
Rotary Valve 2	3.0	6 – 10	IEC - 10	4 × 2.5
Cooling Rotary Valve 2	0.37	1 – 1.6	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 1	5.5	9 – 14	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 2	5.5	9 – 14	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 3	5.5	9 – 14	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 4	5.5	9 – 14	IEC - 10	4 × 2.5
Rotary Valve 3	3.0	4 – 6.3	IEC - 10	4 × 4
Cooling Rotary Valve 3	0.37	1 – 1.6	IEC - 10	4 × 4
Screw Conveyor 5	2.2	4 – 6.3	IEC - 10	4 × 6
Rotary Valve 4	3.0	6 - 10	IEC - 10	4 × 2.5
Cooling Rotary Valve 4	0.37	1 – 1.6	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 6	2.2	4 – 6.3	IEC - 10	4 × 2.5
Main Motor	132.0	400 AT / 400 AF	NYY	1 × 240
			THW(G)	1 × 25
ID Fan	110.0	320 AT / 400 AF	NYY	1 × 240
			THW(G)	1 × 25
Cooling ID Fan	0.37	1 – 1.6	IEC - 10	4 × 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ขนาดของมอเตอร์, ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์, ประเภทของสายไฟ และขนาดของสายไฟ (ต่อ)

ชื่อเครื่องจักร	ขนาดของมอเตอร์ (kW)	ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)	สายไฟ	
			ประเภท	ขนาด (sqmm)
Air Seperator	18.5	63 AT / 100 AF	IEC - 10	4 × 16
Cooling Air Seperator	0.37	1 – 1.6	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 10	3.0	6 – 10	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 7	2.2	4 – 6.3	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 8	2.2	4 – 6.3	IEC - 10	4 × 2.5
Bucket Elevator	11.0	20 – 25	IEC - 10	4 × 10
Screw Conveyor 9	5.5	9 - 14	IEC - 10	4 × 2.5
Double Flap 1	1.5	2.5 - 4	IEC - 10	4 × 2.5
Double Flap 2	1.5	2.5 - 4	IEC - 10	4 × 2.5
Bag Filter 1	5.5	9 - 14	IEC - 10	4 × 2.5
Bag Filter 2	5.5	9 - 14	IEC - 10	4 × 2.5
Rotary Valve 6	2.2	4 – 6.3	IEC - 10	4 × 2.5
Screw Conveyor 11	5.5	9 - 14	IEC - 10	4 × 4
Bag Filter 3	5.5	9 - 14	IEC - 10	4 × 2.5
Bag Filter 4	5.5	9 - 14	IEC - 10	4 × 2.5
Root Blower	75.0	250 AT / 250 AF	NYY	1 × 95
			THW(G)	1 × 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ออกแบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram)

เนื่องจากมอเตอร์แต่ละตัวของเครื่องจักรในกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 เป็นมอเตอร์ 3 เฟส ดังนั้นวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) จะประกอบไปด้วยวงจรกำลัง (Power Circuit) และวงจรควบคุม (Control Circuit) ของมอเตอร์แต่ละตัว โดยจะแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อสายไฟไปที่ มอเตอร์, ตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) และตู้ PLC โดยจะแสดงตัวอย่างของวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) ของมอเตอร์ของ Screw Conveyor 1 ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 มีขนาดของมอเตอร์ 5.5 กิโลวัตต์ ดังภาพที่ 3.4

จากภาพที่ 3.4 วงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) ที่ได้ทำการออกแบบนี้จะประกอบด้วย

1) เลขชุดของเครื่องจักร

2) ชื่อของเครื่องจักร และขนาดของมอเตอร์

3) วงจรภายในตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน ซึ่งจะเป็นวงจรแสดงการเชื่อมต่อสายไฟของปุ่มสั่งเริ่มการทำงานมอเตอร์, ปุ่มสั่งหยุดการทำงานมอเตอร์ และซีเล็กเตอร์สวิตช์

4) ชุดอุปกรณ์ควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์

5) หมายเลขตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน

6) เซอร์กิตเบรกเกอร์ และรีเรย์ของวงจรกำลัง

7) เซอร์กิตเบรกเกอร์ และรีเรย์ของวงจรควบคุม

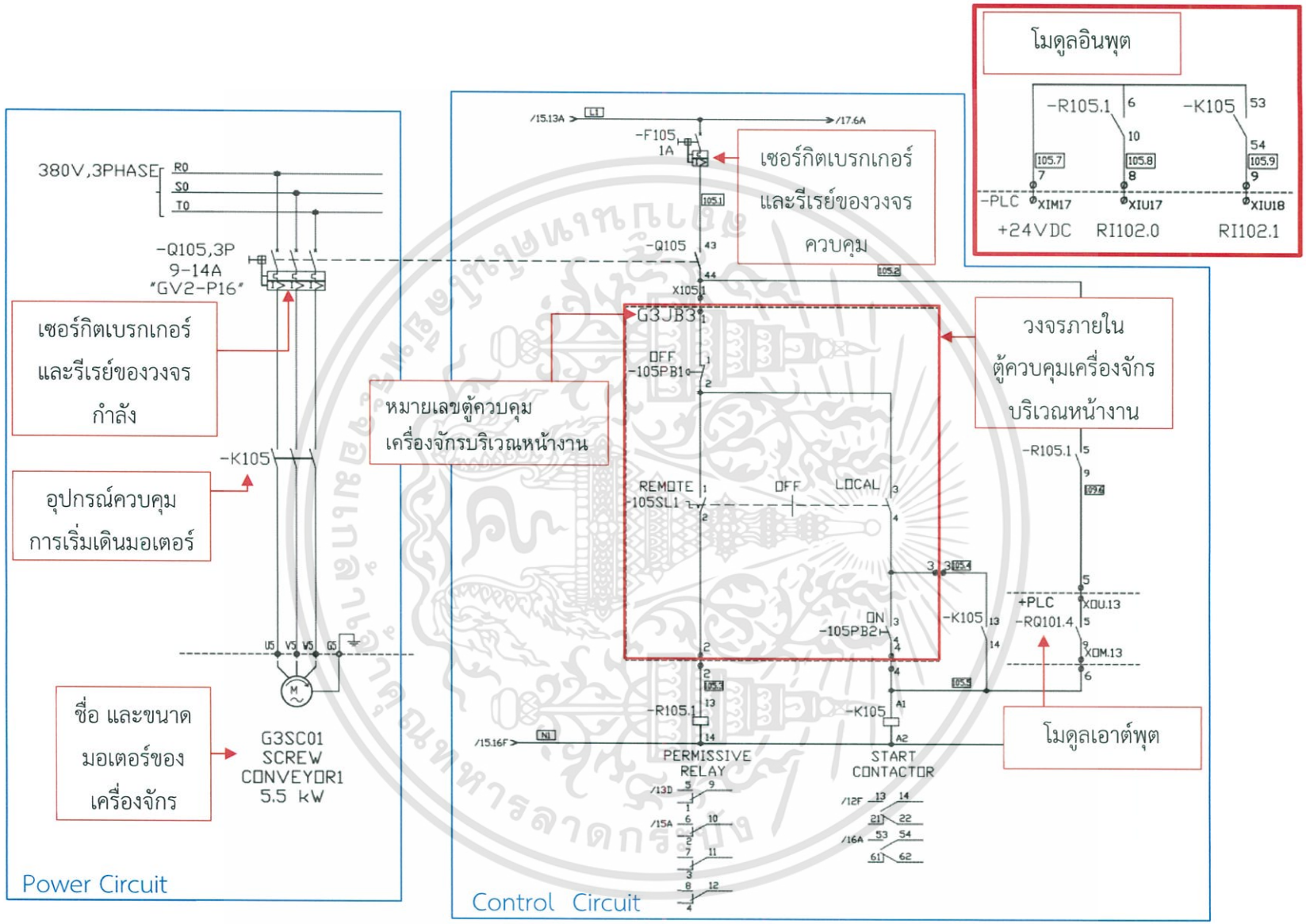
8) โมดูลอินพุตที่รับสัญญาณมาจากมอเตอร์ของเครื่องจักรมาเข้า PLC เพื่อนำไปประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้

9) โมดูลเอาท์พุตที่ส่งสัญญาณจาก PLC ออกไปสั่งงานเริ่มต้นการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร โดยจะแสดงรายละเอียดของสิ่งที่แสดงในวงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ของ Screw Conveyor 1 ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) ของมอเตอร์ของ Screw Conveyor 1

เลขชุดของเครื่องจักร	วิธีการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์	อุปกรณ์ควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์	ขนาดของมอเตอร์ (kW)	หมายเลขตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน	PLC		
					Digital Input		Digital Output
					Permissive Signal	Run Signal	Start Signal
105	DOL	แมกเนติกคอนแทคเตอร์	5.5	G3 – JB3	RI102.0	RI102.1	RQ101.4

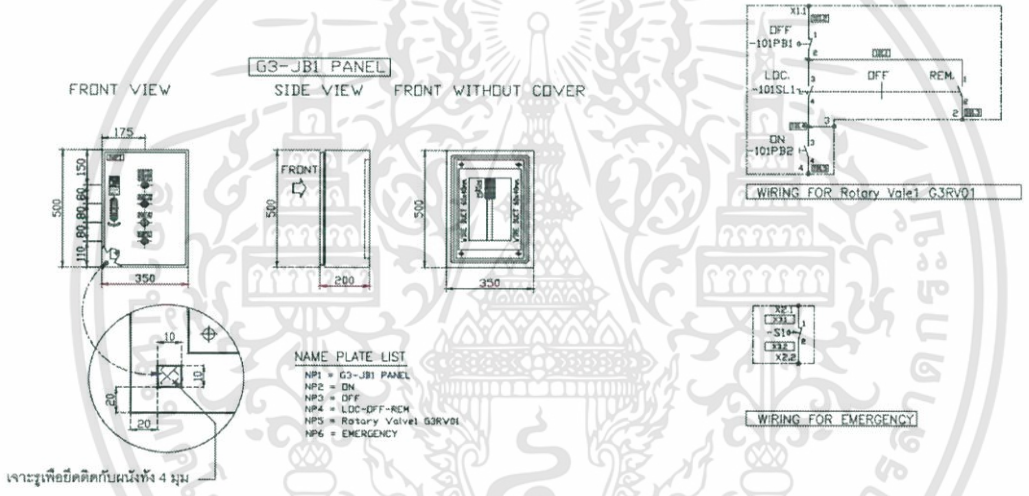
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ของ Screw Conveyor 1

3.2.4 ออกแบบตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station)

การออกแบบตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างานจะแสดงขนาดทั้งด้านหน้า และด้านข้างของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน, ป้ายชื่อที่จะถูกติดอยู่บริเวณด้านหน้าตู้, สวิตช์ และปุ่มกดสั่งงาน หน้าตู้และภายในตู้จะมีเทอร์มินอลไว้สำหรับพักสายที่มาจากตู้ MCC (Motor Control Center) และจากตู้ PLC เพื่อที่จะนำไปเชื่อมต่อในวงจรของสวิตช์และปุ่มกด เช่น ปุ่ม ON, ปุ่ม OFF และซีเล็คเตอร์สวิตช์ ที่นำไปใช้ในการเลือกโหมดการทำงานแบบ Local หรือ Remote ซึ่งเป็นโหมดในการสั่งการทำงานของมอเตอร์ ในโหมด Local จะเป็นการสั่งการทำงานมอเตอร์จากตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) และโหมด Remote จะเป็นการสั่งการทำงานมอเตอร์จากหน้าจอ SCADA และภายในแบบยังแสดงการเชื่อมต่อสายไฟของปุ่มกด ON, OFF, และเล็คเตอร์สวิตช์ โดยจะแสดงตัวอย่างของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) หมายเลข G3 – JB1 ของพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 ซึ่งเป็นตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) ของ Rotary Valve 1 ดังภาพที่ 3.5

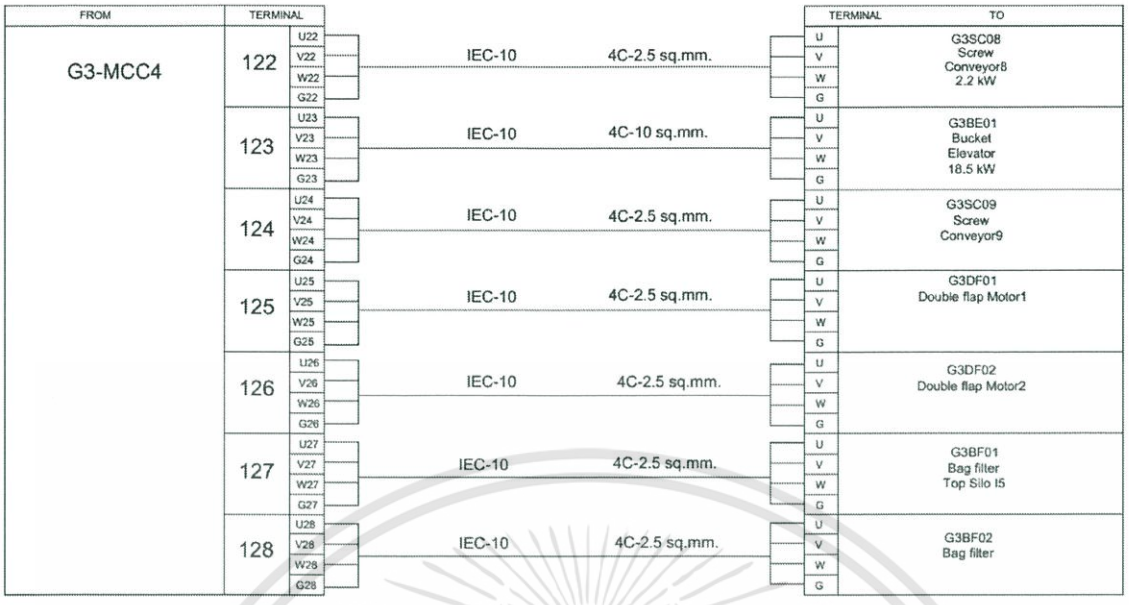


ภาพที่ 3.5 แบบของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) หมายเลข G3-JB1 ของพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

3.2.5 ออกแบบการเชื่อมต่อสายไฟฟ้า (Cable List)

แบบการเชื่อมต่อสายไฟฟ้า (Cable List) จะแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่างเทอร์มินอลของ ตู้ MCC (Motor Control Center) ไปยังมอเตอร์ของเครื่องจักร, เทอร์มินอลของตู้ MCC (Motor Control Center) ไปยังเทอร์มินอลของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station), เทอร์มินอลของตู้ PLC ไปยังเทอร์มินอลของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) และเทอร์มินอลของตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) ไปยังอุปกรณ์เซนเซอร์ ซึ่งภายในแบบจะแสดงชนิดและขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมต่อด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างแบบการเชื่อมต่อสายไฟฟ้า (Cable List) ระหว่างเทอร์มินอลของตู้ MCC (Motor Control Center) ไปยังมอเตอร์ของเครื่องจักร

จากภาพที่ 3.6 ทางฝั่งซ้ายจะเป็นเทอร์มินอลของของตู้ MCC (Motor Control Center) และในส่วนตรงกลางภาพจะเป็นชนิดและขนาดของสายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่อและทางฝั่งขวาจะเป็นมอเตอร์ของเครื่องจักร ซึ่งเป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส โดยที่ชนิดและขนาดของสายไฟจะขึ้นอยู่กับขนาดมอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัว เช่น Screw Conveyor 8 มีมอเตอร์ขนาด 2.2 kW ใช้สายไฟในการเชื่อมต่อเป็นสายไฟชนิด IEC-10 ขนาด 4C-2.5 sq.mm. และ Bucket Elevator มีมอเตอร์ขนาด 18.5 kW ใช้สายไฟในการเชื่อมต่อชนิด IEC-10 ขนาด 4C-10 sq.mm. จะเห็นได้ว่ามอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัวมีขนาดไม่เท่ากัน ดังนั้นจะใช้สายไฟที่มีขนาดแตกต่างกัน

3.3 การออกแบบระบบควบคุม (Control System Design)

3.3.1 การเขียนโปรแกรม PLC ใน SIMATIC Manager (Step-7)

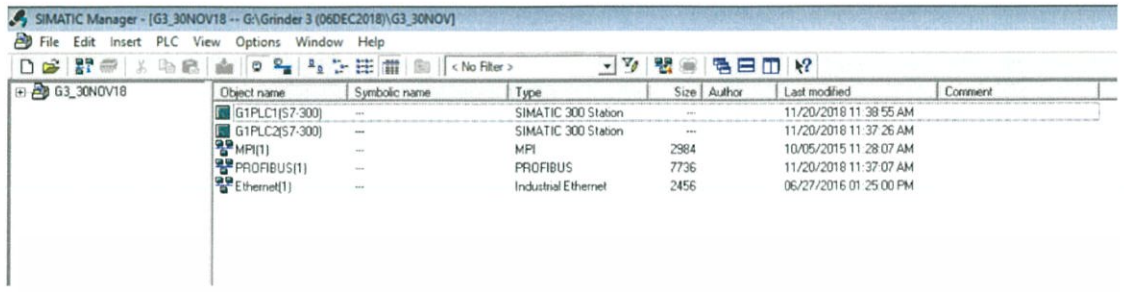
เนื่องจากทางบริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) มี PLC 2 ชุด คือ PLC 1 และ PLC 2 โดยที่ PLC 1 จะควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ ดังนั้น การเขียนโปรแกรมจึงได้ทำการนำโปรแกรมที่มีการสร้างไว้ก่อนอยู่แล้วมาเขียนเพิ่มเติม เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 โดยขั้นตอนในการสร้างโปรเจคสำหรับควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์เฟสที่ 3 มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 เพิ่ม Symbol ในการเขียนโปรแกรม

Symbols เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ของอินพุต และเอาท์พุตที่จะนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยจะมี การกำหนดชื่อ Symbols, Address, ประเภทของข้อมูล และ Comment โดยการเพิ่ม Symbol ใน Step 7 สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

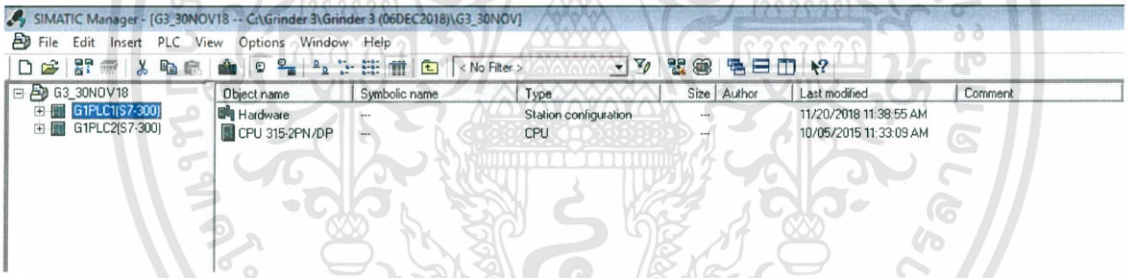
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เปิดโปรเจคขึ้นมา จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3.7



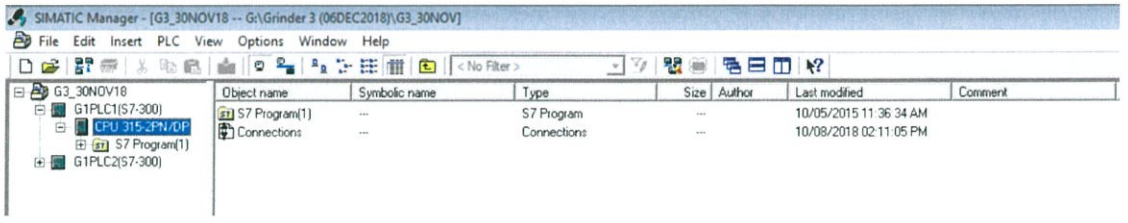
ภาพที่ 3.7 หน้าต่างโปรเจคของโปรแกรมควบคุมกระบวนการบด
และกระบวนการลำเลียงปูนไลม์

2) จากภาพที่ 3.7 หน้าต่างโปรเจคของโปรแกรมควบคุมกระบวนการบด และกระบวนการลำเลียงปูนไลม์จะประกอบไปด้วย G1PLC1 (S7-300), G1PLC2 (S7-300), MPI (1), PROFIBUS (1) และ Ethernet (1) ให้ทำการดับเบิ้ลคลิกไปที่ G1PLC1 (S7-300) จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 หน้าต่างของ G1PLC1 (S7-300)

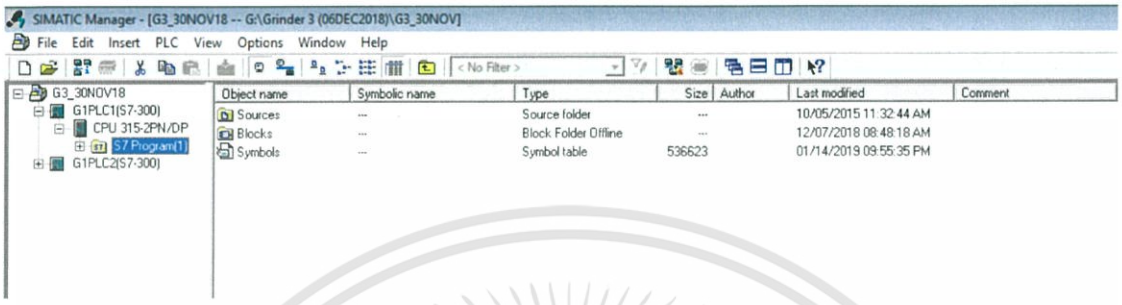
3) จากภาพที่ 3.8 หน้าต่างของ G1PLC1 (S7-300) จะประกอบด้วย Hardware และ CPU 315-2PN/DP ให้ทำการดับเบิ้ลคลิก ไปที่ CPU 315-2PN/DP จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 หน้าต่างของ CPU 315-2PN/DP

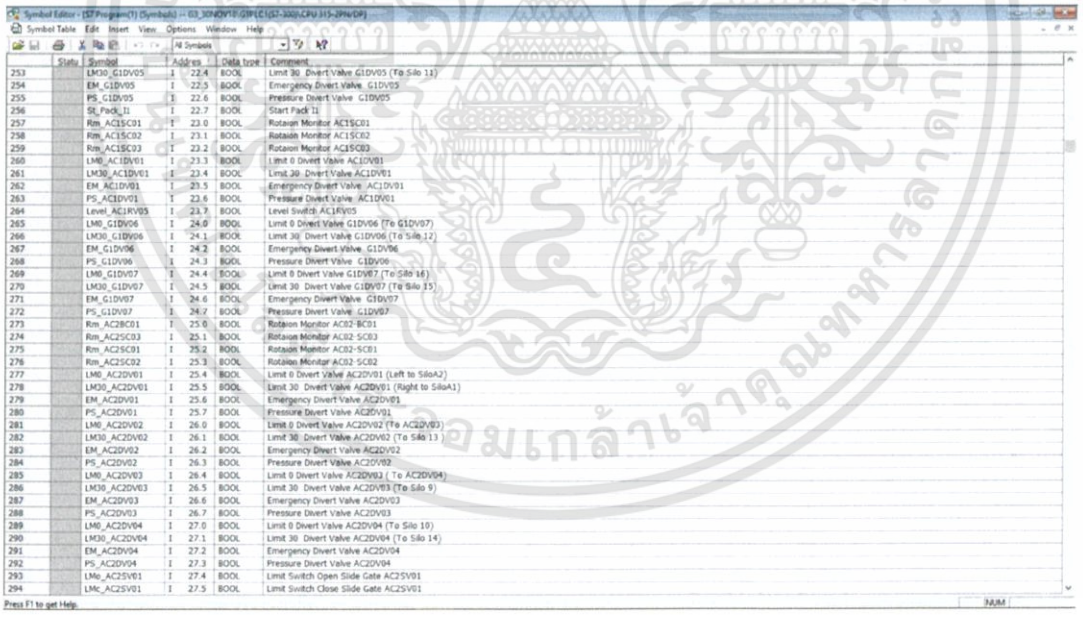
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) จากภาพที่ 3.9 หน้าต่างของ CPU 315-2PN/DP ประกอบไปด้วย S7 Program (1) และ Connections ให้ทำการดับเบิ้ลคลิกที่ “S7 Program (1)” จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 หน้าต่างของ S7 Program (1)

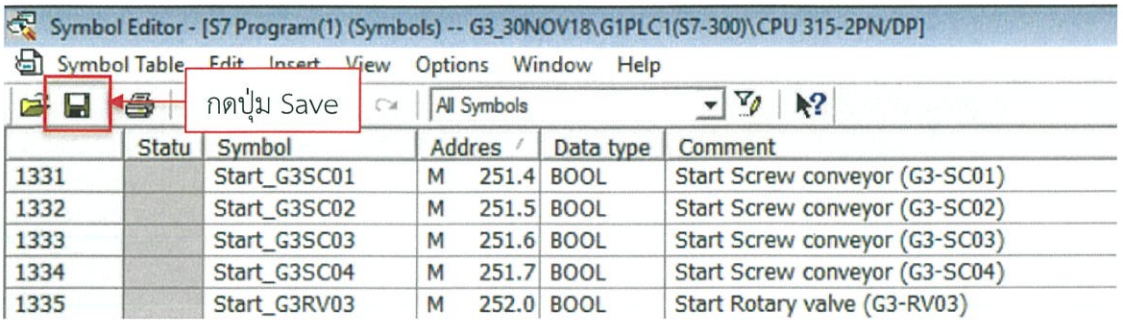
5) จากภาพที่ 3.10 หน้าต่างของ S7 Program (1) จะประกอบไปด้วย Sources, Blocks และ Symbols ให้ทำการดับเบิ้ลคลิก ไปที่ “Symbols” จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 หน้าต่างของ Symbols

6) จากภาพที่ 3.11 หน้าต่างของ Symbols จะเป็นตารางที่มีไว้สำหรับเพิ่ม Symbol โดยข้อมูลที่ต้องทำการเพิ่มได้แก่ Symbol, Address, Data Type และ Comment ให้ทำการเพิ่มข้อมูลลงในตารางจากนั้นกดบันทึกที่แถบ Tool Bar ด้านบนเพื่อบันทึกข้อมูล ดังภาพที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



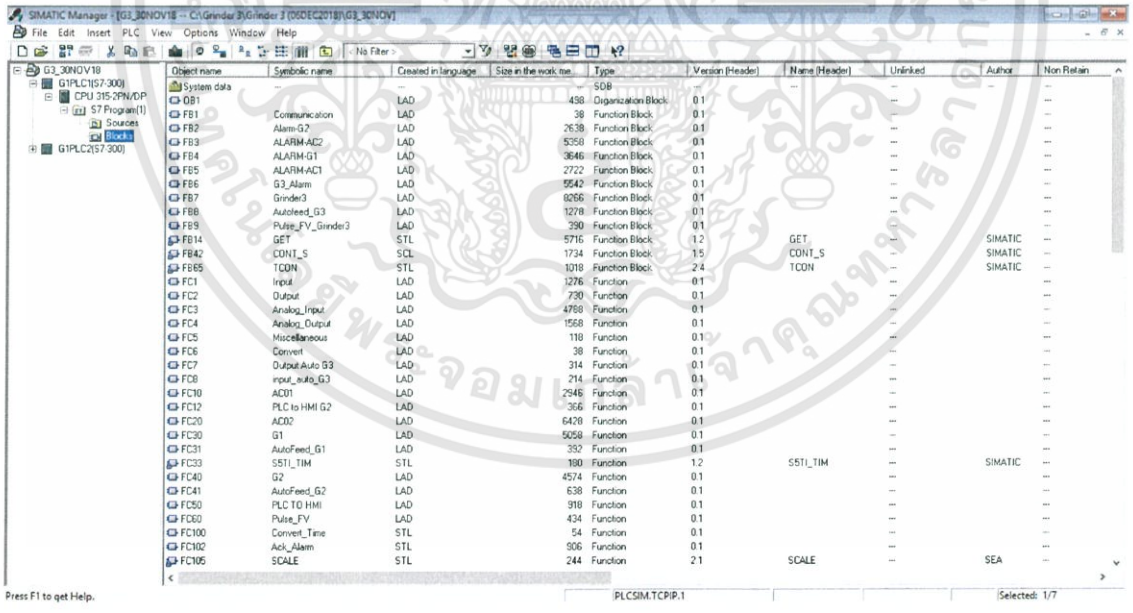
	Statu	Symbol	Addres	Data type	Comment
1331		Start_G3SC01	M 251.4	BOOL	Start Screw conveyor (G3-SC01)
1332		Start_G3SC02	M 251.5	BOOL	Start Screw conveyor (G3-SC02)
1333		Start_G3SC03	M 251.6	BOOL	Start Screw conveyor (G3-SC03)
1334		Start_G3SC04	M 251.7	BOOL	Start Screw conveyor (G3-SC04)
1335		Start_G3RV03	M 252.0	BOOL	Start Rotary valve (G3-RV03)

ภาพที่ 3.12 กดปุ่ม Save ที่แถบ Menu Bar

3.3.1.2 สร้าง Data Block

"Share Data Block " เป็น Block เก็บค่าของข้อมูลที่สามารถถูกเรียกไปใช้ได้ทั้งในฟังก์ชัน การทำงานหลัก Organization Block (OB) และฟังก์ชั่นการทำงานย่อย เช่น Function (FC), Function Block (FB) เป็นต้น ขั้นตอนการสร้าง Share Data Block มีดังนี้

1) จากภาพที่ 3.10 ให้ทำการดับเบิ้ลคลิก ไปที่ "Blocks" จะหน้าต่างที่แสดง Data Block และฟังก์ชั่นการทำงานย่อยของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 1 และ 2 ดังภาพที่ 3.13

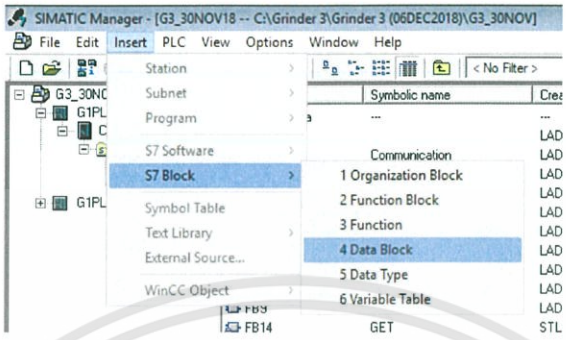


ภาพที่ 3.13 หน้าต่างของ Block

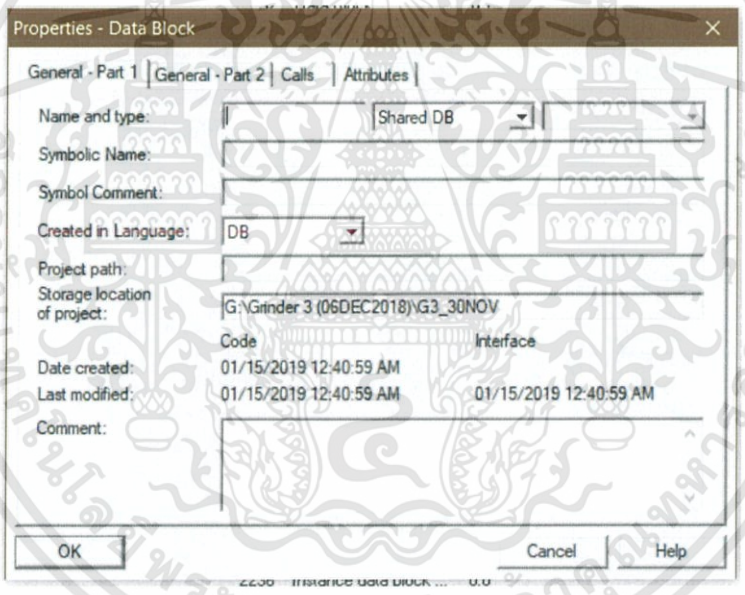
2) คลิก "Insert" ที่แถบ Menu Bar ด้านบน จากนั้นเลือก S7 Block จะแสดงตัวเลือกทั้งหมด 6 ตัว คือ Organization Block, Function Block, Function, Data Block, Data Type และVariable Table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากหัวข้อนี้จะแสดงการสร้าง Data Block จึงต้องเลือกหัวข้อที่ 4 Data Block ดังภาพที่ 3.14 เมื่อเลือก Data Block แล้ว จะแสดงหน้าต่างให้กำหนดรายละเอียดของ Data Block ดังภาพที่ 3.15



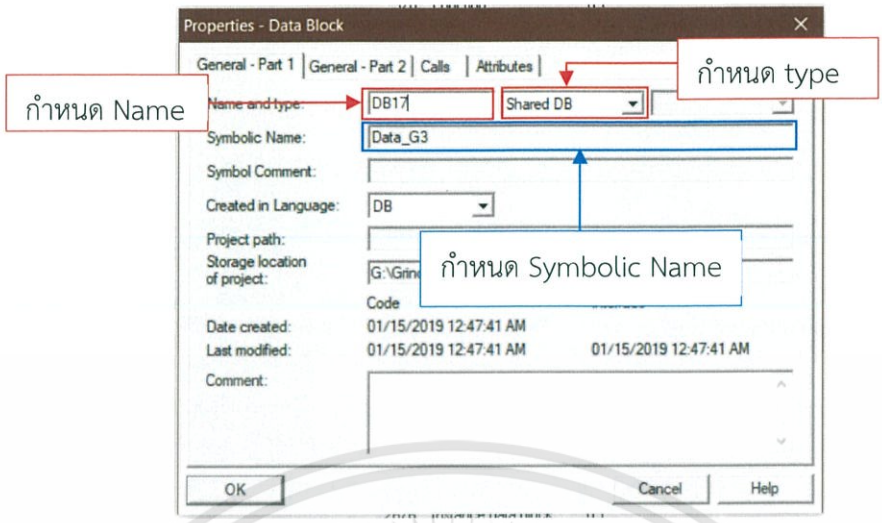
ภาพที่ 3.14 ขั้นตอนการเพิ่ม Data Block



ภาพที่ 3.15 หน้าต่างกำหนดรายละเอียดของ Data Block

3) กำหนด Name เป็น DB17 , กำหนด Type เป็น Shared DB และ กำหนด Symbolic Name เป็น Data_G3 ดังภาพที่ 3.16 จากนั้นคลิก OK

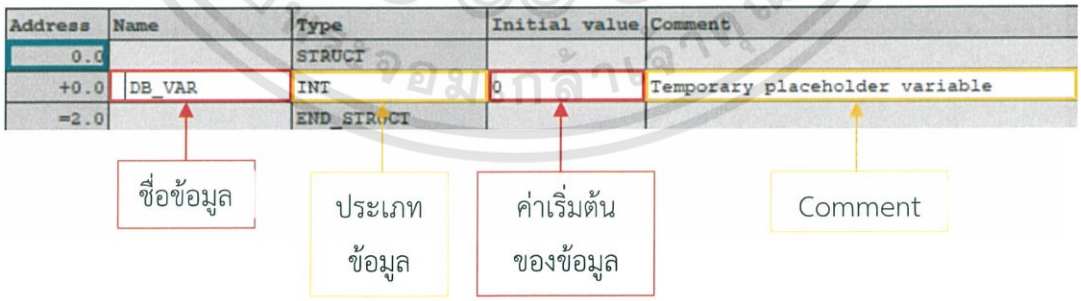
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 การกำหนด Name และ Symbolic Name ของ Data Block

4) เมื่อสร้าง Block เพื่อเก็บข้อมูลแล้ว ที่หน้าต่างของ Block จะปรากฏ Data Block ที่สร้างไว้ ดังภาพที่ 3.17 ดับเบิ้ลคลิกที่ Data Block ที่สร้างไว้จะแสดง Programming Variable ใน Data Block จะสามารถกำหนดชื่อ, ประเภท, ค่าเริ่มต้น และ Comment ของข้อมูลได้ในตารางที่ปรากฏดังภาพที่ 3.18

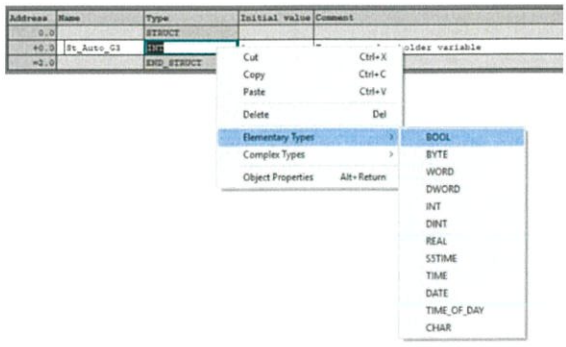
ภาพที่ 3.17 Data Block ที่ทำการสร้างมาปรากฏที่หน้าต่าง Block



ภาพที่ 3.18 ตารางที่ กำหนดชื่อ, ประเภท, ค่าเริ่มต้น และ Comment ของข้อมูลที่ใส่ใน Data Block

5) เมื่อกำหนดชื่อแล้วในคอลัมน์ “Type” ให้คลิกขวา เลือก “Elementary Types” เพื่อเลือกประเภทของข้อมูล ดังภาพที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.19 การเลือกประเภทของข้อมูล

6) จากภาพที่ 3.18 ในคอลัมน์ของ “Initial Value” เป็นคอลัมน์ที่มีไว้ใส่ของค่าเริ่มต้นของข้อมูล ซึ่งค่าเริ่มต้นจะเปลี่ยนไปตามประเภทของข้อมูลที่เลือก เช่น ถ้าเลือกข้อมูลเป็นประเภท BOOL (Boolean) ค่าเริ่มต้นของข้อมูลก็คือ FALSE ดังภาพที่ 3.20 และสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นของข้อมูลได้ เช่น หากข้อมูลเป็น ประเภท BOOL จากที่ค่าเริ่มต้นเป็น FALSE ก็สามารถกำหนด ให้เป็น TRUE ได้ ด้วยการพิมพ์คำว่า “TRUE” ลงในช่องค่าเริ่มต้นของข้อมูล ดังภาพที่ 3.21

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	St_Auto_G3	BOOL	FALSE	Temporary placeholder variable
=2.0		END_STRUCT		

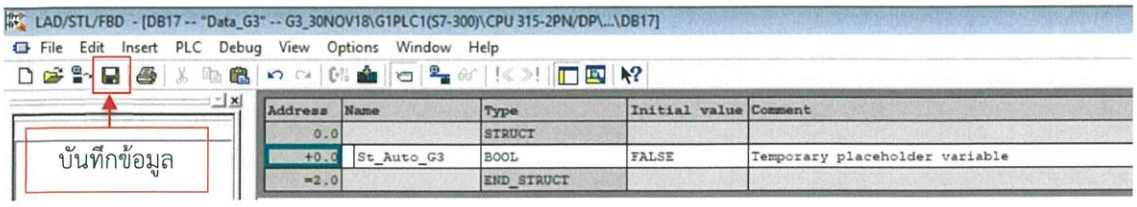
ภาพที่ 3.20 ค่าเริ่มต้นของข้อมูลประเภท Boolean

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	St_Auto_G3	BOOL	TRUE	Temporary placeholder variable
=2.0		END_STRUCT		

ภาพที่ 3.21 ค่าเริ่มต้นของข้อมูลประเภท Boolean เมื่อถูกเปลี่ยนจาก FALSE เป็น TRUE

7) ทำการบันทึกข้อมูลด้วยการกดปุ่ม Save ที่แทบ Tool Bar ด้านบน ดังภาพที่ 3.22

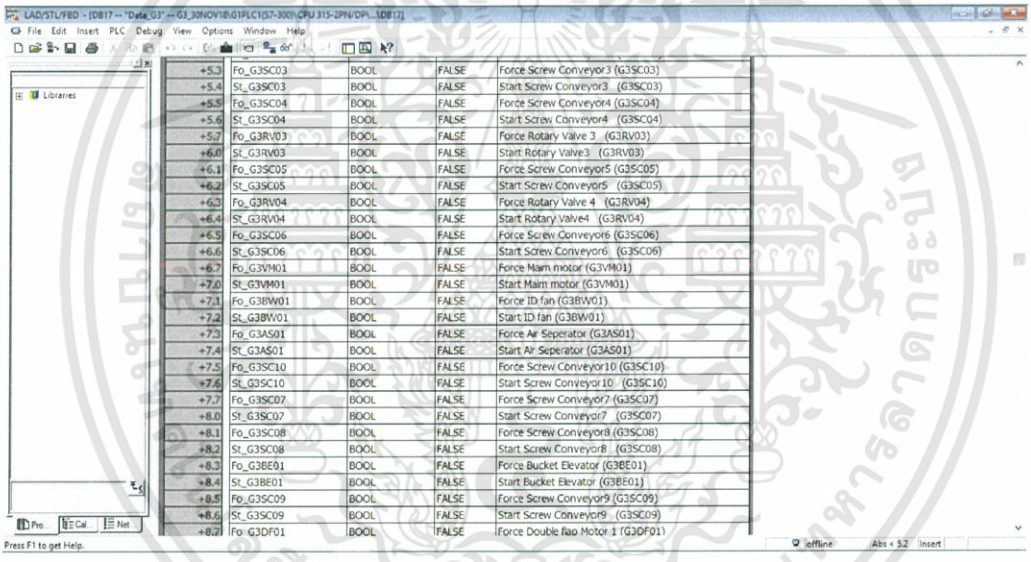
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.22 การบันทึกข้อมูลของ Data Block

ในโปรเจคนี้จะมีการสร้าง Data Block เพิ่มทั้งหมด 6 Block ดังนี้

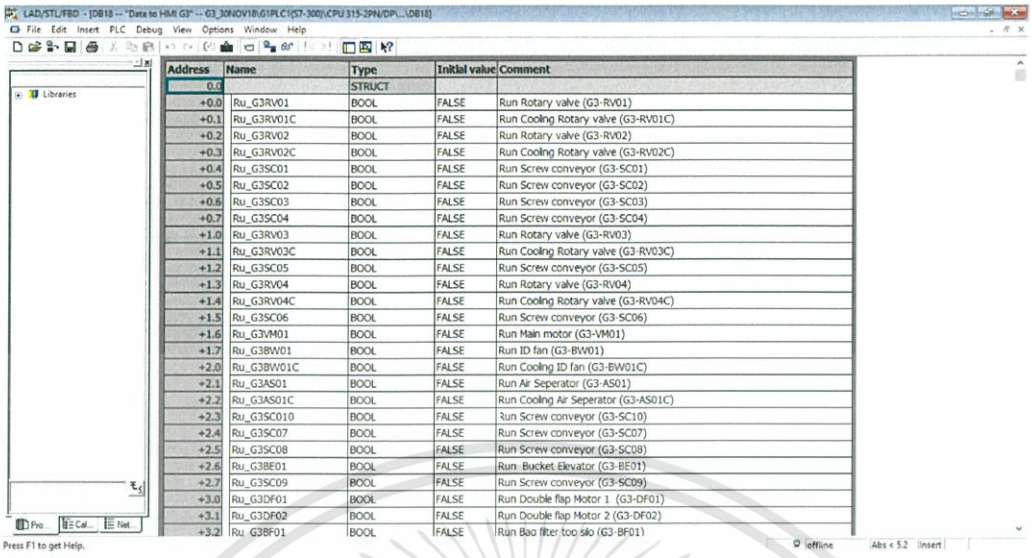
1) DB17 Data_G3 เป็น Data Block ที่เก็บข้อมูลประเภท Boolean เป็น Block โดยจะเก็บข้อมูลสัญญาณที่จะนำไปสั่ง การทำงานของเครื่องจักรในพื้นที่หม้อบอปูนไลม์เฟสที่ 3 เช่น สัญญาณ Force, สัญญาณ Start ของเครื่องจักร สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block "DB17 Data_G3"

2) DB18 Data to HMI G3 เป็น Data Block ที่เก็บข้อมูลประเภท Boolean ข้อมูลใน Data Block นี้จะถูกนำไปเรียกใช้ที่หน้าจอ SCADA ซึ่ง DB 18 จะมีข้อมูลที่เป็นสัญญาณแสดงการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักรแต่ละตัว โดยจะแสดงตัวอย่างของข้อมูลที่บรรจุใน DB 18 Data to HMI G3 ดังภาพที่ 3.24

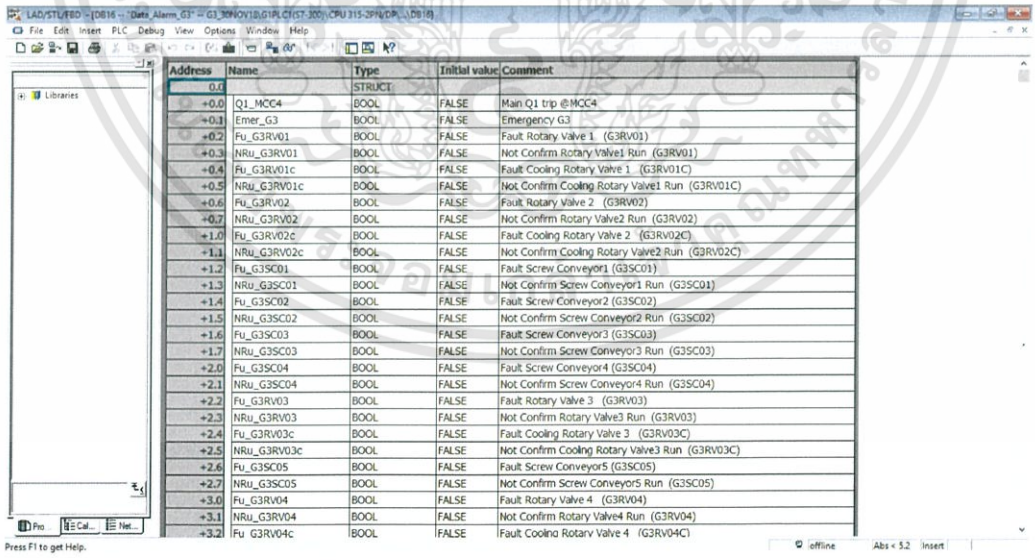
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Ru_G3RV01	BOOL	FALSE	Run Rotary valve (G3-RV01)
+0.1	Ru_G3RV01C	BOOL	FALSE	Run Cooling Rotary valve (G3-RV01C)
+0.2	Ru_G3RV02	BOOL	FALSE	Run Rotary valve (G3-RV02)
+0.3	Ru_G3RV02C	BOOL	FALSE	Run Cooling Rotary valve (G3-RV02C)
+0.4	Ru_G3SC01	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC01)
+0.5	Ru_G3SC02	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC02)
+0.6	Ru_G3SC03	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC03)
+0.7	Ru_G3SC04	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC04)
+1.0	Ru_G3RV03	BOOL	FALSE	Run Rotary valve (G3-RV03)
+1.1	Ru_G3RV03C	BOOL	FALSE	Run Cooling Rotary valve (G3-RV03C)
+1.2	Ru_G3SC05	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC05)
+1.3	Ru_G3RV04	BOOL	FALSE	Run Rotary valve (G3-RV04)
+1.4	Ru_G3RV04C	BOOL	FALSE	Run Cooling Rotary valve (G3-RV04C)
+1.5	Ru_G3SC06	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC06)
+1.6	Ru_G3VM01	BOOL	FALSE	Run Main motor (G3-VM01)
+1.7	Ru_G3BW01	BOOL	FALSE	Run ID fan (G3-BW01)
+2.0	Ru_G3BW01C	BOOL	FALSE	Run Cooling ID fan (G3-BW01C)
+2.1	Ru_G3AS01	BOOL	FALSE	Run Air Seperator (G3-AS01)
+2.2	Ru_G3AS01C	BOOL	FALSE	Run Cooling Air Seperator (G3-AS01C)
+2.3	Ru_G3SC010	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC10)
+2.4	Ru_G3SC07	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC07)
+2.5	Ru_G3SC08	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC08)
+2.6	Ru_G3BE01	BOOL	FALSE	Run Bucket Elevator (G3-BE01)
+2.7	Ru_G3SC09	BOOL	FALSE	Run Screw conveyor (G3-SC09)
+3.0	Ru_G3DF01	BOOL	FALSE	Run Double flap Motor 1 (G3-DF01)
+3.1	Ru_G3DF02	BOOL	FALSE	Run Double flap Motor 2 (G3-DF02)
+3.2	Ru_G3BF01	BOOL	FALSE	Run Bag filter top silo (G3-BF01)

ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block “DB 18 Data to HMI G3”

3) DB 16 Data_Alarm_G3 เป็น Data Block ที่เก็บข้อมูลประเภท Boolean โดยใน DB 16 จะเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรที่มีความผิดปกติ เช่น สัญญาณ Fault, Not Confirm Run, Emergency และสัญญาณ Rotation ของ Screw conveyor ซึ่งเป็นสัญญาณการตรวจสอบการหมุนของ Screw Conveyor เป็นต้น โดยจะแสดงตัวอย่างของข้อมูล ที่บรรจุใน DB 16 Data_Alarm_G3 ดังภาพที่ 3.25

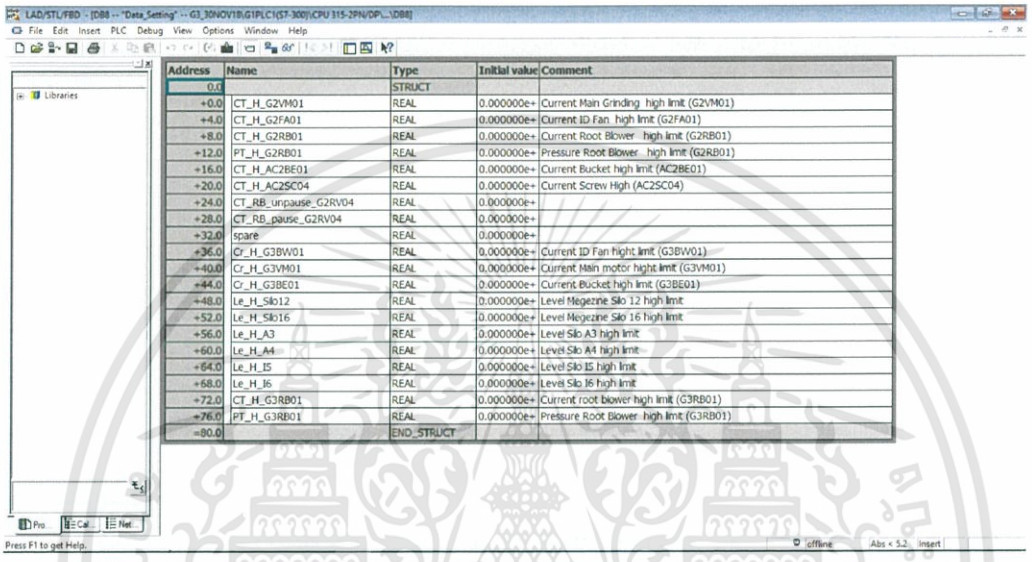


Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Q1_MCC4	BOOL	FALSE	Main Q1 trip @MCC4
+0.1	Emer_G3	BOOL	FALSE	Emergency G3
+0.2	Fu_G3RV01	BOOL	FALSE	Fault Rotary Valve 1 (G3RV01)
+0.3	NRu_G3RV01	BOOL	FALSE	Not Confirm Rotary Valve1 Run (G3RV01)
+0.4	Fu_G3RV01c	BOOL	FALSE	Fault Cooling Rotary Valve 1 (G3RV01C)
+0.5	NRu_G3RV01c	BOOL	FALSE	Not Confirm Cooling Rotary Valve1 Run (G3RV01C)
+0.6	Fu_G3RV02	BOOL	FALSE	Fault Rotary Valve 2 (G3RV02)
+0.7	NRu_G3RV02	BOOL	FALSE	Not Confirm Rotary Valve2 Run (G3RV02)
+1.0	Fu_G3RV02c	BOOL	FALSE	Fault Cooling Rotary Valve 2 (G3RV02C)
+1.1	NRu_G3RV02c	BOOL	FALSE	Not Confirm Cooling Rotary Valve2 Run (G3RV02C)
+1.2	Fu_G3SC01	BOOL	FALSE	Fault Screw Conveyor1 (G3SC01)
+1.3	NRu_G3SC01	BOOL	FALSE	Not Confirm Screw Conveyor1 Run (G3SC01)
+1.4	Fu_G3SC02	BOOL	FALSE	Fault Screw Conveyor2 (G3SC02)
+1.5	NRu_G3SC02	BOOL	FALSE	Not Confirm Screw Conveyor2 Run (G3SC02)
+1.6	Fu_G3SC03	BOOL	FALSE	Fault Screw Conveyor3 (G3SC03)
+1.7	NRu_G3SC03	BOOL	FALSE	Not Confirm Screw Conveyor3 Run (G3SC03)
+2.0	Fu_G3SC04	BOOL	FALSE	Fault Screw Conveyor4 (G3SC04)
+2.1	NRu_G3SC04	BOOL	FALSE	Not Confirm Screw Conveyor4 Run (G3SC04)
+2.2	Fu_G3RV03	BOOL	FALSE	Fault Rotary Valve 3 (G3RV03)
+2.3	NRu_G3RV03	BOOL	FALSE	Not Confirm Rotary Valve3 Run (G3RV03)
+2.4	Fu_G3RV03c	BOOL	FALSE	Fault Cooling Rotary Valve 3 (G3RV03C)
+2.5	NRu_G3RV03c	BOOL	FALSE	Not Confirm Cooling Rotary Valve3 Run (G3RV03C)
+2.6	Fu_G3SC05	BOOL	FALSE	Fault Screw Conveyor5 (G3SC05)
+2.7	NRu_G3SC05	BOOL	FALSE	Not Confirm Screw Conveyor5 Run (G3SC05)
+3.0	Fu_G3RV04	BOOL	FALSE	Fault Rotary Valve 4 (G3RV04)
+3.1	NRu_G3RV04	BOOL	FALSE	Not Confirm Rotary Valve4 Run (G3RV04)
+3.2	Fu_G3RV04c	BOOL	FALSE	Fault Cooling Rotary Valve 4 (G3RV04C)

ภาพที่ 3.25 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block “DB 18 DB 16 Data_Alarm_G3”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) DB 8 Data Setting เป็น Data Block ที่เก็บข้อมูลประเภท REAL จะนำไปใช้เพื่อกำหนดค่าสัญญาณการทำงานของเครื่องจักร เช่น กำหนดกระแสสูงสุดของเครื่องจักร เมื่อเครื่องจักรทำงานเกินกระแสที่กำหนดระบบก็จะแจ้งเตือนทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถหยุดการทำงานของเครื่องจักรเพื่อตรวจสอบได้ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกันเครื่องจักร โดยจะแสดงข้อมูลที่บรรจุใน DB 8 Data Setting ดังภาพที่ 3.26

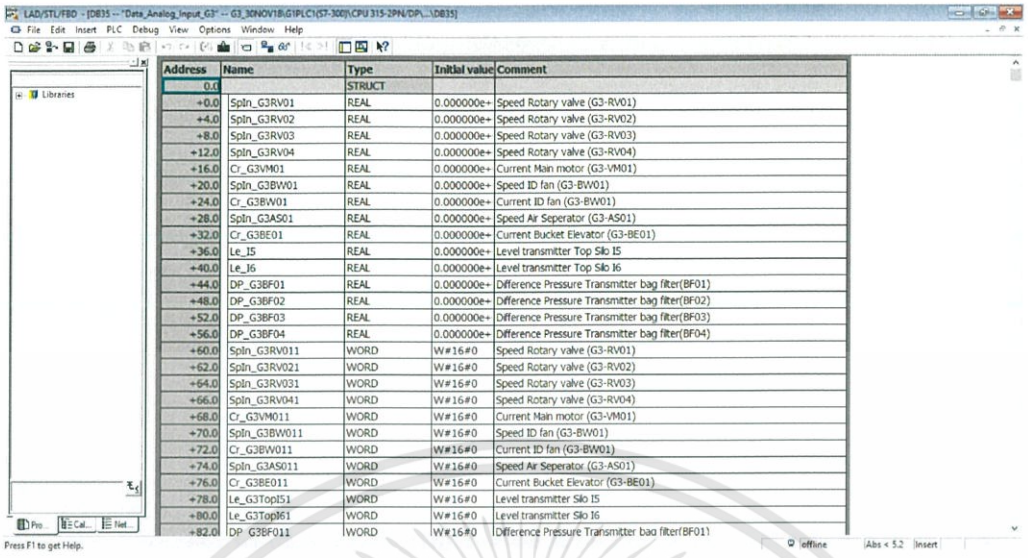


Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	CT_H_G2VM01	REAL	0.000000e+	Current Main Grinding high limit (G2VM01)
+4.0	CT_H_G2FA01	REAL	0.000000e+	Current ID Fan high limit (G2FA01)
+8.0	CT_H_G2RB01	REAL	0.000000e+	Current Root Blower high limit (G2RB01)
+12.0	PT_H_G2RB01	REAL	0.000000e+	Pressure Root Blower high limit (G2RB01)
+16.0	CT_H_AC2BE01	REAL	0.000000e+	Current Bucket high limit (AC2BE01)
+20.0	CT_H_AC2SC04	REAL	0.000000e+	Current Screw High (AC2SC04)
+24.0	CT_RB_unpause_G2RV04	REAL	0.000000e+	
+28.0	CT_RB_pause_G2RV04	REAL	0.000000e+	
+32.0	spare	REAL	0.000000e+	
+36.0	Cr_H_G3BW01	REAL	0.000000e+	Current ID Fan hight limit (G3BW01)
+40.0	Cr_H_G3VM01	REAL	0.000000e+	Current Main motor hight limit (G3VM01)
+44.0	Cr_H_G3BE01	REAL	0.000000e+	Current Bucket high limit (G3BE01)
+48.0	Le_H_Silo12	REAL	0.000000e+	Level Megezine Silo 12 high limit
+52.0	Le_H_Silo16	REAL	0.000000e+	Level Megezine Silo 16 high limit
+56.0	Le_H_A3	REAL	0.000000e+	Level Silo A3 high limit
+60.0	Le_H_A4	REAL	0.000000e+	Level Silo A4 high limit
+64.0	Le_H_I5	REAL	0.000000e+	Level Silo I5 high limit
+68.0	Le_H_I6	REAL	0.000000e+	Level Silo I6 high limit
+72.0	CT_H_G3RB01	REAL	0.000000e+	Current root blower high limit (G3RB01)
+76.0	PT_H_G3RB01	REAL	0.000000e+	Pressure Root Blower high limit (G3RB01)
=80.0		END_STRUCT		

ภาพที่ 3.26 ข้อมูลใน Data Block “DB 8 Data Setting”

5) DB 35 Data_Analog_Input เป็น Data Block ที่เก็บข้อมูลประเภท Real และ Word โดยจะเก็บข้อมูลของเซนเซอร์ในกระบวนการ เช่น เซนเซอร์วัดระดับ, เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า, เซนเซอร์วัดความดัน และค่าความถี่จากอุปกรณ์ที่ใช้ในการเริ่มเดินมอเตอร์ เช่น อินเวอเตอร์ เพื่อมาแสดงที่หน้าจอ SCADA ให้ ผู้ปฏิบัติงานทราบว่า ค่ากระแสและความดันของเครื่องจักรมีค่าเท่าไร หากมีค่าที่สูงเกินไป ทางผู้ปฏิบัติงานจะทำการหยุดเครื่องจักรเพื่อตรวจสอบปัญหา โดยจะแสดงตัวอย่างของข้อมูลที่บรรจุใน DB 35 Data_Analog_Input ดังภาพที่ 3.27

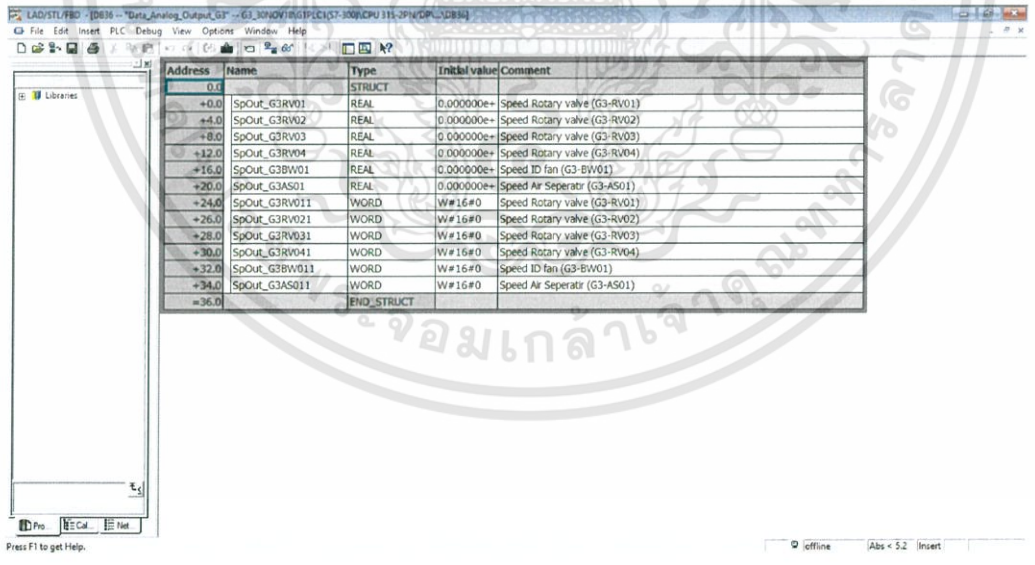
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	SpIn_G3RV01	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV01)
+4.0	SpIn_G3RV02	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV02)
+8.0	SpIn_G3RV03	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV03)
+12.0	SpIn_G3RV04	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV04)
+16.0	Cr_G3VM01	REAL	0.000000e+	Current Main motor (G3-VM01)
+20.0	SpIn_G3BW01	REAL	0.000000e+	Speed ID fan (G3-BW01)
+24.0	Cr_G3BW01	REAL	0.000000e+	Current ID fan (G3-BW01)
+28.0	SpIn_G3AS01	REAL	0.000000e+	Speed Air Seperator (G3-AS01)
+32.0	Cr_G3BE01	REAL	0.000000e+	Current Bucket Elevator (G3-BE01)
+36.0	Le_I5	REAL	0.000000e+	Level transmitter Top Silo I5
+40.0	Le_I6	REAL	0.000000e+	Level transmitter Top Silo I6
+44.0	DP_G3BF01	REAL	0.000000e+	Difference Pressure Transmitter bag filter(BF01)
+48.0	DP_G3BF02	REAL	0.000000e+	Difference Pressure Transmitter bag filter(BF02)
+52.0	DP_G3BF03	REAL	0.000000e+	Difference Pressure Transmitter bag filter(BF03)
+56.0	DP_G3BF04	REAL	0.000000e+	Difference Pressure Transmitter bag filter(BF04)
+60.0	SpIn_G3RV011	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV01)
+62.0	SpIn_G3RV021	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV02)
+64.0	SpIn_G3RV031	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV03)
+66.0	SpIn_G3RV041	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV04)
+68.0	Cr_G3VM011	WORD	W#16#0	Current Main motor (G3-VM01)
+70.0	SpIn_G3BW011	WORD	W#16#0	Speed ID fan (G3-BW01)
+72.0	Cr_G3BW011	WORD	W#16#0	Current ID fan (G3-BW01)
+74.0	SpIn_G3AS011	WORD	W#16#0	Speed Air Seperator (G3-AS01)
+76.0	Cr_G3BE011	WORD	W#16#0	Current Bucket Elevator (G3-BE01)
+78.0	Le_G3TopI51	WORD	W#16#0	Level transmitter Silo I5
+80.0	Le_G3TopI61	WORD	W#16#0	Level transmitter Silo I6
+82.0	DP_G3BF011	WORD	W#16#0	Difference Pressure Transmitter bag filter(BF011

ภาพที่ 3.27 ตัวอย่างข้อมูลใน Data Block “DB 35 Data_Analog_Input”

6) DB 36 Data_Analog_Output เป็น Data Block ที่เก็บข้อมูลประเภท Real และ Word โดยจะเป็นสัญญาณที่ส่งจาก PLC ออกไปหาอินเวอเตอร์เพื่อกำหนดความถี่การหมุนของมอเตอร์ โดยจะแสดงข้อมูลที่บรรจุใน DB 36 Data_Analog_Output ดังภาพที่ 3.28



Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	SpOut_G3RV01	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV01)
+4.0	SpOut_G3RV02	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV02)
+8.0	SpOut_G3RV03	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV03)
+12.0	SpOut_G3RV04	REAL	0.000000e+	Speed Rotary valve (G3-RV04)
+16.0	SpOut_G3BW01	REAL	0.000000e+	Speed ID fan (G3-BW01)
+20.0	SpOut_G3AS01	REAL	0.000000e+	Speed Air Seperatir (G3-AS01)
+24.0	SpOut_G3RV011	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV01)
+26.0	SpOut_G3RV021	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV02)
+28.0	SpOut_G3RV031	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV03)
+30.0	SpOut_G3RV041	WORD	W#16#0	Speed Rotary valve (G3-RV04)
+32.0	SpOut_G3BW011	WORD	W#16#0	Speed ID fan (G3-BW01)
+34.0	SpOut_G3AS011	WORD	W#16#0	Speed Air Seperatir (G3-AS01)
=36.0		END_STRUCT		

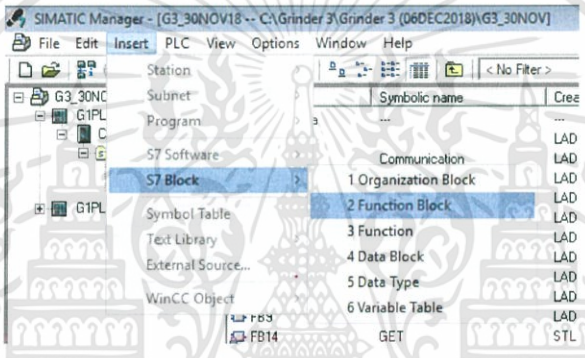
ภาพที่ 3.28 ข้อมูลใน Data Block “DB 36 Data_Analog_Output”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

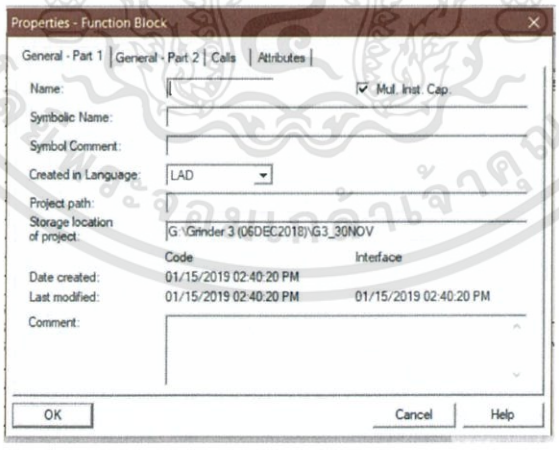
3.3.1.3 สร้างฟังก์ชันการทำงานย่อย Function (FC) และ Function Block (FB)

ฟังก์ชันการทำงานย่อย Function (FC) และ Function Block (FB) ภายในแต่ละ Block จะมีการสร้างเงื่อนไขสำหรับการควบคุมการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักรด้วยภาษาแลดเดอร์ โดยฟังก์ชันการทำงานย่อยที่สร้างจะถูกนำไปเรียกใช้ใน Organization Block (OB) โดยจะมีขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันการทำงานย่อย ดังนี้

1) จากภาพที่ 3.14 เนื่องจากหัวข้อนี้จะแสดงการสร้างฟังก์ชันการทำงานย่อย Function (FC) และ Function Block (FB) ดังนั้นให้เปลี่ยนจากการเลือก Data Block เป็นเลือก Function (FC) หรือ Function Block (FB) ดังภาพที่ 3.29 เมื่อเลือก Function (FC) หรือ Function Block (FB) แล้วจะแสดงหน้าต่างให้ใส่รายละเอียดของ Function (FC) หรือ Function Block (FB) ดังภาพที่ 3.30



ภาพที่ 3.29 ขั้นตอนการเพิ่ม Function (FC) หรือ Function Block (FB)

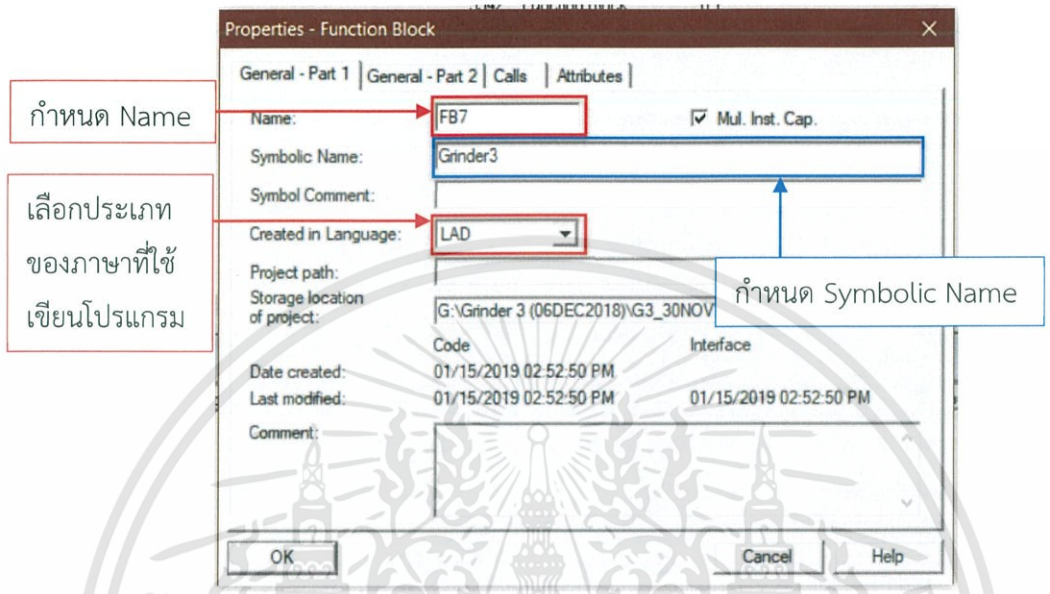


ภาพที่ 3.30 หน้าต่างกำหนดรายละเอียดของ Function (FC) หรือ Function Block (FB)

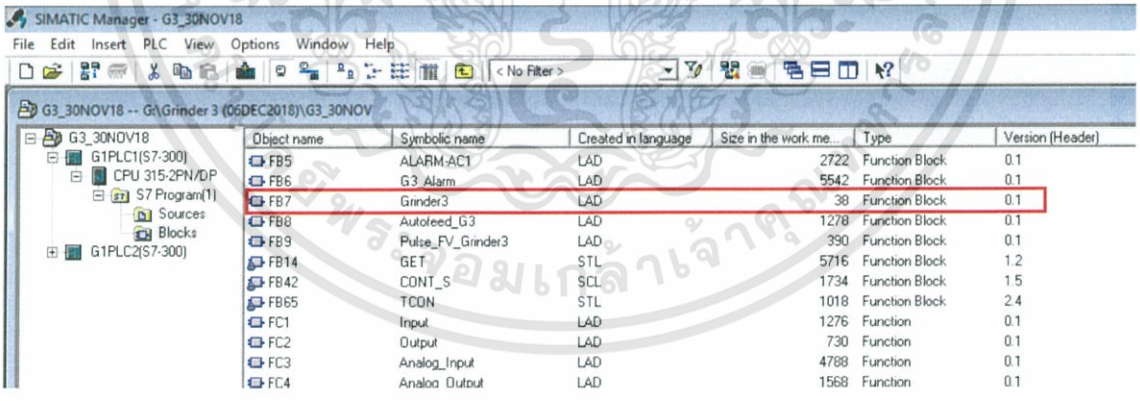
2) กำหนด Name, Symbolic name และเลือกประเภทของภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ของ Function (FC) หรือ Function Block (FB) ดังภาพที่ 3.31 เมื่อกำหนดรายละเอียดของ Block แล้ว จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด OK แล้ว Function (FC) หรือ Function Block (FB) ที่ทำการสร้างจะมาปรากฏที่หน้าต่างของ Blocks ดังภาพที่ 3.32



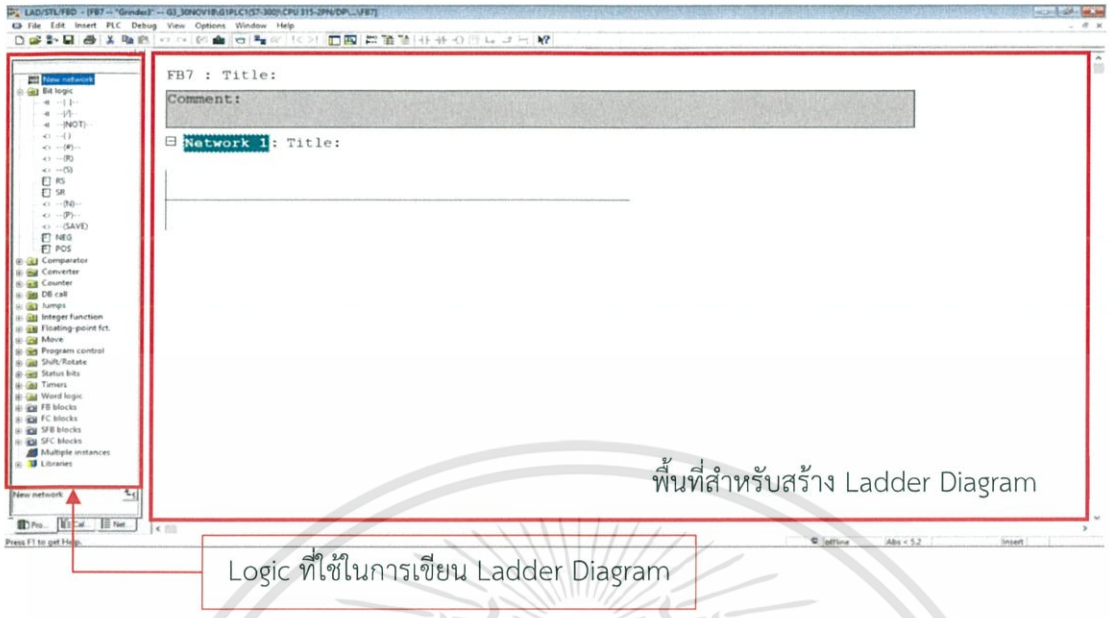
ภาพที่ 3.31 กำหนด Name, Symbolic name และภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม



ภาพที่ 3.32 Function (FC) หรือ Function Block (FB) ที่สร้างมาปรากฏที่หน้าต่างของ Blocks

3) ดับเบิ้ลคลิกที่ Function (FC) หรือ Function Block (FB) ที่ทำการสร้าง จะแสดงหน้าต่างสำหรับการเขียนโปรแกรม ดังภาพที่ 3.33 ในการเขียนโปรแกรมจะนำคำสั่งของ Logic จากทางด้านซ้ายมาใช้ในการสร้างเงื่อนไขการทำงานในพื้นที่สำหรับสร้าง Ladder Diagram ทางด้านขวามือ

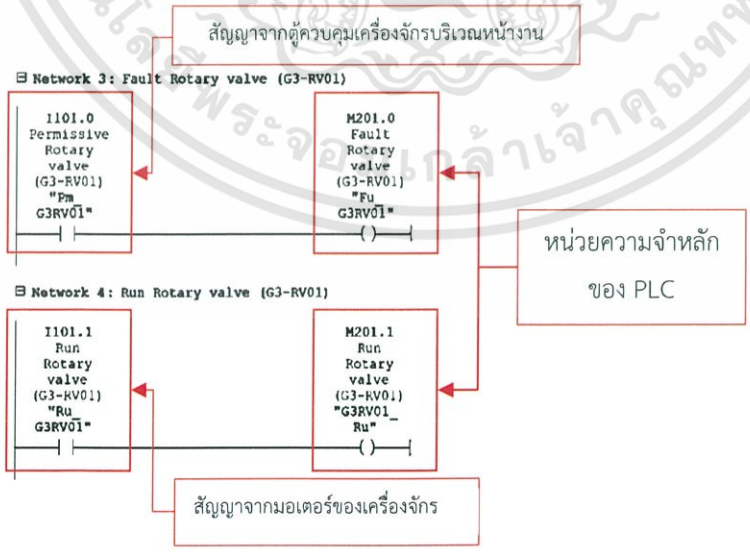
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.33 หน้าต่างสำหรับเขียนโปรแกรม ของ Function (FC) หรือ Function Block (FB)

ในโปรเจคนี้จะมีการสร้างฟังก์ชันย่อยเพิ่มทั้งหมด 7 ฟังก์ชัน ดังนี้

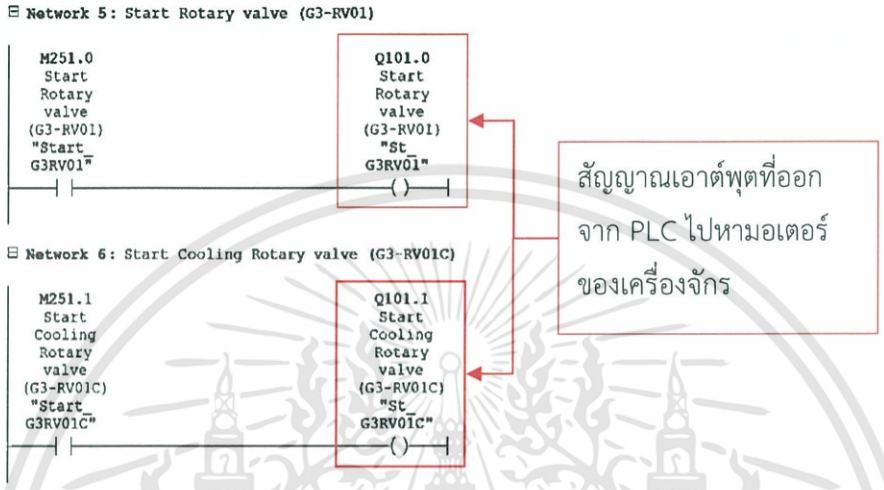
1) **FC 200 INPUT_G3** เป็นฟังก์ชันการทำงานย่อยที่นำสัญญาณจากตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน และ สัญญาณจากมอเตอร์ของเครื่องจักร ซึ่งเป็นสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ PLC และสัญญาณเหล่านั้นจะถูกส่งต่อไปที่หน่วย ความจำหลักของ PLC เพื่อนำสัญญาณไปใช้ในฟังก์ชันอื่นต่อไป โดยจะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 200 INPUT_G3 ดังภาพที่ 3.34



ภาพที่ 3.34 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 200 INPUT_G3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

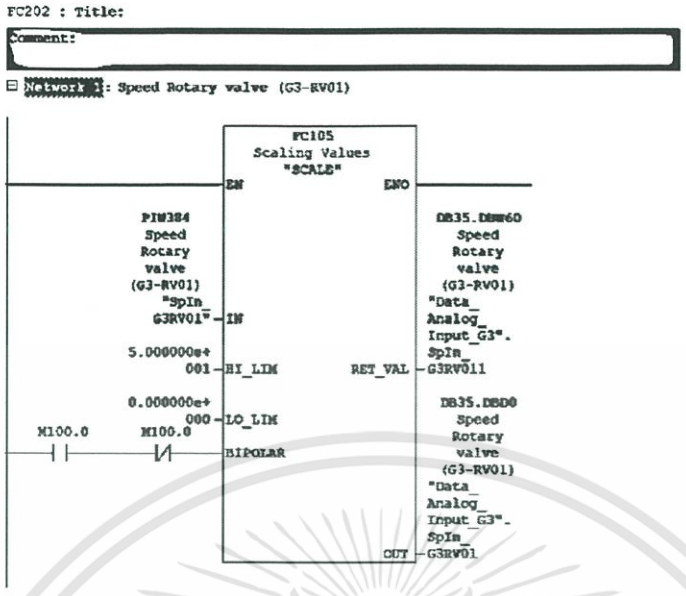
2) **FC 201 Output_G3** เป็นฟังก์ชันการทำงานย่อยที่นำสัญญาณจากหน่วยความจำหลักของ PLC ส่งออกไปหาสัญญาณที่เป็นสัญญาณเอาต์พุตออกจาก PLC ไปหามอเตอร์ของเครื่องจักร เพื่อสั่งการเริ่มทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร โดยจะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 201 Output_G3 ดังภาพที่ 3.35



ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 201 Output_G3

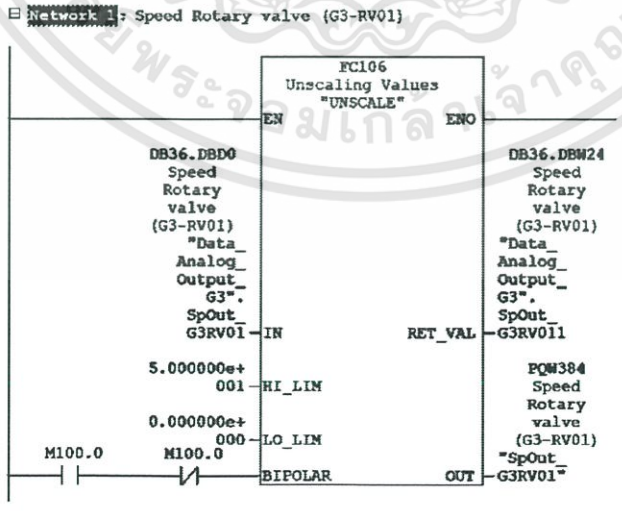
3) **FC 202 Analog_Input_G3** เป็นฟังก์ชันการทำงานย่อยที่นำค่าสัญญาณอนาล็อกที่ส่งมาจากการทำงานของมอเตอร์ของเครื่องจักร เช่นค่า กระแสไฟฟ้า และค่าความถี่ของมอเตอร์ ซึ่งเป็นข้อมูลประเภท INT หรือ Integer ไปเข้าฟังก์ชัน FC105 SCALE CONVERTS ซึ่งเป็นฟังก์ชันพื้นฐานในโปรแกรม SIMATIC STEP 7 เพื่อแปลงข้อมูลประเภท INT หรือ Integer เป็นข้อมูลประเภท REAL และนำสัญญาณที่เป็นข้อมูลประเภท REAL ไปใช้ร่วมกับการทำงานในฟังก์ชันอื่นต่อไป โดยจะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 202 Analog_Input_G3 ดังภาพที่ 3.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.36 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 202 Analog_Input_G3

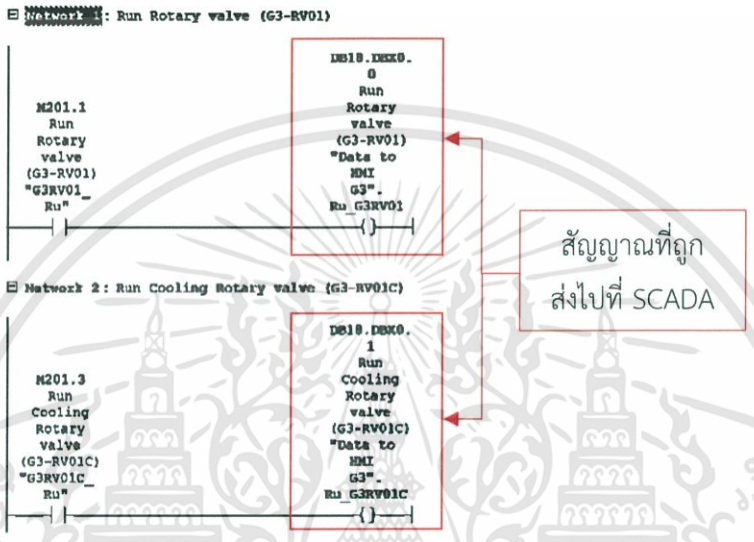
4) FC 203 Analog_Output_G3 เป็นฟังก์ชันการทำงานย่อยที่นำค่าสัญญาณอนาล็อกจาก PLC ที่เป็นข้อมูลประเภท REAL ไปเข้าฟังก์ชัน FC 106 UNSCALE CONVERTS ซึ่งเป็นฟังก์ชันพื้นฐานในโปรแกรม SIMATIC STEP 7 เพื่อแปลงข้อมูลประเภท REAL เป็นข้อมูลประเภท INT หรือ Integer และนำข้อมูลประเภท INT หรือ Integer ไปส่งค่าให้กับอินเวอเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ของเครื่องจักร โดยจะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 203 Analog_Output_G3 ดังภาพที่ 3.37



ภาพที่ 3.37 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 203 Analog_Output_G3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

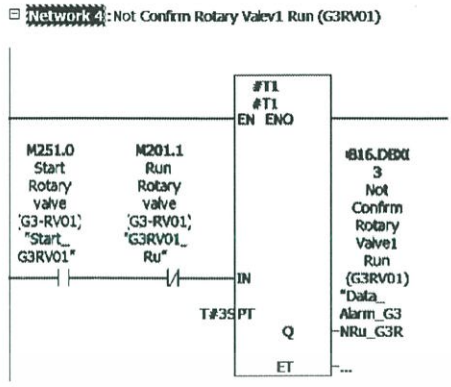
5) **FC 205 PLC TO HMI_G3** เป็นฟังก์ชันย่อยที่แสดงการนำสัญญาณการทำงานของมอเตอร์ที่ถูกเก็บในหน่วยความจำหลักของ PLC ส่งสัญญาณไปที่ข้อมูลใน Data Block DB18 Data to HMI G3 และสัญญาณใน Data Block DB18 Data to HMI G3 จะถูกเรียกไปใช้งานที่หน้าจอ SCADA เพื่อแสดงสถานะของมอเตอร์ให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่ามอเตอร์อยู่ในสถานะทำงานหรือไม่ โดยจะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 205 PLC TO HMI_G3 ดังภาพที่ 3.38



ภาพที่ 3.38 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FC 205 PLC TO HMI_G3

6) **FB 6 G3_Alarm** เป็นฟังก์ชันการทำงานย่อยที่ตรวจสอบสัญญาณความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์ของเครื่องจักร โดยจะเป็นการตรวจสอบว่าเมื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงานแล้ว มอเตอร์มีการทำงานหรือไม่ หากมอ- เตอร์ไม่ทำงาน ก็จะไม่มีสัญญาณการทำงานของมอเตอร์เข้ามาใน PLC และทำให้เกิดการแจ้งเตือนขึ้น โดยสัญญาณการแจ้งเตือนนั้นจะถูกนำไปแสดงที่หน้าจอ SCADA เพื่อแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงาน โดยจะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FB 6 G3_Alarm ดังภาพที่ 3.39

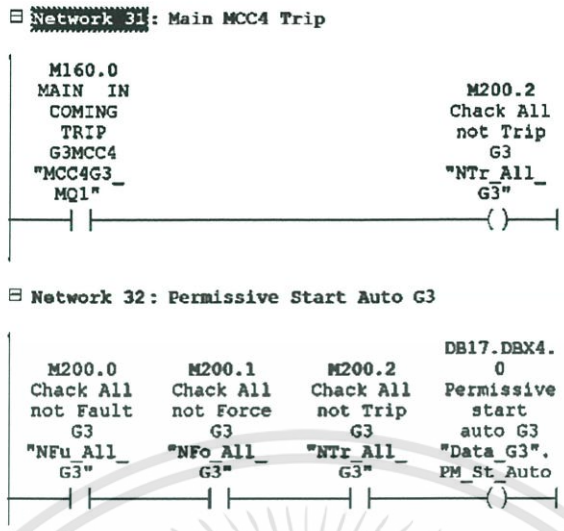
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.39 ตัวอย่างของโปรแกรมในฟังก์ชันการทำงานย่อย FB 6 G3_Alarm

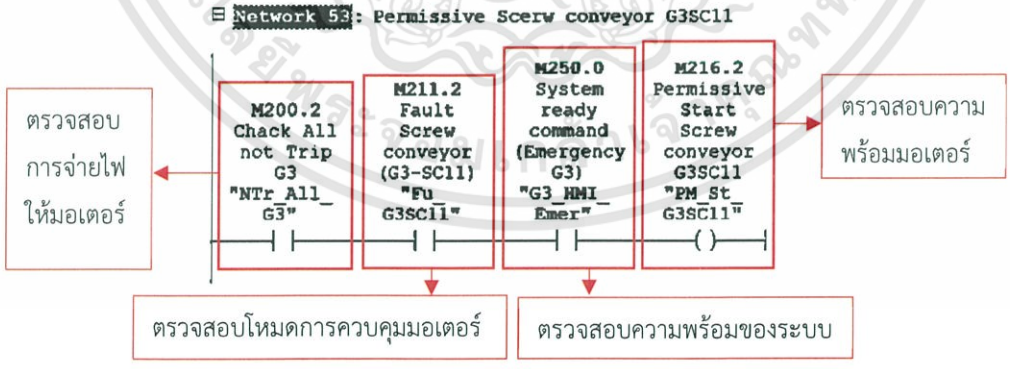
7) **FB 7 Grinder 3** เป็นฟังก์ชันการทำงานย่อยสำหรับควบคุมการสั่งการทำงานของมอเตอร์ ให้มีการทำงานอย่างต่อเนื่องโดยอัตโนมัติ ซึ่งการทำงานอย่างต่อเนื่องโดยอัตโนมัตินั้นจะเริ่มทำงานจากจุดสิ้นสุดไปหาจุดเริ่มต้นของกระบวนการบดปูนไลม์ โดยจุดสิ้นสุดของกระบวนการ คือ Screw Conveyor ที่ลำเลียงปูนไลม์ที่บดแล้วออกจากหม้อบอไปลงไซโลเก็บปูนไลม์ชนิดปูนผง และจุดเริ่มต้นของกระบวนการ คือ Screw Conveyor ที่ลำเลียงปูนไลม์ที่ยังไม่ผ่านการบดจากไซโลเก็บปูนชนิดปูนเกล็ดมาลงหม้อบด หรือทำงานด้วยการบังคับสั่งการทำงานจากหน้าจอ SCADA โดยจะมีการเขียนคำสั่งการตรวจสอบสัญญาณการจ่ายไฟฟ้ามาจากตู้ MCC (Motor Control Center), การตรวจสอบสัญญาณความพร้อมของมอเตอร์, การตรวจสอบว่าไม่มีการทำงานในโหมดบังคับ และตรวจสอบว่าตอนนี้มอเตอร์อยู่ในโหมดสั่งการทำงานจากพื้นที่หน้างานหรือไม่ ซึ่งมอเตอร์ของเครื่อง จักร 1 ตัวจะประกอบด้วยไดอะแกรมที่ใช้ตรวจสอบความพร้อมมอเตอร์ของเครื่องจักร, ไดอะแกรมสั่งเริ่มการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร และไดอะแกรมสั่งหยุดการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.40 Ladder Diagram ที่ตรวจสอบการจ่ายไฟฟ้าจากตู้ MCC (Motor Control Center) และตรวจสอบความพร้อมของระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ

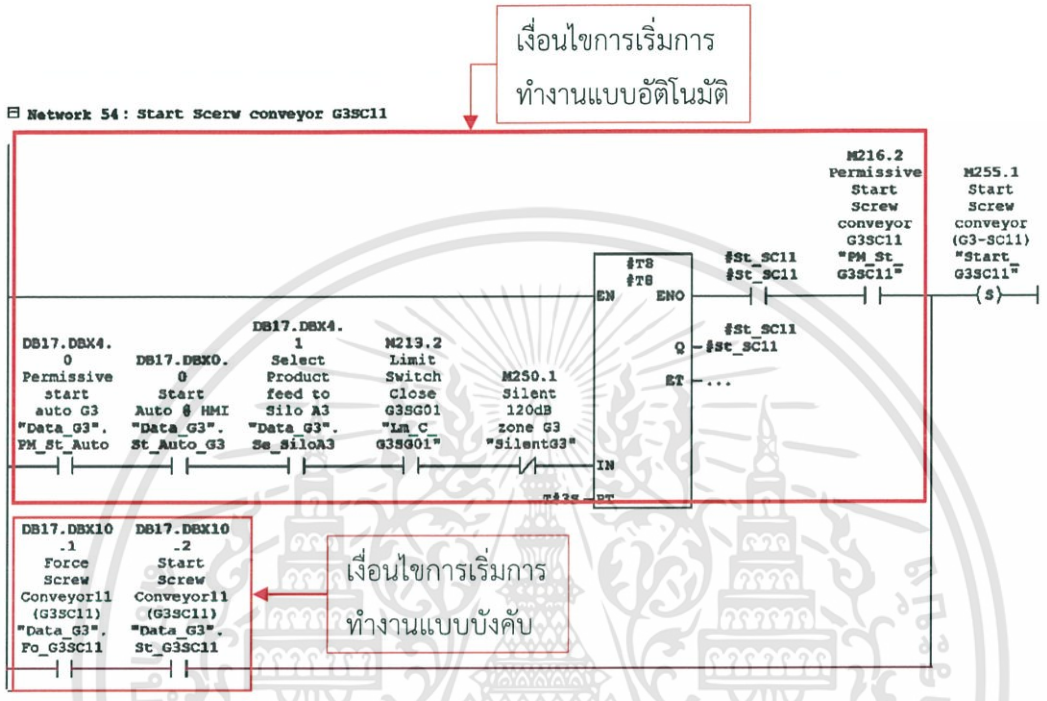
จากภาพที่ 3.40 Network ที่ 31 เป็น Ladder Diagram ที่ใช้ในการตรวจสอบว่ามีการจ่ายไฟมาจากตู้ MCC (Motor Control Center) โดยตรวจสอบว่าเมนเบรกเกอร์มีการทริปหรือไม่ และ Network 32 เป็น Ladder Diagram ที่ใช้ในการตรวจสอบความพร้อมของระบบว่าสามารถทำงานแบบอัตโนมัติด้วยการสั่งงานผ่านหน้าจอ SCADA ได้หรือไม่ โดยการตรวจสอบว่าไม่มีมอเตอร์ของเครื่องจักรตัวใดอยู่ในโหมดสั่งการทำงานจากตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน, ไม่มีมอเตอร์ของเครื่องจักรตัวใดอยู่ในโหมดบังคับสั่งการทำงาน และมีการจ่ายไฟเข้าสู่กระบวนการ



ภาพที่ 3.41 Ladder Diagram ที่ตรวจสอบความพร้อมมอเตอร์ของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.41 Network ที่ 53 เป็น Ladder Diagram ที่ใช้ตรวจสอบความพร้อมของมอเตอร์ของ Screw Conveyor G3SC11 โดยมีการตรวจสอบว่ามีการจ่ายไฟให้มอเตอร์, มอเตอร์ของเครื่องจักรไม่อยู่ในโหมดสั่งการทำงานจากตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน และระบบมีความพร้อมในการทำงาน



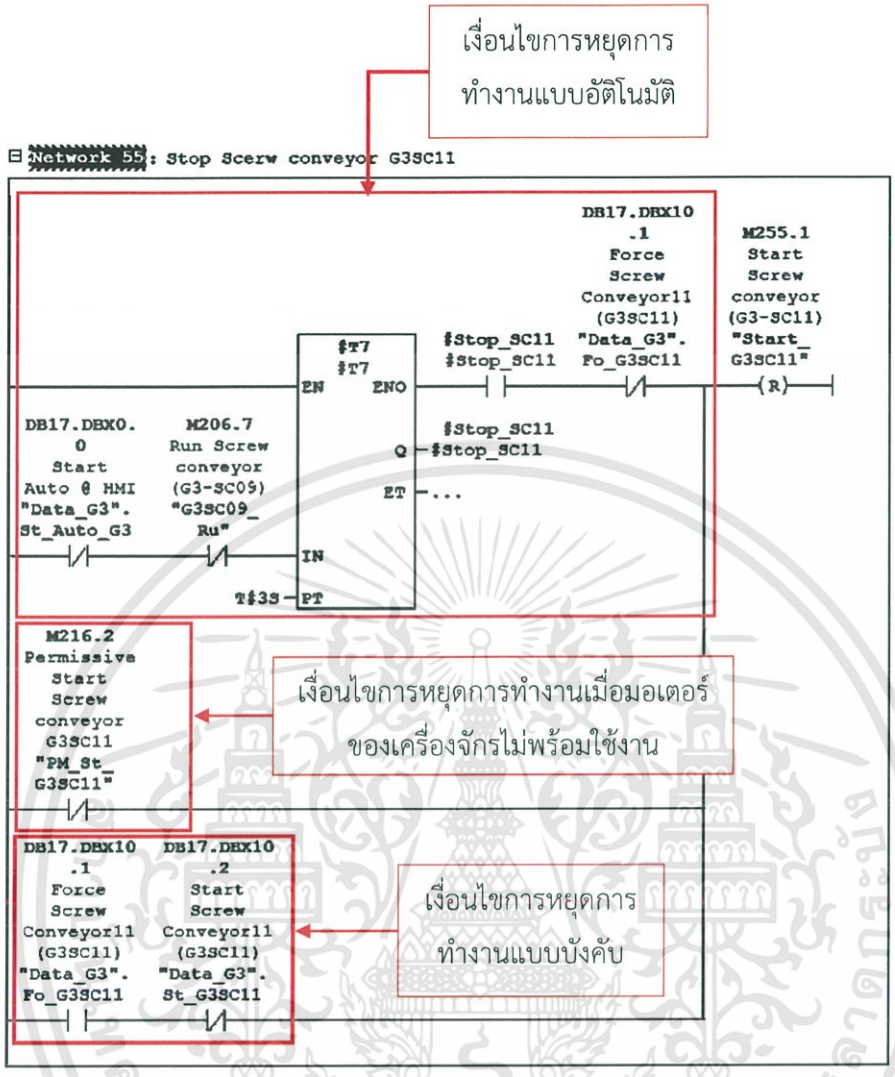
ภาพที่ 3.42 Ladder Diagram ที่สั่งเริ่มการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร

จากภาพที่ 3.42 Network 54 เป็น Ladder Diagram ที่ใช่สั่งเริ่มการทำงานมอเตอร์ของ Screw Conveyor G3SC11 โดยการสั่งเริ่มการทำงานมี 2 กรณี ได้แก่

1) การสั่งการให้เริ่มทำงานแบบอัตโนมัติจากปุ่มกดที่หน้าจอ SCADA

2) การบังคับสั่งเริ่มการทำงานจากหน้าจอ SCADA ด้วยการกดปุ่มเปิดโหมดบังคับการทำงาน และตามด้วยปุ่มบังคับเริ่มการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.43 Ladder Diagram ที่สั่งหยุดการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร

จากภาพที่ 3.43 Network 55 เป็น Ladder Diagram ที่ใช่สั่งหยุดการทำงานมอเตอร์ของ Screw Conveyor G3SC11 โดยการสั่งหยุดการทำงานมี 3 กรณี ได้แก่

1) การสั่งการให้หยุดทำงานแบบอัตโนมัติจากปุ่มกดที่หน้าจอ SCADA

2) เมื่อมอเตอร์ของเครื่องจักรไม่พร้อมใช้งาน

3) การบังคับสั่งหยุดการทำงานจากหน้าจอ SCADA ด้วยการกดปุ่มเปิดโหมดบังคับการทำงาน และตามด้วยปุ่มบังคับหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

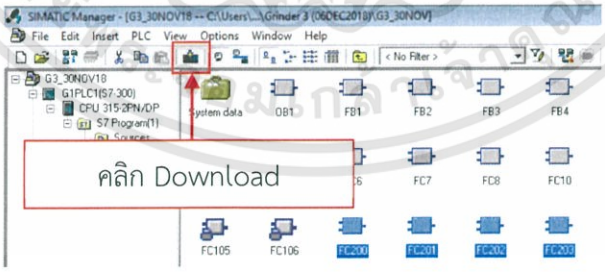
3.3.1.4 ดาวน์โหลด Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อย Function (FC) และ Function Block (FB) ไปที่ PLC

ดำเนินการดาวน์โหลด Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อยต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นไปยังหน่วยประมวลผลของ PLC เพื่อที่จะนำไปใช้สำหรับกระบวนการควบคุมการบดปูนไลม์ของพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 โดยมีขั้นตอนการดาวน์โหลด ดังต่อไปนี้

1) เลือก Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อย ของโปรเจคกระบวนการบดปูนไลม์บนพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 ที่หน้าต่าง Blocks ซึ่งประกอบไปด้วย FB7, FC200, FC201, FC202, FC203, FC205, DB6, DB8, DB16, DB17, DB18, DB35 และDB36 ดังภาพที่ 3.44

ภาพที่ 3.44 เลือก Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อย ของโปรเจคกระบวนการบดปูนไลม์บนพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3

2) คลิก Download บนแทบ Tool Bar ของโปรแกรม SIMATIC STEP 7 ดังภาพที่ 3.45



ภาพที่ 3.45 การ Download Data Block และฟังก์ชันการทำงานย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสร้างกราฟฟิกที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

3.3.2.1 สร้างโปรเจคหน้าจอกราฟฟิก

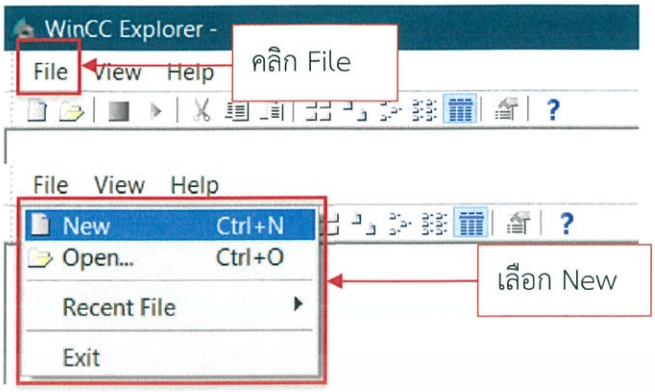
ในโปรเจคนี้จะใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC Version 7.4 ในการสร้างหน้าจอกราฟฟิก โดยจะมีขั้นตอนการสร้างโปรเจคหน้าจอกราฟฟิก ดังนี้

1) เมื่อเปิดโปรแกรม SIMATIC WinCC Version 7.4 แล้วจะได้หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรมดังภาพที่ 3.46

ภาพที่ 3.46 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม SIMATIC WinCC Version 7.4

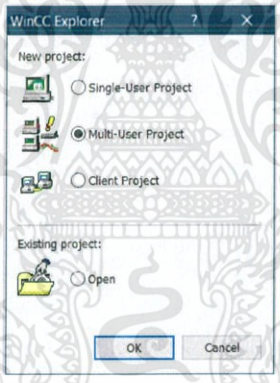
2) คลิก File ที่แทบ Manu Bar จะปรากฏแทบที่มีตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก คือ New, Open..., Recent File และ Exit แต่ในหัวข้อนี้จะอธิบายการสร้างโปรเจคใหม่ ดังนั้นให้เลือกที่ตัวเลือก New เพื่อสร้างโปรเจคใหม่ ดังภาพที่ 3.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.47 การสร้างโปรเจคใหม่

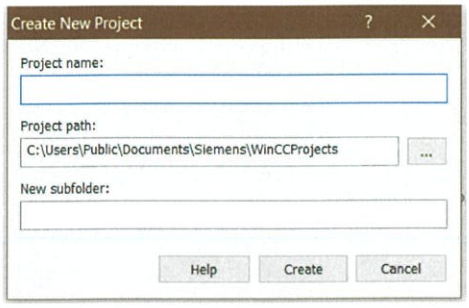
3) เมื่อกดสร้างโปรเจคใหม่แล้วจะแสดงหน้าต่างที่ให้เลือกประเภทของโปรเจค 3 แบบ คือ Single-user Project, Multi-User Project และ Client Project ให้ทำการเลือกประเภทโปรเจคเป็น Multi-user Project จากนั้นคลิก OK ดังภาพที่ 3.48



ภาพที่ 3.48 เลือกประเภทโปรเจคเป็น Multi – user project

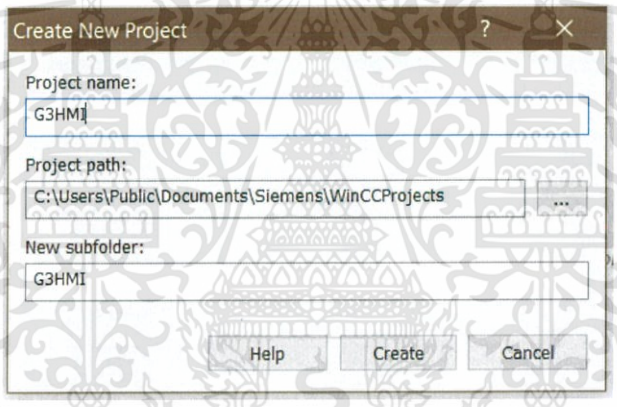
4) เมื่อคลิก OK แล้วจะแสดงหน้าต่าง Create New Project ดังภาพที่ 3.49 ภายในหน้าต่างจะให้ใส่ชื่อโปรเจค, เลือกที่อยู่โปรเจค และในช่อง New Subfolder ทางโปรแกรมจะทำการตั้งชื่อให้เองโดยอัตโนมัติ เพื่อให้สอดคล้องกับชื่อโปรเจคที่ได้ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.49 หน้าต่าง Create New Project

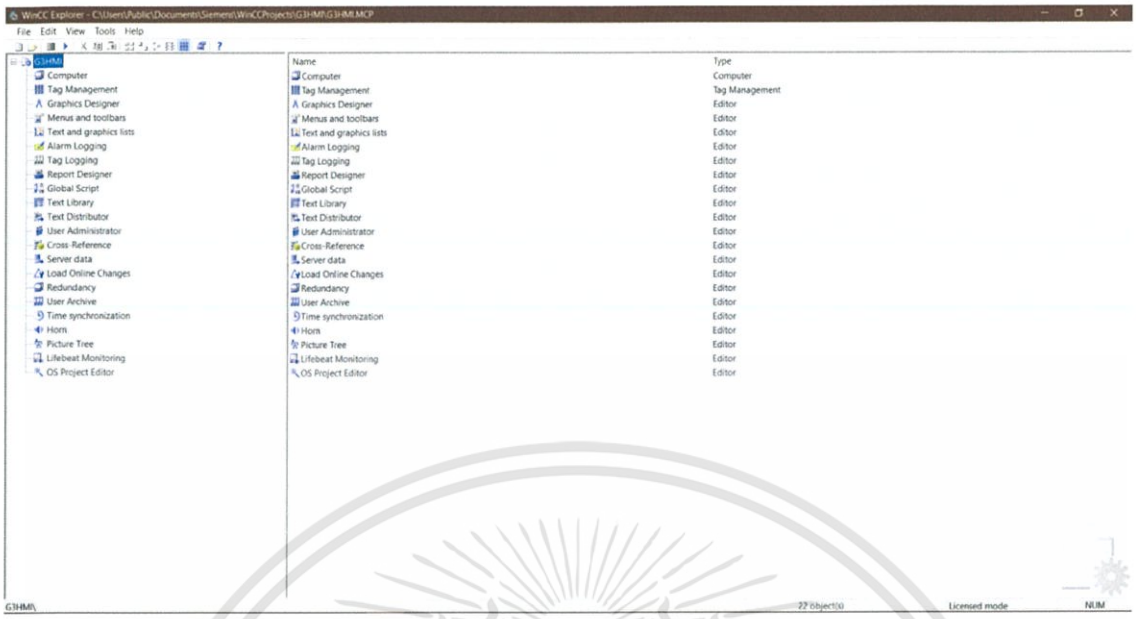
5) ให้ตั้งชื่อ Project Name และ เลือกตำแหน่งที่อยู่ของโปรเจค เมื่อทำการตั้งชื่อโปรเจค และเลือกตำแหน่งที่อยู่โปรเจคแล้ว ให้คลิก “Create” ดังภาพที่ 3.50



ภาพที่ 3.50 ตั้งชื่อโปรเจค และเลือกตำแหน่งที่อยู่ของโปรเจค

6) เมื่อคลิก “Create” หน้าต่างของโปรเจค G3HMI จะถูกเปิดขึ้นดังภาพที่ 3.51 ซึ่งโครงสร้างของโปรเจค, Editor และ Directory ที่สำคัญจะแสดงอยู่ทางด้านซ้ายซึ่งประกอบด้วย Computer, Tag Manage-ment, Graphics Designer, Menus and Toolbars, Text and Graphics Lists, Alarm Logging, Tag Logging, Report Designer, Global Script, Text Library, Text Distributor, User Administrator, Cross-Reference, Server Data, Load Online Changes, Redundancy, User Archive, Time Synchronization, Horn, Picture Tree, Life-beat Monitoring และ OS Project Editor และองค์ประกอบของ Editor หรือ Directory จะแสดงทางด้านขวา ดังภาพที่ 3.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



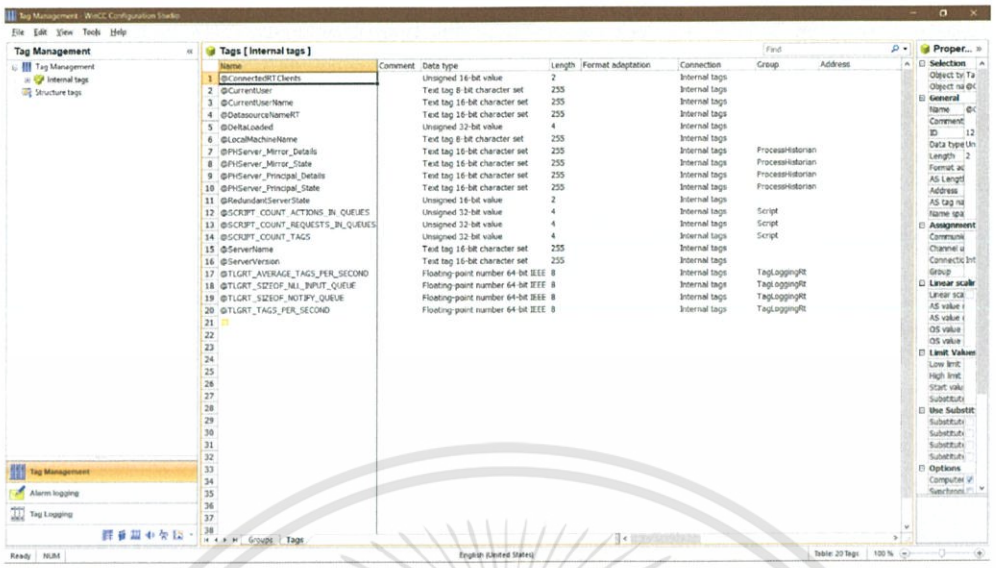
ภาพที่ 3.51 หน้าต่างของโปรเจค G3HMI

3.3.2.2 เพิ่มช่องทางสื่อสาร

ขั้นตอนนี้จะแสดงการสร้างช่องทางการสื่อสารใน WinCC ซึ่งการสื่อสารของ WinCC กับระบบอัตโนมัติจะต้องผ่านช่องทางการสื่อสารกับ PLC หรือตัวควบคุมโดยช่องทางการสื่อสารจะช่วยส่งค่าของกระบวนการไปยัง Process Tag ใน WinCC โดยจะมีขั้นตอนการเพิ่มช่องทางการสื่อสารดังต่อไปนี้

1) ทางซ้ายมือของภาพที่ 3.51 จะมีโครงสร้างของโปรเจคอยู่ ให้ดับเบิลคลิกที่ Tag Management ซึ่งเป็นโครงสร้างของโปรเจคลำดับที่ 2 จะได้หน้าต่างดังภาพที่ 3.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



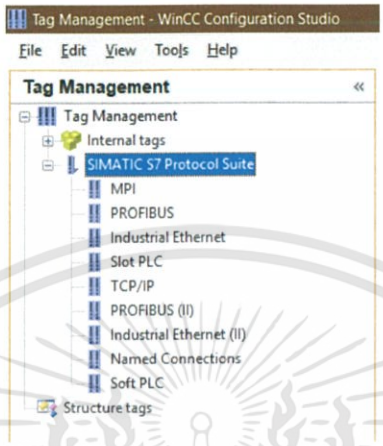
ภาพที่ 3.52 หน้าต่าง Tag Management

2) จากภาพที่ 3.52 ทางซ้ายจะมีโครงสร้างของ Tag Management คือ Internal Tags และ Structure tags ให้คลิกขวาที่ Tag Management จะพบตัวเลือก 4 ตัว คือ Add new driver, Copy, Paste และ Export ซึ่งในหัวข้อนี้จะทำการเพิ่มช่องทางการสื่อสาร ดังนั้นให้เลือก Add new driver และทำการเลือกช่องทางการสื่อสารเป็น “SIMATIC S7 Protocol Suite” ดังภาพที่ 3.53

ภาพที่ 3.53 เลือกช่องทางการสื่อสารเป็น “SIMATIC S7 Protocol Suite”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อเลือกช่องทางการสื่อสารเป็น “SIMATIC S7 Protocol Suite” จะปรากฏการเชื่อมต่อหลายช่องทาง ดังนี้ MPI, PROFIBUS, Insdustrial Ethernet, Slot PLC, TCP/IP, PROFIBUS (II), Insdustrial Ethernet (II), Named Connections และ Soft PLC ดังภาพที่ 3.54

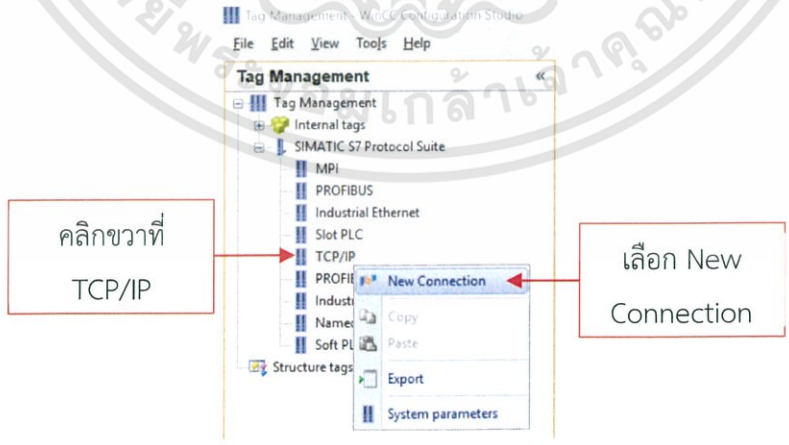


ภาพที่ 3.54 การเชื่อมต่อของช่องทางการสื่อสารแบบ SIMATIC S7 Protocol Suite

3.3.2.3 สร้างการเชื่อมต่อ

ในการสร้างการเชื่อมต่อนั้นทำเพื่อให้ข้อมูล Tag ในโปรแกรม SIMATIC WinCC เชื่อมต่อข้อมูลที่อยู่ในโปรแกรม SIMATIC STEP7 และดึงสัญญาณต่าง ๆมาแสดงในหน้าจอ SCADA ได้ โดยมีขั้นตอนการสร้างการเชื่อมต่อ ดังนี้

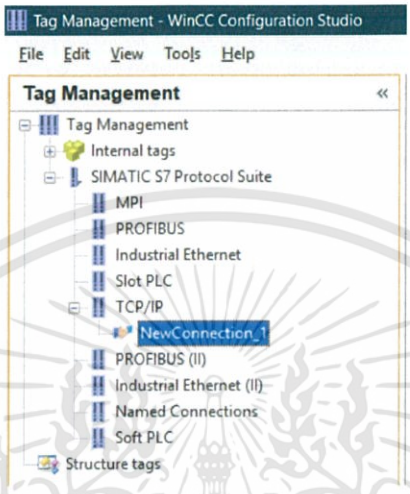
1) จากภาพที่ 3.54 สร้างการเชื่อมต่อใหม่ที่ช่องทางการสื่อสารในหน่วย “TCP/IP” โดยการทำการคลิกขวาที่ TCP/IP และเลือก New Connection ดังภาพที่ 3.55



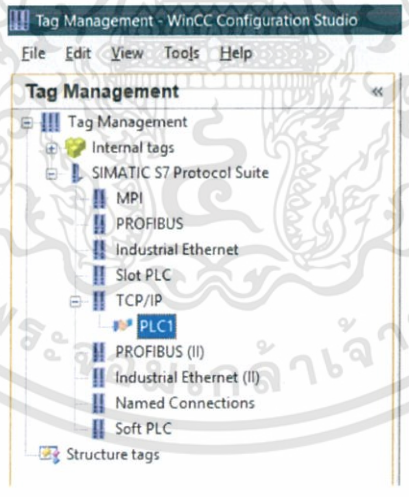
ภาพที่ 3.55 ขั้นตอนสร้างการเชื่อมต่อใหม่ที่ช่องทางการสื่อสารในหน่วย TCP/IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เมื่อเลือก New Connection แล้วจะปรากฏการเชื่อมต่อในหน่วย TCP/IP ดังภาพที่ 3.56 และสามารถเปลี่ยนชื่อการเชื่อมต่อได้ ให้เปลี่ยนชื่อเป็น PLC 1 ให้สอดคล้องกับชื่อของ PLC ที่อยู่ในโปรแกรม SIMATIC STEP7 เพื่อให้ง่ายต่อการจัดกลุ่มของข้อมูลของสัญญาณที่จะนำมาเชื่อมโยงกันในภายหลังดังภาพที่ 3.57



ภาพที่ 3.56 การเชื่อมต่อใหม่ในหน่วย TCP/IP



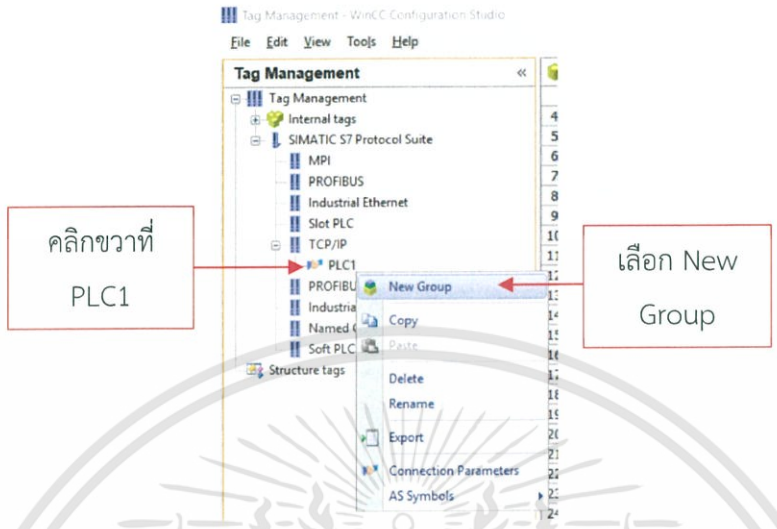
ภาพที่ 3.57 การเปลี่ยนชื่อการเชื่อมต่อเป็น PLC1

3.3.2.4 สร้าง Tag Group

ขั้นตอนนี้จะเป็นการจัดเรียงโครงสร้างของ Tag เป็นกลุ่ม โดยจะจัดให้ Tag ที่มีข้อมูลประเภทเดียวกันหรือมีลักษณะของสัญญาณการทำงานเหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปเรียกใช้ในกราฟฟิคแต่ละตัว โดยจะมีขั้นตอนการสร้าง Tag Group ดังนี้

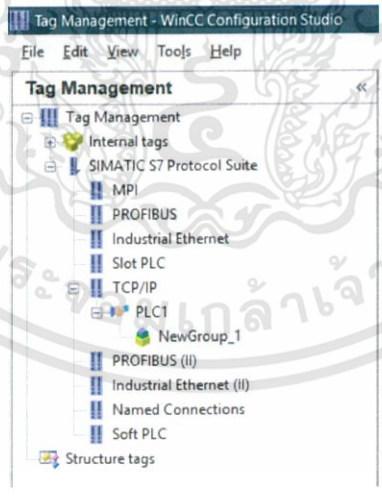
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) จากภาพที่ 3.57 คลิกขวาที่การเชื่อมต่อ PLC1 จากนั้นเลือก New Group ดังภาพที่ 3.58



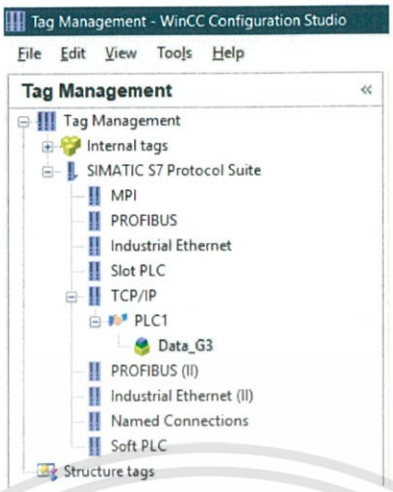
ภาพที่ 3.58 ขั้นตอนการสร้าง Tag Group

2) จากภาพที่ 3.58 เมื่อเลือก New Group แล้วจะแสดงกลุ่มใหม่ของการเชื่อมต่อ PLC1 ดังภาพที่ 3.59 และให้เปลี่ยนชื่อกลุ่มเป็น Data_G3 ให้สอดคล้องกับ Symbolic Name ของ Data Block ในโปแกรม SIMATIC STEP 7 ดังภาพที่ 3.60



ภาพที่ 3.59 กลุ่มใหม่ของการเชื่อมต่อ PLC1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

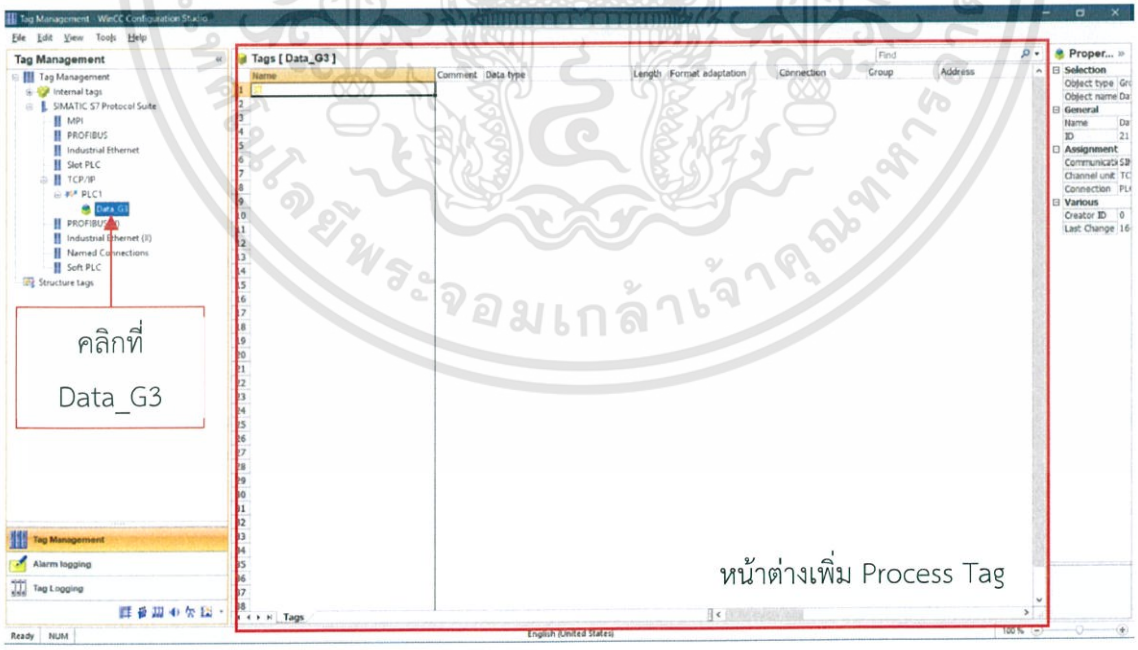


ภาพที่ 3.60 เปลี่ยนชื่อกลุ่มของการเชื่อมต่อ PLC1

3.3.2.5 สร้าง Process Tag

ขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะของ Process Tag เช่น ชื่อ, Data Type, Type Conver-sion และ Address เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการสร้าง Process Tag ดังนี้

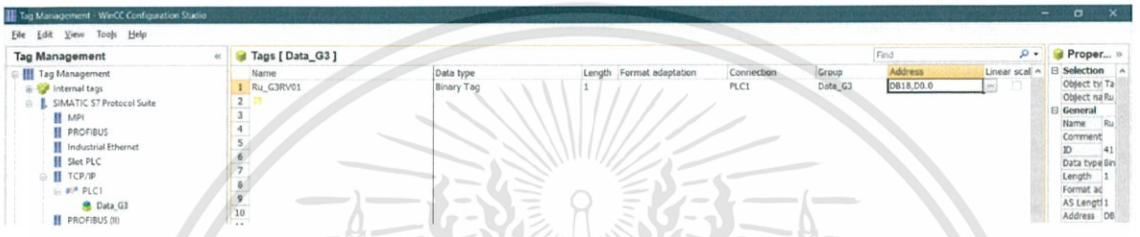
1) คลิกที่ชื่อกลุ่ม Data_G3 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างให้เพิ่ม Process Tag ดังภาพที่ 3.61



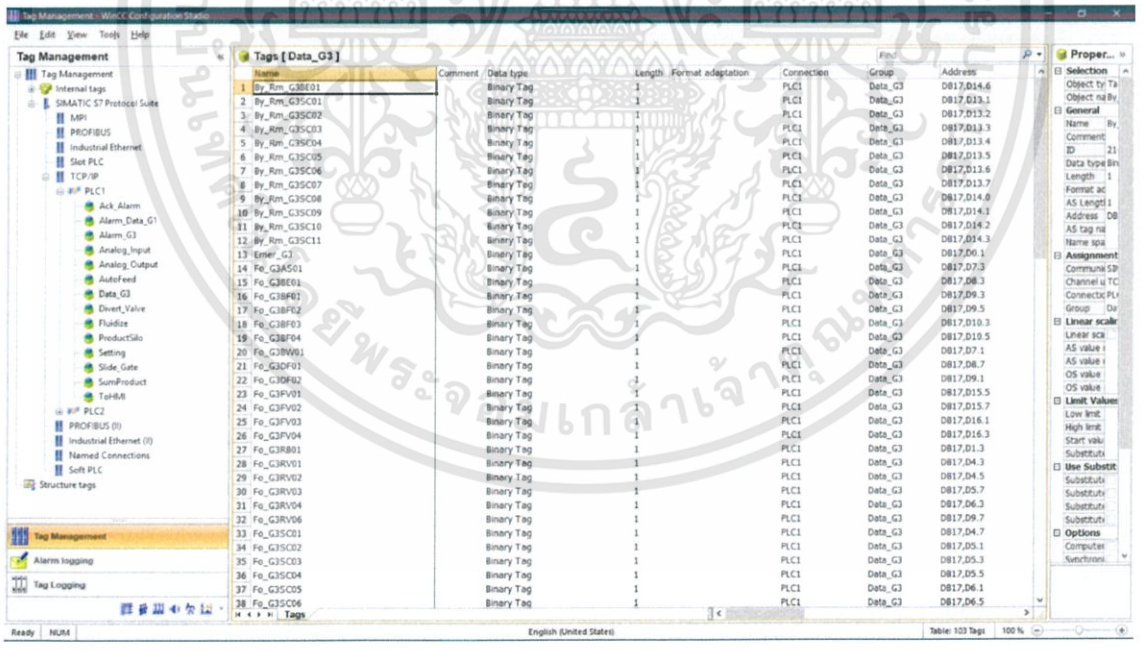
ภาพที่ 3.61 หน้าต่างเพิ่ม Process Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เพิ่มชื่อ, ชนิดของข้อมูล และที่อยู่ของข้อมูล โดยที่อยู่ของข้อมูลจะถูกอ้างอิงจากที่อยู่ข้อมูลใน Data Block ของโปรแกรม SIMATIC STEP 7 เช่น ข้อมูลของการเริ่มการทำงานมอเตอร์ของ Rotary Valve G3RV01 อยู่ใน Data Block DB18 Data to HMI G3 มีที่อยู่ของข้อมูลคือ DB18.DBX0.0 ดังนั้นเมื่อต้องการเพิ่ม Process Tag ของข้อมูลของการเริ่มการทำงานมอเตอร์ของ Rotary Valve G3RV01 Process Tag ตัวนี้จะมีที่อยู่คือ DB18,D0.0 ดังภาพที่ 3.62 และจะแสดงตัวอย่าง Process Tag ของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 ดังภาพที่ 3.63



ภาพที่ 3.62 ตัวอย่างการเพิ่ม Process Tag ของข้อมูลเริ่มการทำงานมอเตอร์ของ Rotary Valve G3RV01



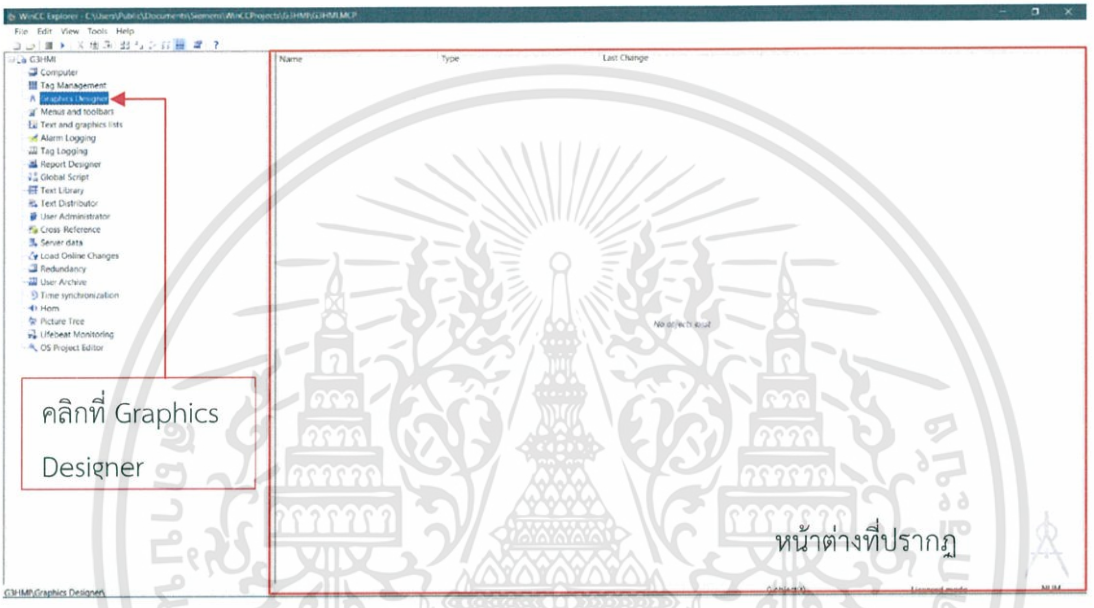
ภาพที่ 3.63 ตัวอย่าง Process Tag ของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.6 สร้างกราฟฟิกสำหรับกระบวนการ

กราฟฟิกของกระบวนการจะเริ่มต้นที่การสร้าง Process Picture และจะแทรกวัตถุต่าง ๆ เช่น มอเตอร์ และปุ่มกดในหน้าจอของ Process Picture การสร้างกราฟฟิกสำหรับกระบวนการจะมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

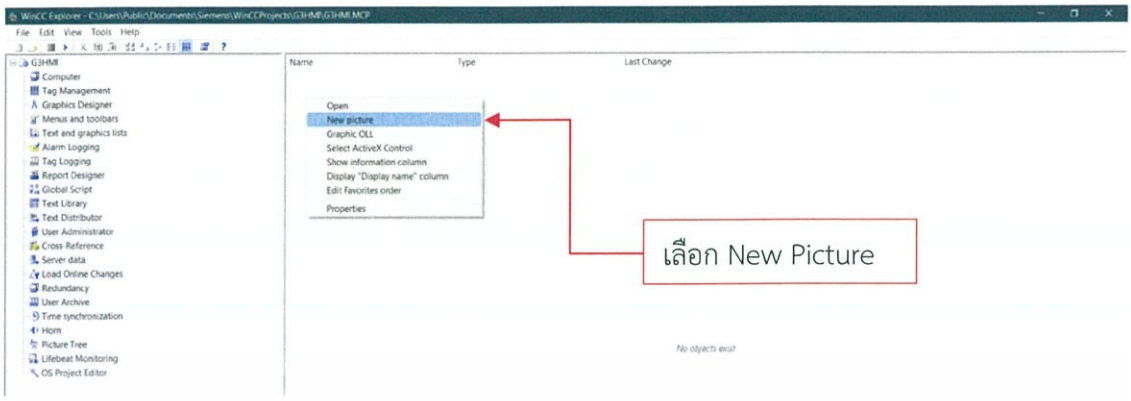
1) สร้าง Process Picture จากภาพที่ 3.51 หน้าต่างของโปรเจค G3HMI คลิกที่ Graphics Designer จะปรากฏหน้าต่างทางด้านขวามือของโปรแกรม ดังภาพที่ 3.64



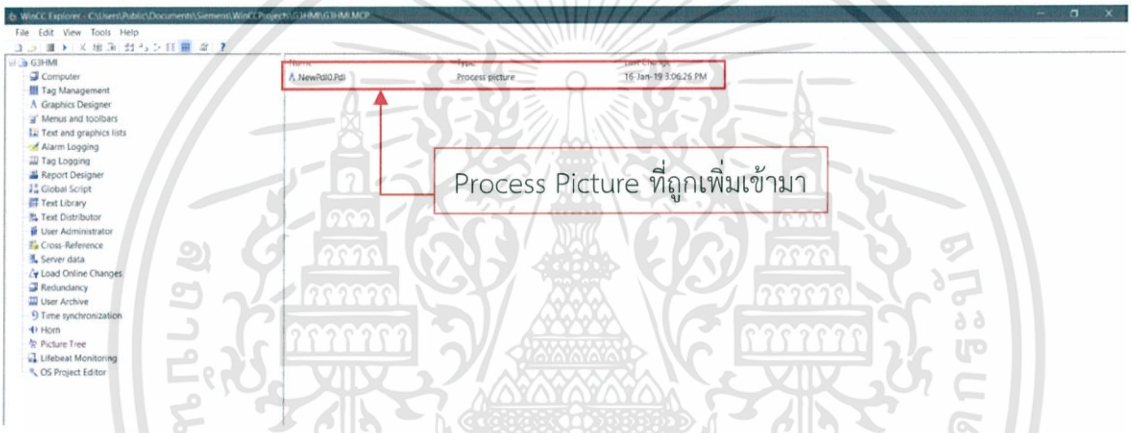
ภาพที่ 3.64 หน้าต่างที่ปรากฏเมื่อคลิกที่ Graphics Designer

2) จากรูปที่ 3.64 คลิกขวาที่หน้าต่างที่ปรากฏทางด้านขวาจะปรากฏตัวเลือกทั้งหมด 7 ตัวเลือก คือ Open, New Picture, Graphic OLL, Select ActiveX Control, Show Information Column, Display "Display Name" Column, Edit Favorites Order และ Properties เนื่องจากหัวข้อนี้เป็นหัวข้อที่ทำการสร้างกราฟฟิกสำหรับกระบวนการ ดังนั้นให้ทำการเลือก New Picture เพื่อสร้าง Process Picture ดังภาพที่ 3.65 จากนั้นจะปรากฏ Process Picture ที่หน้าต่างทางด้านขวาดังภาพที่ 3.66 และจะแสดง Process Picture ทั้งหมดของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 ดังภาพที่ 3.67

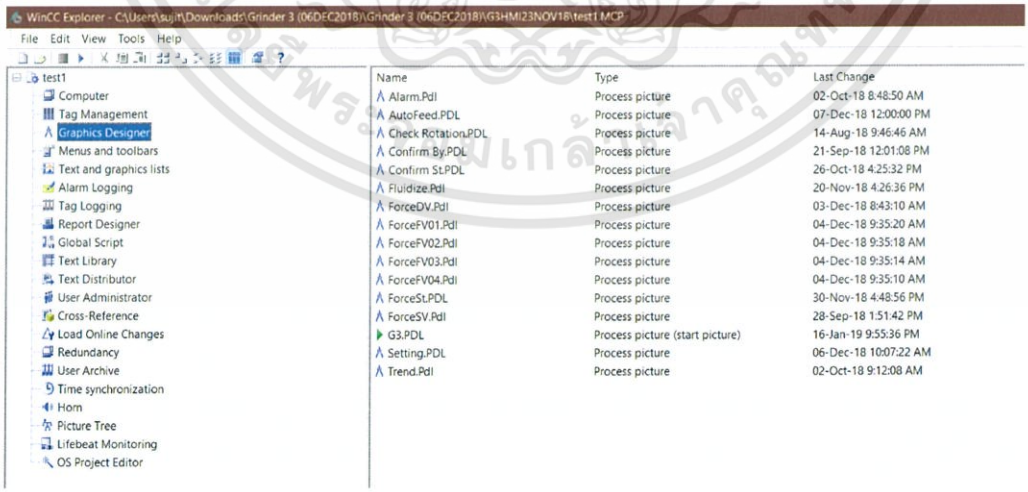
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.65 ขั้นตอนเพิ่ม Process Picture



ภาพที่ 3.66 แสดง Process Picture ที่ปรากฏ

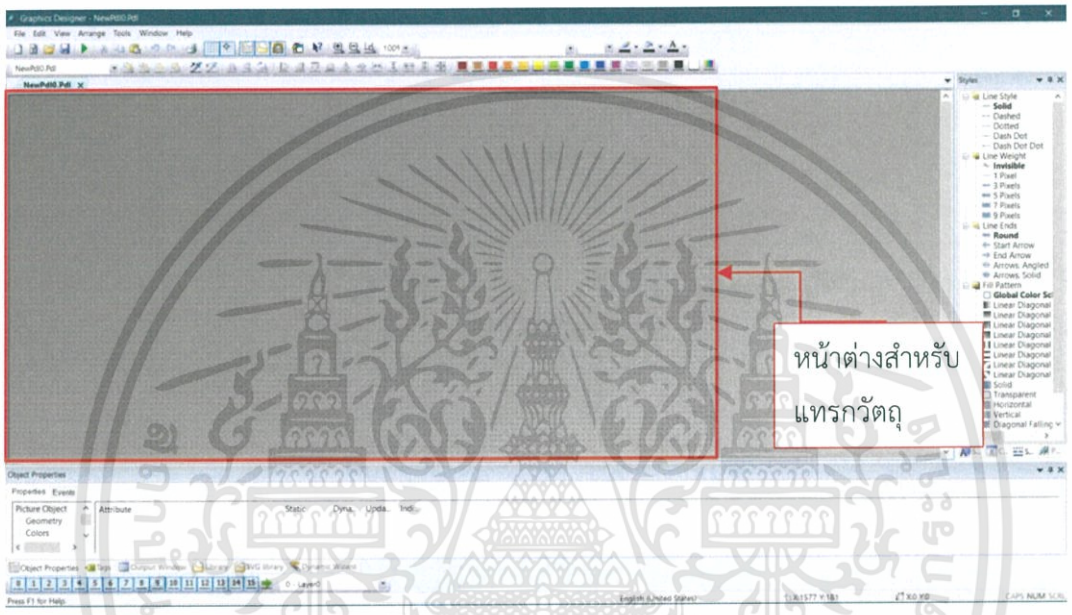


ภาพที่ 3.67 Process Picture ที่ปรากฏของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

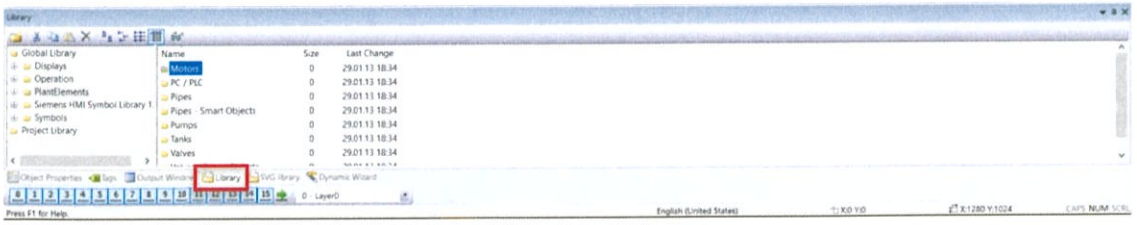
จากภาพที่ 3.67 Process Picture ของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 มีทั้งหมด 16 Picture คือ Alarm.Pdl, AutoFeed.Pdl, Check Ratation.Pdl, Comfirm By.Pdl, Confirm St.PDL, Fluidize.Pdl, ForceDV.Pdl, ForceFV01.Pdl, ForceFV02.Pdl, ForceFV03.Pdl, ForceFV04.Pdl, ForceSt.PDL, ForceSV.PDL, G3.PDL, Setting.PDL และ Trend.Pdl

3) การแทรกวัตถุต่าง ๆ สามารถทำได้โดยการดับเบิลคลิกไปที่ Process Picture ในภาพที่ 3.66 เมื่อดับเบิลคลิกแล้วจะปรากฏหน้าต่างพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ ดังภาพที่ 3.68



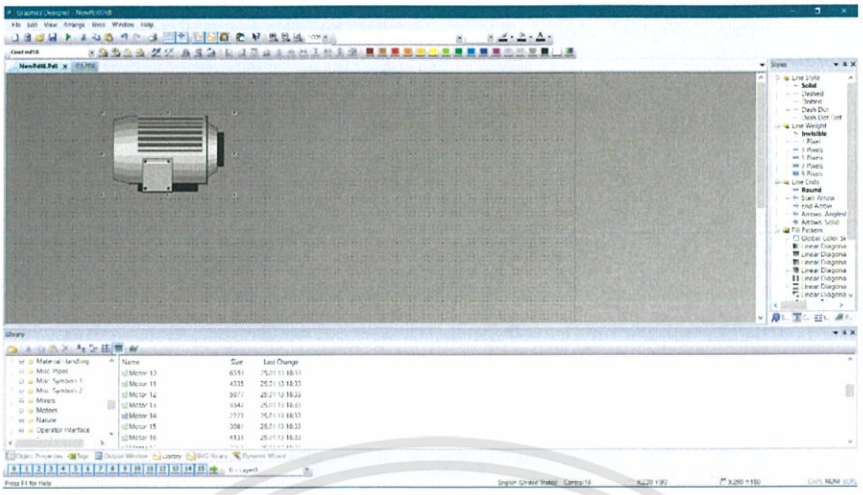
ภาพที่ 3.68 หน้าต่างพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ

4) วัตถุต่าง ๆสามารถหาได้จาก Library ของโปรแกรมทางด้านล่างของหน้าต่างพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ ดังภาพที่ 3.69 และเมื่อเลือกวัตถุได้ตามต้องการแล้วให้ทำการลากมาวางที่พื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ ดังภาพที่ 3.70 วัตถุทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 จะแสดงในภาพที่ 3.71

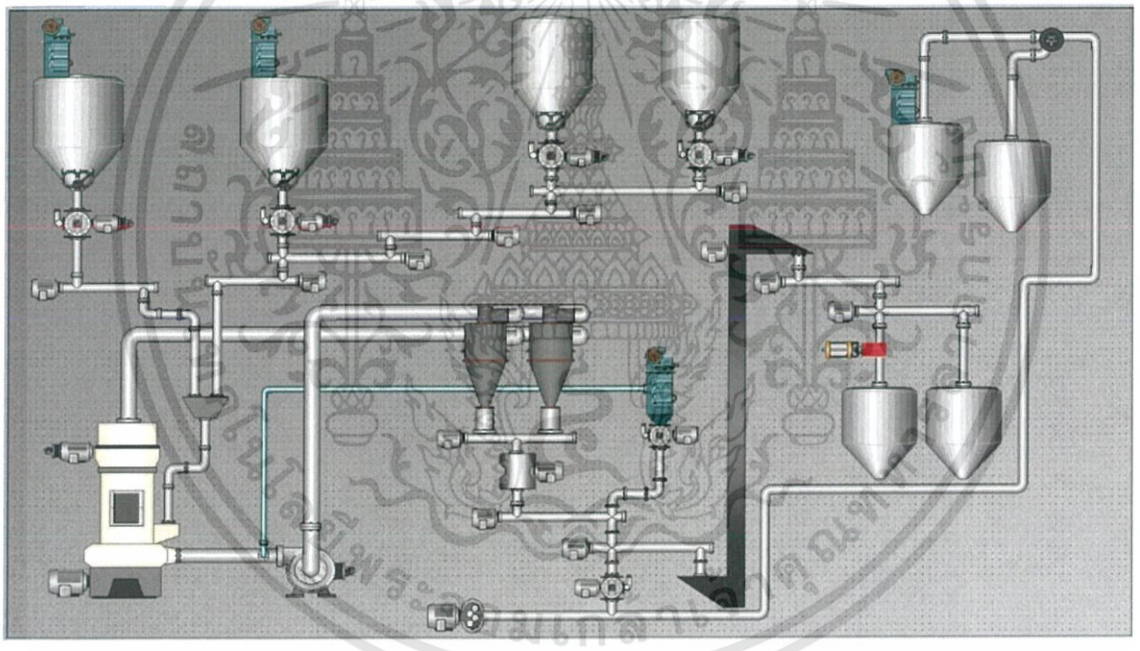


ภาพที่ 3.69 Library ของโปรแกรม SIMATIC WinCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



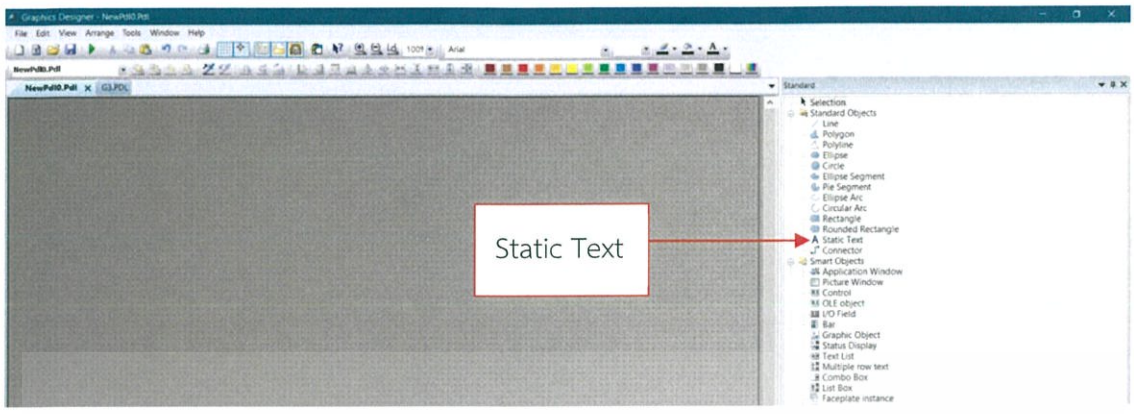
ภาพที่ 3.70 การแทรกวัตถุบนพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ



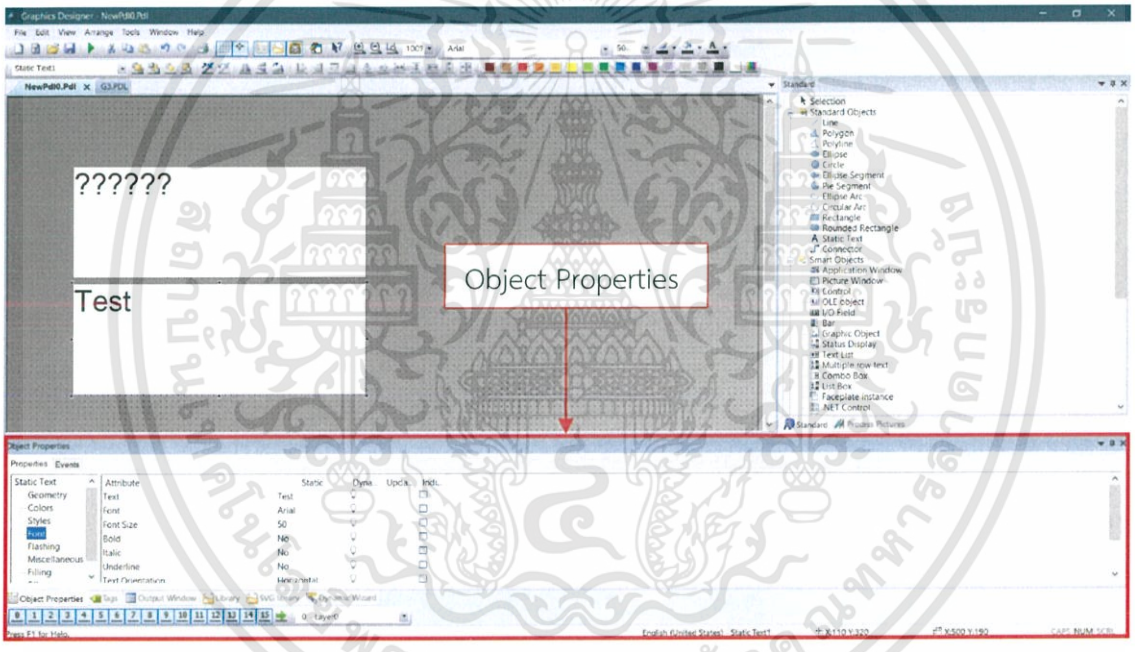
ภาพที่ 3.71 วัตถุทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

5) การแทรก Static Text ในที่นี่ Static Text จะถูกใช้ในการกำหนดชื่อของเครื่องจักรและข้อความแสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักร โดยจากภาพที่ 3.68 หน้าต่างพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ ทางด้านขวาของหน้าต่างจะมี Tool Bar ชื่อว่า Standard ซึ่งจะมี Static Text อยู่ในหมวด Standard Objects ดังภาพที่ 3.72 จากนั้นคลิกที่ Static Text แล้วนำเมาส์มาวาดกล่องข้อความ Static Text ในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ แล้วทำการเขียนข้อความลงไป ดังภาพที่ 3.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



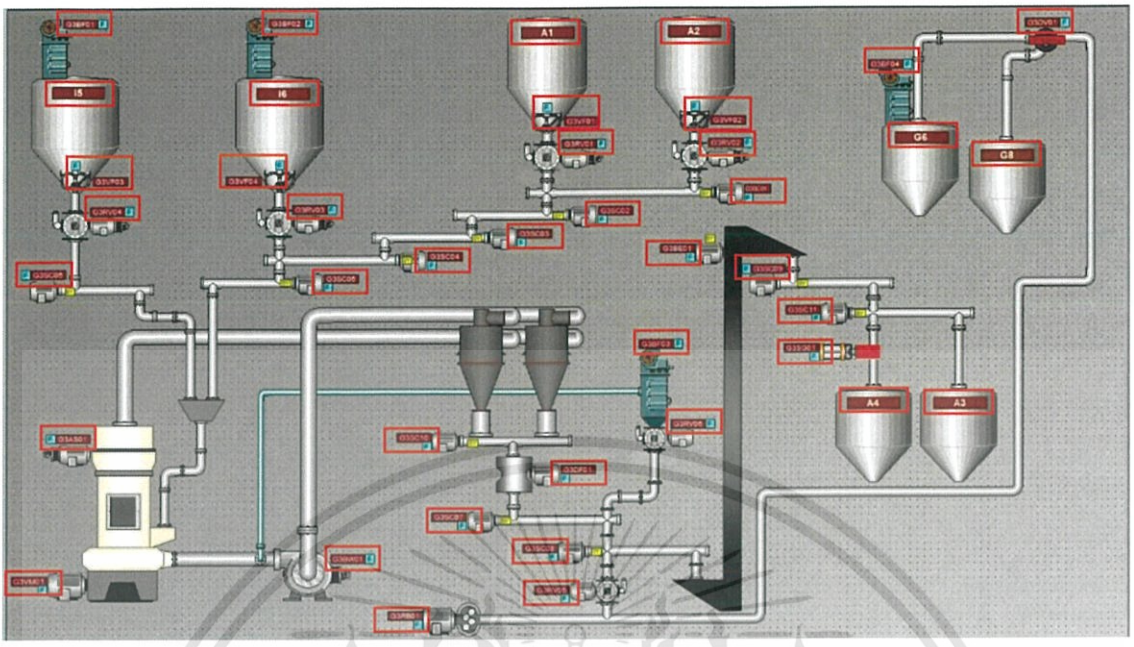
ภาพที่ 3.72 Static Text ที่อยู่ใน Tool Bar Standard หมวด Standard Objects



ภาพที่ 3.73 ตัวอย่างกล่องข้อความ Static Text ในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ

ในภาพที่ 3.73 สามารถเปลี่ยน ฟรอนต์ และขนาดของตัวอักษรได้ที่ Object Properties ด้านล่าง ภาพที่ 3.74 เป็นภาพที่แสดง Static Text ทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

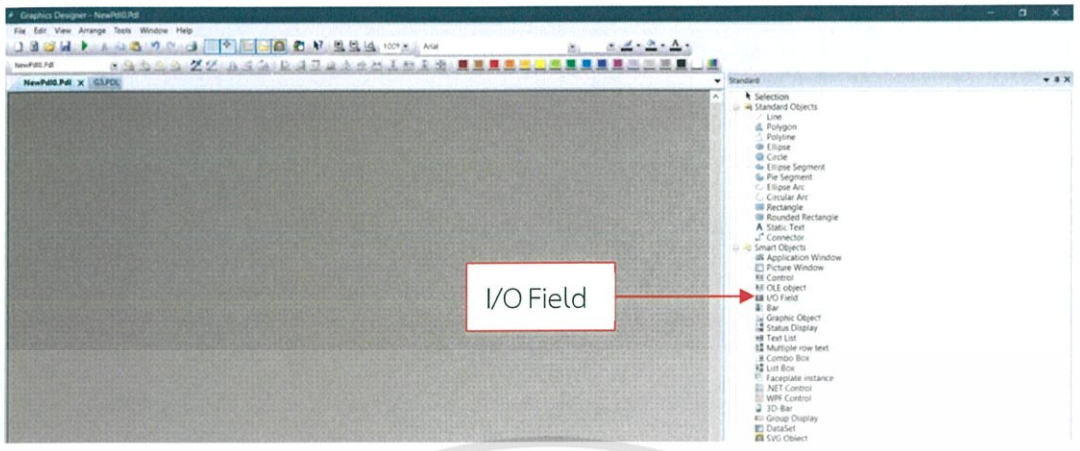


ภาพที่ 3.74 Static Text ทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

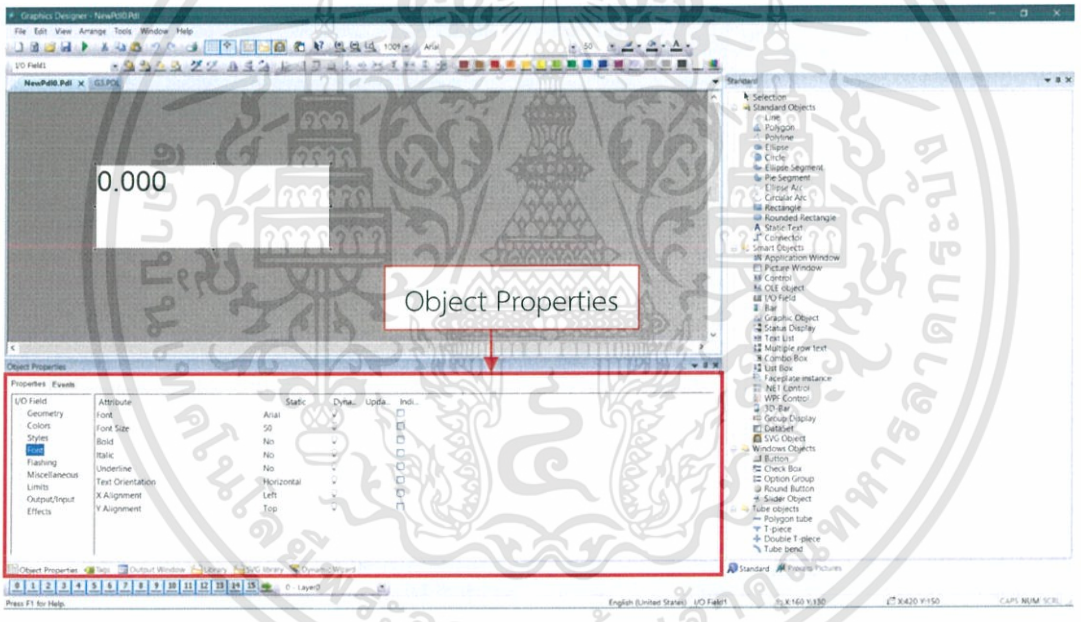
6) การแทรก I/O Flied เพื่อเป็นช่องไว้สำหรับการกำหนดค่าอินพุต และแสดงค่าเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณอนาล็อก โดยการกำหนดค่าอินพุตจะกำหนดเมื่อในกระบวนการมีเครื่องจักรที่ใช้อินเวอเตอร์ในการควบ คุมความเร็วรอบมอเตอร์โดยใช้ความถี่ซึ่งเป็นค่าสัญญาณอนาล็อก ดังนั้นจะต้องมีการตั้งค่าความถี่เพื่อให้มอเตอร์เริ่มต้นทำงานตามความเหมาะสมกับกำลังการผลิตของปูนไลม์ เมื่อมอเตอร์ทำงานก็จะแสดงค่าความเร็วรอบมอเตอร์ขณะทำงานในสภาวะปัจจุบันที่ช่อง I/O Flied เช่นกัน เครื่องจักรที่ใช้อินเวอร์เตอร์ในการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ ได้แก่ Rotary Valve, Air Separator และ ID Fan โดยจะแทรกช่องที่เป็นอินพุตเพื่อกำหนดค่า SV และแทรกช่องเอาต์พุตเพื่อแสดงค่า PV นอกจากนี้ ในกรณีที่มอเตอร์มีขนาดใหญ่จะมีการแสดงค่ากระแสของมอเตอร์เป็นค่าเอาต์พุต

จากภาพที่ 3.68 หน้าต่างพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ ทางด้านขวาของหน้าต่างจะมี Tool Bar ชื่อว่า Standard ซึ่งจะมี I/O Field อยู่ในหมวด Smart Objects ดังภาพที่ 3.75 จากนั้นคลิกที่ I/O Field แล้วนำเมาส์มาวาดกล่องข้อความ I/O Field ในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ ดังภาพที่ 3.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



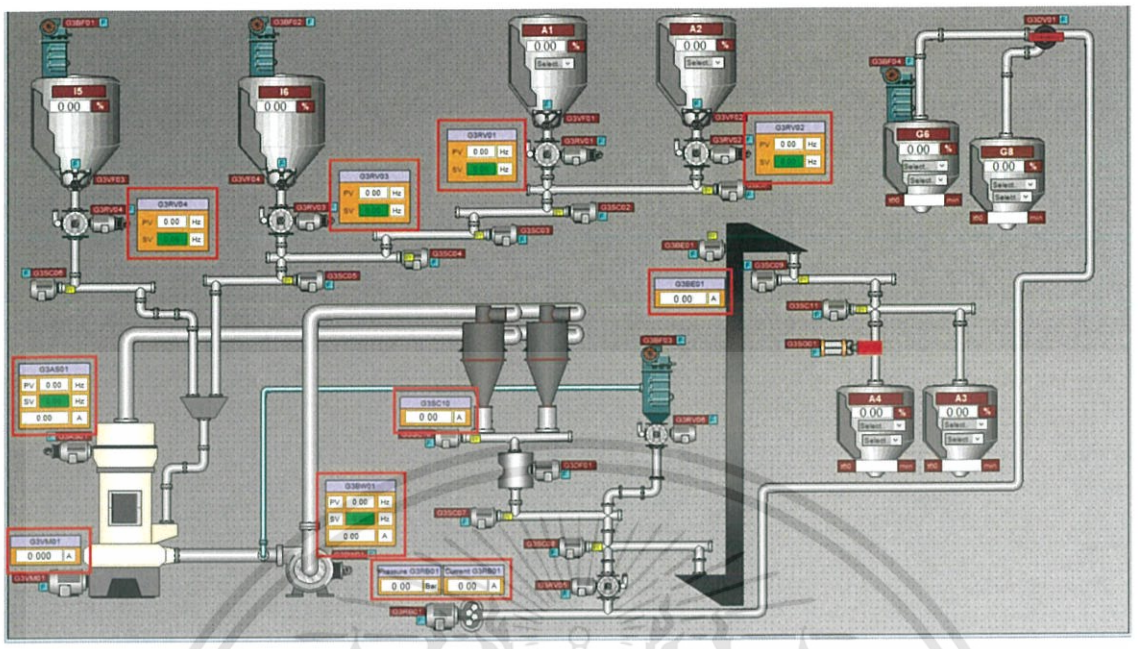
ภาพที่ 3.75 I/O Field ที่อยู่ใน Tool Bar Standard ในหมวด Standard Objects



ภาพที่ 3.76 ตัวอย่างกล่องข้อความ I/O Field ในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ

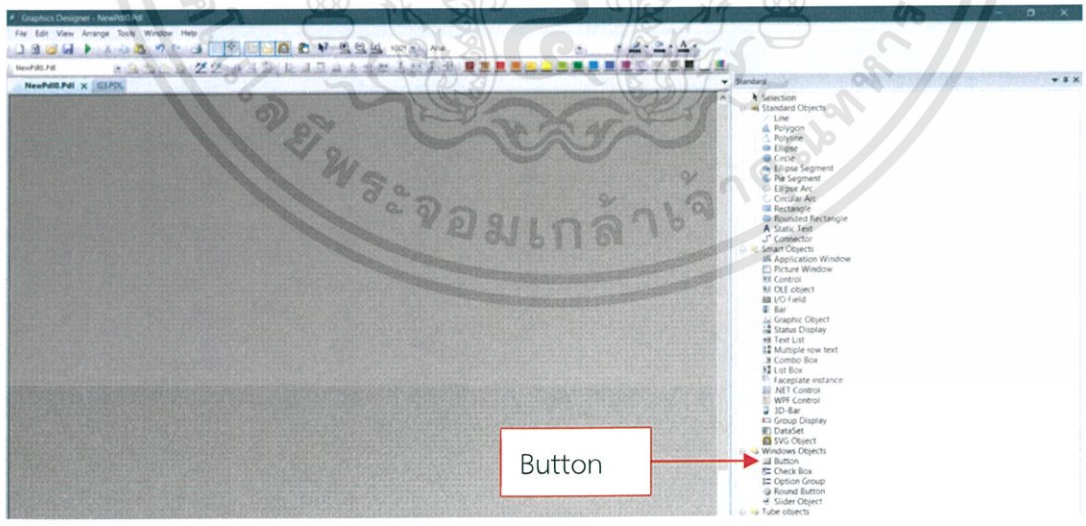
ภาพที่ 3.76 สามารถเปลี่ยน ฟรอนต์ และขนาดของตัวอักษรได้ที่ Object Properties ด้านล่าง และจะแสดง I/O Flied ทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 ดังภาพที่ 3.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



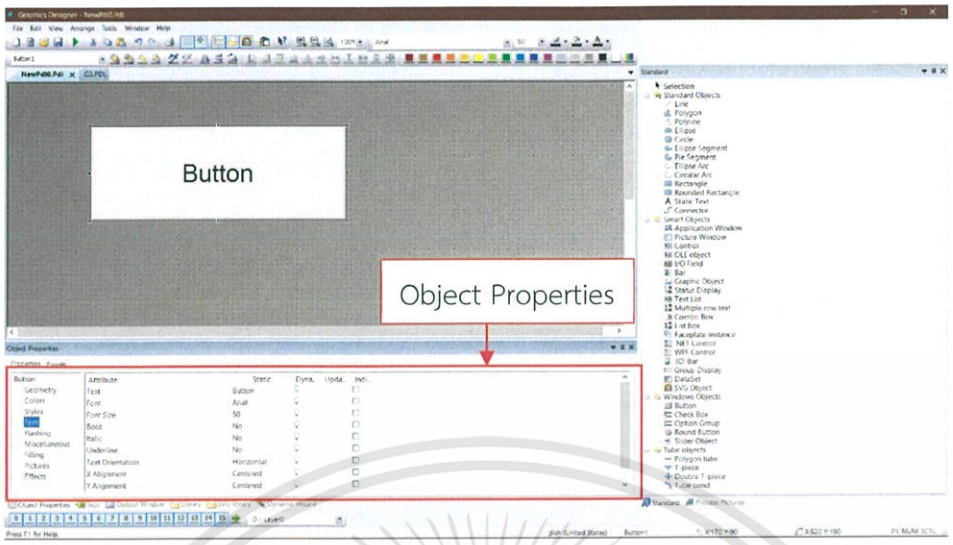
ภาพที่ 3.77 I/O Flied ทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

7) การแทรก Button เป็นการแทรกปุ่มสำหรับการสั่งการทำงานของระบบ โดยวิธีการสร้างคือ จากภาพที่ 3.68 หน้าต่างพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุทางด้านขวาของหน้าต่างจะมี Tool Bar ชื่อว่า Standard ซึ่งจะมี Button อยู่ในหมวด Windows Objects ดังภาพที่ 3.78 จากนั้นคลิกที่ Button แล้วนำเมาส์มาวาดปุ่มกดในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ ดังภาพที่ 3.79



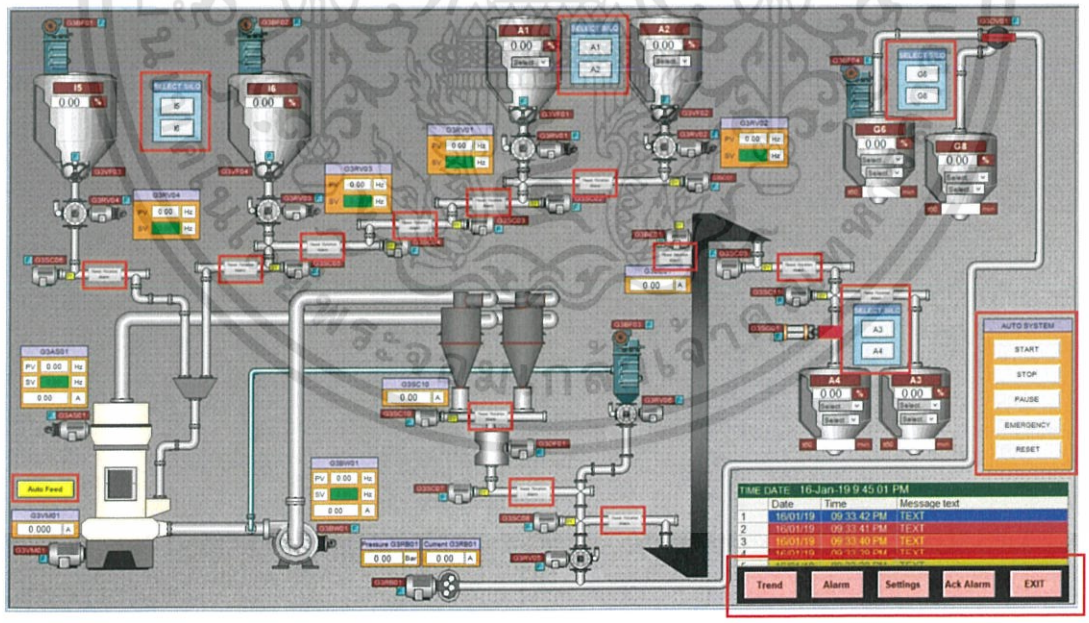
ภาพที่ 3.78 Button ที่อยู่ใน Tool Bar Standard ในหมวด windows Objects

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.79 ตัวอย่างปุ่มกดในพื้นที่สำหรับแทรกวัตถุ

ภาพที่ 3.79 สามารถเปลี่ยนชื่อปุ่มกด, ฟรอนต์ และขนาดของตัวอักษรบนปุ่มกดได้ที่ Object Properties ด้านล่าง และจะแสดงปุ่มกดทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 ดังภาพที่ 3.80



ภาพที่ 3.80 ปุ่มกดทั้งหมดของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

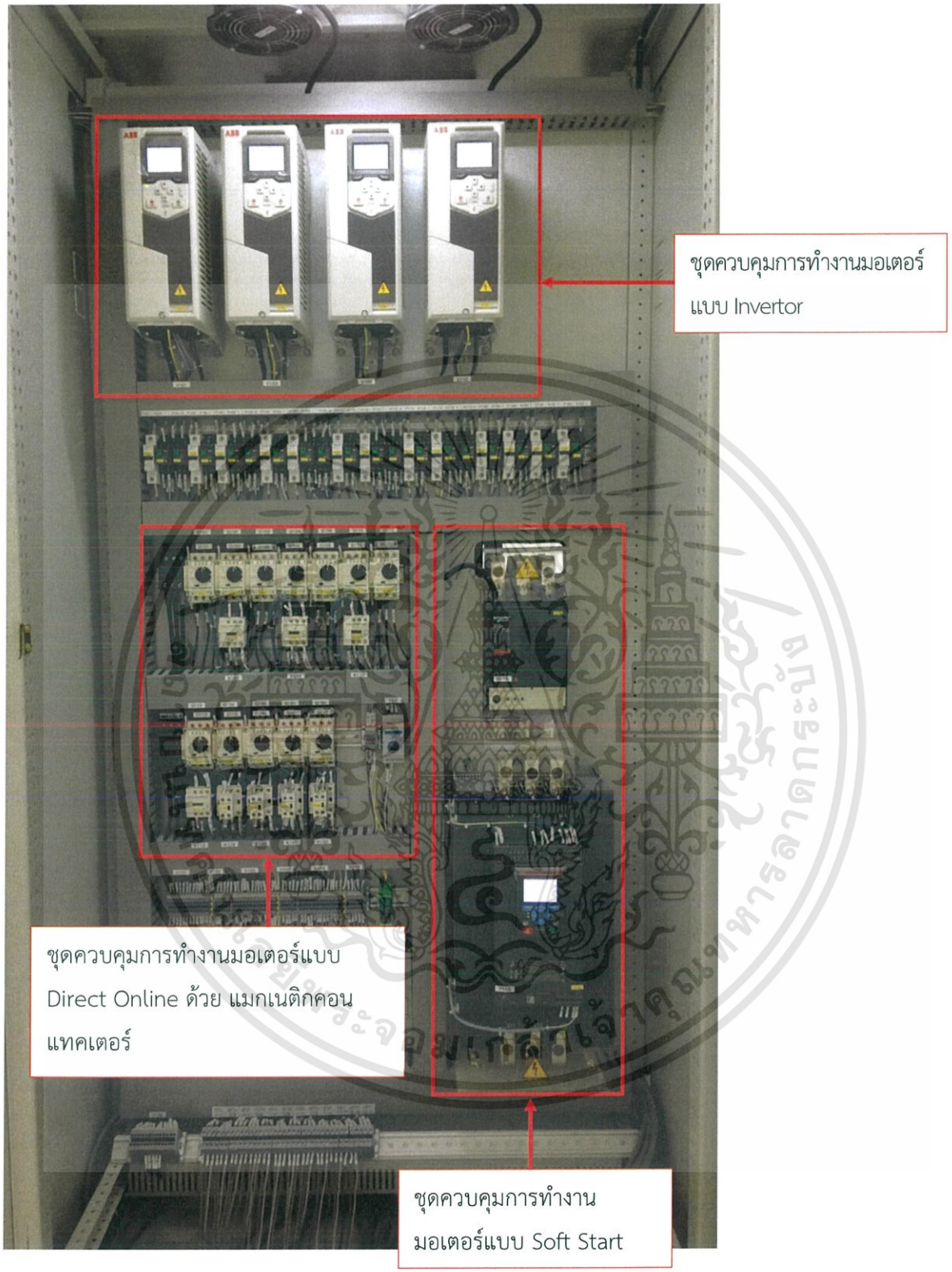
ในส่วนของระบบไฟฟ้าจะมีการดำเนินการออกแบบตู้ MCC (Motor Control Center) และออกแบบตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station) ซึ่งโครงการ KK4 นี้ ทางบริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ไม่ได้ทำการประกอบตู้ MCC (Motor Control Center) ของกระบวนการบดปูนไลม์เฟสที่ 3 และตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างานขึ้นเอง แต่จะส่งแบบให้กับทางบริษัท EMEC จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทรับเหมาในการประกอบและทำตู้ไฟฟ้า ให้ดำเนินการผลิตตู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการควบคุมมอเตอร์ของเครื่องจักรภายในกระบวนการบดปูนไลม์ของพื้นที่การบดปูนไลม์เฟส 3

โดยจะมีผลการดำเนินการ ดังนี้

4.1.1 ตู้ MCC (Motor Control Center)

ในการออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ในตู้ MCC (Motor Control Center) จะออกแบบให้มีการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์อย่างเหมาะสมกับขนาดของตู้ และระยะห่างระหว่างอุปกรณ์มีความเหมาะสมตามมาตรฐานของอุปกรณ์นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ตู้ MCC (Motor Control Center) ของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างของตู้ MCC (Motor Control Center) ของกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 ภายในตู้จะประกอบไปด้วยชุดควบคุมมอเตอร์ 3 แบบ ได้แก่

1) ชุดควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบ Invertor ใช้เพื่อควบคุมความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ของเครื่องจักร เพื่อกำหนดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่จะเข้าสู่กระบวนการในระยะเวลาที่เท่ากัน เมื่อมอเตอร์มีความเร็วรอบสูงปริมาณของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการก็จะมีมาก แต่หากมอเตอร์มีความเร็วรอบต่ำปริมาณของผลิตภัณฑ์ในระบบก็จะมีน้อย เครื่องจักรที่ใช้ Invertor ในการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ ได้แก่ Rotary Valve 1, Rotary Valve 2, Rotary Valve 3, Rotary Valve 4, ID Fan, Air Seperator และ Bucket Elevator

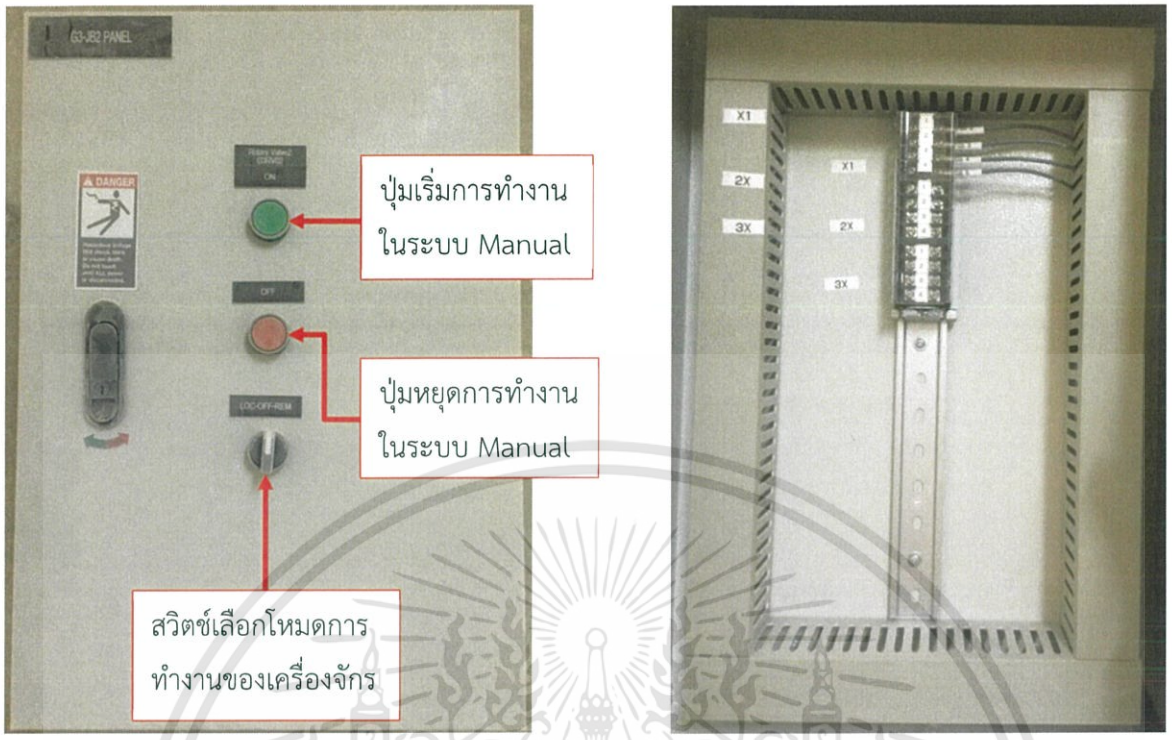
2) ชุดควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบ Soft Start ใช้กับเครื่องจักรที่มีมอเตอร์ขนาดมากกว่า 7.5 kW ขึ้นไป เพื่อลดกระแสกระชากขณะที่มอเตอร์เริ่มการทำงาน เครื่องจักรที่ใช้ Soft Start ในการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ ได้แก่ Main Motor และ Root Blower

3) ชุดควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบ Direct Online ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ใช้กับเครื่องจักรที่มีมอเตอร์ขนาดไม่เกิน 7.5 kW และไม่จำเป็นต้องควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ เครื่องจักรที่ใช้การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์แบบ Direct Online ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์ได้แก่ Cooling Rotary Valve 1, Cooling Rotary Valve 2, Screw Conveyor 1, Screw Conveyor 2, Screw Conveyor 3, Screw Conveyor 4, Cooling Rotary Valve 3, Screw Conveyor 5, Cooling Rotary Valve 4, Screw Conveyor 6, Cooling ID Fan, Cooling Air Seperator, Screw Conveyor 10, Screw Conveyor 7, Screw Conveyor 8, Screw Conveyor 9, Double Flap 1, Double Flap 2, Bag Filter 1, Bag Filter 2, Rotary Valve 6 Screw Conveyor 11, Bag Filter 3 และ Bag Filter 4

4.1.2 ตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Control Station)

ตู้ควบคุมเครื่องจักรที่บริเวณหน้างานจะเป็นการเลือกโหมดการทำงานของเครื่องจักร โดยถ้าสวิตช์เลือกไปที่ Local การควบคุมจะอยู่ในโหมดการควบคุมด้วยมือ (Manual) จะสามารถสั่งการทำงานของเครื่องจักรโดยการกดปุ่ม ON-OFF บริเวณหน้าตู้ แต่ถ้าหากสวิตช์เลือกไปที่ Remote การควบคุมจะอยู่ในโหมดการควบคุมอัตโนมัติ โดยเครื่องจักรจะถูกควบคุมการทำงานด้วย PLC และสามารถสั่งการทำงานของกระบวนการผ่านหน้าจอ SCADA ได้ โดยจะแสดงตัวอย่างของตู้ควบคุมเครื่องจักรที่บริเวณหน้างาน ดังภาพที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 หน้าตู้ และภายในตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน

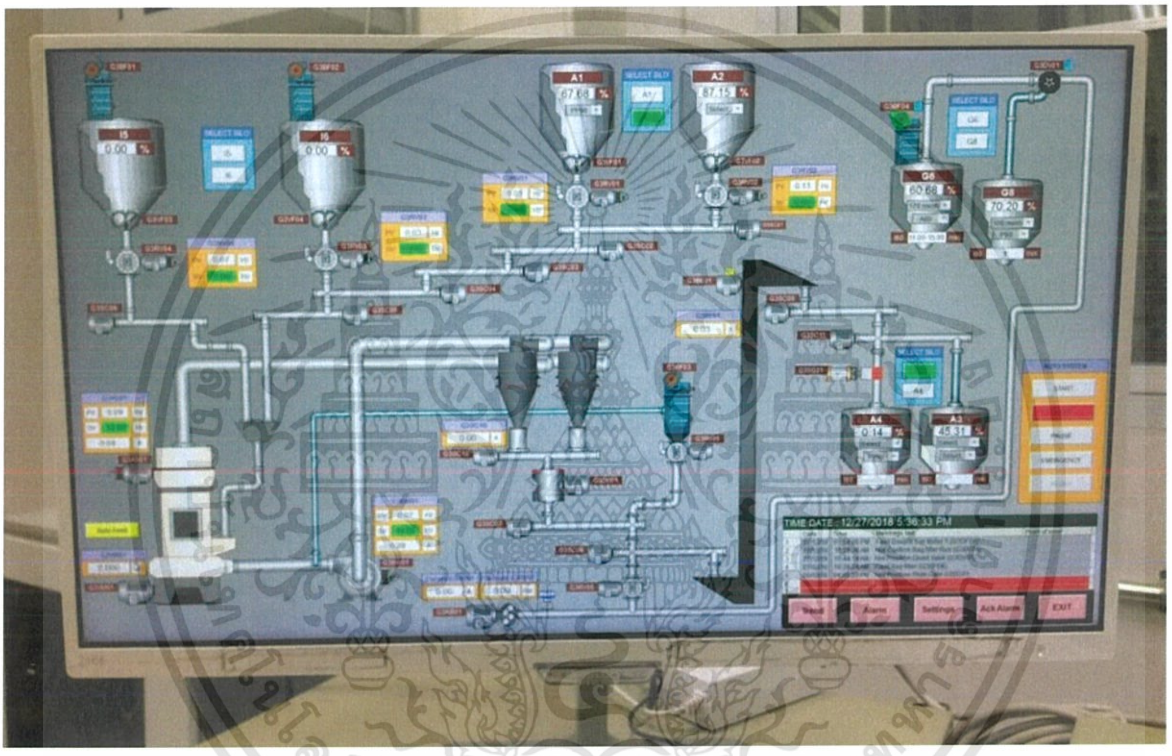
จากภาพที่ 4.2 ภาพทางซ้ายเป็นภาพตัวอย่างของหน้าตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน ซึ่งประกอบด้วยปุ่มกดเริ่ม และหยุดการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร และสวิตช์ที่ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของเครื่องจักร ส่วนภาพทางขวาเป็นภาพที่แสดงเทอร์มินอลภายในตู้ควบคุมเครื่องจักรบริเวณหน้างาน ซึ่งเป็นเทอร์มินอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างตู้ MCC กับตู้ PLC หรืออุปกรณ์เซนเซอร์ เพื่อรับส่งสัญญาณที่จะนำไปใช้ในการประมาณผล และสั่งการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร

4.2 ระบบควบคุม (Control System)

หน้าจอ SCADA ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ของพื้นที่การบดปูนไลม์เฟส 3 ซึ่งจะสามารถอธิบายกระบวนการได้ดังนี้ ปูนที่เผาจากเตา KK5 และ KK6 จะถูกละเรียงมาลงที่ไซโล A1 และไซโล A2 ปูนจะถูกลำเลียงออกจากไซโลทั้ง 2 ใบ เพื่อนำมาลงหม้อบด ซึ่งจะมีการบดปูนไลม์ให้มีความละเอียดตามคุณภาพที่ได้กำหนดไว้ โดยในหม้อบดก็จะมีการทำงานเกี่ยวข้องกันระหว่างมอเตอร์หลักของหม้อบดที่ใช้ในการขับเคลื่อนหม้อบด, Air Separator และ ID Fan ทำหน้าที่ในการสร้างลม เพื่อแยกขนาดของปูน ถ้าหากปูนมีขนาดตามที่ต้องการแล้ว Air Separator ก็จะพัดพาอนุภาคของปูนไปที่ไซโคลน จากนั้นไซโคลนก็จะทำหน้าที่ในการแยกอนุภาคออกจากอากาศ โดยอนุภาคของปูนจะลงไปสู่กรวยส่วนล่างของไซโคลนและอากาศก็จะถูก ID FAN พัดพาไปที่หม้อบดเพื่อนำกลับไปใช้ในกระบวนการอีกครั้ง แต่ถ้าหากปูนที่ยังไม่ได้ขนาดก็จะถูกนำกลับไปบดที่หม้อบดอีกครั้งจนกว่าจะได้ขนาดตามที่ต้องการ โดยปูนที่อยู่ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

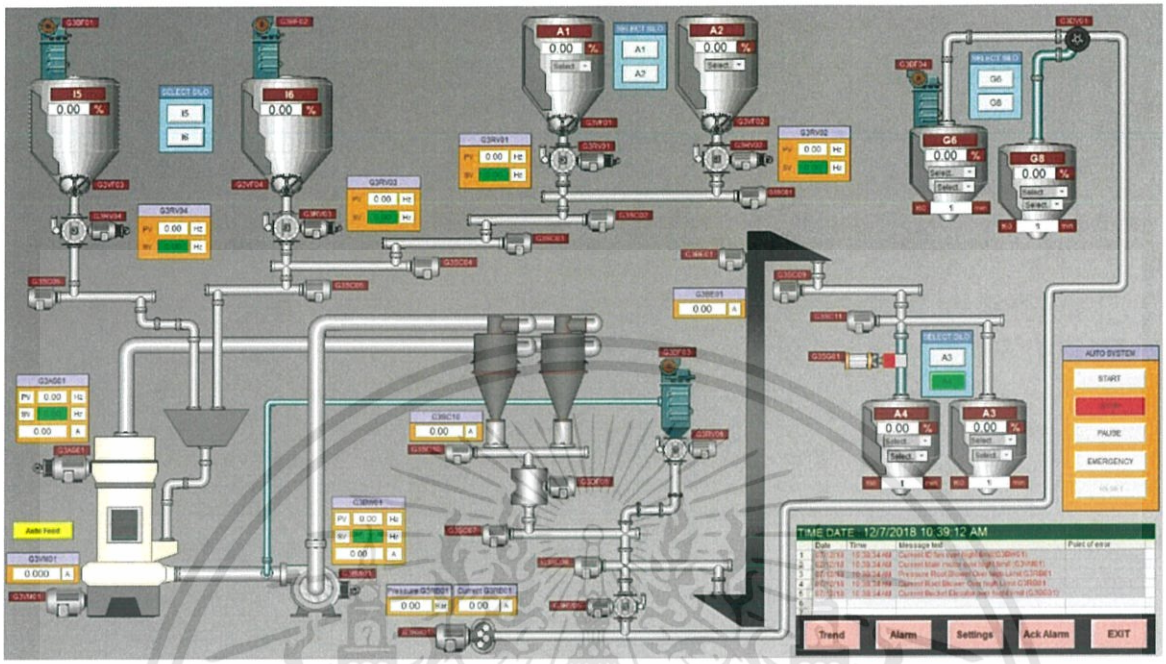
ล่างของไซโคลนก็จะถูกส่งต่อไปยัง Screw Conveyor ซึ่งเป็นสายพานลำเลียงปูน และปูนจะถูกส่งไปที่ Double Flap ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ปล่อยปูนลงไปที่ Screw Conveyor ต่อมาปูจะถูกลำเลียงไปที่ Bucket Elevator และสุดท้ายปูนจะถูกลำเลียงไปเก็บที่ไซโล A3 และไซโล A4 โดยจะมีการสร้างหน้าจอสำหรับสังเกตระบบนี้ ซึ่งหน้าจอ SCADA ที่ได้จัดทำขึ้นจะถูกนำไปตั้งที่ห้องควบคุมบริเวณการบดปูนของทางโรงงาน (ห้อง CCR 3) โดยจะมีการนำไปตั้งหลังจากที่ทำการติดตั้งเครื่องจักรภายในระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ภาพที่ 4.3 จะเป็นการแสดงสภาวะของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ขณะ Runtime โปรเจคไฟล์ที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 4.3 ระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ขณะทำการ Runtime

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

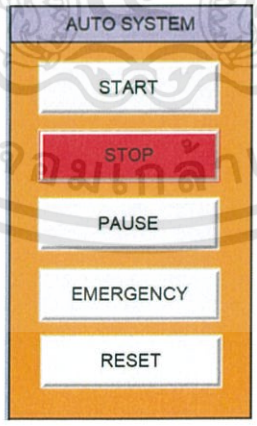
4.2.1 ลักษณะทั่วไปที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบนหน้าจอ SCADA



ภาพที่ 4.4 ลักษณะทั่วที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบนหน้าจอ SCADA

จากภาพที่ 4.4 ระบบ SCADA ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการจะมีรายละเอียดในหน้าจอการทำงานจอหลักดังต่อไปนี้

1) ปุ่มหลักที่ใช้ในการสั่งการทำงานของกระบวนการในโหมดอัตโนมัติ ดังภาพที่ 4.5

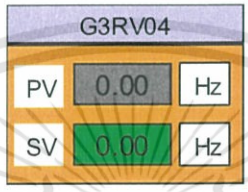


ภาพที่ 4.5 ปุ่มหลักที่ใช้ในการสั่งการทำงานของกระบวนการในโหมดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.5 ปุ่มหลักที่ใช้ในการสั่งการทำงานของกระบวนการในโหมดอัตโนมัติมีทั้งหมด 5 ปุ่ม ได้แก่ ปุ่ม START คือปุ่มที่สั่งเริ่มการทำงานของระบบแบบอัตโนมัติ ปุ่ม STOP คือปุ่มที่สั่งหยุดการทำงานของระบบแบบอัตโนมัติ ปุ่ม PAUSE คือปุ่มที่สั่งหยุดการทำงานชั่วคราว Rotary Valve 1, Rotary Valve 2, Rotary Valve 3, และ Rotary Valve 4 ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการปล่อยปูนลงหม้อบด เมื่อต้องการให้เครื่องจักรทั้ง 4 ตัวกลับมาทำงานอีกครั้งให้คลิกขวาที่ปุ่มเดิม ปุ่ม EMERGENCY คือปุ่มที่สั่งหยุดการทำงานทั้งระบบแบบทันทีทันใด และปุ่ม RESET คือปุ่มที่สั่งยกเลิกปุ่ม EMERGENCY

2) แสดงการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ถูกควบคุมด้วยอินเวอเตอร์ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ถูกควบคุมด้วยอินเวอร์เตอร์

จากภาพที่ 4.6 หน้าต่างแสดงการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ถูกควบคุมด้วยอินเวอร์เตอร์ ค่า SV จะสามารถป้อนค่าเพื่อสั่งการหมุนของมอเตอร์ และค่า PV เป็นค่าที่แสดงค่าความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์ขณะกำลังทำงาน ณ เวลาปัจจุบัน

3) แสดงปุ่มเลือก Silo I, Silo A และ Silo G

ภาพที่ 4.7 ปุ่มเลือก Silo I, Silo A และ Silo G

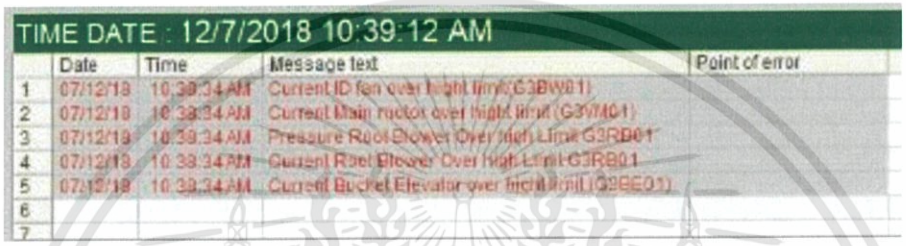
จากภาพที่ 4.7 เมื่อกดปุ่มเลือก Silo ปุ่มจะกลายเป็นสีเขียว เช่น ปุ่มเลือก Silo A1 และเมื่อต้องการยกเลิกการเลือก Silo ให้ทำการคลิกขวา ปุ่มก็จะกลับมาเป็นสีเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ข้อความแสดงรหัสของเครื่องจักร

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างข้อความแสดงรหัสของเครื่องจักร

5) ตารางแสดงการแจ้งเตือนสัญญาณความผิดพลาด เมื่อเครื่องจักรภายในระบบเกิดการขัดข้อง



ภาพที่ 4.9 ตารางแสดงการแจ้งเตือนสัญญาณความผิดพลาด

จากภาพที่ 4.9 ภายในตารางจะแสดงวันที่, เวลา และลักษณะความผิดพลาดของเครื่องจักร เช่น จากในตารางแถวที่ 1 วันที่ 7 เดือนธันวาคม ปี 2018 เวลา 10:38:34 AM กระแสของ ID Fan สูงเกินกว่าค่าที่กำหนด

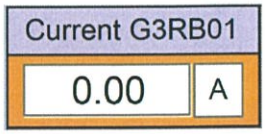
6) ปุ่มที่ใช้เชื่อมโยงกับหน้าต่างอื่น

ภาพที่ 4.10 ปุ่มที่ใช้เชื่อมโยงกับหน้าต่างอื่น ๆ

จากภาพที่ 4.10 จะมีทั้งหมด 5 ปุ่ม ได้แก่ Trend เมื่อกดปุ่มนี้จะแสดงหน้าต่างกราฟบันทึกผลการทำงานของเครื่องจักร, Alarm เมื่อกดปุ่มนี้จะแสดงหน้าต่างแจ้งเตือนความผิดพลาด, Setting เมื่อกดปุ่มนี้จะแสดงหน้าต่างการกำหนดค่าสูงสุดของกระแสมอเตอร์ของเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ และกำหนดค่าสูงสุดของระดับผลิตภัณฑ์ใน Silo, Ack Alarm เมื่อกดปุ่มนี้จะเป็นการปิดเสียงการแจ้งเตือนความผิดพลาด และ EXIT เมื่อกดปุ่มนี้จะเป็นการปิดหน้าต่างแสดงสภาวะของระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ขณะ Runtime โปรเจคไฟล์ที่สร้างขึ้น

7) I/O Flied ที่ใช้แสดงกระแสของเครื่องจักรขณะทำงาน

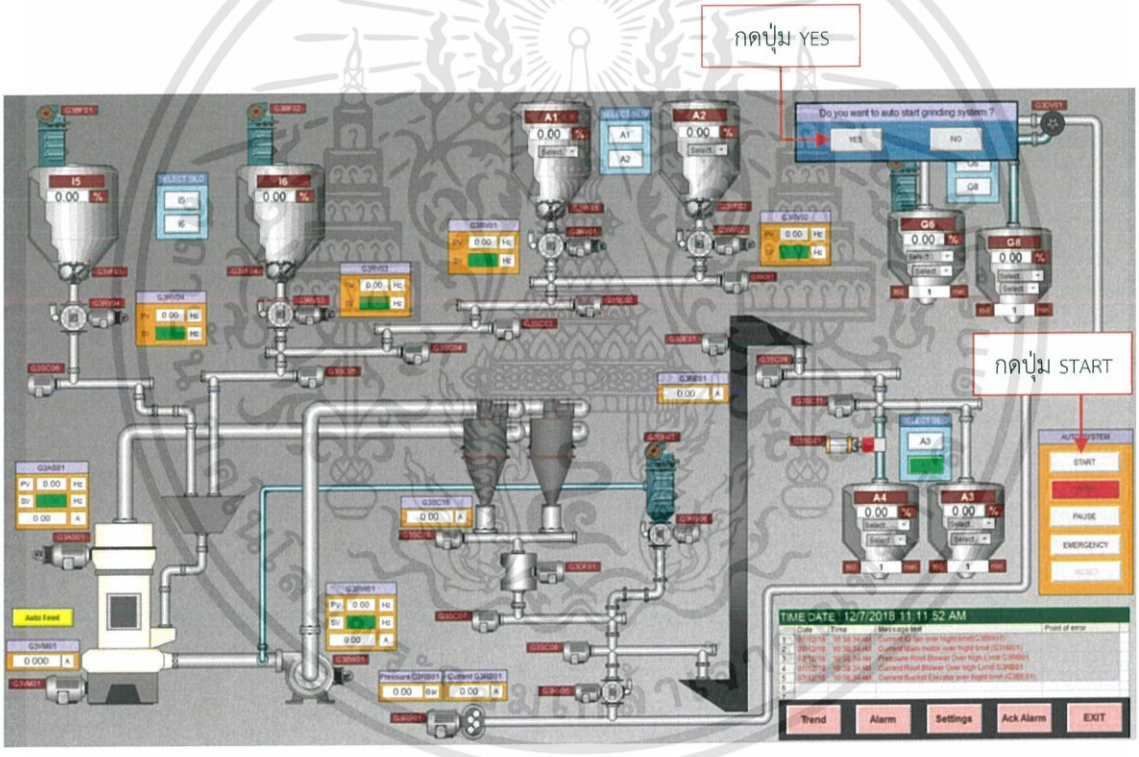
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 I/O Flied ที่ใช้แสดงกระแสของเครื่องจักรขณะทำงาน

4.2.2 การทำงานในโหมดอัตโนมัติ

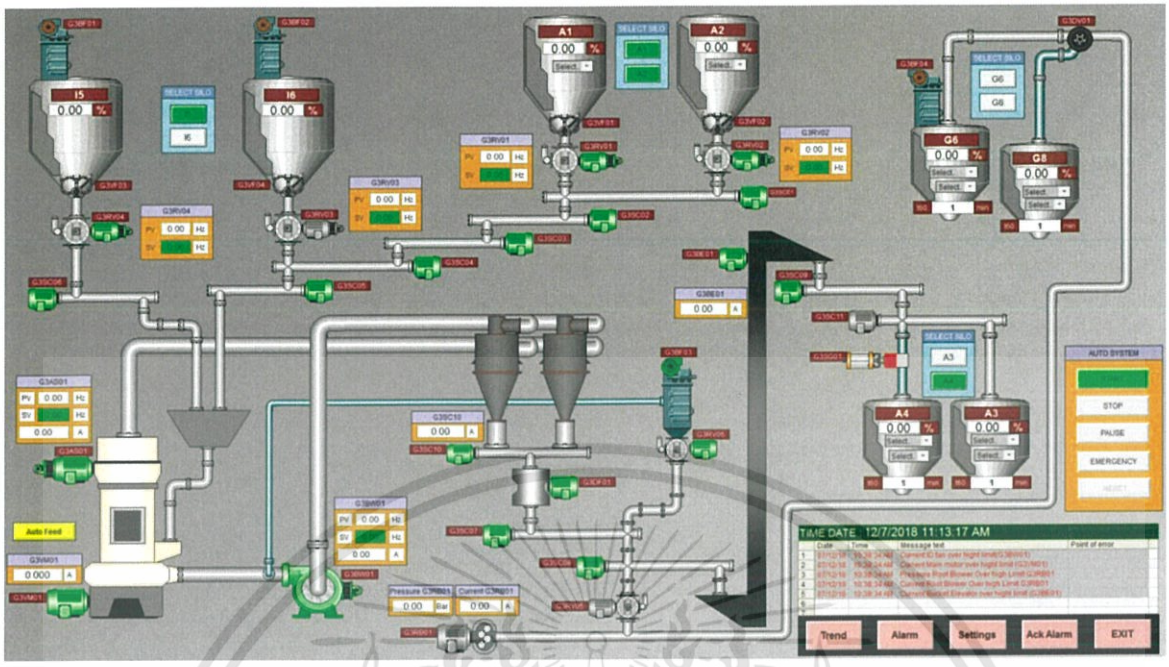
ในการทำงานของกระบวนการในโหมดอัตโนมัติจะสามารถทำสั่งการจากปุ่มใน Auto System ในนี้จะมีปุ่ม START ซึ่งเป็นปุ่มที่จะเริ่มทำงานของระบบทั้งระบบ ปุ่ม STOP จะเป็นปุ่มที่ใช้ในการหยุดทั้งระบบโดยจะหยุดเครื่องจักรเป็นลำดับ ปุ่ม Emergency จะเป็นปุ่มที่ใช้ในการหยุดระบบทันทีถ้าหากมีสัญญาณขัดข้องที่ส่งผลต่อความเสียหายของระบบ ปุ่ม RESET จะเป็นปุ่มที่ใช้ในการรีเซ็ตสภาวะที่เกิด Emergency



ภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการเริ่มต้นการทำงานแบบอัตโนมัติของกระบวนการ
โดยการสั่งการผ่านหน้าจอ SCADA

จากภาพที่ 4.12 เมื่อต้องการให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติ จะสามารถเริ่มการทำงานได้ด้วยการกดปุ่ม START จากนั้นทางด้านมุมบนขวามือของหน้าจอ จะปรากฏหน้าต่างถามความต้องการการเริ่มต้นระบบแบบอัตโนมัติ จากนั้นให้กด YES เพื่อเริ่มการทำงานแบบอัตโนมัติ เมื่อเมื่อมอเตอร์ทำงานแล้วสีของมอเตอร์จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ดังภาพที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



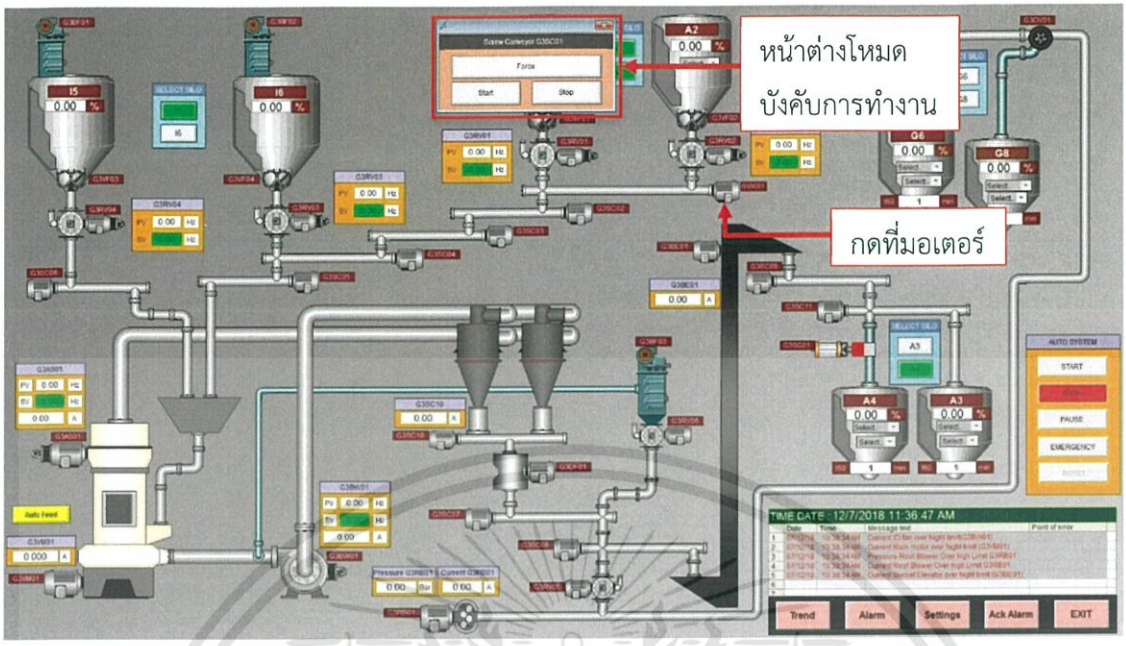
ภาพที่ 4.13 สีของมอเตอร์ขณะกำลังทำงาน

4.2.3 การสั่ง Force เครื่องจักร หรือการสั่งการทำงานของมอเตอร์ในโหมด Manual

การทำงานในการสั่ง Force ของเครื่องจักรจะเป็นการบังคับสั่งการให้มอเตอร์ของเครื่องจักรเริ่มและหยุดทำงานจากหน้าจอ SCADA โดยเป็นการสั่งการทำงานเฉพาะตัวเครื่องจักรในระบบไม่จำเป็นต้องทำงานทุกตัว ขั้นตอนในการสั่งการทำงานด้วยการ Force มอเตอร์สามารถทำได้ดังนี้

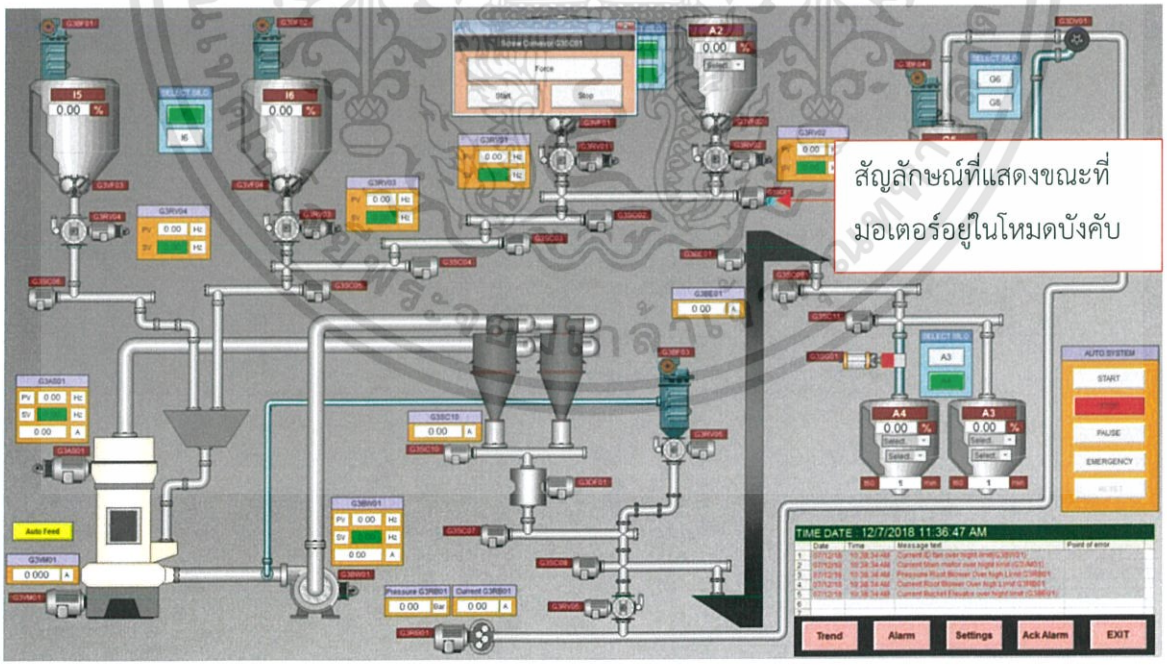
1) กดที่มอเตอร์ของเครื่องจักรในตัวที่ต้องการที่จะสั่งการทำงานให้อยู่ในโหมด Force จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างให้กดปุ่ม Force ดังภาพที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 แสดงหน้าต่างโหมดบังคับการทำงานมอเตอร์

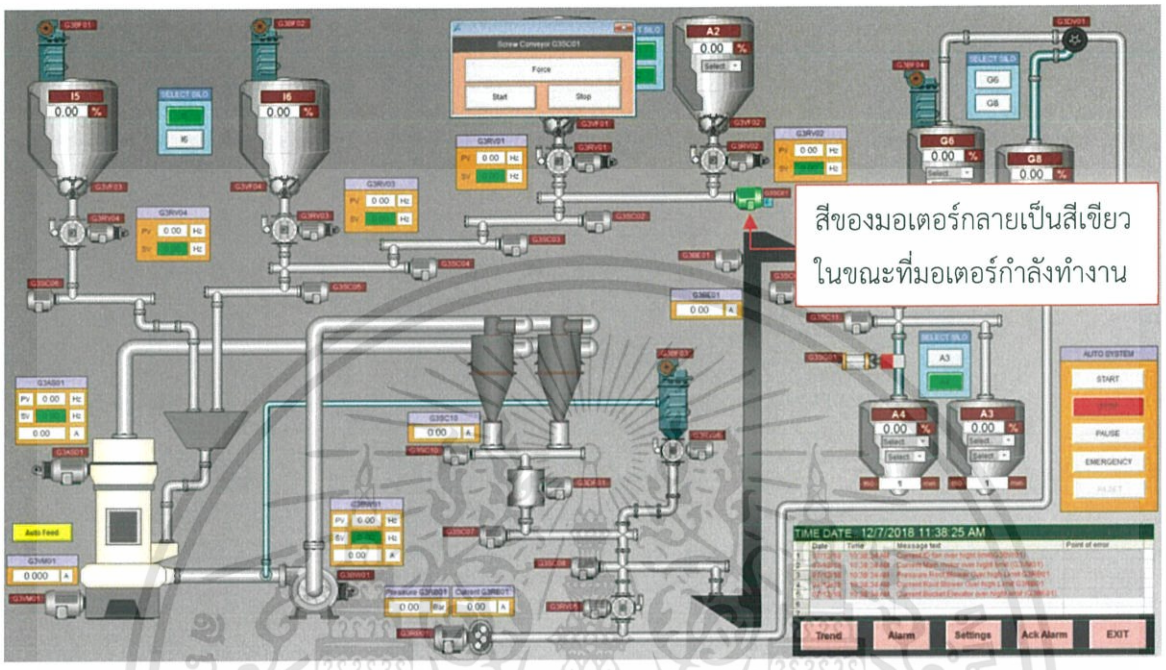
2) จากภาพที่ 4.13 เมื่อกดปุ่ม Force ที่อยู่ในหน้าต่างโหมดบังคับการทำงานแล้วข้างๆมอเตอร์ตัวนั้นจะขึ้นสัญลักษณ์ F เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่ามอเตอร์ตัวนี้อยู่ในโหมด Force ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 สัญลักษณ์ขณะมอเตอร์อยู่ในโหมดบังคับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) จากภาพที่ 4.13 ที่หน้าต่างโหมดบังคับการทำงาน หลังจากที่กดปุ่ม Force แล้วให้ทำการกดปุ่ม Start เมื่อกดปุ่ม Start แล้วสีของมอเตอร์ที่หน้าจอจะกลายเป็นสีเขียว ซึ่งหมายความว่ามอเตอร์ตัวนั้นกำลังทำงานอยู่ ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 แสดงสีของมอเตอร์ขณะที่ทำงานในโหมดบังคับการทำการ

4.2.4 การควบคุมความเร็วและกระแสของมอเตอร์ขณะทำงาน

การควบคุมความเร็วและกระแสของมอเตอร์สามารถทำได้โดยการใช้ I/O Flied ในการรับและส่งค่าสัญญาณอนาล็อกจากมอเตอร์ของเครื่องจักรที่ถูกควบคุมโดยใช้อินเวอเตอร์และ Soft Start โดยมอเตอร์ของเครื่องจักรที่ถูกควบคุมด้วยอินเวอเตอร์นั้นจะประกอบด้วย Rotary Valve 1, Rotary Valve 2, Rotary Valve 3, Rotary Valve 4, Air separator และ ID FAN ซึ่งจะใช้ความถี่ในการควบคุมความเร็วในการหมุนมอเตอร์ โดยค่า SV คือค่าที่ใช้ในการสั่งในการกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ ส่วนค่า PV เป็นค่าที่แสดงความเร็วของมอเตอร์ขณะกำลังทำงาน ในส่วนของเครื่องจักรที่ถูกควบคุมด้วย Soft Start เช่น Main Motor จะทำงานที่ความถี่สูง ดังนั้น I/O Flied ในส่วนนี้จะทำการรับค่าความถี่จากมอเตอร์ของเครื่องจักรขณะทำงานมาแสดงค่าเพื่อสังเกตุค่ากระแสของมอเตอร์ ถ้าหากพบว่ามีกระแสในการทำงานที่สูงเกินไปจะทำการปรับค่าให้มีความเหมาะกับการทำงาน เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับมอเตอร์ของเครื่องจักรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป ปัญหา ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาและได้ลงปฏิบัติในการจัดทำระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ของโครงการ KK4 ซึ่งได้จัดทำระบบควบคุมการบดปูนไลม์ในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟสที่ 3 โดยได้มีการศึกษาในรายละเอียดต่างๆของกระบวนการผลิต เนื่องจากกระบวนการในการผลิตปูนไลม์จะมีขั้นตอนในการผลิตหลายขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ โดยกระบวนการบดปูนไลม์ในพื้นที่บดปูนไลม์เฟสที่ 3 จะแบ่งกระบวนการควบคุมเป็น 2 ประเภท ดังนี้

5.1.1 การควบคุมในโหมดอัตโนมัติ

การทำงานในโหมดนี้จะนำ PLC มาทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ เพื่อรับค่าสัญญาณการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักรมายังโมดูลอินพุต จากนั้นนำไปประมวลผลที่หน่วยประมวลผล (CPU) ของ PLC ที่ได้ทำการเขียนโปรแกรมสำหรับการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในระบบให้มีการดำเนินงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติและมีการทำงานที่สอดคล้องกัน เมื่อทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้วก็จะส่งสัญญาณผ่านโมดูลเอาต์พุตออกมาเพื่อไปสั่งเริ่มการทำงานมอเตอร์ของเครื่องจักร โดยจะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์ถูกใช้อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักรในกระบวนการ นอกจากนี้ PLC จะส่งสัญญาณไปที่กราฟิกของกระบวนการที่แสดงบนจอภาพหรือเรียกว่าระบบ SCADA เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะสั่งการทำงานและเฝ้าติดตามผลของกระบวนการทำงานได้โดยตรง

5.1.2 การควบคุมในโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual)

การทำงานในโหมดนี้จะเป็นการสั่งการทำงานจากตู้ควบคุมเครื่องจักรในบริเวณหน้างานจะต้องมีการเลือกการทำงานเป็นแบบ Local ก็จะทำให้เครื่องจักรทำงานในโหมดการควบคุมด้วยมือ (Manual) โดยที่สามารถสั่งการทำงานของเครื่องจักรได้ผ่านปุ่ม ON-OFF ที่บริเวณหน้าตู้

5.2 ปัญหา

1) เนื่องจากหัวข้อที่ได้รับผิดชอบเป็นส่วนหนึ่งงานโครงการ KK4 ซึ่งเป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในหลายๆฝ่าย ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลในบางครั้งอาจจะมีความไม่เข้าใจหรือมีความล่าช้า

2) เนื่องจากเป็นโครงการ KK4 เป็นโครงการขนาดใหญ่ ดังนั้นรายการเครื่องจักรที่ใช้ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการเพิ่มหรือเปลี่ยนได้ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมจึงต้องมีการแก้ไขตลอดเวลาเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เนื่องจากเกิดความล่าช้าของการติดตั้งของเครื่องจักรในพื้นที่การบดปูนไลม์เฟส 3 และได้ครบกำหนดระยะการปฏิบัติสหกิจ จึงทำให้ไม่สามารถอยู่ถึงขณะทำการทดสอบและ Commissioning ระบบได้ แต่ได้ทำการเขียนโปรแกรมพร้อมกับสร้างหน้าจอ SCADA ส่งมอบให้กับทางบริษัทเรียบร้อยแล้ว

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม นักศึกษาต้องศึกษาและทำความเข้าใจซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการออกแบบรวมถึงหลักการออกแบบและการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] krusomkuan. 2556. "การควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://krusomkuan.weebly.com/364836093639365736293627363436103607364836193637361836091.html (15 มกราคม 2561)

[2] PSTGroup. 2560. "มอเตอร์ไฟฟ้า". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.pstgroup.biz/articles/752/ (15 มกราคม 2561)

[3] นายวรพงษ์ วงศ์มะณี. 2560. "มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบกรงกระรอก". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://saiminstument.wordpress.com/นายวรพงษ์-วงศ์มะณี-เรื่อ/ (15 มกราคม 2561)

[4] Factomart. 2555. "วิธีการเริ่มเดินมอเตอร์". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://mall.factomart.com/guide-to-motor-control/why-different-starting-methods/ (15 มกราคม 2561)

[5] voltimum. 2558. "Soft Start ABB รุ่น PSTX". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.voltimum.com.au/articles/abb-pstx-softstarters (15 มกราคม 2561)

[6] Indiamart. 2557. "Inverter ABB รุ่น ACS550". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.indiamart. com/proddetail/abb-white-ac-drive-19645805988.html (15 มกราคม 2561)

[7] ว่าที่ ร.ต. อาจศึก มามีกุล. (2554). "โครงการฝึกอบรมเทคนิคการตรวจซ่อมและบำรุงรักษาระบบปั๊มน้ำประ ปาเบื้องต้น". สกลนคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

[8] Factomart. 2558. "อุปกรณ์ไฟฟ้า". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.factomart.com (16 มกราคม 2561)

[9] TNGROUP. 2558. "PLC (Programmable Logic Controller)". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.tngroup.co.th/media/article_detail/305 (16 มกราคม 2561)

[10] electric108. 2560. "ส่วนประกอบหรือโครงสร้างของ PLC". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.electric108.com/article/18/plc-programmable-logic-controller (16 มกราคม 2561)

[11] PLCSANOOK. 2560. "การทำงานของ PLC". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.Plcsanook.com/plc/ความรู้เบื้องต้นของ-plc/ (16 มกราคม 2561)

[12] pongkung. 2557. "ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://know2learning.blogspot.com/2014/07/7.html (16 มกราคม 2561)

[13] Piyadanai Pachanapan. 2560. "PLC รุ่น S7-300". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/49_01/303407_1_49/File/Lab05%20PLC.pdf (16 มกราคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] genesis32. 2560. “สายเคเบิล 6ES7 972-0CA23-0XA0 ของ Siemens”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://genesis32.wordpress.com/2011/11/23/ใช้-opctechs-opc-server-ติดต่อ-s7-plc-mpi-ppi/ (16 มกราคม 2561)

[15] สถาบันไทย-เยอรมัน. 2560. “PLC programming for Industrial Application II”. ชลบุรี: สถาบันไทย-เยอรมัน

[16] EDA. 2557. “SCADA”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.eda.co.th/scada.html (16 มกราคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตาราง M – 2

ขนาด สาย CB และ ท่อสำหรับ Motor 3 ph, 400 V DOL

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	1.25 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ IEC 01	ขนาดท่อ NYY	CB (AT)
0.37	0.5	1.0	1.1	1.2	3 x 2.5 G-2.5	15	32	16
0.55	0.75	1.5	1.7	1.9	3 x 2.5 G-2.5	15	32	16
0.75	1.0	1.9	2.2	2.4	3 x 2.5 G-2.5	15	32	16
1.1	1.5	2.5	2.9	3.1	3 x 2.5 G-2.5	15	32	16
1.5	2.0	3.4	3.9	4.2	3 x 2.5 G-2.5	15	32	15
2.2	3.0	4.8	5.5	6.0	3 x 2.5 G-2.5	15	32	16
3.7	5.0	7.4	8.5	9.2	3 x 2.5 G-2.5	15	32	20
5.5	7.5	11	13	14	3 x 2.5 G-2.5	15	32	20
7.5	10	15	17	19	3 x 2.5 G-2.5	15	40	32
11	15	21	24	26	3 x 6 G-4	20	40	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง M – 2 (ต่อ)

ขนาด สาย CB และ ท่อสำหรับ Motor 3 ph, 400 V DOL

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	1.25 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ IEC 01	ขนาดท่อ NYY	CB (AT)
15	20	28	32	35	3 x 10 G-4	25	40	63
18.5	25	35	40	44	3 x 10 G-6	25	40	80
22	30	42	48	52	3 x 16 G-6	25	50	80
30	40	57	65	71	3 x 25 G-6	32	50	90
37	50	69	79	86	3 x 35 G-10	40	65	110
45	60	81	93	101	3x50 G-10	50	65	125
55	75	100	115	125	3 x 70 G–16	50	65	160
75	100	131	151	164	3 x 95 G-16	65	80	225
90	125	162	186	202	3x120 G-16	65	80	250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง M – 2 (ต่อ)

ขนาด สาย CB และ ท่อสำหรับ Motor 3 ph, 400 V DOL

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	1.25 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ IEC 01	ขนาดท่อ NYY	CB (AT)
110	150	195	224	244	3 x 185 G-25	80	90	320
132	175	233	268	291	3 x 240 G–25	90	100	400
160	220	285	328	356	2 (3 x 95 G–25)	2 x 65	2 x 80	400
200	270	352	405	440	2 (3 x 150 G–35)	2 x 80	2 x 90	630

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง M – 3

ขนาดสาย CB และท่อสำหรับ Motor 3 ph, 400 V Star – Delta

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	0.91 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ (mm) IEC 01	ขนาดท่อ (mm) NYY	CB (AT)
7.5	10	15	17	14	6 x 2.5 G – 2.5	20	40	32
11	15	21	24	19	6 x 4 G – 4	20	50	50
15	20	28	32	26	6 x 6 G – 4	25	50	63
18.5	25	35	40	32	6 x 10 G – 6	32	65	80
22	30	42	48	38	6 x 10 G – 6	32	65	80
30	40	57	65	52	6 x 16 G – 6	40	65	90
37	50	69	79	63	6 x 25 G – 10	50	65	110
45	60	81	93	74	6 x 25 G – 10	50	65	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง M – 3 (ต่อ)

ขนาดสาย CB และท่อสำหรับ Motor 3 ph, 400 V Star – Delta

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	0.91 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ (mm) IEC 01	ขนาดท่อ (mm) NYY	CB (AT)
55	75	100	115	91	6 x 35 G – 16	50	80	160
75	100	131	151	119	6 x 70 G – 25	65	80	225
90	125	162	186	147	6 x 70 G – 25	65	80	250
110	150	195	224	178	6 x 95 G – 25	80	90	320
132	175	233	268	212	6 x 150 G - 25	90	125	400
160	220	285	328	259	6 x 240 G - 25	125	125	400
200	270	352	405	320	6 x 300 G – 50	125	150	630

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นางสาวสุจิตรา ชื่นวิจิตร

วัน เดือน ปีเกิด : 29 มีนาคม 2540

ภูมิเลาเนา : 13/1 หมู่ 9 ต.หนองสามวัง อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี 12170

E-mail : sujittra.asc@gmail.com

โทรศัพท์ : 08 0237 0320

ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมต้น
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต
: ระดับมัธยมปลาย
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต
: ระดับปริญญาตรี
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์ : นักศึกษาฝึกงาน แผนกวิศวกรรม และงานโครงการ
บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน)
: นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนกวิศวกรรม และงานโครงการ
บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้