# รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

# ฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ
# Diagnostic Function of Winder Machine

นายณรรฐพงษ์ วัฒนคุ้ม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

# ฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ

# Diagnostic Function of Winder Machine

นายณรรฐพงษ์ วัฒนคุ้ม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา** ฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ
**ชื่อ-สกุล นักศึกษา** นายณรรฐพงษ์ วัฒนคุ้ม
**คณะ** วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม
**ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ** ผศ.สุธรรม สัทธรรมสกุล
**ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน** คุณศรายุทธ อุ่นสอน
**สถานประกอบการ** บริษัท อินเตอร์ แปซิฟิค เปเปอร์ จำกัด

## บทคัดย่อ

รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์นี้เป็นรายงานการสร้างฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ (Diagnostic Function of Winder Machine) เครื่องจักรกรอกระดาษควบคุมด้วย PLC ซึ่งมีการเขียนควบคุมเป็นลำดับขั้นตอนการทำงาน โดยบางส่วนการทำงานนั้นเขียนให้มีการอินเตอร์ล็อคกัน เนื่องจากในปัจจุบันขณะพนักงานควบคุมกำลังทำการกรอกระดาษอยู่นั้นในบางขั้นตอนเครื่องจักรไม่ทำงานหรือทำงานผิดปกติอันเนื่องมาจากพนักงานควบคุมทำงานข้ามขั้นตอน หรือเซนเซอร์เกิดความเสียหาย พนักงานควบคุมจะแจ้งช่างซ่อมบำรุงให้มาแก้ไขซึ่งพนักงานควบคุมไม่สามารถบอกสาเหตุของปัญหาได้เพราะไม่ทราบ ช่างซ่อมบำรุงเองก็ไม่รู้ว่าต้องแก้ไขที่จุดใด ช่างซ่อมบำรุงจึงต้องแจ้งให้วิศวกรมาหาสาเหตุโดยการใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาเชื่อมต่อ PLC และทำการออนไลน์จับสัญญาณเพื่อหาสาเหตุจากแลดเดอร์ไดอะแกรมจึงเป็นที่มาของโครงงานนี้ ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างหน้ากราฟิกสกาดาซึ่งเป็นหน้าฟังก์ชันที่จำลองขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษและจำลองตำแหน่งของเซนเซอร์ภายในเครื่องจักรกรอกระดาษ

**คำสำคัญ :** เครื่องจักรกรอกระดาษ, อินเตอร์ล็อค, PLC, สกาดา, แลดเดอร์ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Cooperative Title:** Diagnostic Function of Winder Machine
**Student intern name:** Mr. Natthaphong Watthanakhum
**Faculty:** Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering
**Advisor name:** Asst. Prof. Sutham Satthamsakul
**Mentor name:** Mr. Sarayuth Ounsorn
**Company:** INTER PACIFIC PAPER CO.,LTD

## ABSTRACT

This complete cooperative report is a creation report "Diagnostic function of Winder machine". Winder machine controlled by PLC, which write control is work sequence. Some operation is written to have interlock. Because at present, while the operator is controlling the winder machine. The winder machine is not working the next step, or malfunctioning winder machines. Due to the operator working across the process, or the sensor is damaged. The operator will inform the maintenance technician to fix which the operator cannot tell the cause of the problem because they do not know. The maintenance technician doesn't know where to fix it. Therefore must inform the engineer to find the cause. By using a portable computer to connect the PLC and online to capture signals to determine the cause of the ladder diagram is the source of this project. That has designed and created the SCADA graphics page, which is a function page that simulates the operation of the winder machine and simulating the position of the sensor inside the winder machine.

**Keywords**: wider machine, interlock, PLC, SCADA, ladder diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท อินเตอร์ แปซิฟิค เปเปอร์ จำกัด ที่ได้เปิดให้โอกาสนักศึกษาเข้าไปปฏิบัติการโครงการสหกิจศึกษาที่บริษัท ขอขอบพระคุณ คุณศรายุทธ อุ่นสอน ที่คอยให้คำแนะนำคำปรึกษาในเรื่องโครงงานตลอดระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.สุธรรม สัทธรรมสกุล ที่คอยให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาและช่วยตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ของรายงานสหกิจฉบับนี้สมบูรณ์นี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายณรรฐพงษ์ วัฒนคุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


**บทคัดย่อภาษาไทย**.....I

**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ**.....II

**กิตติกรรมประกาศ**.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญรูป.....IX

**บทที่ 1 บทนำ**.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.4 วิธีการดำเนินงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

**บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**.....3

2.1 อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ.....3

2.2 กระบวนการผลิตกระดาษ.....4

2.2.1 ขั้นตอนการผลิตเยื่อกระดาษ (Pulping).....4

2.2.2 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ (Stock Preparation).....4

2.2.3 ขั้นตอนการทำแผ่น (Papermaking).....4

2.3 เครื่องจักรผลิตกระดาษ.....5

2.3.1 Forming Section.....6

2.3.2 Press Section.....7

2.3.3 Drying Section.....7

2.3.4 Calendering Section.....8

2.3.5 Reel Section.....8

2.3.6 Winder Section.....9

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ PLC.....9

2.4.1 หน่วยประมวลผล.....10

2.4.2 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูล.....10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.4.2.1 หน่วยความจำชั่วคราว (RAM : Random Access Memory).....10
2.4.2.2 หน่วยความจำถาวร (ROM : Read Only Memory).....10
2.4.3 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต.....11
2.5 ภาษาที่ใช้ในการป้อนโปรแกรม PLC.....12
2.5.1 คำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐานจำนวน 16 คำสั่ง.....14
2.5.2 รายละเอียดของคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐานที่ใช้ในโครงงงาน.....16
2.5.2.1 NO CONTACT.....16
2.5.2.2 NC CONTACT.....17
2.5.2.3 COIL.....18
2.5.2.4 TRANSITIONAL CONTACT (RISING).....18
2.5.2.5 TRANSITIONAL CONTACT (FALLING).....19
2.5.2.6 INVERTER.....20
2.6 หลักการและทฤษฎีของระบบสกาดา.....21
2.6.1 องค์ประกอบของระบบสกาดา.....21
2.6.2 ประเภทงานที่เหมาะสมกับสกาดา.....22
2.6.3 รูปแบบการเชื่อมต่อ.....22
2.6.3.1 Point-to-Point Configuration.....22
2.6.3.2 Point-to-Multipoint Configuration.....22
2.6.4 ส่วนประกอบของสกาดา.....23
2.6.4.1 Field Instrumentation.....23
2.6.4.2 Remote Station.....23
2.6.4.3 Communication Network.....24
2.6.4.4 Central Monitoring Station (CMS).....24
2.6.5 ลักษณะพิเศษของสกาดา.....24
2.6.6 ฐานข้อมูลของสกาดา.....24
2.6.6.1 Realtime Database Servers.....24
2.6.6.2 Historical Database Servers.....24
2.6.7 มาตรฐานโปรโตคอลที่ใช้ในสกาดา.....25
2.6.8 การแปลงข้อมูลในสกาดาโปรโตคอล.....25
2.7 อินเตอร์ล็อค.....25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.8 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง.....26
2.8.1 CitectSCADA.....26
2.8.2 nV-Engineering Tool 4.....26

**บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....28**
3.1 ศึกษากระบวนการทำงานเครื่องจักรกรอกระดาษ.....28
3.1.1 Un-wind Section.....29
3.1.2 Slitter Section.....29
3.1.3 Wind up Section.....29
3.1.4 Roll discharge Section.....30
3.2 ศึกษาแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ.....30
3.3 การออกแบบหน้ากราฟิกสกาดาโดยซอฟต์แวร์ CitectSCADA.....32
3.3.1 การสร้างโปรเจคใหม่.....33
3.3.2 กำหนดค่า I/O Device.....34
3.3.3 กำหนดค่าตัวแปร (Variable Tags).....37
3.3.4 การสร้างหน้ากราฟิกเริ่มต้น (Page).....38
3.3.5 สร้างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์.....41
3.3.5.1 วาดหน้ากราฟิกตามแบบเครื่องจักรกรอกระดาษ.....42
3.3.5.2 สร้างตารางแสดงรายละเอียดอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์.....43
3.3.5.3 การสร้างวัตถุพิเศษ (Genie).....43
3.3.5.4 วัตถุพิเศษไฟแสดงสถานะของเซนเซอร์.....44
3.3.5.5 วัตถุพิเศษไฟแสดงสถานะของเซนเซอร์บอก I/O Tag.....45
3.3.6 สร้างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ.48
3.4 การสร้างแอดเดรสให้สกาดาโดยโปรแกรม PLC.....50

**บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน**
4.1 ผลการศึกษาเครื่องจักรกรอกระดาษ.....53
4.2 ผลการออกหน้ากราฟิกสกาดา.....54
4.2.1 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงภาพรวมของเครื่องจักรกรอกระดาษ.....54
4.2.2 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์.....55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.3 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดร์อะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ.....56

**บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....57**

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....57

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข.....57

5.3 ข้อเสนอแนะ.....57

**เอกสารอ้างอิง.....58**

**ภาคผนวก.....59**

**ประวัติผู้เขียน.....72**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

2.1 แสดงความหมายของสัญลักษณ์ในแลดเดอร์ไดอะแกรม....13
2.2 คำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐาน....15
2.3 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง NO CONTACT....17
2.4 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง NC CONTACT....17
2.5 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง COIL....18
2.6 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง TRANSITIONAL CONTACT (RISING)....19
2.7 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง TRANSITIONAL CONTACT (FALLING)....19
2.8 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง INVERTER....20
3.1 แสดงเงื่อนไขเมื่อเอาต์พุตคำสั่ง Cutch อยู่สถานะเปิด....31
3.2 แสดงเงื่อนไขเมื่อเอาต์พุตคำสั่งตำแหน่ง Clamp อยู่สถานะเปิด....32
3.3 ไอคอนเครื่องมือกำหนดค่าและส่วนรันไทม์....32
3.4 ตัวอย่างข้อมูลตัวแปร....38
3.5 เครื่องมือสำหรับวาดกราฟิก....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | เครื่องจักรผลิตกระดาษ | 5 |
| 2.2 | Fourdrinier Machine Section | 5 |
| 2.3 | ประเภท Fourdrinier Machine | 6 |
| 2.4 | Forming Section | 6 |
| 2.5 | Press Section | 7 |
| 2.6 | Drying Section | 7 |
| 2.7 | Calendering Section | 8 |
| 2.8 | Reel Section | 8 |
| 2.9 | Winder Section | 9 |
| 2.10 | วงจรรีเลย์ไฟฟ้ากับแลดเดอร์ไดอะแกรม | 13 |
| 2.11 | ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรม | 14 |
| 2.12 | ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคแบบปกติเปิด | 17 |
| 2.13 | ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.12 | 17 |
| 2.14 | ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคแบบปกติปิด | 18 |
| 2.15 | ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.14 | 18 |
| 2.16 | ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคขอบขาขึ้น | 18 |
| 2.17 | ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.16 | 19 |
| 2.18 | ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคขอบขาลง | 19 |
| 2.19 | ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.18 | 20 |
| 2.20 | ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งอินเวอร์เตอร์ | 20 |
| 2.21 | ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.20 | 20 |
| 2.22 | องค์ประกอบของระบบสกาดา | 21 |
| 2.23 | การติดตั้งสกาดาสำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูล และบริหารระบบควบคุม | 22 |
| 2.24 | Point-to-Point Configuration | 23 |
| 2.25 | Point-to-Multipoint Configuration | 23 |
| 2.26 | หน้าซอฟต์แวร์ CitectSCADA | 26 |
| 2.27 | หน้าซอฟแวร์ nV-Engineering Tool 4 | 27 |
| 3.1 | แบบเครื่องจักรกรอกระดาษ | 28 |
| 3.2 | ส่วนประกอบของเครื่องจักรกรอกระดาษ | 30 |
| 3.3 | แลดเดอร์ไดอะแกรมของคำสั่ง Clutch | 31 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.4 | แลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงตำแหน่งของ Clamp ล็อคแกน | 32 |
| 3.5 | หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Explorer | 33 |
| 3.6 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ New Project | 34 |
| 3.7 | หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Project Editor | 35 |
| 3.8 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Express Communications Wizard | 35 |
| 3.9 | เลือก I/O Server | 35 |
| 3.10 | เปลี่ยนชื่อ I/O Device | 36 |
| 3.11 | เลือกรูปแบบของ I/O Device | 36 |
| 3.12 | เลือก Driver ที่ตรงกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ | 36 |
| 3.13 | เลือก Driver ที่ตรงกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ | 37 |
| 3.14 | จบการสร้าง I/O Device | 37 |
| 3.15 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Variable Tags | 38 |
| 3.16 | ป๊อปอัพ Citect Compiler | 38 |
| 3.17 | หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Graphics Builder | 39 |
| 3.18 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ New | 39 |
| 3.19 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Use Template | 40 |
| 3.20 | หน้าจอที่สร้างขึ้นใหม่ | 40 |
| 3.21 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Page Properties | 40 |
| 3.22 | หน้าจอที่เปลี่ยนพื้นหลังเป็นสีขาว | 41 |
| 3.23 | แบบเครื่องจักรกรอกระดาษพร้อมตำแหน่งเซนเซอร์ Tending Side | 41 |
| 3.24 | เครื่องจักรกรอกระดาษตามแบบในหน้าจอสกาดา | 42 |
| 3.25 | ตารางแสดงรายละเอียดอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์ | 43 |
| 3.26 | ตารางแสดงอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์ในหน้าจอสกาดา | 43 |
| 3.27 | เริ่มสร้างวัตถุพิเศษ | 44 |
| 3.28 | ใช้ Ellipse วาดรูปวงกลม | 44 |
| 3.29 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Ellipse Properties | 45 |
| 3.30 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Save as | 45 |
| 3.31 | ใช้ Symbol Set และ Text วาดวัตถุพิเศษ | 46 |
| 3.32 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Symbol Set Properties | 46 |
| 3.33 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Select Symbol | 47 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.34 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Text Properties (1) | 47 |
| 3.35 | หน้าต่าง Paste Genie | 47 |
| 3.36 | ตัวอย่างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ | 48 |
| 3.37 | ตัวอย่างแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของส่วนประกอบ Traverse | 49 |
| 3.38 | คอนแทคแบบปกติเปิดจากการสร้างวัตถุพิเศษ | 49 |
| 3.39 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Text Properties (2) | 49 |
| 3.40 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Group Properties | 50 |
| 3.41 | หน้าไดอะลอกบอกซ์ Group Properties | 50 |
| 3.42 | ไอคอนโปรแกรม Engineering Tool4 | 51 |
| 3.43 | หน้าต่างโปรแกรม Engineering Tool4 | 51 |
| 3.44 | หน้าต่าง Task Entries –{00_Master}-{00:PUM12}-{MS} | 51 |
| 3.45 | หน้าต่าง {MS200_HMI_BIT} - Program editor | 52 |
| 4.1 | ตัวอย่างเอกสารวิธีการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ | 53 |
| 4.2 | หน้ากราฟิกสกาดาแสดงภาพรวมของเครื่องจักรกรอกระดาษ | 54 |
| 4.3 | หน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ | 55 |
| 4.4 | หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ | 56 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กลุ่มบริษัท อินเตอร์ ที่ประกอบด้วยบริษัท อินเตอร์ ไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด บริษัท อินเตอร์ แปซิฟิค เปเปอร์ จำกัด และบริษัท อินเตอร์ อิสเทิร์น คอนเทนเนอร์ จำกัด เป็นหนึ่งในผู้นำทางด้านการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในประเทศไทย โดยทำการผลิตกระดาษคราฟท์แปรรูปและจัดจำหน่ายบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกอย่างครบวงจร บริษัท อินเตอร์ แปซิฟิค เปเปอร์ จำกัด (IPP) ตั้งอยู่ที่ 99 หมู่ 4 ถนนบ้านสร้าง-คลองสารภี ตำบลบางพลวง อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี 25150 เป็นบริษัทต้นน้ำในการผลิตกระดาษคราฟท์ และกระดาษรีไซเคิล ผ่านเทคโนโลยีที่ทันสมัยด้วยเครื่อง Mitsubishi : Beloit ซึ่งเป็นเครื่องผลิตกระดาษคราฟท์ที่ได้รับมาตรฐานสากล QCR (Quality Control System) และ DCS (Distributed Control System) โดยสามารถผลิตได้ทั้งกระดาษคราฟท์และกระดาษสำหรับทำลอนลูกฟูกที่มีความหนาตั้งแต่ 100 แกรม ถึง 250 แกรม กระดาษคราฟท์เป็นกระดาษที่มีความเหนียวและแข็งแรงกว่ากระดาษธรรมดา ดังนั้นกระดาษคราฟท์จึงเป็นวัสดุสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้กันมากในวงการอุตสาหกรรม กระดาษคราฟท์ที่บริษัท อินเตอร์ แปซิฟิค เปเปอร์ จำกัด ผลิตนั้นแบ่งออกได้ 5 ประเภทโดย 4 ประเภทแรก เป็นกระดาษคราฟท์สำหรับทำผิวกล่องได้แก่ กระดาษคราฟท์สีน้ำตาล กระดาษคราฟท์สีน้ำตาลอ่อน กระดาษคราฟท์สีเหลืองทอง กระดาษคราฟท์สีขาว และประเภทที่ 5 เป็นกระดาษคราฟท์สำหรับทำลอนลูกฟูก ซึ่งกระดาษคราฟท์ทุกประเภทต้องผ่านกระบวนการผลิต และขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตกระดาษ คือ การกรอกระดาษให้เป็นลูกม้วนเพื่อจัดส่งลูกค้า ในขั้นตอนการกรอกระดาษจะใช้เครื่องจักรกรอกระดาษที่มี PLC Toshiba เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ในการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ และจำเป็นต้องมีพนักงานควบคุม (Operator) เครื่องจักรในขณะทำงานด้วย

ในปัจจุบันขณะพนักงานควบคุมกำลังทำการกรอกระดาษอยู่ อาจมีบางขั้นตอนที่เครื่องจักรหยุดทำงานหรือทำงานผิดปกติ อันเนื่องมาจากพนักงานควบคุมทำงานข้ามขั้นตอนหรือเซนเซอร์เกิดความเสียหาย พนักงานควบคุมจะแจ้งช่างซ่อมบำรุงให้เข้ามาแก้ไข ซึ่งพนักงานควบคุมเองไม่สามารถบอกสาเหตุของปัญหาได้ ช่างซ่อมบำรุงก็ไม่ทราบว่าต้องแก้ไขที่จุดใด ช่างซ่อมบำรุงจึงต้องแจ้งให้วิศวกรมาหาสาเหตุโดยการใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาเชื่อมต่อเข้ากับ PLC และทำการเชื่อมต่อเพื่อตรวจสอบสัญญาณและหาสาเหตุจากแลดเดอร์ไดอะแกรม ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนและเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาค่อนข้างจึงเป็นที่มาของโครงงานนี้ ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างหน้ากราฟิกสกาดา เป็นหน้าฟังก์ชันที่จำลองขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ และจำลองตำแหน่งของเซนเซอร์ภายในเครื่องจักรกรอกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อให้มีหน้าจอกราฟิกสกาดาที่จำลองแลดเดอร์ไดอะแกรมขั้นตอนการทำงานเครื่องจักรกรอกระดาษขณะทำงานสำหรับใช้เฝ้าระวังและตรวจสอบการทำงาน
2) เพื่อสะดวกต่อการทำงานของพนักงานควบคุม ช่างซ่อมบำรุง และวิศวกรเมื่อเกิดปัญหา
3) ลดระยะเวลาในการหาสาเหตุและสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที

### 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้ได้ศึกษาเครื่องจักรกรอกระดาษ และซอฟต์แวร์ CitectSCADA เพื่อให้เพิ่มหน้าจอกราฟิกสกาดาที่โรงงานใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยจะเพิ่มหน้ากราฟิกสกาดาแสดงภาพรวมของเครื่องจักรกรอกระดาษ หน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ และหน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ

### 1.4 วิธีการดำเนินงาน

1) ศึกษากระบวนการผลิตกระดาษคราฟท์
2) ศึกษาส่วนประกอบเครื่องจักรกรอกระดาษ
3) ศึกษาขั้นตอนการกรอกระดาษ และการควบคุมเครื่องจักรกรอกระดาษ
4) ตรวจสอบตำแหน่งของเซนเซอร์ทุกตัวในเครื่องจักรกรอกระดาษ
5) ศึกษาภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรมของ PLC
6) ศึกษาการใช้งานซอฟแวร์ Engineer Tool 4 และ CitectSCADA
7) ออกแบบและสร้างหน้ากราฟิกสกาดาโดยซอฟต์แวร์ CitectSCADA

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) พนักงานควบคุม ช่างซ่อมบำรุงและวิศวกรสามารถทราบสาเหตุของปัญหาได้โดยดูจากหน้าจอกราฟิกสกาดา
2) ช่วยลดระยะเวลาในการหาสาเหตุของปัญหา
3) ผู้จัดทำได้รับความรู้และสามารถใช้ซอฟต์แวร์ CitectSCADA ได้
4) ผู้จัดทำได้รับความรู้และสามารถใช้ซอฟต์แวร์ Engineer Tool 4 ได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ

อุตสาหกรรมกระดาษ จัดเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ซึ่งเมื่อกล่าวถึง “กระดาษ” จะเห็นได้ว่ามีผลิตภัณฑ์ที่เป็นกระดาษที่มีอยู่มากมาย ไม่ว่าจะเป็น สมุด หนังสือ กระดาษชำระ หนังสือพิมพ์ บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษ และผลิตภัณฑ์อื่นอีกมากมาย หากจำแนกในด้านการผลิตแล้วสามารถแบ่งได้ตามประเภทของกระดาษ ดังนี้

1) กระดาษคราฟท์ (Kraft Paper) ลักษณะของกระดาษคราฟท์จะมีเนื้อหยาบ สีน้ำตาลตามสีของเนื้อไม้ที่นำมาทำเยื่อ แต่บางชนิดก็มีสีขาวเพราะใช้เยื่อฟอกขาว กระดาษคราฟท์เป็นกระดาษที่มีความเหนียว และแข็งแรงกว่ากระดาษธรรมดาสามารถป้องกันแรงอัดได้ จึงเหมาะสำหรับเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตบรรจุภัณฑ์ เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก ถุงกระดาษซีเมนต์ เป็นต้น กระดาษคราฟท์มีความต้องการใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมกระดาษโดยประมาณร้อยละ 47
2) กระดาษพิมพ์เขียน (Printing & Writing Paper) เป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อฟอกขาว ซึ่งถูกแปรสภาพเป็นน้ำเยื่อโดยการเติมสารเคมีและน้ำ ก่อนจะตีให้แตกเป็นเส้นใย ได้แก่ กระดาษชนิดเคลือบ กระดาษอาร์ตใช้ในการพิมพ์นิตยสาร กระดาษชนิดไม่เคลือบ กระดาษออฟเซต กระดาษถ่ายเอกสาร และกระดาษคอมพิวเตอร์
3) กระดาษอนามัย (Tissue Paper) เป็นชื่อรวมของกระดาษหลายชนิด เช่น กระดาษเช็ดหน้า (Facial Tissues) กระดาษเช็ดปาก (Table Napkins) และกระดาษชำระ (Toilet Tissues)
4) กระดาษหนังสือพิมพ์ (Newsprint Paper) เป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อเชิงกล เยื่อเชิงกล คือ เยื่อที่ได้จากการบดท่อนไม้หรือชิ้นไม้ หรือเยื่อรีไซเคิล ผลิตจากเยื่อบดที่มีเนื้อค่อนข้างหยาบกระด้าง ซึ่งคุณสมบัติของกระดาษหนังสือพิมพ์คือไม่เคลือบผิว เนื้อกระดาษไม่แน่นมาก และดูดซึมหมึกได้ดี
5) กระดาษแข็ง (Paper Board) เป็นกระดาษที่ใช้สำหรับนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีการพิมพ์ด้านนอกอย่างสวยงาม เช่น กล่องสบู่ กล่องเครื่องสำอาง กล่องยาสีฟัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2 กระบวนการผลิตกระดาษ**

ในการผลิตกระดาษประเภทต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมกระดาษ จะมีขั้นตอนการผลิตที่มีความคล้ายคลึงกัน โดยทั่วไปจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ

2.2.1 ขั้นตอนการผลิตเยื่อกระดาษ (Pulping)

วัตถุดิบที่สำคัญในกระบวนการผลิตกระดาษ คือ ไม้ ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากป่าโดยไม้จะถูกแปรรูปให้อยู่ในลักษณะของไม้ซุงเพื่อขนส่งเข้าโรงงาน จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการลอกเปลือก (Debarking) และการสับย่อยไม้เป็นชิ้นเล็ก (Chipping) เยื่อที่ได้มีหลายชนิด การเรียกชื่อขึ้นอยู่กับกรรมวิธีแบ่งออกได้ ดังนี้

1) เยื่อเชิงกลหรือเยื่อบด (Mechanical Pulp) ผลิตโดยใช้พลังงานกล โดยนำชิ้นไม้ไปบดด้วยจานบด เยื่อที่ได้จะมีลักษณะไม่สมบูรณ์ สั้น และขาดเป็นท่อน กระดาษที่ได้มาจะไม่แข็งแรง และยังมีสารลิกนินคงเหลืออยู่ซึ่งเป็นสารที่ทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อได้รับแสง
2) เยื่อเคมี (Chemical Pulp) ผลิตโดยใช้สารเคมี และความร้อนในการแยกเยื่อเพื่อขจัดสารลิกนิน เยื่อกระดาษที่ได้จากวิธีการนี้มีความสมบูรณ์กว่าเยื่อบด แต่ได้ปริมาณผลผลิตที่ต่ำกว่า ทำให้มีราคาที่สูง
3) เยื่อกึ่งเคมี (Semi-chemical Pulp) ผลิตโดยนำไม้ชิ้นมาต้มในสารเคมีเพื่อให้เยื่อแยกออกจากกันง่ายขึ้นและเพื่อละลายสารลิกนิน เสร็จแล้วนำไปบดด้วยจานบดกรรมวิธีนี้ทำให้ได้เยื่อที่มีคุณภาพดีกว่าเยื่อบด และได้ปริมาณผลผลิตที่มากกว่าเยื่อเคมี

2.2.2 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ (Stock Preparation)

การเตรียมน้ำเยื่อ เริ่มจากการตีเยื่อให้กระจายอย่างสม่ำเสมอในน้ำเพื่อไม่ให้เยื่อจับกันเป็นก้อน เสร็จแล้วนำไปบดให้เส้นใยแตกเป็นแขนงเพื่อช่วยเพิ่มความแน่นในการเกาะยึดระหว่างกันของเยื่อ เยื่อที่นำมาทำกระดาษทุกชนิดจะต้องผ่านการบดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพของเยื่อ จากนั้นก็เติมสารปรับแต่งที่ต้องการเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของกระดาษ และปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการทำแผ่น

2.2.3 ขั้นตอนการทำแผ่น (Papermaking)

หลังการผสมน้ำเยื่อเรียบร้อยแล้ว น้ำเยื่อจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องจักรผลิตกระดาษเพื่อทำเป็นแผ่นกระดาษ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงดังนี้

1) ช่วงเปียก (Wet End) แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ
   - การแยกน้ำออก (Draining) ทำหน้าที่เป็นตะแกรงรองรับน้ำเยื่อ น้ำจะลอดผ่านตะแกรงโดยอาศัยแรงดึงดูด ทำให้เยื่อก่อตัวเป็นแผ่นเปียก
   - การกดรีด (Pressing) ทำหน้าที่กดหรือบีบน้ำออกจากแผ่นเปียก ทำให้เกิดการยึดติดแน่นระหว่างเส้นใยภายในกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

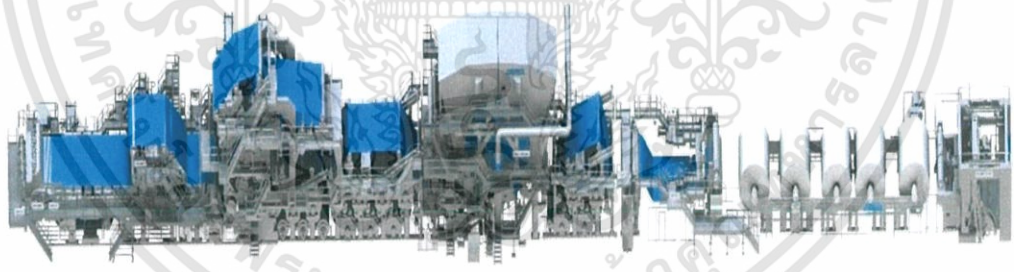
2) ช่วงแห้ง (Dry End) แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

- การอบแห้ง (Drying) แผ่นกระดาษจะถูกอบเพื่อไล่น้ำออกจนกระดาษแห้ง
- การรีดเรียบ (Calendering) แผ่นกระดาษจะถูกรีดให้เรียบเพื่อลบรอย

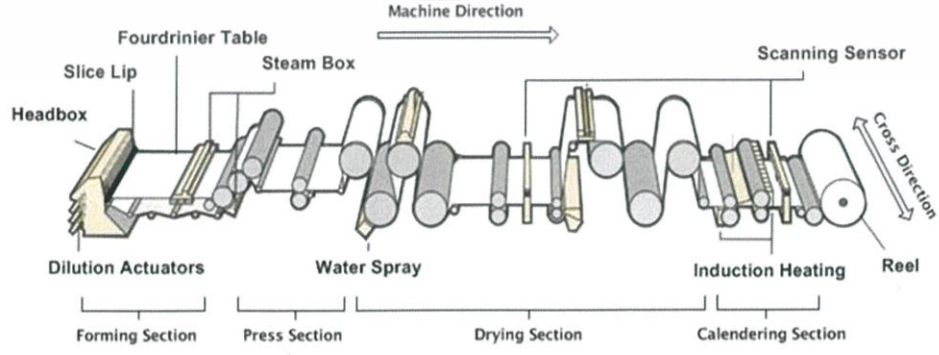
**2.3 เครื่องจักรผลิตกระดาษ (Paper Machine)**

เครื่องจักรผลิตกระดาษมีขนาดใหญ่ และเป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ ดังรูปที่ 2.1 เนื่องจากสามารถใช้ผลิตกระดาษได้ในปริมาณมาก เพื่อให้ได้คุณภาพกระดาษที่เหมือนกัน ประหยัดเวลาการผลิตและยังช่วยลดต้นทุนการผลิต ในปัจจุบันเครื่องจักรผลิตกระดาษมีการปรับปรุงพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย แต่การทำงานของเครื่องจักรสำหรับผลิตกระดาษมีหลักการพื้นฐานเป็นแบบ Fourdrinier Machine ซึ่งเป็นเครื่องจักรผลิตกระดาษที่แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ช่วงที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.2 คือ Forming Section (Wire Section), Press Section, Drying Section และ Calendering Section โดย Forming Section (Wire Section) และ Press Section จัดอยู่ในช่วงเปียก ส่วน Drying Section และ Calendering Section จัดอยู่ในช่วงแห้ง ซึ่ง Fourdrinier Machine แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1) Fourdrinier Machine มีชุดปล่อยเยื่อ (Headbox) 1 ชุด
2) Dual-Fourdrinier Machine มีชุดปล่อยเยื่อ 2 ชุด
3) Trinal-Fourdrinier Machine มีชุดปล่อยเยื่อ 3 ชุด

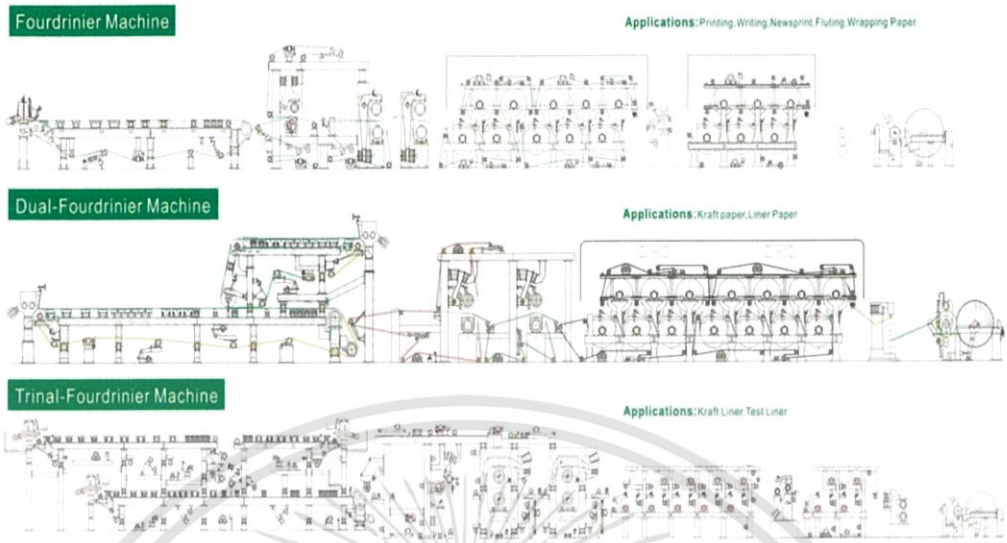


**รูปที่ 2.1** เครื่องจักรผลิตกระดาษ




**รูปที่ 2.2** Fourdrinier Machine Section

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.3** ประเภท Fourdrinier Machine

Fourdrinier Machine ทั้ง 3 ประเภท ดังรูปที่ 2.3 แตกต่างกันที่มีชุดปล่อยเยื่อที่ไม่เท่ากัน ส่งผลให้ Fourdrinier Machine ที่มีจำนวนชุดปล่อยเยื่อมากขึ้น ขนาดของ Fourdrinier Machine จะใหญ่ขึ้น แต่หลักการทำงานเหมือนกัน ซึ่งหลักการทำงานเครื่องจักรผลิตกระดาษแต่ละช่วงมีดังนี้

2.3.1 Forming Section

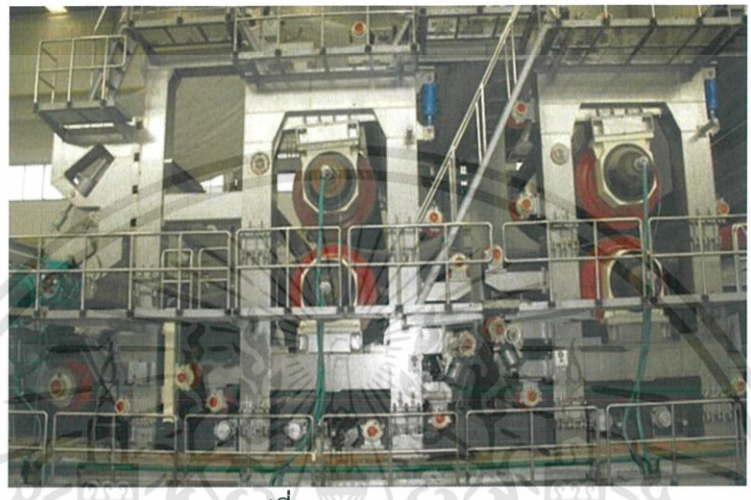
ช่วงนี้เรียกอีกชื่อว่า Wire Section เป็นช่วงแรกของการขึ้นรูปกระดาษให้เป็นแผ่น ดังแสดงในรูปที่ 2.4 เป็นเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงการขึ้นรูปกระดาษ โดยเยื่อกระดาษจะถูกปล่อยมาจากชุดปล่อยเยื่อลงบนสายพานลำเลียงเยื่อ (Fourdrinier Wire) ซึ่งในช่วงนี้จะมีระบบดูดน้ำออกจากเยื่อเพื่อให้เยื่อเป็นแผ่น แต่แผ่นเยื่อกระดาษที่ได้ยังเป็นแผ่นเยื่อเปียก

**รูปที่ 2.4** Forming Section

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 Press Section

ช่วงนี้เป็นช่วงที่มีการกดน้ำออกจากแผ่นเยื่อเปียกให้มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.5 เป็นเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงการกดรีดกระดาษ โดยการใช้ลูกกลิ้งขนาดใหญ่ 2 คู่ ลูกกลิ้งแต่ละคู่จะทำหน้าที่กดแผ่นเยื่อเปียกที่วิ่งผ่าน ทำให้เกิดการยึดติดแน่นของเส้นใยกระดาษ



**รูปที่ 2.5** Press Section

2.3.3 Drying Section

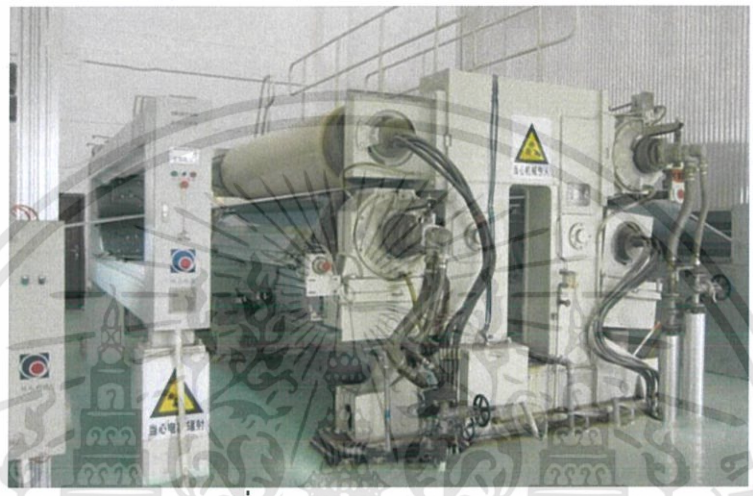
ช่วงนี้เป็นช่วงที่ต้องใช้ความร้อนอบแผ่นกะดาษ เพื่อกำจัดความชื้นในแผ่นกระดาษ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 เป็นเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงอบแห้ง โดยแผ่นกระดาษจะพาดผ่านไปตามลูกกลิ้งหลายสิบลูก ซึ่งช่วงอบแห้งเป็นช่วงที่มีความยาวมากที่สุดใน Fourdrinier Machine เนื่องจากเป็นช่วงสุดท้ายที่มีการกำจัดน้ำออกจากกระดาษ จึงจำเป็นต้องกำจัดความชื้นออกจากกระดาษให้ได้มากที่สุด เพื่อให้แน่ใจว่าแผ่นกระดาษจะมีความชื้นต่ำและอยู่ในเกณฑ์ความชื้นที่ยอมรับได้ที่ร้อยละ 4 ถึง 8

**รูปที่ 2.6** Drying Section

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 Calendering Section

ช่วงนี้เป็นช่วงการรีดผิวกระดาษ เพื่อลบรอยที่เกิดจากสายพานหรือตะแกรงระหว่างขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 เป็นเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงรีดเรียบ นอกจากนี้ยังทำให้กระดาษเนื้อแน่นและเรียบมากขึ้น โดยใช้ลูกกลิ้งโลหะผิวเรียบสำหรับรีดกระดาษให้ผิวเรียบ ส่วนลูกกลิ้งผิวหุ้มสักหลาดจะใช้เพื่อการขัดผิวกระดาษให้เรียบเป็นมันวาว



**รูปที่ 2.7** Calendering Section

2.3.5 Reel Section

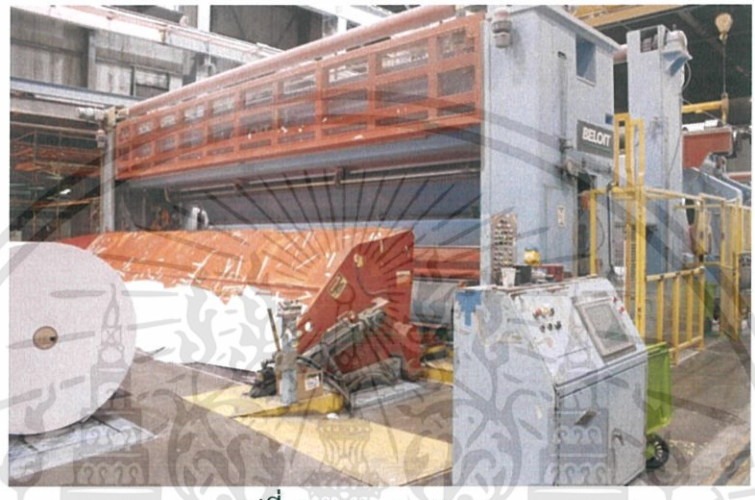
ช่วงนี้เป็นช่วงการม้วนเข้ากับแกนม้วนจนได้เส้นผ่านศูนย์กลาง ดังแสดงในรูปที่ 2.8 เป็นเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงการม้วน โดยการม้วนแผ่นกระดาษต่อเนื่องจากที่ผลิตลงบนแกนม้วนเก็บเพื่อผลิตม้วนจัมโบ้ (Jumbo reels) ที่เรียกว่า "ม้วนหลัก" ที่พร้อมสำหรับเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

**รูปที่ 2.8** Reel Section

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 Winder Section

ช่วงนี้เป็นช่วงสุดท้ายคือการกรอแบ่งกระดาษดังแสดงในรูปที่ 2.9 เป็นเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงการกรอแบ่ง กระดาษที่ออกจากเครื่องผลิตกระดาษ คือ ม้วนจัมโบ้ซึ่งมีขนาดใหญ่มาก ความกว้างของม้วนมีขนาดตั้งแต่ 2,540 ถึง 9,140 มิลลิเมตร โดยช่วงนี้ม้วนจัมโบ้ขนาดใหญ่จะถูกลดให้มีขนาดที่เล็กลงเพื่อสะดวกต่อการจัดส่ง โดยขนาดของม้วนจะถูกกำหนดโดยคำสั่งซื้อของลูกค้า



**รูปที่ 2.9** Winder Section

## 2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ PLC

PLC หรือที่เรียกว่า Programmable Logic Controller เป็นเครื่องควบคุมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อพัฒนา ตอบสนองความต้องการเครื่องควบคุมราคาถูกที่สามารถทำงานได้อย่างอเนกประสงค์และเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย PLC เป็นอุปกรณ์ชนิด โซลิดสเตท (Solid State) ที่มีฟังก์ชันการทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานจะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าแบบฮาร์ดไวร์ (Hardwired) ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูงแต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้น สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิดสเตท ซึ่งน่าเชื่อถือมากกว่าระบบเดิม กินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร โดยโครงสร้างของ PLC จะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 หน่วยประมวลผล

หน่วยประมวลผล (Central Processing Unit) หรือเรียกย่อว่า CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบจะประกอบไปด้วยวงจรลอจิกเกตชนิดต่าง ๆ หลายชนิด และมีไมโครโปรเซสเซอรมาทำหน้าที่แทนอุปกรณ์จำพวกดีเลย์ (Delay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Squencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ ซึ่งหน่วยประมวลผลจะทำหน้าที่ควบคุมและจัดการระบบการทำงานทั้งหมดภายใน PLC เช่น การสั่งให้ระบบ PLC ทำงานตามคำสั่งซึ่งถูกโปรแกรมไว้ ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลภายใน PLC ควบคุมการส่งถ่ายข้อมูลเข้าหรือออกจากหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น โดยที่หน่วยประมวลผลจะมีสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกป้อนเข้าไป เพื่อควบคุมการทำงานของมันโดยที่ความเร็วของสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการทำงานของ PLC และทำให้เวลาการทำงานของอุปกรณ์ของระบบสามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องกัน

2.4.2 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูล

หน่วยความจำ (Memory Unit) คือ อุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลของ PLC เมื่อ PLC ทำงานจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผล หน่วยความจำที่ใช้งานอยู่ใน PLC มีด้วยกัน 2 แบบ ดังนี้

2.4.2.1 หน่วยความจำชั่วคราว (RAM : Random Access Memory)

คือ หน่วยความจำสำหรับเริ่มต้นเขียนพัฒนาโปรแกรมและการทดสอบการทำงานของโปรแกรม เนื่องจากหน่วยความจำชั่วคราวเป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านและเขียนได้ง่าย แต่หน่วยความจำประเภทนี้จะต้องมีไฟเลี้ยงอยู่ตลอดเวลาจึงจะสามารถจำข้อมูลไว้ได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้หน่วยความจำชั่วคราวจำข้อมูลโปรแกรมไว้เมื่อไฟดับ ก็ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟสำหรับการแบ็คอัพ โดยอาจจะใช้คาปาซิเตอร์แบ็คอัพ ซึ่งสามารถแบ็คอัพได้นาน 7 วัน และถ้าระยะเวลาที่ไฟดับนานกว่านี้ก็ต้องใช้ แบตเตอรี่แบ็คอัพ ซึ่งจะสามารถแบ็คอัพได้นาน 2 ถึง 5 ปี

2.4.2.2 หน่วยความจำถาวร (ROM : Read Only Memory)

เป็นส่วนที่ใช้สำรองโปรแกรมและข้อมูล เพื่อใช้ในกรณีที่โปรแกรม และข้อมูลในหน่วยความจำชั่วคราวหายไป หน่วยความจำถาวรไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล มีข้อเสีย คือ เวลาในการเข้าถึงข้อมูลที่ช้ากว่าหน่วยความจำชั่วคราว หน่วยความจำถาวรแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) PROM (Programmable ROM) จัดเป็นหน่วยความจำถาวรรุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิพได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ชิพก็จะเสียทันทีไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) EPROM (Erasable Programmable ROM) พัฒนามาจาก PROM หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือทิ้งไว้กลางแดดที่มีแสงจัดเป็นเวลานาน มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ

3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม ใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับหน่วยความจำชั่วคราว และไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ แต่จะมีราคาที่แพงกว่า เนื่องจากได้รวมคุณสมบัติที่ดีของหน่วยความจำชั่วคราว และหน่วยความจำถาวรไว้ด้วยกัน

2.4.3 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต

ในปัจจุบัน PLC ได้มีพัฒนาให้มีความสามารถและประสิทธิภาพที่สูงขึ้นมากจึงทำให้ PLC ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันสามารถใช้กับอินพุตและเอาต์พุตได้หลายประเภท ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของอินพุตและเอาต์พุตได้ดังนี้

<u>ประเภทของอินพุต PLC</u>

1) เปิด/ปิด อินพุต : อินพุตที่มีสภาวะการทำงานเพียง 2 สถานะเท่านั้น คือ เปิด และ ปิด นอกจากนี้ยังแบ่งลักษณะตามแรงดันคือ
   - ACV อินพุต : อินพุตที่ใช้แรงดันไฟ AC ในการทำงานเพื่อให้อินพุตมีสภาวะเป็นเปิด หรือ ปิด
   - DCV อินพุต : อินพุตที่ใช้แรงดันไฟ DC ในการทำงานเพื่อให้อินพุตมีสภาวะเป็นเปิด หรือ ปิด

2) อนาล็อกอินพุต (Analog Input) : อินพุตที่สามารถรับสัญญาณแบบอนาล็อกหรือสัญญาณที่มีลักษณะแบบต่อเนื่อง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการกำหนดสัญญาณอนาล็อกมาตรฐานไว้หลายชนิด และสัญญาณอนาล็อกมาตรฐานที่ได้รับความนิยม ได้แก่ สัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA, สัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน 1-5V, 0-10V

3) อินพุตพิเศษเฉพาะงาน : เป็นอินพุตที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของ PLC ให้สูงขึ้น ได้แก่ พัลส์อินพุต (Pulse Input) อันเป็นประโยชน์ทำให้ PLC มีความสามารถในการรับสัญญาณอินพุตที่มีความถี่สูงได้ อุปกรณ์ที่ใช้กับอินพุตแบบพิเศษนี้ ได้แก่ Encoder เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

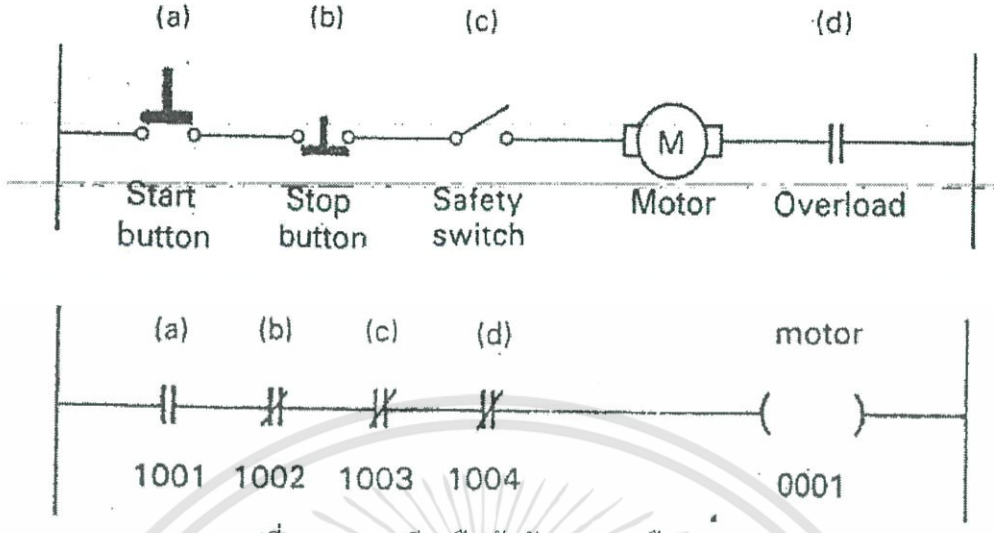
ประเภทของเอาต์พุต PLC

1) เปิด/ปิด เอาต์พุต : เอาต์พุตที่มีสภาวะการทำงานเพียง 2 สถานะเท่านั้นคือ เปิด และปิด นอกจากนี้ยังแบ่งประเภทย่อยออกไปตามชนิดของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการ เปิด/ปิด ดังนี้
   - รีเลย์เอาต์พุต : เอาต์พุตที่ใช้รีเลย์ในการทำงาน เปิด/ปิด ซึ่งเอาต์พุตชนิดนี้สามารถที่จะใช้งานได้ทั้งโหลด (Load) แบบ AC และ DC ข้อดีประเภทนี้คือ สามารถใช้งานกับโหลดที่ต้องการกระแสไฟฟ้าค่อนข้างสูง แต่ก็มีข้อจำกัด คือความเร็วในการ เปิด/ปิด ของรีเลย์
   - ทรานซิสเตอร์เอาต์พุต : เอาต์พุตที่ใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำคือทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการ เปิด/ปิด ซึ่งเอาต์พุตประเภทสามารถใช้งานกับโหลดแบบ DC เท่านั้น แต่มีข้อดี คือ สามารถทำงานที่ความเร็วสูงได้
   - ไทรแอคเอาต์พุต : เอาต์พุตที่ใช้สารกึ่งตัวนำคือไทรแอคเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการ เปิด/ปิด ซึ่งเอาต์พุตประเภทนี้เหมาะกับโหลดแบบ AC ซึ่งมีข้อดีเหมือนกับทรานซิสเตอร์
2) อนาล็อกเอาต์พุต : เอาต์พุตที่ให้สัญญาณออกมาเป็นแบบต่อเนื่อง ได้แก่ สัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA, สัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน 1-5V, 0-10V
3) เอาต์พุตพิเศษเฉพาะงาน : เป็นเอาต์พุตให้สัญญาณออกแบบมาเป็นพิเศษ

**2.5 ภาษาที่ใช้ในการป้อนโปรแกรม PLC**

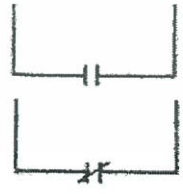
สิ่งสำคัญที่ต้องการสำหรับภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับเครื่อง PLC คือ ต้องเป็นภาษาที่สามารถเข้าใจง่ายและนำไปใช้ในการกำหนด หรือควบคุมสภาวะที่ต้องการได้ ควรเป็นภาษาที่มีความหมายใกล้เคียงกับฟังก์ชันที่ผู้ใช้งานต้องการ แลดเดอร์ไดอะแกรมเป็นภาษาที่ให้ความหมายใกล้เคียงกับวงจรรีเลย์ไฟฟ้ามากที่สุด โดยปกติผู้ใช้งาน PLC มักจะออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมขึ้นมาก่อน ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวงจรไฟฟ้ากับแลดเดอร์ไดอะแกรม สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยวงจรควบคุมมอเตอร์นี้จะถูกต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยผ่านสวิตช์ต่าง ๆ รวมทั้งตัวโอเวอร์โหลดซึ่งต่ออนุกรมกัน ดังรูปที่ 2.11 แลดเดอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วยเส้นขนานกันทางแนวตั้งสองเส้น ซึ่งจะเปรียบเสมือนสายไฟ 2 เส้นขนานกัน โดยสายไฟเส้นหนึ่ง (ทางซ้าย) จะเป็นสายไฟ (+V หรือ L) ส่วนสายไฟอีกเส้น (ทางขวา) จะเป็นสายกราวด์ (GND หรือ N) และระหว่างสายไฟสองเส้นนี้จะมีสัญลักษณ์วงจรต่อกันเป็นขั้นบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

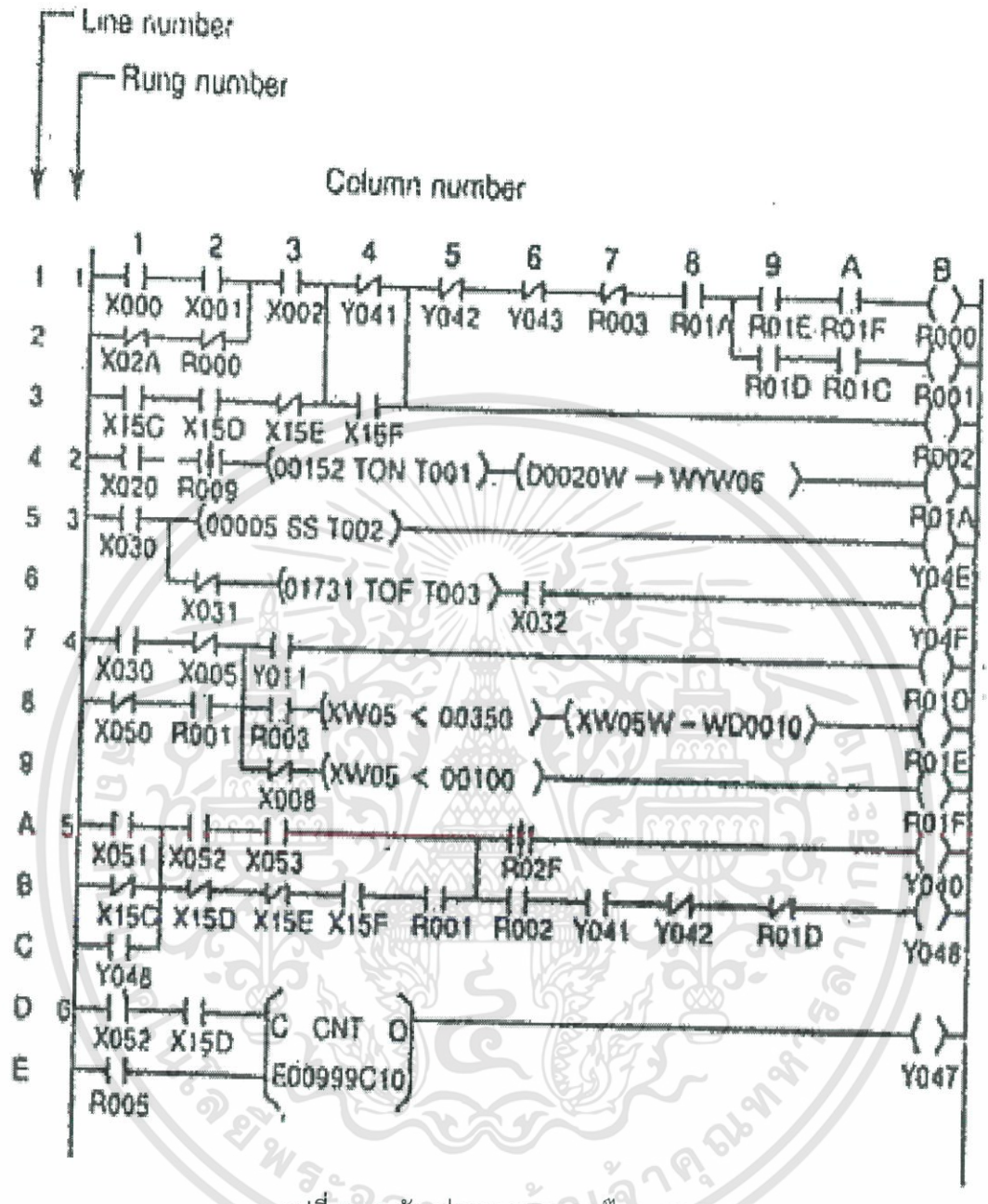



รูปที่ 2.10 วงจรรีเลย์ไฟฟ้ากับแลดเดอร์ไดอะแกรม

ตารางที่ 2.1 แสดงความหมายของสัญลักษณ์ในแลดเดอร์ไดอะแกรม

| | | |
|---|---|---|
| | อินพุต,หน้าสัมผัสปกติเปิด NO | |
| | อินพุต,หน้าสัมผัสปกติปิด NC | |
| | อุปกรณ์เอาต์พุต | |
|  | หน้าสัมผัสปกติเปิดหรือปกติปิดต่อแบบขนานกัน | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.11 ตัวอย่างของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2.5.1 คำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐานจำนวน 16 คำสั่ง

การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมจากโปรแกรม PLC แต่ละยี่ห้อ จะมีรูปแบบสัญลักษณ์แลดเดอร์ไดอะแกรมที่แตกต่างกันซึ่งจากตารางที่ 2.2 จะแสดงคำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐาน

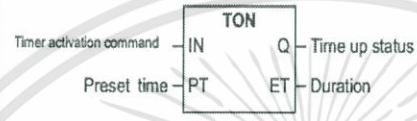
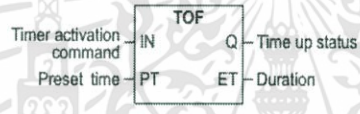
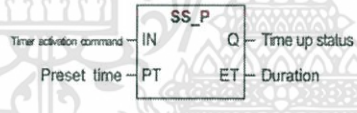
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.2** คำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐาน

| คำสั่ง | สัญลักษณ์ | รายละเอียด |
|---|---|---|
| NO CONTACT | | คอนแทคแบบปกติเปิด (Normally Open) ของอุปกรณ์ |
| NC CONTACT | | คอนแทคแบบปกติปิด (Normally close) ของอุปกรณ์ |
| TRANSITIONAL CONTACT (RISING) | | เมื่ออินพุตเปลี่ยนแปลงจากสถานะปิดเป็นเปิด เอาต์พุตก็จะเปิดเป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน |
| TRANSITIONAL CONTACT (FALLING) | | เมื่ออินพุตเปลี่ยนแปลงจากสถานะปิดเอาต์พุตก็จะเปิดเป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน |
| COIL | | คอยล์รีเลย์ของอุปกรณ์ |
| FORCED COIL | | คำสั่งที่สามารถกระตุ้นคอยล์ของอุปกรณ์ ให้ค้างสถานะไว้โดยไม่สนใจต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของอินพุต |
| INVERTER | | กลับสถานะของสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามา |
| MASTER CONTROL SET | | เมื่อ MCS มีสถานะปิดวงจรแลดเดอร์ไดอะแกรมระหว่างคำสั่ง MCS และ MCR จะถูกบังคับไม่ให้ทำงาน |
| MASTER CONTROL RESET | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.2 (ต่อ)** คำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐาน

| | | |
|---|---|---|
| JUMP CONTROL SET | | เมื่อ JCS มีสถานะเปิดวงจรแลดเดอร์ไดอะแกรมระหว่างคำสั่ง JCS ถึง JCR จะถูกกระโดดข้ามไป (ไม่ทำงาน) |
| JUMP CONTROL RESET | | |
| ON DELAY TIMER |  | เมื่ออินพุตมีสถานะเปิดครบตามเวลาที่กำหนดเอาต์พุตของคำสั่งก็จะเป็นสภาวะเปิด |
| OFF DELAY TIMER |  | เมื่ออินพุตมีสถานะเปิด เอาต์พุตก็จะเปิด ด้วย เมื่ออินพุตเปลี่ยนเป็นสถานะปิดเอาต์พุตจะยังเปิดอยู่ตามระยะที่กำหนด |
| SINGLE SHOT TIMER |  | เมื่ออินพุตมีสถานะเปิด เอาต์พุตของคำสั่งจะเป็นสถานะเปิดตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะกลับเป็นสถานะปิด |

2.5.2 รายละเอียดของคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐานที่ใช้งานในโครงงาน

หัวข้อนี้จะยกตัวอย่างคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรม จากตารางที่ 2.2 ที่ใช้ในโครงงาน พร้อมบอกรายละเอียดของคำสั่ง โดยคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมแบบพื้นฐานที่ใช้งานในโครงงานมีดังนี้

2.5.2.1 NO CONTACT

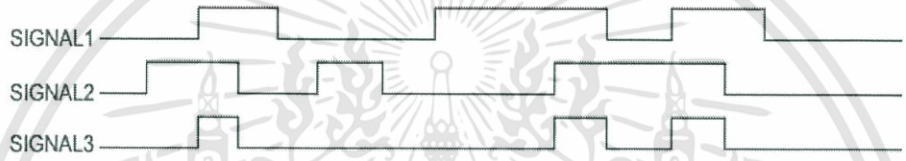
คำสั่งคอนแทคแบบปกติเปิด จากตารางที่ 2.3 อธิบายเงื่อนไขการทำงานของคำสั่งได้ว่า ถ้าอินพุตอยู่ในสถานะเปิดและคอนแทคมีสถานะเปิด เอาต์พุตจะมีสถานะเปิด จากตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมรูปที่ 2.12 มีคอนแทคอินพุตแบบปกติเปิด SIGNAL1 และ SIGNAL2 ทั้งสองคอนแทคต่อกันแบบอนุกรม แล้วต่อกับคอยล์เอาต์พุต SIGNAL3 แบบอนุกรม ไทม์มิ่งไดอะแกรม (Timing Diagram) จากรูปที่ 2.13 จะสังเกตเห็นว่าเมื่อคอนแทคอินพุต SIGNAL1 และ SIGNAL2 มีสถานะเปิดจะส่งผลให้คอยล์เอาต์พุต SIGNAL3 มีสถานะเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.3** ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง NO CONTACT

| อินพุต | เงื่อนไข | เอาต์พุต |
|---|---|---|
| ปิด | ทุกสถานะของอุปกรณ์ | ปิด |
| เปิด | เมื่ออุปกรณ์มีสถานะปิด | ปิด |
| | เมื่ออุปกรณ์มีสถานะเปิด | เปิด |

**รูปที่ 2.12** ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคแบบปกติเปิด




**รูปที่ 2.13** ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.12

2.5.2.2 NC CONTACT

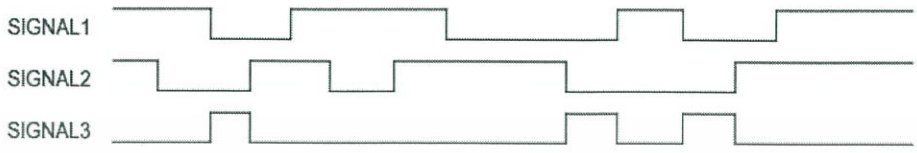
คำสั่งคอนแทคแบบปกติปิด จากตารางที่ 2.4 อธิบายเงื่อนไขการทำงานของคำสั่งได้ว่า ถ้าอินพุตอยู่ในสถานะเปิดและคอนแทคมีสถานะปิด เอาต์พุตจะมีสถานะเปิด จากตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมรูปที่ 2.14 มีคอนแทคอินพุตแบบปกติปิด SIGNAL1 และ SIGNAL2 ทั้งสองคอนแทคต่อกันแบบอนุกรม แล้วต่อกับคอยล์เอาต์พุต SIGNAL3 แบบอนุกรม ไทม์มิ่งไดอะแกรมจากรูปที่ 2.15 สังเกตเห็นว่าเมื่อคอนแทคอินพุต SIGNAL1 และ SIGNAL2 มีสถานะเปิดจะส่งผลให้คอยล์เอาต์พุต SIGNAL3 มีสถานะปิด อีกกรณีถ้าคอนแทคอินพุต SIGNAL1 มีสถานะเปิดแต่คอนแทคอินพุต SIGNAL2 มีสถานะปิดคอยล์เอาต์พุตก็จะมีสถานะปิด

**ตารางที่ 2.4** ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง NC CONTACT

| อินพุต | เงื่อนไข | เอาต์พุต |
|---|---|---|
| ปิด | ทุกสภาวะของอุปกรณ์ | ปิด |
| เปิด | เมื่ออุปกรณ์มีสถานะปิด | เปิด |
| | เมื่ออุปกรณ์มีสถานะเปิด | ปิด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.14** ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคแบบปกติปิด




**รูปที่ 2.15** ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.14

2.5.2.3 COIL

คำสั่งคอยล์เป็นคำสั่งเอาต์พุต จากตารางที่ 2.5 อธิบายพฤติกรรมการทำงานของคำสั่งได้ว่า ถ้าอินพุตอยู่ในสถานะเปิด คอยล์เอาต์พุตจะมีสถานะเปิด และถ้าอินพุตอยู่ในสถานะปิด คอยล์เอาต์พุตจะมีสถานะปิด

**ตารางที่ 2.5** ตารางแสดงพฤติกรรมการงานของคำสั่ง COIL

| อินพุต | พฤติกรรม | เอาต์พุต |
|---|---|---|
| ปิด | เมื่ออุปกรณ์มีสถานะปิด | - |
| เปิด | เมื่ออุปกรณ์มีสถานะเปิด | - |

2.5.2.4 TRANSITIONAL CONTACT (RISING)

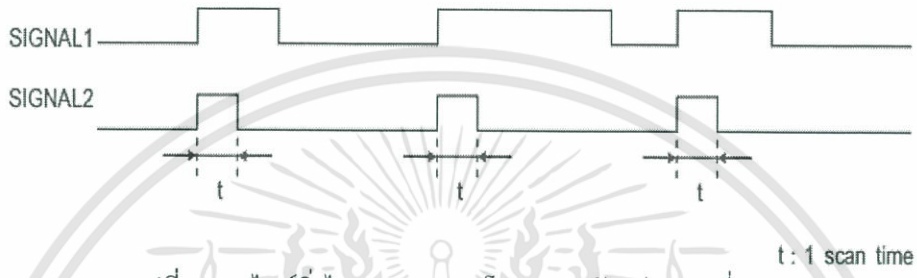
คำสั่งคอนแทคขอบขาขึ้น จากตารางที่ 2.6 อธิบายเงื่อนไขการทำงานของคำสั่งได้ว่า คอนแทคขอบขาขึ้นจะคงสถานะเปิดที่ one scan time เมื่ออินพุตเปลี่ยนสถานะจากปิดเป็นเปิด จนกว่าคอยล์เอาต์พุตจะเปิด จากตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมรูปที่ 2.16 มีคอนแทคอินพุตแบบปกติเปิด SIGNAL1 และคอนแทคขอบขาขึ้น ทั้งสองคอนแทคต่อกันแบบอนุกรม แล้วต่อกับคอยล์เอาต์พุต SIGNAL2 แบบอนุกรม ไทม์มิ่งไดอะแกรมจากรูปที่ 2.17 สังเกตเห็นว่าเมื่อคอนแทคอินพุต SIGNAL1 เปลี่ยนสถานะจากปิดเป็นเปิด ทำให้คอนแทคขอบขาขึ้นเปลี่ยนเป็นสถานะเปิด ซึ่งส่งผลให้คอยล์เอาต์พุต SIGNAL2 มีสถานะเปิด จนถึงระยะช่วงเวลาหนึ่งคอยล์เอาต์พุตก็จะกลับเป็นสถานะปิด

**รูปที่ 2.16** ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคขอบขาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.6** ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง TRANSITIONAL CONTACT (RISING)

| อินพุต | เงื่อนไข | เอาต์พุต |
|---|---|---|
| ปิด | ไม่สนใจสถานะอินพุตของอุปกรณ์ก่อนหน้า | ปิด |
| เปิด | เมื่ออินพุตของอุปกรณ์ก่อนหน้ามีสถานะปิด | เปิด |
| | เมื่ออินพุตของอุปกรณ์ก่อนหน้ามีสถานะเปิด | ปิด |




**รูปที่ 2.17** ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.16

2.5.2.5 TRANSITIONAL CONTACT (FALLING)

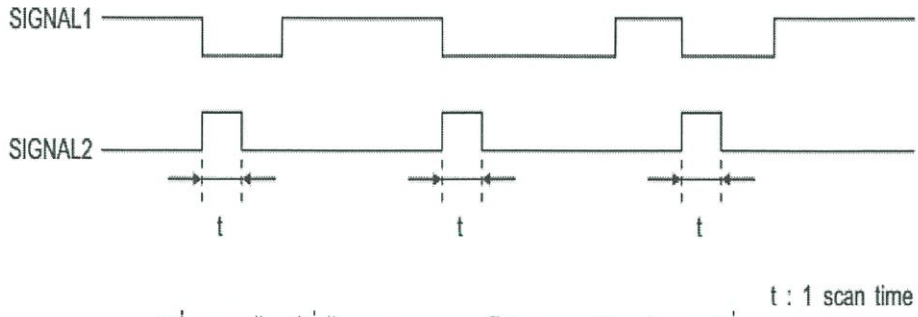
คำสั่งคอนแทคขอบขาลง จากตารางที่ 2.7 อธิบายเงื่อนไขการทำงานของคำสั่งได้ว่า คอนแทคขอบขาลงจะคงสถานะเปิดที่ one scan time เมื่ออินพุตเปลี่ยนสถานะจากเปิดเป็นปิด จนกว่าคอยล์เอาต์พุตจะเปิด จากตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมรูปที่ 2.18 มีคอนแทคอินพุตแบบปกติเปิด SIGNAL1 และคอนแทคขอบขาลง ทั้งสองคอนแทคต่อกันแบบอนุกรม แล้วต่อกับคอยล์เอาต์พุต SIGNAL2 แบบอนุกรม ไทม์มิ่งไดอะแกรมจากรูปที่ 2.19 สังเกตเห็นว่าเมื่อคอนแทคอินพุต SIGNAL1 เปลี่ยนสถานะจากเปิดเป็นปิด ทำให้คอนแทคขอบขาขึ้นเปลี่ยนเป็นสถานะเปิด ซึ่งส่งผลให้คอยล์เอาต์พุต SIGNAL2 มีสถานะเปิด จนถึงระยะช่วงเวลาหนึ่งคอยล์เอาต์พุตก็จะกลับเป็นสถานะปิด

**ตารางที่ 2.7** ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง TRANSITIONAL CONTACT (FALLING)

| อินพุต | เงื่อนไข | เอาต์พุต |
|---|---|---|
| ปิด | เมื่ออินพุตของอุปกรณ์ก่อนหน้ามีสถานะปิด | ปิด |
| | เมื่ออินพุตของอุปกรณ์ก่อนหน้ามีสถานะเปิด | เปิด |
| เปิด | ไม่สนใจสถานะอินพุตของอุปกรณ์ก่อนหน้า | ปิด |

**รูปที่ 2.18** ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งคอนแทคขอบขาลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.19** ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.18

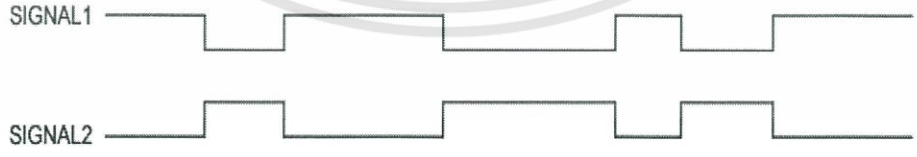
2.5.2.6 INVERTER

คำสั่งอินเวอร์เตอร์ จากตารางที่ 2.8 อธิบายเงื่อนไขการทำงานของคำสั่งได้ว่า เมื่ออินพุตมีสถานะเปิด จะทำให้เอาต์พุตมีสถานะปิด และเมื่ออินพุตมีสถานะปิด จะทำให้เอาต์พุตมีสถานะเปิด จากตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมรูปที่ 2.20 มีคอนแทคอินพุตแบบปกติเปิด SIGNAL1 และอินเวอร์เตอร์ ทั้งสองสัญลักษณ์ต่อกันแบบอนุกรม แล้วต่อกับคอยล์เอาต์พุต SIGNAL2 แบบอนุกรม ไทม์มิ่งไดอะแกรมจากรูปที่ 2.21 สังเกตเห็นว่าเมื่อคอนแทคอินพุต SIGNAL1 เปลี่ยนสถานะจากปิด อินเวอร์เตอร์จะสลับสถานะเป็นเปิด ทำให้คอยล์เอาต์พุต SIGNAL2 มีสถานะเปิด

**ตารางที่ 2.8** ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง INVERTER

| อินพุต | เงื่อนไข | เอาต์พุต |
|---|---|---|
| ปิด | - | เปิด |
| เปิด | - | ปิด |

**รูปที่ 2.20** ตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของคำสั่งอินเวอร์เตอร์




**รูปที่ 2.21** ไทม์มิ่งไดอะแกรมของโปรแกรมตัวอย่าง รูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

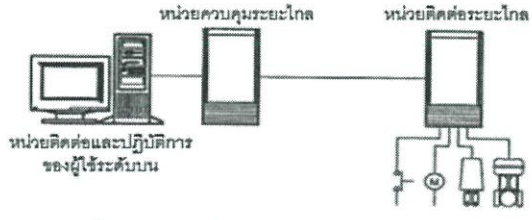
**2.6 หลักการและทฤษฎีของระบบสกาดา**

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) หมายถึง ระบบที่มีการรวบรวมข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ส่งไปที่ศูนย์ควบคุม วิเคราะห์ และประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์หรือ PLC มาช่วยในการส่งผลไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ และแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ ทำให้ระบบควบคุมสามารถทำงานครอบครุมพื้นที่ขนาดให้ที่ต้องการความมีเสถียรภาพและประสิทธิภาพสูง เพื่อให้สามารถแสดงผลการทำงานของสายการผลิตในลักษณะกราฟิก แสดงรูปคลื่นค่าสัญญาณในกระบวนการผลิตพร้อมทั้งเก็บข้อมูล สามารถแจ้งเตือนความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ดำเนินการควบคุมตามค่าที่กำหนดล่วงหน้า เพื่อลดข้อผิดพลาดและวัตถุดิบสูญเสียจากพนักงานควบคุม พร้อมทั้งเก็บข้อมูลและพิมพ์รายงานที่เป็นประโยชน์ต่องานหรืออาจเรียกว่า ระบบควบคุมและประเมินผลแบบศูนย์รวม ระบบสกาดาเป็นการรวมขบวนการ 2 ขบวนการเข้าด้วยกัน คือ

1) Telemetry System เป็นเทคนิคที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลผ่านสื่อกลาง โดยข้อมูลนั้นสามารถวัดได้ เช่น โวลต์ ความเร็ว หรือ อัตราการไหล ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปอีกสถานที่หนึ่งโดยผ่านสื่อกลางต่าง ๆ เช่น เคเบิล สายโทรศัพท์ หรือ คลื่นวิทยุ ข้อมูลจากหลายสถานที่จะถูกนำมารวมกันในระบบสกาดา
2) Data Acquisition หรือ DAQ เป็นวิธีที่จะเข้าถึงและควบคุมการเก็บรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลจริงในงานวิจัยทดลองวิทยาศาสตร์ และทดสอบงานทางด้านวิศวกรรมเชิงคุณภาพและประสิทธิภาพผ่านคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่ได้จะถูกส่งไปให้ระบบ Telemetry

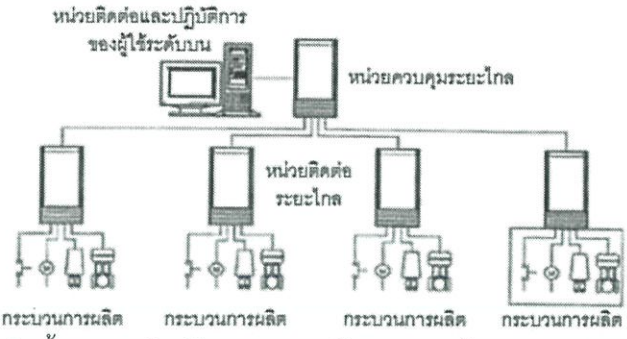
2.6.1 องค์ประกอบของระบบสกาดา

จากรูปที่ 2.22 แสดงองค์ประกอบของระบบสกาดามีทั้งหมด 3 ส่วน คือ 1) หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน 2) หน่วยควบคุมระยะไกล 3) หน่วยติดต่อระดับไกล โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมระยะทางไกลได้โดยหน่วยติดต่อ และปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับสูงเป็นเครื่องมือปฏิบัติการของผู้ใช้สำหรับตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกล โดยการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลทางระบบเครือข่ายคมนาคม และหน่วยติดต่อระยะไกลเป็นเครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 2.23 ประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณ และส่งสัญญาณของสัญญาณชนิดอนาล็อกและสัญญาณชนิดดิจิตอล




**รูปที่ 2.22** องค์ประกอบของระบบสกาดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.23** การติดตั้งสกาดาสำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูล และบริหารระบบควบคุม

2.6.2 ประเภทงานที่เหมาะสมกับสกาดา

สกาดาเหมาะกับงานประเภทตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิต และบริหารระบบควบคุม ของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่บริเวณกระบวนการผลิตครอบคลุมพื้นที่กว้าง หรือโรงงานอุตสาหกรรมมีกระบวนการผลิตอิสระที่ติดตั้งกระจายทั่วพื้นที่การผลิต รวมถึงระบบสาธารณูประโภค

2.6.3 รูปแบบการเชื่อมต่อ

หมายถึง วิธีการที่อุปกรณ์ตั้งแต่ 2 อุปกรณ์เชื่อมต่อกันด้วยสื่อส่งข้อมูล 1 สื่อ สื่อส่งข้อมูลเป็นลักษณะทางกายภาพ และไม่จำเป็นต้องเป็นสายทองแดงอย่างเดียวอาจเป็นคลื่นวิทยุหรือคลื่นอื่น ๆ สื่อส่งข้อมูลทำหน้าที่เป็นเส้นทางให้ข้อมูลข่าวสารเดินทางจากอุปกรณ์หนึ่งไปอีกอุปกรณ์หนึ่ง หรือไปยังอุปกรณ์หลายตัวได้ สื่อส่งข้อมูลได้แก่ สายทองแดง สายใยแก้วนำแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น รูปแบบการเชื่อมต่อมี 2 แบบ ดังนี้

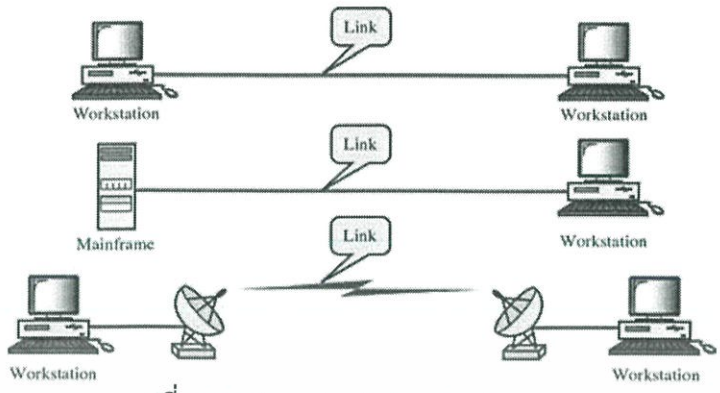
2.6.3.1 Point-to-Point Configuration

แบบจุดต่อจุด คือ วิธีเชื่อมต่อสื่อส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ 2 อุปกรณ์ โดยมีเส้นทางเพียง 1 เส้นเท่านั้น เช่น ลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีแต่ละเครื่องมีเพียงสายเพียง 1 สายต่อเชื่อมโยงกันในการทำงาน หรือในเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลายทาง 1 เครื่อง เชื่อมต่อกับเครื่องเมนเฟรมโดยใช้สาย 1 เส้น หรือในอีกกรณีหนึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องสื่อสารกันโดยใช้การส่งข้อมูลผ่านคลื่นไมโครเวฟ ดังรูปที่ 2.24

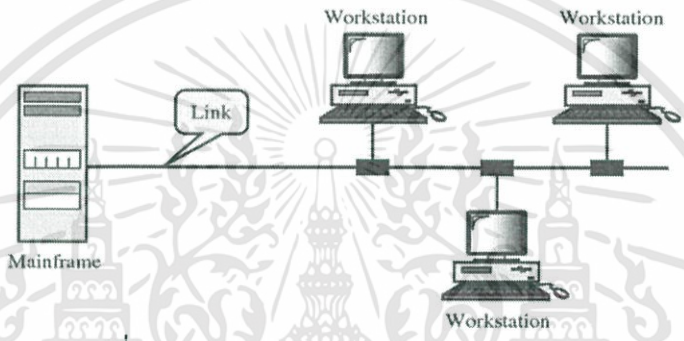
2.6.3.2 Point-to-Multipoint Configuration

แบบหลายจุด หรือ มัลติดรอปไลน์ (multidrop lime) หมายถึง สื่อส่งข้อมูล 1 สื่อ มีอุปกรณ์หลายอุปกรณ์ ใช้สื่อส่งข้อมูลหรือสายร่วมกันดังรูปที่ 2.25 นอกจากนี้ถ้าสื่อส่งข้อมูลเป็นคลื่นวิทยุ แบบหลายจุดใช้คลื่นวิทยุในอากาศร่วมกันการใช้คลื่นวิทยุร่วมกัน ทำได้โดยแบ่งความถี่ออกเป็นช่วงความถี่ของอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งถือว่าเป็นการใช้สื่อส่งข้อมูลร่วมกันในแบบแบ่งส่วนที่เรียกว่า การแบ่งปันส่วน หรืออาจผลัดกันใช้สื่อส่งข้อมูลโดยกำหนดระยะเวลาการใช้ที่เรียกว่า การแบ่งปันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.24** Point-to-Point Configuration




**รูปที่ 2.25** Point-to-Multipoint Configuration

2.6.4 ส่วนประกอบของสกาดา

ระบบสกาดาจะประกอบด้วยระบบย่อยดังนี้

2.6.4.1 Field Instrumentation

เป็นเครื่องมือหรือเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือถูกตรวจสอบ อุปกรณ์นี้จะเปลี่ยนพารามิเตอร์ทางกายภาพ เช่น Fluid Flow, Velocity, Fluid Level ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า หรือ กระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถอ่านค่าได้โดยอุปกรณ์ Remote Station ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นได้ทั้งสัญญาณอนาล็อก และ สัญญาณดิจิตอล

2.6.4.2 Remote Station

เป็นส่วนที่รวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และส่งไปยังศูนย์กลางระบบสกาดา ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้ง Remote Terminal Unit (RTU) หรือ PLC RTU คือ อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับสัญญาณจากเซนเซอร์หน้างาน และส่งสัญญาณข้อมูลให้คอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ Remote Station แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) Single Board : อินพุต และเอาต์พุตเป็น Fixed Number จะมีราคาถูกแต่ไม่สามารถรองรับการขยายของระบบสมัยใหม่ได้
2) Modular Board : สามารถรองรับการขยาย Remote Station ได้แต่ราคาค่อนข้างแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.3 Communication Network

เป็นการส่งข้อมูลดิจิตอลระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง โดยผ่านตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร เช่น สายเคเบิล คลื่นวิทยุ เป็นต้น

2.6.4.4 Central Monitoring Station (CMS)

เป็นศูนย์กลางของระบบสกาดา โดยรับข้อมูลมาประมวลผลและทำการแสดงกระบวนการบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์จะต้องทำงานแบบ Multitasking ได้ดังต่อไปนี้

1) สื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ
2) แสดงค่าที่อ่านได้บนจอภาพ
3) เก็บบันทึกข้อมูลระยะยาวบนหน่วยความจำ
4) ตรวจสอบสัญญาณเตือนและแสดงสัญญาณเตือน
5) คำนวณค่า เก็บบันทึก และการควบคุม
6) พิมพ์รายงานผลการปฏิบัติงานบนจอภาพ
7) ตอบรับข้อมูลที่ป้อนผ่านแป้นพิมพ์

2.6.5 ลักษณะพิเศษของสกาดา

ลักษณะพิเศษของระบบสกาดาที่ต่างจากระบบควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์อื่น ๆ คือ ระบบสกาดามีอุปกรณ์ปลายทางที่ถูกควบคุม จะอยู่ในตำแหน่งที่ห่างไกลจากศูนย์กลางระบบคอมพิวเตอร์ที่มีผู้ส่งการ โดยการส่งสัญญาณควบคุมจะถูกส่งผ่านสื่ออื่นเป็นตัวกลาง

2.6.6 ฐานข้อมูลของสกาดา

ฐานข้อมูล คือ พื้นที่ที่ใช้จัดการและเก็บค่าของกระบวน เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ฐานข้อมูลของสกาดามี 2 ประเภทดังนี้

2.6.6.1 Realtime Database Servers

เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการ และเก็บค่าของกระบวนการ ณ เวลาปัจจุบัน ค่า Realtime จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ค่าของกระบวนการจะถูกตรวจจับโดย RTU จากนั้นข้อมูลค่า Realtime จะถูกประมวลและนำมาแสดงผลบน MMI (Man-Machine Interface) เพื่อให้พนักงานควบคุมรู้ถึงสภาพของกระบวนการ ณ ขณะนั้น ค่า Realtime ทุกค่าจะถูก Update ได้ไม่เกินทุก 2 วินาที

2.6.6.2 Historical Database Servers

เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการและจัดเก็บค่า Historical Data ของกระบวนการเพื่อใช้ในการ Trending Logging, Statistic และ Report ตัวอย่างของฐานข้อมูลชนิดนี้ คือ XIS (Extended Information System) ซึ่งถูกสร้างโดยใช้ Sybase Realational Database Management System (RDBMS) ที่เป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 มาตรฐานโปรโตคอลที่ใช้ในสกาดา

ปัจจุบันสกาดามีมาตรฐานโปรโตคอล (Protocols) มากกว่า 200 โปรโตคอลทั่วโลก ที่ใช้สำหรับการติดต่อระหว่าง Central Computer และ Remote RTUs, PLCs และ Flow Computer Standard มาตรฐานโปรโตคอลที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 5 แบบดังนี้

1) ASCII (American Standard Code for Information Interchange) เป็นโปรโตคอลสากลที่ใช้ในการสื่อสารของคอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย
2) CAP (Compressed ASCII Protocol) เป็น RTU โปรโตคอลที่ดีที่สุด เป็นภาษาที่คนสามารถอ่านเข้าใจได้ มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) เร็ว และมีความปลอดภัยสูง
3) Modbus เป็น Point-to-Point โปรโตคอลที่ใช้กันทุกหนทุกแห่งแต่มีข้อเสียคือเป็นภาษาที่คนไม่สามารถอ่านเข้าใจได้
4) Modbus X เป็นส่วนที่พัฒนามาจาก Modbus โปรโตคอลที่ทำให้ผู้ใช้ Modbus สามารถอ่านและสามารถสร้างจำนวนบวกและลบได้
5) IEEE 32 bit Single Format Floating Point เป็นมาตรฐานของงานอุตสาหกรรม สำหรับการส่งตัวเลข 23 บิต ด้วยความถูกต้อง

2.6.8 การแปลงข้อมูลในสกาดาโปรโตคอล

การแปลงระบบให้โปรโตคอลของสกาดา สามารถใช้งานกับคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ และฐานข้อมูลแบบใหม่ได้ซึ่งมีหลายแนวทางด้วยกันดังนี้

1) การแปลง Remote RTU เก่า และ Flow Computer ให้สื่อสารด้วยโปรโตคอลมาตรฐาน วิธีนี้ทำให้ข้อมูลในระบบเดิมยังคงอยู่ครบ
2) การแปลง Remote RTU ใหม่ และ Flow Computer ให้สื่อสารด้วยโปรโตคอลเก่า วิธีนี้ไม่นิยมเนื่องจากมีข้อเสียคือเป็นการใช้เทคโนโลยีเก่า
3) การใช้ SPC (SCADA Protocol Converter) เป็น H/W Protocol Converter ระหว่าง RTU ,PLC, Flow Computer และ Central Station ซึ่งวิธีนี้ทำให้ระบบเก่าสามารถสื่อสารกับซอฟท์แวร์แบบใหม่ได้ และ SPC จะติดต่อโดยตรงกับ Central Station โดยไม่มีดีเรย์

## 2.7 อินเตอร์ล็อค

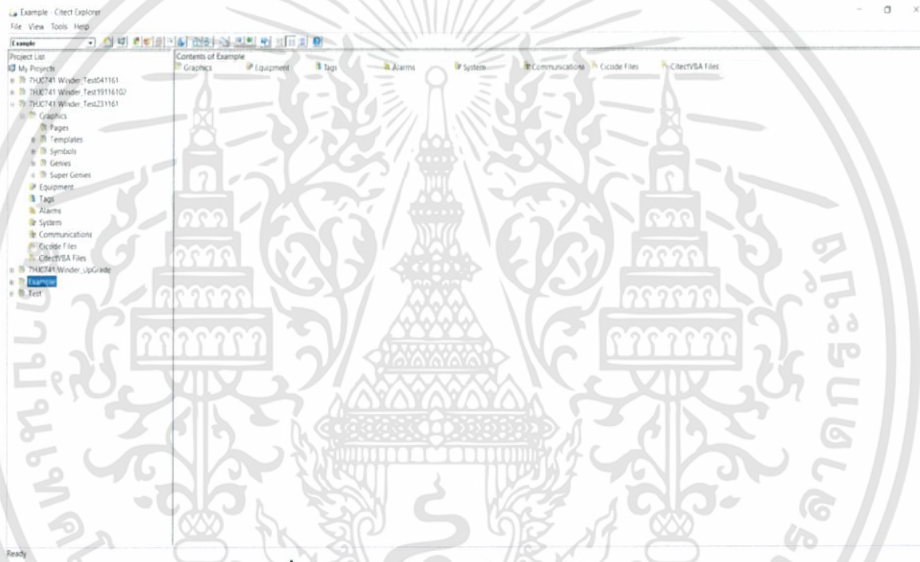
อินเตอร์ล็อค (Interlock) เป็นคุณสมบัติที่ทำให้สถานะของอุปกรณ์หรือคำสั่ง 2 คำสั่งที่ต้องทำงานไปพร้อมกัน การอินเตอร์ล็อคถูกใช้เพื่อป้องกันไม่ให้สถานะที่ไม่พึงประสงค์มีผลต่อเอาต์พุตเครื่องจักร ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ ระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ หรือเครื่องจักรกล ในโปรแกรมส่วนใหญ่จะใช้อินเตอร์ล็อคเพื่อช่วยป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน หรือสร้างความเสียหายด้วยการป้องกันไม่ให้คำสั่งหนึ่งเปลี่ยนสถานะเนื่องจากสถานะของคำสั่งอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

### 2.8.1 CitectSCADA

CitectSCADA ผลิตโดยบริษัท Citect แห่งประเทศออสเตรเลีย เป็นสกาดาที่ใช้กันมากที่สุดในทวีปเอเชีย ปัจจุบันบริษัท Schneider Electric จากประเทศฝรั่งเศสได้เข้ามาบริหาร เลยเปลี่ยนชื่อเป็น VijeoCitect มีจุดเด่นคือเป็นระบบสกาดาที่มีสีสันสวยงาม ใช้งานง่าย สามารถกำหนดโปรแกรมให้ทำการมอนิเตอร์และควบคุมระบบเล็กหรือระบบใหญ่ได้ เพราะว่าปัจจุบันนี้ซอฟต์แวร์ได้พัฒนาให้มีความยืดหยุ่นสูง สามารถเพิ่มฟังก์ชันต่าง ๆ ภายหลังได้ และ CitectSCADA เป็นซอฟต์แวร์สกาดาที่เรียนรู้ง่ายเนื่องจากมีรูปแบบสำเร็จรูป เช่น Genies, Template และ Wizard ทำให้ลดเวลาอย่างมากในการใช้งานซอฟต์แวร์ ซึ่งตัวอย่างโปรแกรมจะแสดงดังรูปที่ 2.26

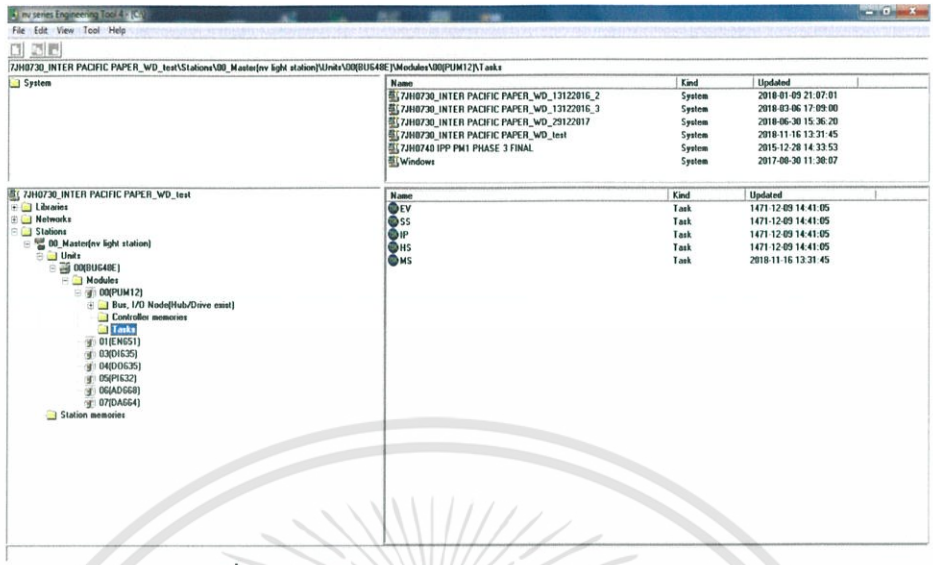


**รูปที่ 2.26** หน้าซอฟต์แวร์ CitectSCADA

### 2.8.2 nV-Engineering Tool 4

เป็นซอฟต์แวร์การเขียนโปรแกรม PLC ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและกระบวนการควบคุมต่าง ๆ PLC ของ Toshiba เป็นเครื่องมือการเขียนโปรแกรมเพียงอย่างเดียวที่จำเป็นในการพัฒนา ทดสอบและแก้ปัญหาโปรแกรมแอปพลิเคชันอย่างสมบูรณ์ ใช้งานง่าย และมีไลบรารีในตัวของบล็อกฟังก์ชันที่ทดสอบไว้ล่วงหน้า ช่วยให้โปรแกรมเมอร์สามารถปรับใช้โซลูชันแอปพลิเคชันหน่วยประมวลผลสามารถจัดเก็บโปรแกรมที่สมบูรณ์ เอกสารประกอบ หรือเพียงแค่แอปพลิเคชันแบบรันไทม์ตัวอย่างโปรแกรม ดังรูปที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.27 หน้าซอฟต์แวร์ nV-Engineering Tool 4

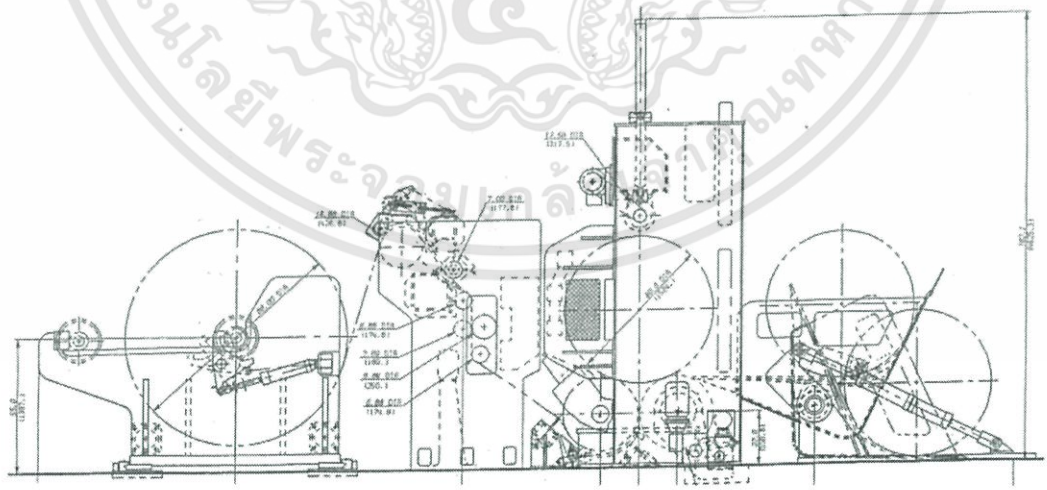
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# ขั้นตอนการดำเนินงาน

บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งจะประกอบไปด้วยการศึกษากระบวนการทำงานเครื่องจักรกรอกระดาษ การศึกษาแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ การออกแบบหน้าจอสกาดาโดยซอฟต์แวร์ CitectSCADA และการสร้างแอดเดรสให้สกาดาโดย PLC

## 3.1 ศึกษากระบวนการทำงานเครื่องจักรกรอกระดาษ

การกรอแบ่งกระดาษเป็นส่วนสุดท้ายของกระบวนการผลิตกระดาษ กระดาษที่ออกจากเครื่องผลิตกระดาษเป็นม้วนขนาดใหญ่มากเรียกว่า ม้วนจัมโบ้ จัมโบ้คือความกว้างของเครื่องกระดาษที่มีขนาดตั้งแต่ 2,540 ถึง 9,140 มิลลิเมตร ม้วนจัมโบ้คือกระดาษที่ม้วนบนเพลาที่เรียกว่า แกนม้วน โดยส่วนนี้จะการแปลงม้วนจัมโบ้ขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กที่สะดวกต่อการจัดส่ง โดยขนาดของม้วนจะถูกกำหนดโดยคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยเครื่องจักรกรอกระดาษที่โรงงานใช้เป็นรูปแบบ Two drum winder ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ขั้นตอนการกรอกระดาษ หลังจากม้วนจัมโบ้ออกมาจากเครื่องผลิตกระดาษ ใช้เครนยกม้วนจัมโบ้มาวางไว้ที่แท่นวาง นำหางกระดาษจากม้วนจัมโบ้ส่งไปที่เครื่องจักรกรอกระดาษ ทำการปรับใบมีเพื่อตัดม้วนกระดาษตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ติดหางกระดาษเข้ากับแกนกระดาษแล้วทำการกรอกระดาษ รอจนได้เส้นผ่านศูนย์กลางที่กำหนดไว้จึงทำการนำม้วนกระดาษออกเพื่อจัดส่งลูกค้าต่อไป ขั้นตอนการกรอกระดาษจะแบ่งเป็น 4 ช่วงซึ่งแต่ละช่วงจะมีส่วนประกอบดังแสดงในรูปที่ 3.2



**รูปที่ 3.1** แบบเครื่องจักรกรอกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 Un-wind Section

ช่วงนี้จะมีแท่นสำหรับวางม้วนจัมโบ้ สำหรับเตรียมม้วนจัมโบ้ก่อนการกรอกระดาษ ซึ่งในช่วงนี้มีส่วนประกอบ คือ Clamp , Clutch , Traverse และ Cran Hook แต่ละส่วนประกอบทำหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

1) Clamp หน้าที่ล็อคแกนม้วนไม่ให้เคลื่อนที่
2) Clutch หน้าที่คลัตช์เกียร์จากมอเตอร์เข้ากับแกนม้วน เพื่อทำให้ม้วนจัมโบ้สามารถหมุนได้
3) Traverse หน้าที่เคลื่อนแท่นวางม้วนจัมโบ้เพื่อปรับหางกระดาษให้อยู่ตรงกลาง
4) Cran Hook หน้าที่ป้องกันเครนยกแกนม้วนที่ยังไม่ถูกปลดล็อคแกน

3.1.2 Slitter Section

ช่วงนี้จะทำการตัดแบ่งกระดาษเป็นส่วน ๆ และตัดหางกระดาษตามคำสั่งซื้อของลูกค้าโดยใช้ใบมีดกับเขียง ซึ่งในช่วงนี้มีส่วนประกอบ คือ Top Slitter , Bottom Slitter , Trim Blower และ Tension Roll แต่ละส่วนประกอบทำหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

1) Top Slitter หน้าที่ใบมีดที่ใช้ตัดกระดาษเป็นส่วน ๆ และตัดหางกระดาษ
2) Bottom Slitter หน้าที่เขียงใช้รับใบมีดขณะตัดกระดาษ
3) Trim Blower หน้าที่ดูดหางกระดาษที่ถูกตัดเพื่อนำไปรีไซเคิล
4) Tension Roll หน้าที่ควบคุมความตึงของกระดาษขณะกรอกระดาษเพื่อไม่ให้กระดาษขาด

3.1.3 Wind up section

ช่วงนี้จะเป็นการกรอแบ่งกระดาษเข้ากับแกนกระดาษเพื่อขึ้นรูปเป็นม้วนกระดาษตามคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยช่วงนี้จะเกิดจากการทำงานร่วมกันของหลายส่วนประกอบ คือ Core Chuck, Core Slide, Core Injector, Core Injector Clamp, Roll Ejector, Knife, Rider Roll, Break, Sheet Holder, Sheet Thread, Air Shower และ Barrier แต่ละส่วนประกอบทำหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

1) Core Chuck หน้าที่ล็อคแกนกระดาษไม่ให้เคลื่อนที่ขณะกรอกระดาษเข้าแกน
2) Core Slide หน้าที่ตรวจสอบเส้นผ้าศูนย์กลางของม้วนกระดาษที่ทำการกรอ โดยจะเคลื่อนที่ขึ้นลงไปพร้อมม้วนกระดาษจนถึงค่าที่ตั้งไว้
3) Core Injector หน้าที่ยกแกนกระดาษเข้าระหว่างลูกกลิ้งม้วนกระดาษ
4) Core Injector Clamp หน้าที่ล็อคแกนกระดาษขณะยกแกนเข้า
5) Roll Ejector หน้าที่ดันลูกม้วนออกจากเครื่องจักรกรอกระดาษ
6) Knife หน้าที่ตัดหางกระดาษขณะดันม้วนกระดาษออก
7) Rider Roll หน้าที่รีดม้วนกระดาษไม่ให้ยับขณะกรอกระดาษ
8) Break หน้าที่หยุดการทำงานของส่วนที่มีมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) Sheet Holder หน้าที่ล็อคกระดาษขณะเปลี่ยนเซตการกรอกระดาษ

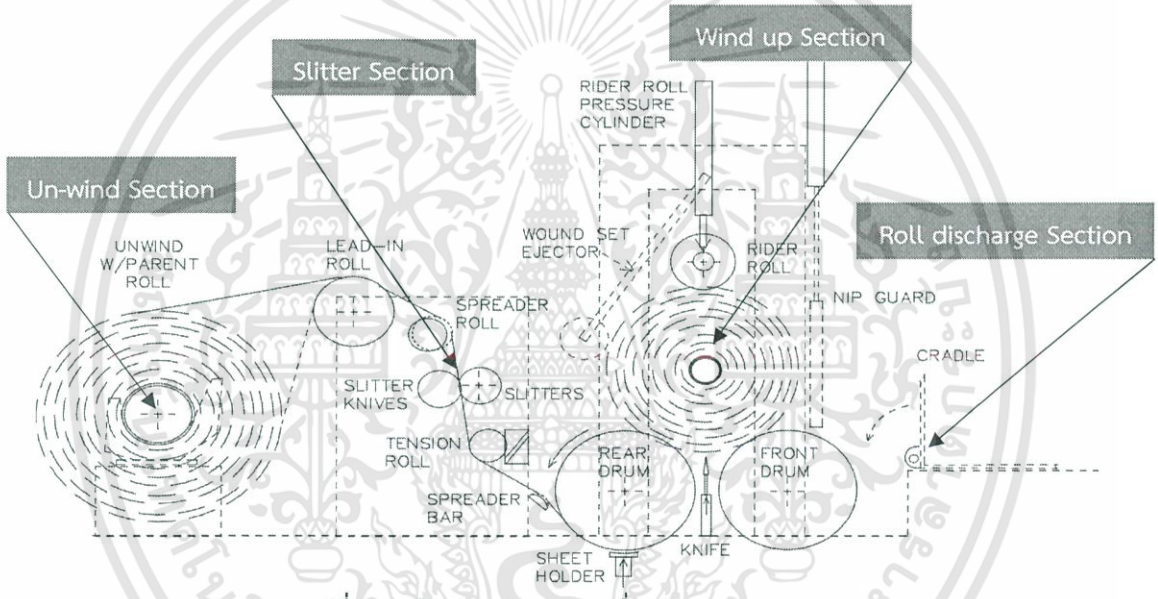
10) Sheet Thread หน้าที่หนีบหางกระดาษเพื่อนำพากระดาษ

11) Air Shower หน้าที่ปล่อยลมระหว่างช่องว่างของลูกกลิ้งม้วนกระดาษเพื่อนำพากระดาษขณะส่งกระดาษ

12) Barrier หน้าที่ป้องกันคนจากเครื่องจักรกรอกระดาษ

3.1.4 Roll discharge Section

ช่วงนี้จะเป็นการนำม้วนกระดาษออกจากเครื่องจักรกรอกระดาษเพื่อไปสู่กระบวนการต่อไป คือ การตรวจสอบม้วนกระดาษ ติดบาร์โค้ด ลัดม้วนและทำการจัดส่งลูกค้า ในช่วงนี้จะมีส่วนประกอบ คือ Cradle ซึ่งจะมีหน้าที่รับม้วนกระดาษที่กรอเสร็จแล้วเพื่อนำส่งลงพื้น

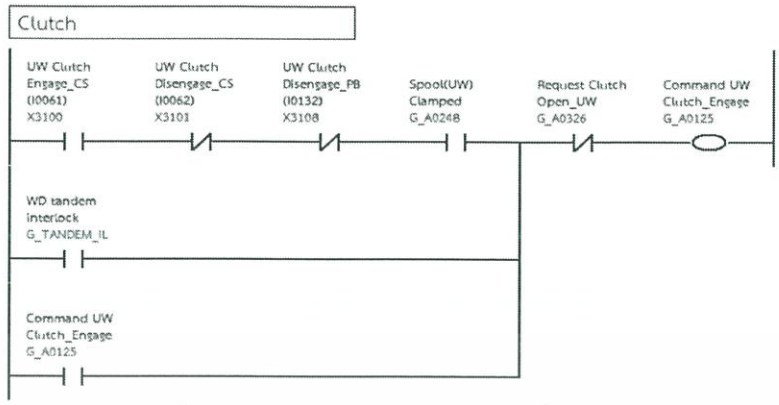



**รูปที่ 3.2** ส่วนประกอบของเครื่องจักรกรอกระดาษ

**3.2 ศึกษาแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ**

เครื่องจักรกรอกระดาษถูกควบคุมโดย PLC ยี่ห้อ Toshiba ซึ่งจะโปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรมลงไปเพื่อควบคุมเครื่องจักร แลดเดอร์ไดอะแกรมจะเขียนเกี่ยวกับการทำงานทั้งหมดของเครื่องจักรกรอกระดาษ ซึ่งในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างส่วนของแลดเดอร์ไดอะแกรมของการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษมาบางส่วนเพื่ออธิบายการทำงาน ร่วมถึงอธิบายเงื่อนไขของแลดเดอร์ไดอะแกรมนั้นเพื่อทำความเข้าใจ แลดเดอร์ไดอะแกรมที่ยกตัวอย่างจะเป็นส่วนของคำสั่ง Clutch ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ล็อคเกียร์จากมอเตอร์เข้ากับแกนม้วน เพื่อทำให้ม้วนจัมโบ้สามารถหมุนได้ ดังรูปที่ 3.3 จะแสดงตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมของคำสั่ง Clutch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



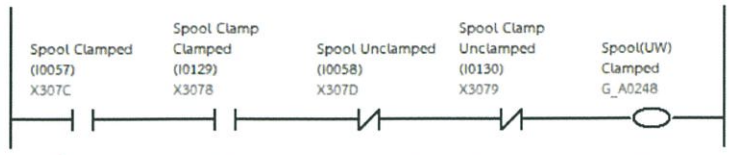

**รูปที่ 3.3** แลดเดอร์ไดอะแกรมของคำสั่ง Clutch

จากรูปที่ 3.3 Command UW Clutch_Engage คือ คำสั่งเอาต์พุตคลัตช์เกียร์มอเตอร์เข้าแกนม้วน คำสั่งเอาต์พุตเป็นส่วนสัญญาณขาออกที่ไปสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน เอาต์พุตจะมีสถานะเปิดก็ต่อเมื่อแต่ละคำสั่งมีสถานะ ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งจากตารางสังเกตเห็นว่ากรณีที่เอาต์พุตมีสถานะเปิดคอนแทคแบบปกติปิด G_A0326 จะต้องอยู่ในสถานะปิดเสมอ เนื่องจากเป็นอินเตอร์ล็อคซึ่งจะใช้เป็นส่วนป้องกันการทำงานพร้อมกัน ถ้าสั่งให้คลัตช์เกียร์ ขณะที่สั่งจะไม่สามารถสั่งปลดเกียร์ออกพร้อม ๆ กันได้ เพราะถ้าสั่งปลดเกียร์คอนแทคแบบปกติปิดจะมีสถานะเปิดทำให้ไปตัดสัญญาณของการสั่งคลัตช์เกียร์

**ตารางที่ 3.1** แสดงเงื่อนไขเมื่อเอาต์พุตคำสั่ง Clutch อยู่สถานะเปิด

| กรณี | สัญลักษณ์ | Tags PLC | Tags name | ความหมาย | สถานะ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ⊣ ⊢ | X3100 | UW Clutch Engage_CS(I0061) | สวิตช์ Clutch บิดไปที่ Engage | เปิด |
| | ⊣/⊢ | X3101 | UW Clutch Disengage_CS(I0062) | สวิตช์ Clutch บิดไปที่ Disengage | ปิด |
| | ⊣/⊢ | X3108 | UW Clutch Disengage_PB(I0132) | ปุ่มกด Clutch Disengage | ปิด |
| | ⊣ ⊢ | G_A0248 | Spool Clamped | แกนม้วนถูก Clamp ล็อคแล้ว โดยสัญญานมาจากลิมิตสวิตช์ | เปิด |
| | ⊣/⊢ | G_A0326 | Request Clutch Open_UW | ความต้องการให้ Clutch ปลดออกจากแกนม้วน | ปิด |
| 2 | ⊣ ⊢ | G_TANDEM_IL | WD tandem interlock | การทำงานร่วมกันของส่วนประกอบทุกส่วนที่อยู่ในช่วง Wind up | เปิด |
| | ⊣/⊢ | G_A0326 | Request Clutch Open_UW | ความต้องการให้ Clutch ปลดออกจากแกนม้วน | ปิด |
| 3 | ⊣ ⊢ | G_A0125 | Command UW Clutch_Engage | คำสั่งคลัตช์เกียร์มอเตอร์เข้าแกนม้วน | เปิด |
| | ⊣/⊢ | G_A0326 | Request Clutch Open_UW | ความต้องการให้ Clutch ปลดออกจากแกนม้วน | ปิด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.4** แลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงตำแหน่งของ Clamp ล็อคแกน

จากรูปที่ 3.4 เป็นแลดเดอร์ไดอะแกรมแสดงตำแหน่งของ Clamp ว่าแกนม้วนถูกล็อคอยู่ ซึ่งเอาร์พุตนั้นไปอินเตอร์ล็อคกับแลดเดอร์ไดอะแกรมในคำสั่งคลัตช์ ดังรูปที่ 3.3 อินเตอร์ล็อคของทั้งสองส่วนประกอบ คือ ถ้าจะให้คลัตช์ทำงาน แกนม้วนจะต้องถูกล็อคก่อน ถ้าแกนม้วนยังไม่ถูกล็อคจะไม่สามารถคลัตช์ได้ เอาต์พุตทำงานของตำแหน่ง Clamp จะมีสถานะเปิดก็ต่อเมื่อแต่ละคำสั่งมีสถานะ ดังตารางที่ 3.2

**ตารางที่ 3.2** แสดงเงื่อนไขเมื่อเอาต์พุตคำสั่งตำแหน่ง Clamp อยู่สถานะเปิด

| กรณี | สัญลักษณ์ | Tags PLC | Tags name | ความหมาย | สถานะ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ⊣ ⊢ | X307C | Spool Clamp Clamped(I0057) | ลิมิตสวิตช์ตำแหน่ง Clamp | เปิด |
| | ⊣ ⊢ | X3078 | Spool Clamped (I0129) | ลิมิตสวิตช์ตำแหน่ง Clamp | เปิด |
| | ⊣/⊢ | X307D | Spool Unclamped (I0058) | ลิมิตสวิตช์ตำแหน่ง Unclamp | ปิด |
| | ⊣/⊢ | X3079 | Spool Clamp Unclamped(I0130) | ลิมิตสวิตช์ตำแหน่ง Unclamp | ปิด |

### 3.3 การออกแบบหน้ากราฟิกสกาดาโดยซอฟต์แวร์ CitectSCADA

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างหน้ากราฟิกสกาดา โดยใช้ซอฟต์แวร์ CitectSCADA ตั้งแต่เริ่มต้นสร้างโปรเจคใหม่ การกำหนดค่าโปรเจคก่อนสร้างหน้ากราฟิก การสร้างหน้ากราฟิกและการสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโปรเจค CitectSCADA สามารถสร้างโปรเจคสกาดาที่แตกต่างและสลับไปมาระหว่างโปรเจคได้อย่างง่ายและรวดเร็ว สามารถคัดลอกส่วนประกอบระหว่างโปรเจคได้อย่างง่าย และสามารถกำหนดค่าหลายโปรเจคในเวลาเดียวกันได้ แต่ในการทำงานสามารถเรียกใช้ได้เพียงหนึ่งโปรเจคเท่านั้น ทำความรู้จักกับไอคอนเครื่องมือ ดังตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.3** ไอคอนเครื่องมือกำหนดค่าและส่วนรันไทม์

| ไอคอน | คำนิยามและความหมาย |
|---|---|
| | CitectSCADA Explorer ใช้สร้างและจัดการโปรเจค จะแสดงรายการของโปรเจคและให้การเข้าถึงโดยตรงไปยังส่วนประกอบต่าง ๆ สามารถเปลี่ยนชื่อ สำรอง คืนค่า หรือลบโปรเจค |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.3 (ต่อ)** ไอคอนเครื่องมือกำหนดค่าและส่วนรันไทม์

| | |
|---|---|
| | **CitectSCADA Graphics Builder** ใช้ในการออกแบบสร้าง และแก้ไของค์ประกอบกราฟิกของโปรเจครวมถึงเทมเพลต วัตถุกราฟิก สัญลักษณ์ Genies และ Super Genies |
| | **CitectSCADA Project Editor** ใช้สร้าง และจัดการข้อมูลการกำหนดค่าสำหรับโปรเจครวมถึงแทก สัญญาณเตือน ส่วนประกอบของระบบ และส่วนประกอบการสื่อสาร |
| | **CitectSCADA Runtime** แสดงโปรเจค CitectSCADA แบบสด |

3.3.1 การสร้างโปรเจคใหม่

การสร้างโปรเจคใหม่เป็นขั้นตอนแรกในการเริ่มสร้างโปรเจคสกาดา โดยขั้นตอนการสร้างโปรเจคใหม่มีดังนี้

1) เปิดโปรแกรม CitectSCADA Explorer โดยกดเลือกไอคอน ดังแสดงตารางที่ 3.3 เพื่อเปิดหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.5 สำหรับการเริ่มใช้โปรแกรมสร้างและกำหนดค่าโปรเจค (ข้อสังเกต คือ หลังเปิดโปรแกรม CitectSCADA Explorer หน้าต่าง CitectSCADA Graphics Builder และ CitectSCADA Project Editor จะเปิดตามมาด้วย)
2) จากรูปที่ 3.5 กดปุ่ม File จากแถบเครื่องมือเลือก New Project เพื่อสร้างโปรเจคใหม่จะขึ้นหน้าไดอะลอกบอกซ์ (Dialog Box) New Project ดังรูปที่ 3.6 ที่ช่อง Name ให้พิมพ์ชื่อโปรเจค > ทำเครื่องหมายที่ช่อง “Create project based on starter project” เพื่อทำการสร้างโปรเจคตามโปรเจคเริ่มต้น >กดเลือก Project ที่ต้องการใช้เป็นโปรเจคเริ่มต้น > กดปุ่ม OK

**รูปที่ 3.5** หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Explorer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

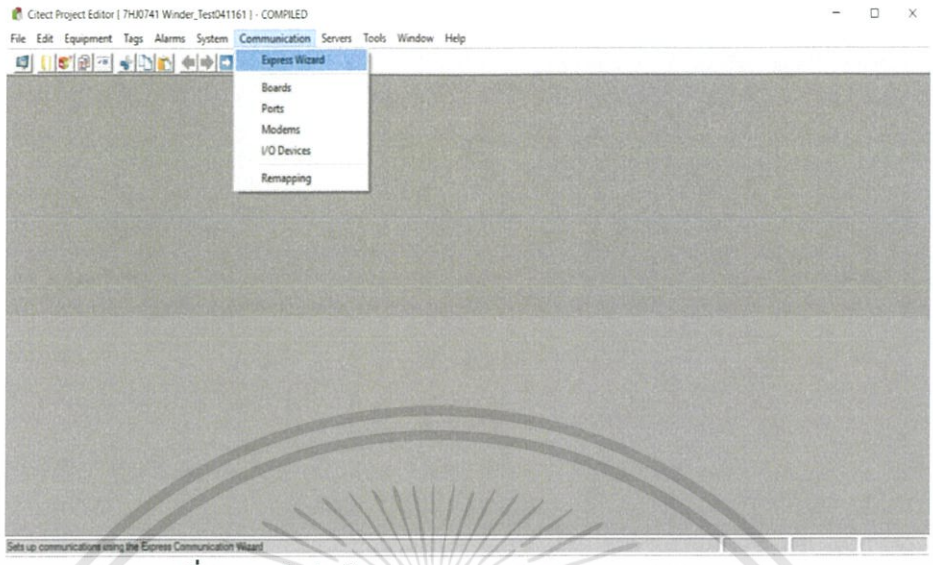
**รูปที่ 3.6** หน้าไดอะลอกบอกซ์ New Project

3.3.2 กำหนดค่า I/O Device

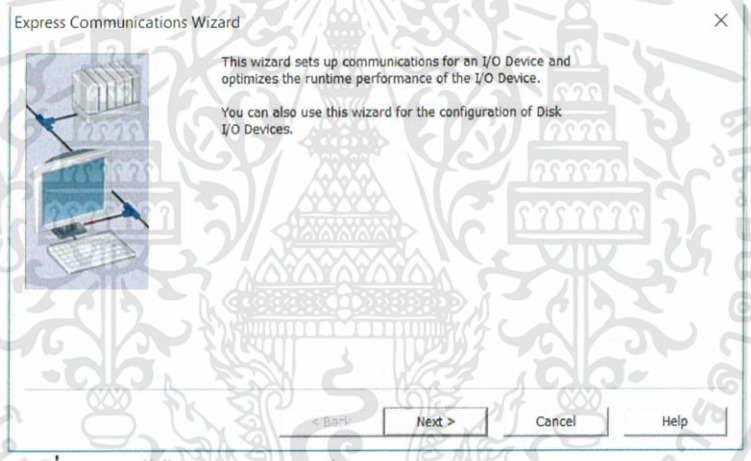
ก่อนที่โปรเจคจะสามารถแสดงข้อมูลหรือควบคุมอุปกรณ์ได้ จะต้องมีการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกเช่น PLC หรือ RTUs โดยใช้อุปกรณ์ OPC ที่รันอยู่ในหน่วยความจำเพื่อจำลอง PLC จริง หัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนการกำหนดค่า I/O Device มีดังนี้

1) หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Project Editor ดังรูปที่ 3.7 กดปุ่ม Communication จากแถบเครื่องมือเลือก Express Wizard จะแสดงหน้าไดอะลอกบอกซ์ Express Communications Wizard ดังรูปที่ 3.8 กด Next
2) เลือก I/O Server ที่ต้องการใช้งาน จากรูปที่ 3.9 กดเลือก “Use an existing I/O Server” เพื่อใช้ I/O Server ที่มีอยู่เดิมโดยจะเลือก “IO_01” เป็น I/O Server จากนั้นกดปุ่ม Next
3) เปลี่ยนชื่อ I/O Device ตามจุดประสงค์หรือตามความต้องการ จากรูปที่ 3.10 เปลี่ยนชื่อเป็น “PLC_01” จากนั้นกดปุ่ม Next
4) กดเลือก Persisted Memory I/O Device แล้วกดปุ่ม Next ดังรูปที่ 3.11 ซึ่งจะกำหนดค่าให้ระบบใช้อุปกรณ์ที่ใช้หน่วยความจำซึ่งยังคงอยู่ในดิสก์แทนอุปกรณ์ทางกายภาพ (Persisted Memory I/O Device มีประโยชน์สำหรับการจำลองสถานการณ์และทดสอบรวมถึงการจัดเก็บคำสั่งหรือข้อมูลอื่น ๆ ในระดับสกาดาแทนที่จะเป็นใน PLC)
5) เลือกไดร์เวอร์ที่ตรงกับอุปกรณ์ภายนอก ดังรูปที่ 3.12 จาก CItect Generic Protocol เลือก Industry Standard Protocols > โมเดล OPC DA Client > การสื่อสาร OPC จากนั้นกดปุ่ม Next จะไปอีกหน้า ดังรูปที่ 3.13 แล้วกดปุ่ม Next จะไปอีกหน้า ดังรูปที่ 3.14 แล้วกดปุ่ม Finish จบการสร้าง I/O Device

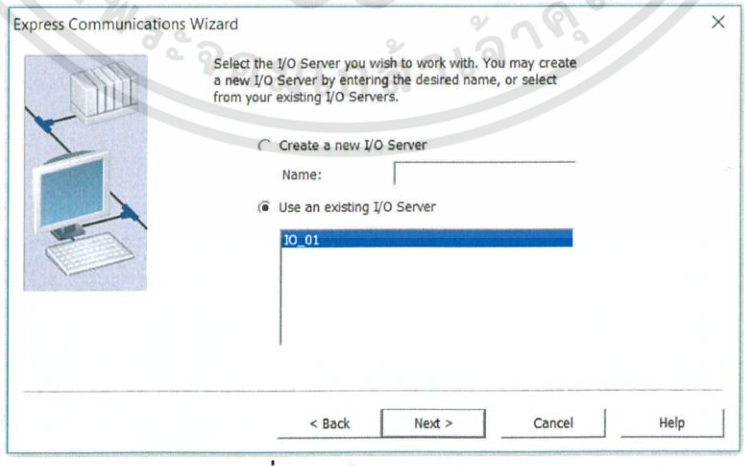
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.7** หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Project Editor

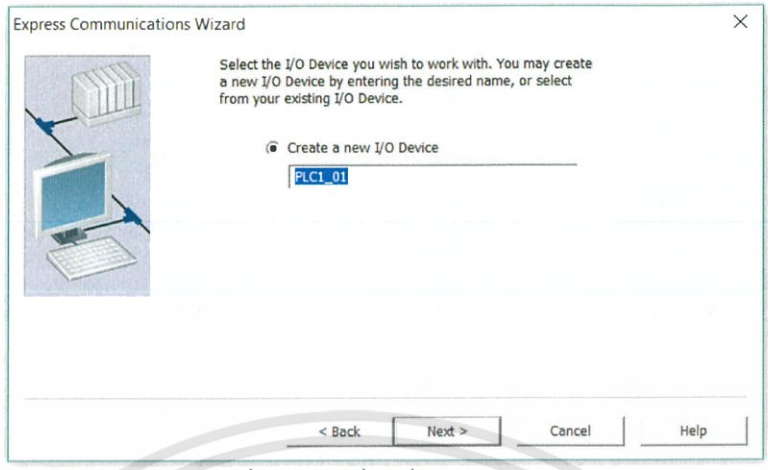



**รูปที่ 3.8** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Express Communications Wizard

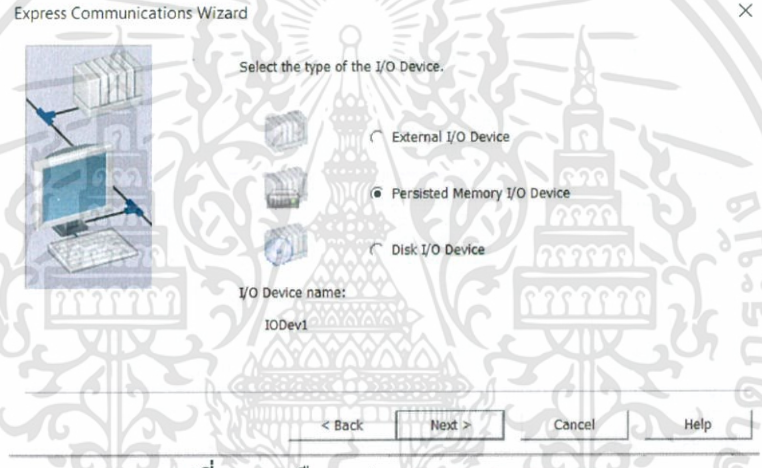



**รูปที่ 3.9** เลือก I/O Server

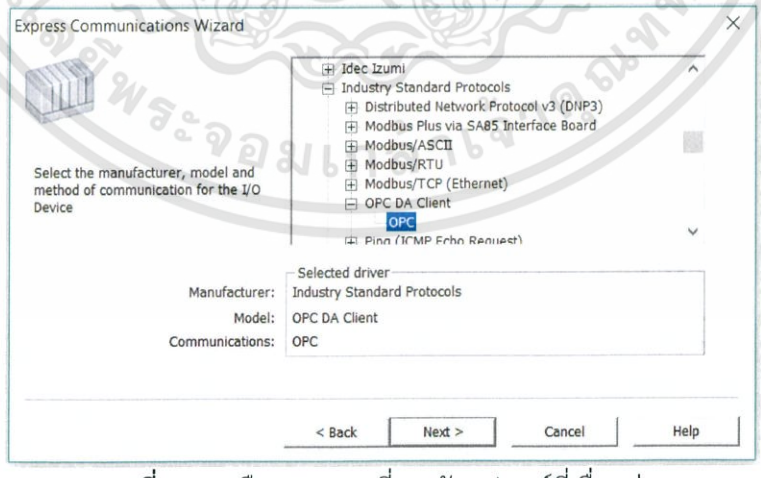
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.10 เปลี่ยนชื่อ I/O Device

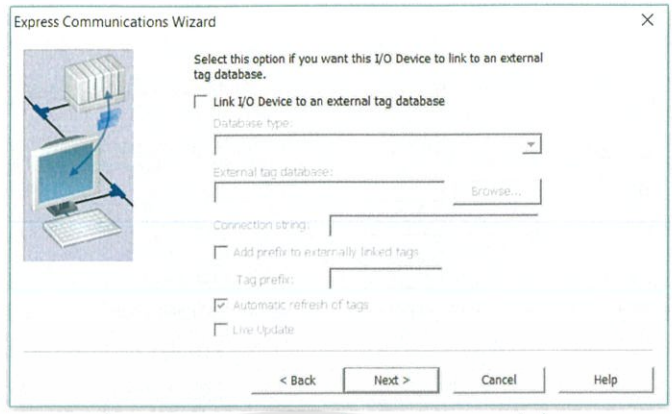



รูปที่ 3.11 เลือกรูปแบบของ I/O Device

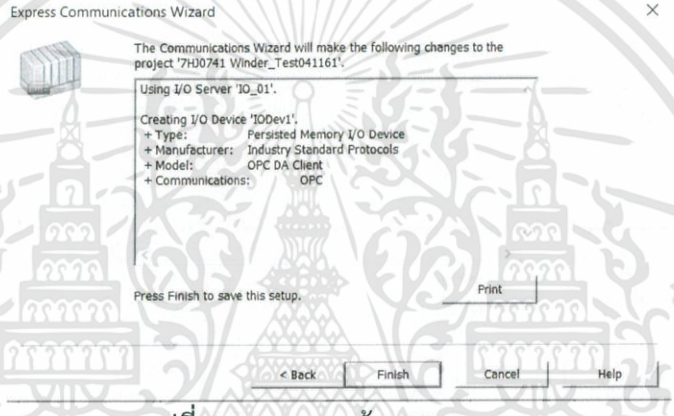



รูปที่ 3.12 เลือก Driver ที่ตรงกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.13** เลือก Driver ที่ตรงกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ



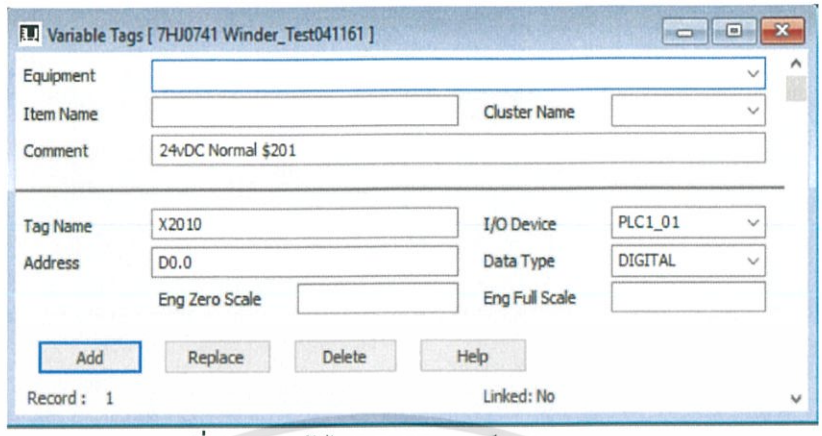

**รูปที่ 3.14** จบการสร้าง I/O Device

3.3.3 กำหนดค่าตัวแปร (Variable Tags)

เป็นตัวแปรที่มีการเชื่อมต่อกับ I/O Device หัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนการกำหนดค่าตัวแปรมีดังนี้

1) หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Project Editor ดังรูปที่ 3.7 กดปุ่ม Tags จากแถบเครื่องมือเลือก Variable Tags จะแสดงหน้าไดอะลอกบอกซ์ Variable Tags ดังรูปที่ 3.15
2) กรอกข้อมูลตามตารางที่ 3.4 เพื่อกำหนดค่าตัวแปรที่จะสร้างให้มีคุณสมบัติตรงตามที่ใช้งานเสร็จแล้ว กดปุ่ม Add เพื่อทำการเพิ่มตัวแปร
3) หลังจากเพิ่มตัวแปร ให้สังเกต Record ตำแหน่งมุมล่างซ้ายของหน้าไดอะลอกบอกซ์ Variable Tags ดังรูปที่ 3.15 จะบอกจำนวนตัวแปร แล้วลำดับตัวแปรที่เพิ่มไปท (กรณีที่ใส่ข้อมูลผิดแล้วต้องการแก้ไข ให้เลื่อนหาตัวแปรที่ต้องการแล้วทำการแก้ไขจากนั้นกดปุ่ม Replace เพื่อแทนที่)
4) กดปุ่ม File จากแถบเครื่องมือเลือก Compile เพื่อทำการตรวจสอบการตั้งค่าตัวแปรว่าถูกต้อง ถ้าการตั้งค่าถูกต้องจะขึ้นหน้าป๊อปอัพดังรูปที่ 3.16

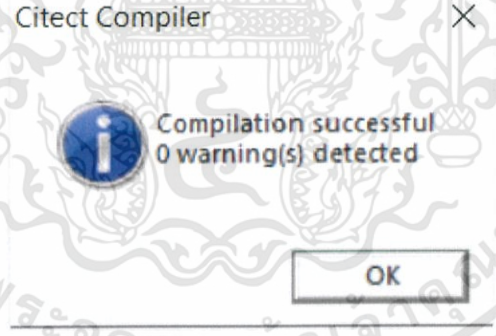
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.15** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Variable Tags

**ตารางที่ 3.4** ตัวอย่างข้อมูลตัวแปร

| | |
|---|---|
| Comment | 24vDC Normal $201 |
| Tag Name | X2010 |
| Address | D0.0 |
| I/O Device | PLC1_01 |
| Data Type | DIGITAL |




**รูปที่ 3.16** ป๊อปอัพ Citect Compiler

3.3.4 การสร้างหน้ากราฟิกเริ่มต้น (Page)

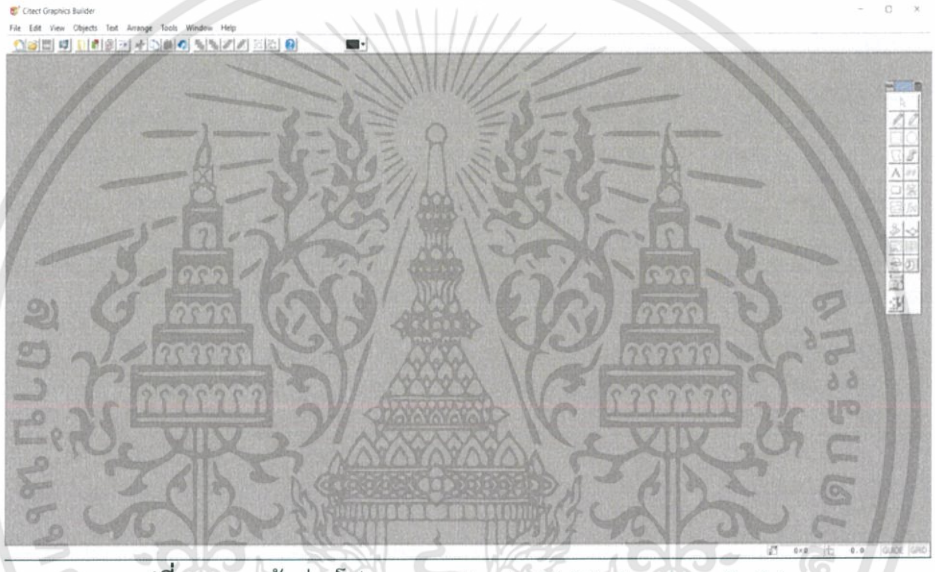
เป็นส่วนแรกก่อนที่จะเข้าส่วนออกแบบหน้าจอสกาดา หัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนการสร้างหน้ากราฟิกเริ่มต้นมีดังนี้

1) หน้าโปรแกรม CitectSCADA Graphics Builder ดังรูปที่ 3.17 กดปุ่ม File จากแถบเครื่องมือเลือก New จะแสดงหน้าไดอะลอกบอกซ์ New ดังรูปที่ 3.18 กดปุ่ม Page เพื่อสร้างหน้ากราฟิก

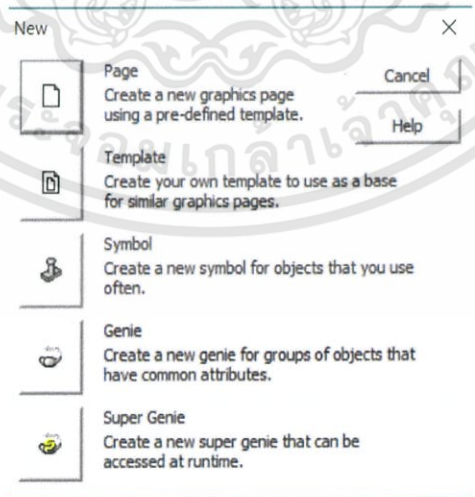
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้าไดอะลอกบอกซ์ Use Template ดังรูปที่ 3.19 เลือก Template ตามรูปแบบโปรเจคที่ใช้ คือ ช่อง Style เลือก tisue > ช่อง Resolution เลือก HD 1080 (1920x1080,16:9) > ช่อง Template เลือก mp11_noalarm_1 แล้วกดปุ่ม OK

3) ทำการเปลี่ยนสี โดยกดเมาส์ทางขวาที่หน้าจอรูปที่ 3.20 เพื่อเปิดเมนูแล้วเลือก Page Properties จะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ ดังรูปที่ 3.21 กดปุ่มเลือก Appearance ที่ช่อง Page color เลือกสีขาว (White) เสร็จแล้วกดปุ่ม Apply ตามด้วยกดปุ่ม OK หลังจากนั้นหน้าจอจะแสดง ดังรูปที่ 3.22

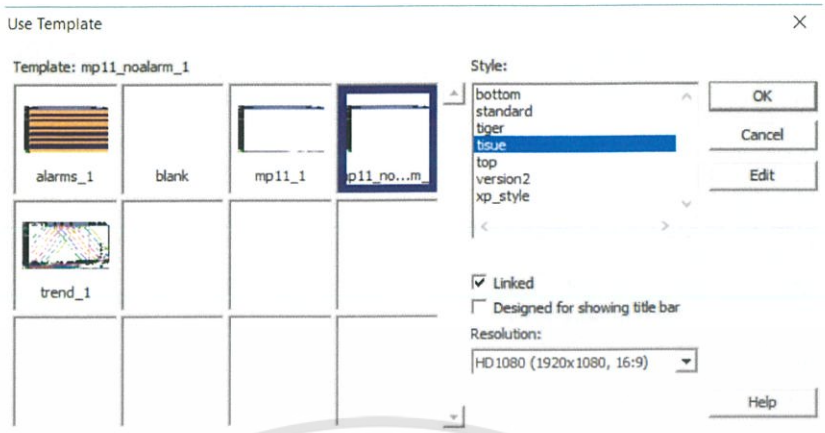


**รูปที่ 3.17** หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Graphics Builder

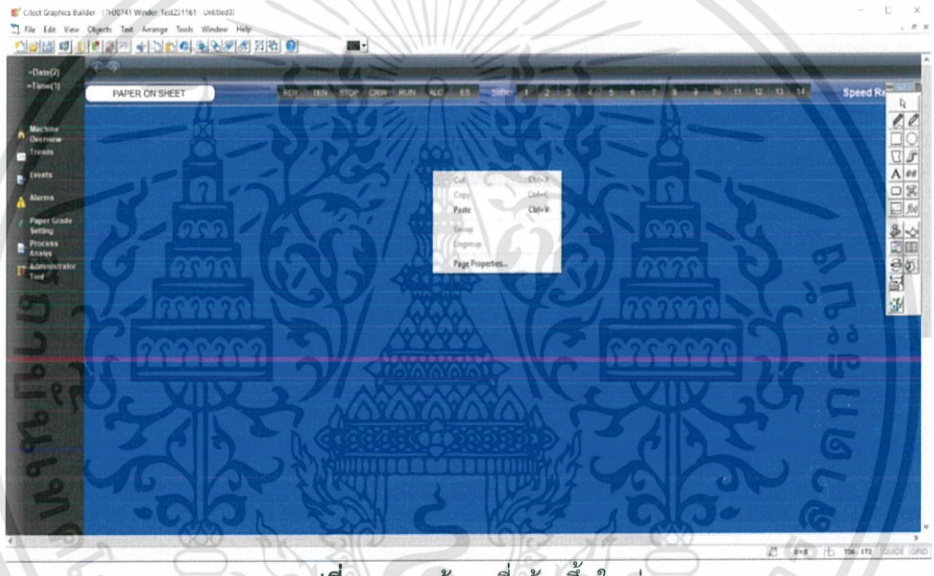



**รูปที่ 3.18** หน้าไดอะลอกบอกซ์ New

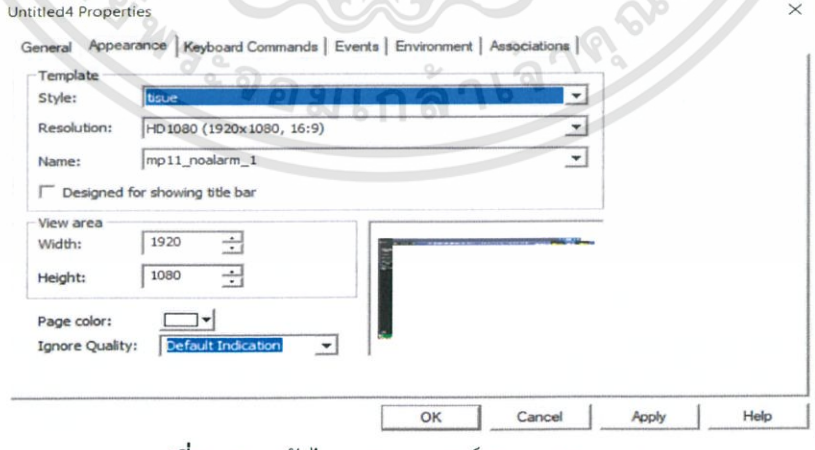
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.19** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Use Template

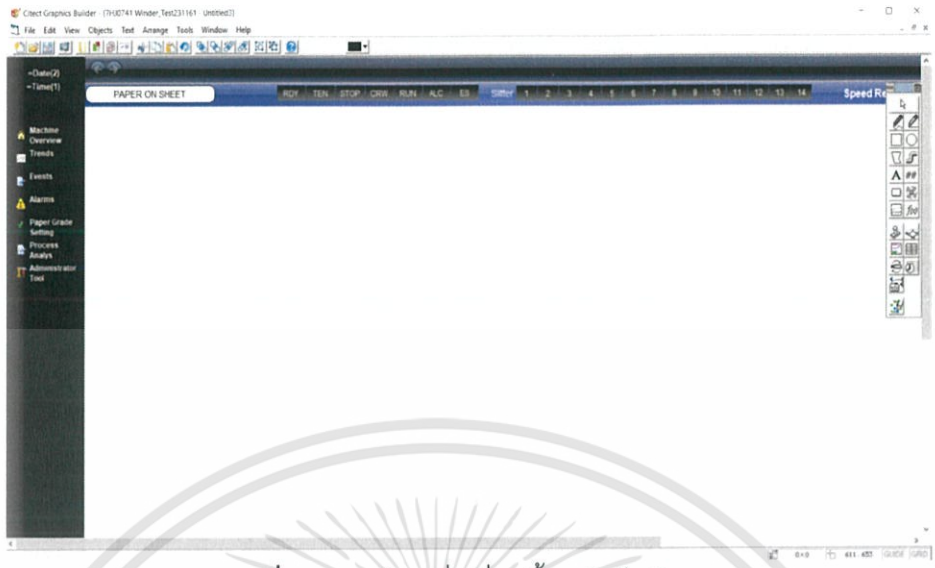



**รูปที่ 3.20** หน้าจอที่สร้างขึ้นใหม่




**รูปที่ 3.21** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Page Properties

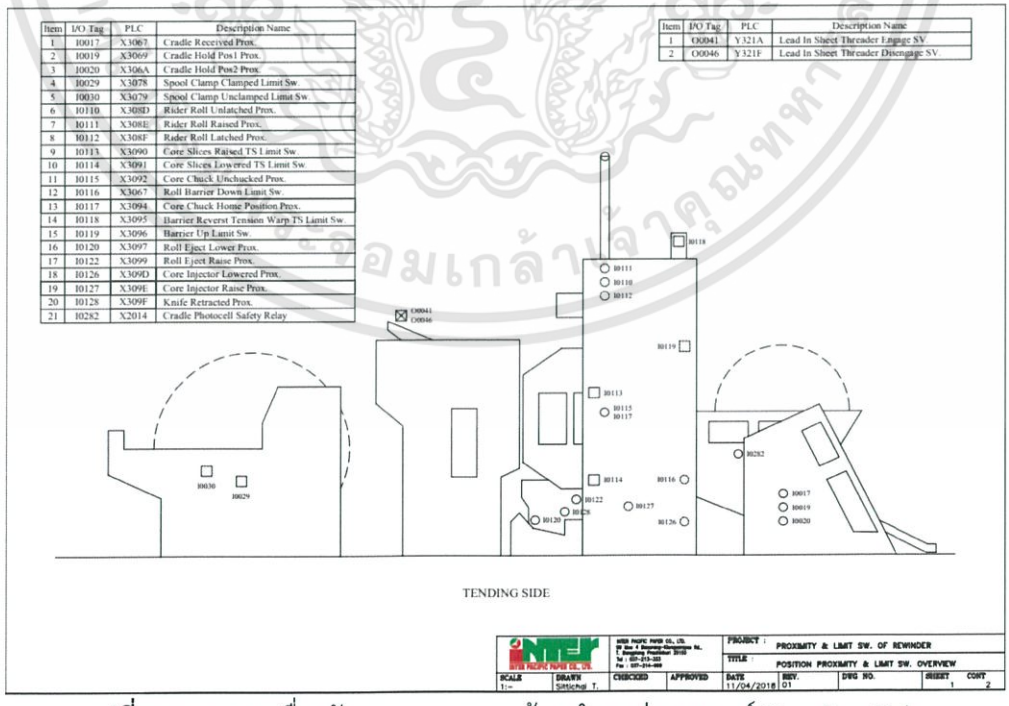
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.22** หน้าจอที่เปลี่ยนพื้นหลังเป็นสีขาว

3.3.5 สร้างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์

หน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งเซนเซอร์ เป็นหน้าที่สามารถแสดงสถานะการทำงานของเซนเซอร์ทุกตัวบนเครื่องจักรกรอกระดาษ และแสดงตำแหน่งพร้อมมีตารางรายละเอียดของเซนเซอร์อินพุตและเอาต์พุตโดยแบบจะแสดง ดังรูปที่ 3.23 ก่อนจะสร้างต้องรู้จักเครื่องมือการวาดกราฟิกโดยจะแสดง ดังตารางที่ 3.5 หัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนออกแบบและสร้างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ดังนี้




**รูปที่ 3.23** แบบเครื่องจักรกรอกระดาษพร้อมตำแหน่งเซนเซอร์ Tending Side

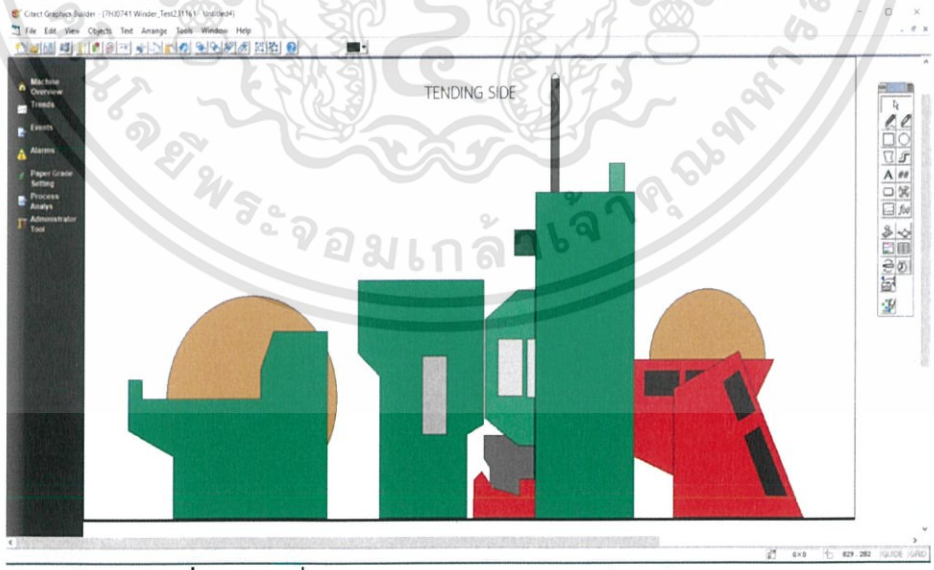
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.5** เครื่องมือสำหรับวาดกราฟิก

| เครื่องมือ | หน้าที่ |
|---|---|
| | Rectangle Tools ใช้วาดสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยม |
| | Ellipse Tools ใช้วาดจุดวงกลมเส้นโค้งและชิ้นส่วนวงกลม |
| | Polygons Tools ใช้วาดรูปหลายเหลี่ยมและเส้นขอบ |
| | Text Tools ใช้พิมพ์ข้อความ |
| | Button Tools ใช้สร้างปุ่มกด |
| | Free Hand Line Tools ใช้วาดเส้นด้วยมือ |
| | Straight Line Tools ใช้วาดเส้นตรง |
| | Symbol Set Tools ใช้สร้างเงื่อนไขรันไทม์ให้สัญลักษณ์ |
| | Pasted Genie Tools ใช้เพิ่มวัตถุจาก library ลงหน้ากราฟิก |
| | Pasted Symbol Tools ใช้เพิ่มสัญลักษณ์จาก library ลงหน้ากราฟิก |

3.3.5.1 วาดหน้ากราฟิกสกาดาตามแบบเครื่องจักรกรอกระดาษ

หน้าต่างโปรแกรม CitectSCADA Graphics Builder ที่ทำการสร้างหน้ากราฟิกเริ่มต้น ดังรูปที่ 3.22 วาดหน้ากราฟิกตามแบบเครื่องจักรกรอกระดาษ ดังรูปที่ 3.23 โดยใช้เครื่องมือสำหรับวาดกราฟิก คือ Rectangle Tools, Ellipse Tools, Polygons Tools และText Tools ดังตารางที่ 3.5 เมื่อวาดเสร็จจะเป็น ดังรูปที่ 3.24

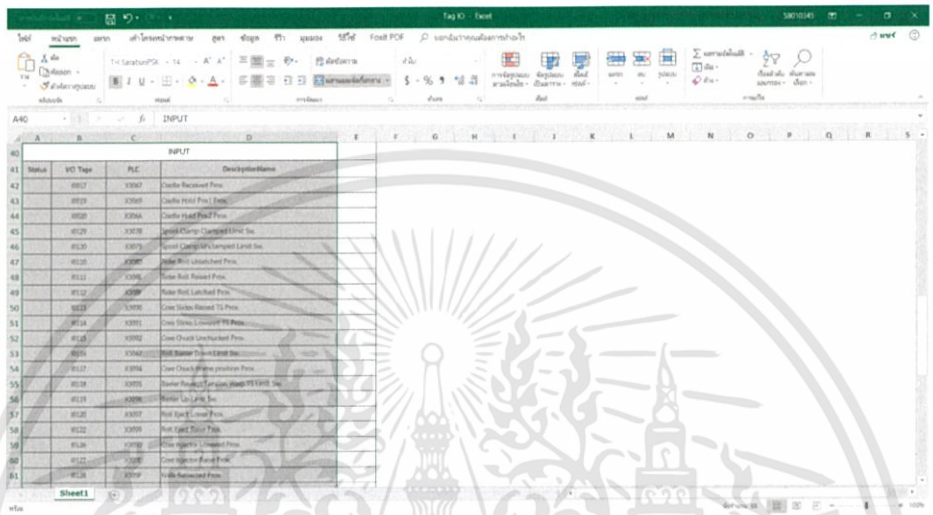



**รูปที่ 3.24** เครื่องจักรกรอกระดาษตามแบบในหน้าจอสกาดา

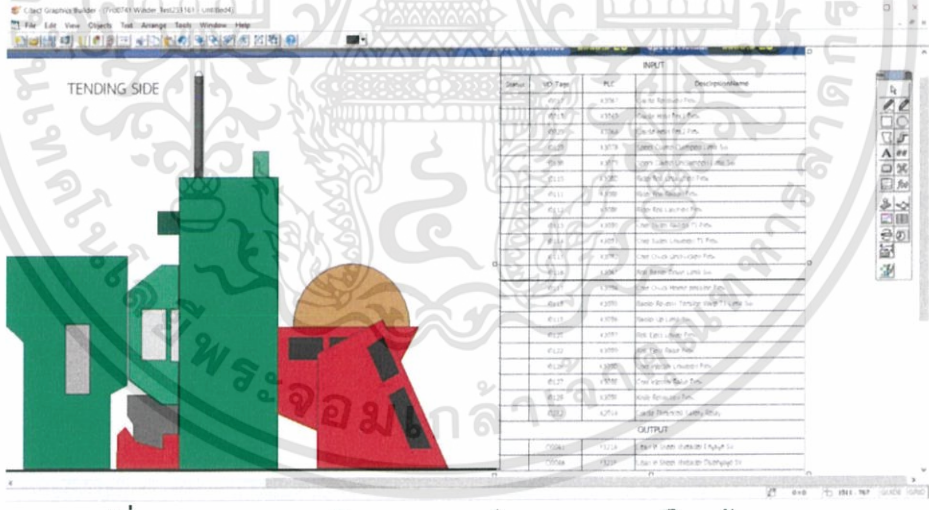
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.2 สร้างตารางแสดงรายละเอียดอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์

สร้างตารางแสดงรายละเอียดอินพุต และเอาต์พุตของเซนเซอร์เครื่องจักรกรอกระดาษโดยใช้โปรแกรม Excel ดังแสดงในรูปที่ 3.25 คัดลอกตารางจากโปรแกรม Excel ไปวางไว้บนหน้ากราฟิกสกาดา ดังรูปที่ 3.26



**รูปที่ 3.25** ตารางแสดงรายละเอียดอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์

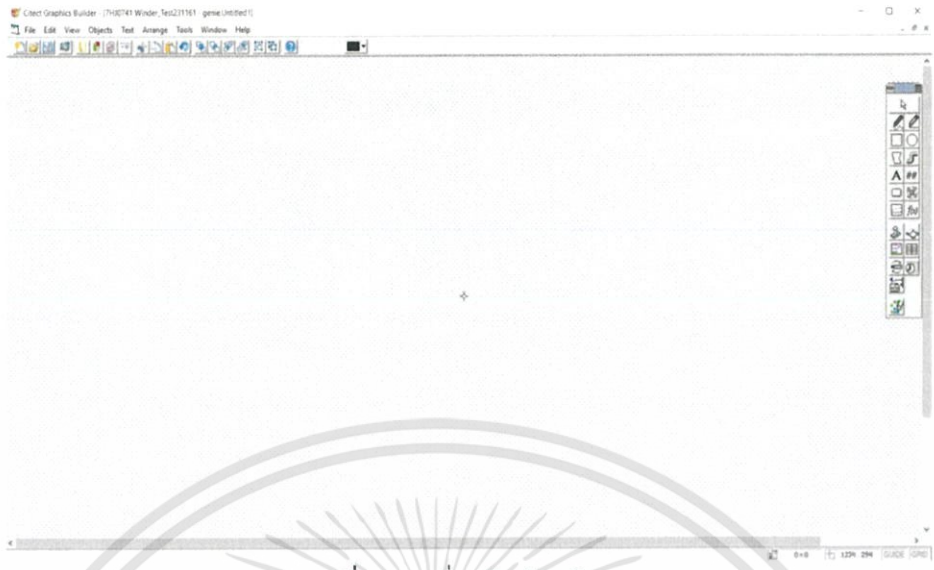



**รูปที่ 3.26** ตารางแสดงอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์ในหน้าจอสกาดา

3.3.5.3 การสร้างวัตถุพิเศษ (Genie)

วัตถุพิเศษที่เกี่ยวข้องซึ่งถ้าเพิ่มลงในหน้ากราฟิกสกาดาโดยกำหนดค่าระบบก็จะสามารถวางวัตถุพิเศษจำนวนหนึ่งลงบนหน้ากราฟิกสกาดาได้ กดปุ่ม File จากแถบเครื่องมือเลือก New จะแสดงหน้าไอดอะลอกบอกซ์ ดังรูปที่ 3.18 กดปุ่ม Genie เพื่อเข้าหน้าต่างการสร้างวัตถุพิเศษ ดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

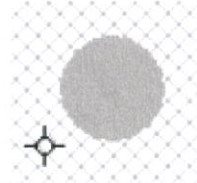


**รูปที่ 3.27** เริ่มสร้างวัตถุพิเศษ

3.3.5.4 วัตถุพิเศษไฟแสดงสถานะของเซนเซอร์

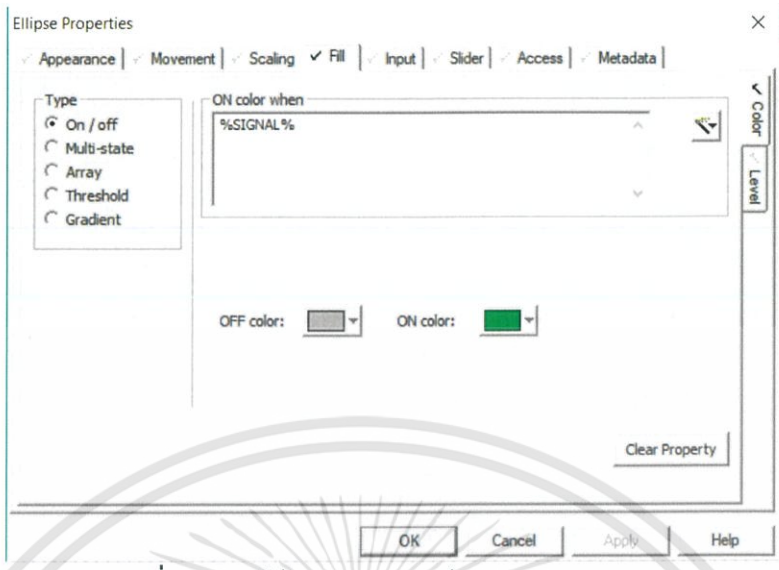
ไฟแสดงสถานะเซนเซอร์จะใช้วางหน้าตารางแสดงรายละเอียดอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์ ขั้นตอนการสร้างและการกำหนดค่าเงื่อนไขมีดังนี้

1) หน้าเริ่มสร้างวัตถุพิเศษ ดังรูปที่ 3.27 ใช่ Ellipse Tools วาดวงกลมจากตารางที่ 3.5 ลากจุดยึดวัตถุพิเศษไปที่มุมล่างซ้ายของวงกลมพร้อมกด F8 เพื่อเปิด GRID คือ เส้นตารางที่กำหนดขอบเขตของวัตถุ ดังรูปที่ 3.28 กดเลือกวงกลมเพื่อเข้าถึงคุณสมบัติ
2) หน้าไดอะลอกบอกซ์ Ellipse Properties ดังรูปที่ 3.29 เลือก Fill > เลือก Type เป็น On/Off > ON color when ใส่ %SIGNAL% เพื่อรับสัญญาณจากการกรอกภายนอก > OFF color เลือกสีเทา > ON color เลือกสีเขียว แล้วกดปุ่ม OK กดปุ่ม File ที่แถบเครื่องมือเลือก Save as จะขึ้นไดอะลอกซ์บอก ดังรูปที่ 3.30 ทำการบันทึกช่อง Library เลือก tissue > ช่อง Genie พิมพ์ชื่อ l_s กดปุ่ม OK จบการบันทึก

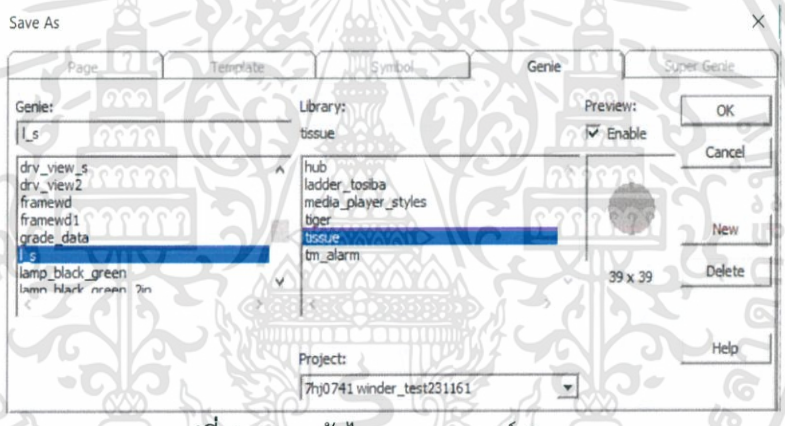


**รูปที่ 3.28** ใช้ Ellipse วาดรูปวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.29** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Ellipse Properties




**รูปที่ 3.30** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Save as

3.3.5.5 วัตถุพิเศษไฟแสดงสถานะของเซนเซอร์บอก I/O Tag

ไฟแสดงสถานะเซนเซอร์จะใช้วางหน้าตารางแสดงรายละเอียดอินพุตและเอาต์พุตของเซนเซอร์บอก I/O Tag เพิ่ม ขั้นตอนการสร้างและการกำหนดค่าเงื่อนไขมีดังนี้

1) ใช้ Symbol Set Tools และ Text Tools จากตารางที่ 3.5 กด F8 เพื่อเปิด GRID แล้วลากจุดยึดวัตถุพิเศษไปที่มุมล่างซ้ายของวัตถุพิเศษ ดังรูปที่ 3.31
2) กดเลือกที่สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 3.31 จะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ Symbol Set Properties เลือก Appearance > เลือก Type เป็น On/Off > ON color when ใส่ %SIGNAL% เพื่อรับสัญญาณจากการกรอกภายนอก ดังรูปที่ 3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

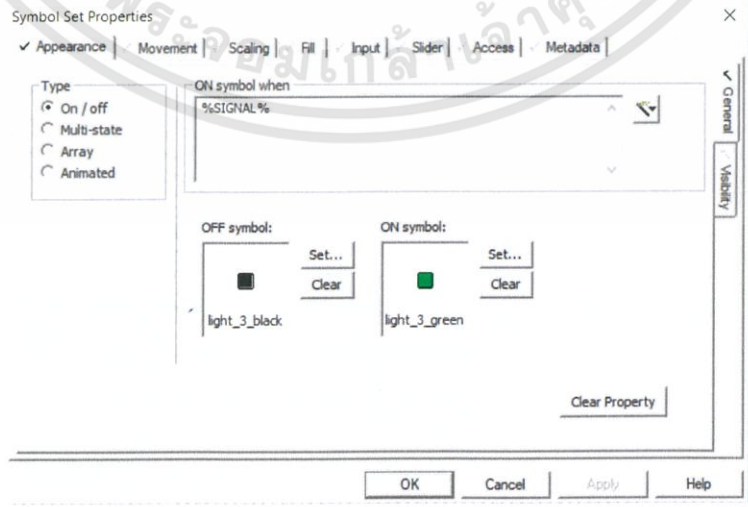
3) จากรูปที่ 3.32 ที่ OFF Symbol กดปุ่ม Set จะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ ดังรูปที่ 3.33 ที่ช่อง Library เลือก lights > ช่อง Symbol เลือก light_3_black แล้วกดปุ่ม OK ที่ ON Symbol กดปุ่ม Set จะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ดัง Select Symbol ที่ช่อง Library เลือก lights > ช่อง Symbol เลือก light_3_green แล้วกดปุ่ม OK เมื่อตั่งค่าเสร็จกดปุ่ม OK ที่หน้าไดอะลอกบอกซ์ Symbol Set Properties

4) กดเลือก Text จากรูปที่ 3.31 จะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ดังรูปที่ 3.34 ช่อง Font เลือก TH SarabunPSK > ช่อง Style เลือก Bold > ช่อง Size เลือก 16 > ช่อง Foreground เลือก สีเหลือง -> ช่อง Alignment เลือก Left > ช่อง Text ใส่ %LABEL% เพื่อทำให้ป้อนคำจากภายนอกได้ กดปุ่ม OK

5) กดปุ่ม File ที่แถบเครื่องมือเลือก Save as จะขึ้นไดอะลอกซ์บอกดัง Save as ทำการบันทึกช่อง Library เลือก tissue > ช่อง Genie พิมพ์ชื่อ Limit_Sw_Status กดปุ่ม OK จบการบันทึก

6) ใช้ Past Genie Tools ดังตารางที่ 3.5 จะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ดังรูปที่ 3.35 เลือกวัตถุพิเศษที่ต้องการแล้วกดปุ่ม OK เพื่อเพิ่มลงบนหน้ากราฟิกสกาดา ลากวัตถุพิเศษวางไว้ตามแบบแล้วทำการกรอกข้อมูล กดปุ่ม OK เมื่อวาดหน้ากราฟิกเสร็จจะเป็น ดังรูปที่ 3.36

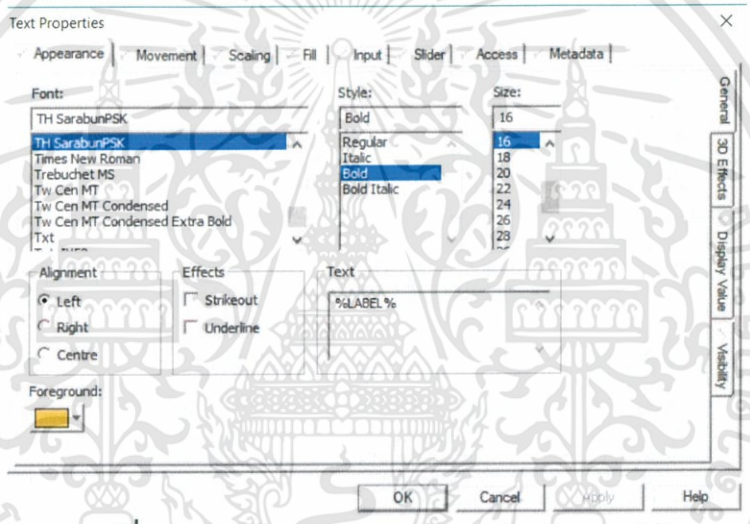
**รูปที่ 3.31** ใช้ Symbol Set และ Text วาดวัตถุพิเศษ



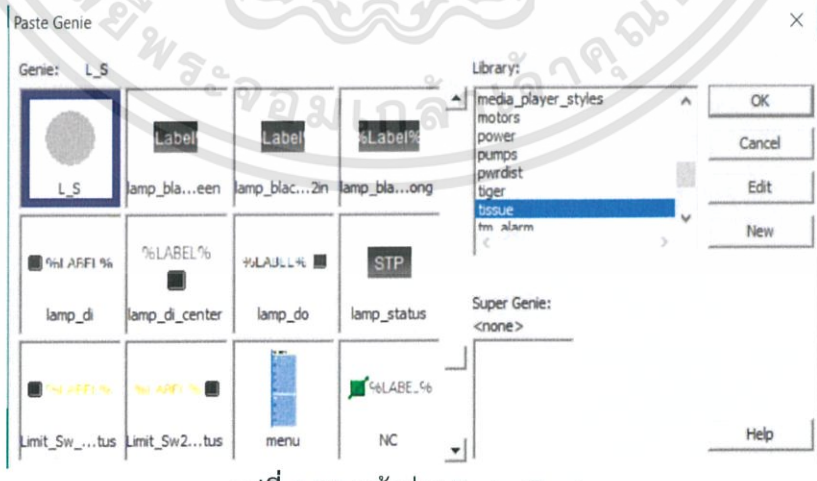

**รูปที่ 3.32** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Symbol Set Properties

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.33** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Select Symbol




**รูปที่ 3.34** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Text Properties (1)




**รูปที่ 3.35** หน้าต่าง Paste Genie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.36** ตัวอย่างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์

3.3.6 สร้างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ

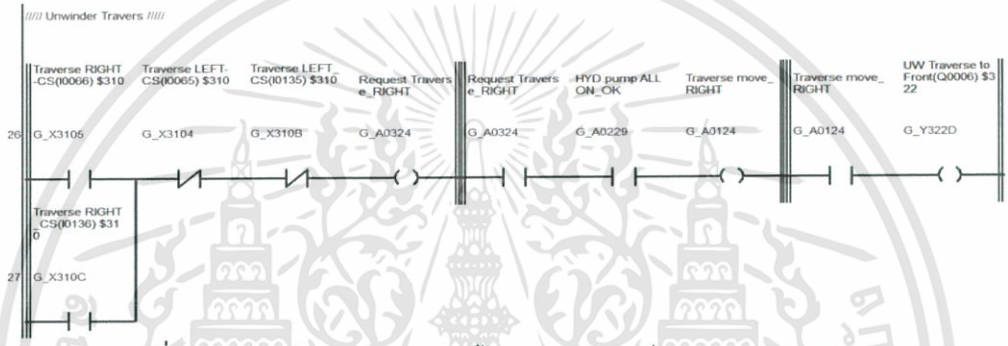
หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ เป็นหน้ากราฟิกที่สามารถแสดงการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษแต่ละส่วนประกอบ โดยขั้นตอนการออกแบบและสร้างหน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษมีดังนี้

1) ดูแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของ PLC ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกรอกระดาษ โดยหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างแลดเดอร์ไดอะแกรมมาจากรูปที่ 3.37 สังเกตแลดเดอร์ไดอะแกรมว่ามีสัญลักษณ์อะไรบ้าง แต่สัญลักษณ์มีเงื่อนไขการทำงานเป็นอย่างไร แล้วนำสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรเจคทั้งหมดมาสร้างวัตถุพิเศษ
2) ยกตัวอย่างการสร้างวัตถุพิเศษเป็นคอนแทคแบบปกติเปิดโดยใช้ Text Tools สร้างเป็นที่เติมข้อความซึ่งเป็นส่วนเติมแอดเดรสของ PLC กับชื่อตัวแปร ใช้ Straight Tools ในการวาดเส้นตรงที่มีลักษณะเหมือนสัญลักษณ์แลดเดอร์ไดอะแกรมของคอนแทคแบบปกติเปิด แล้วใช้เมาส์ลากคุมเส้นทั้งหมด พร้อมกับกด Group เพื่อทำการรวมเส้นตรงที่วาดให้เป็นกลุ่มเดียวกัน เมื่อสร้างเสร็จจะแสดง ดังรูปที่ 3.38
3) กดเลือก Text จะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ Text Properties ดังรูปที่ 3.39 ช่อง Font เลือก TH SarabunPSK > ช่อง Style เลือก Bold > ช่อง Size เลือก 16 > ช่อง Foreground เลือก สีดำ > ช่อง Alignment เลือก Left > ช่อง Text ใส่ %LABEL% เพื่อทำให้ป้อนคำจากภายนอกได้ เสร็จแล้วกดปุ่ม OK

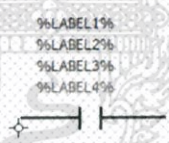
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) กดเลือกคอนแทคแบบปกติเปิดที่วาดจากเส้นตรงแล้วทำการรวมกลุ่มจะปรากฏหน้าไดอะลอกบอกซ์ Group Propeties ดังรูปที่ 3.40 กดเลือก Fill > ช่อง Type เลือก On/Off > ช่อง ON color when ใส่ %SIGNAL% เพื่อรับสัญญาณจากการกรอกภายนอก > ช่อง OFF color เลือกสีดำ > ช่อง ON color เลือกสีแดง เสร็จแล้วกดปุ่ม OK แล้วทำการบันทึก

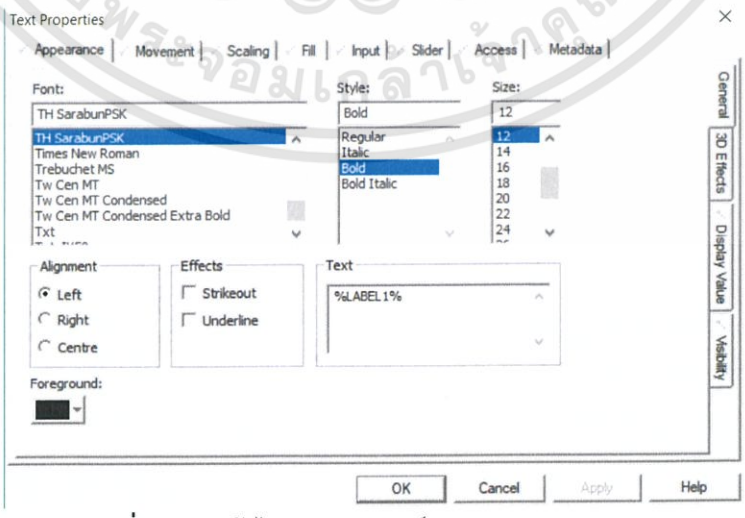
5) สร้างสัญลักษณ์แลดเดอร์ไดอะแกรมทั้งหมดที่ใช้ในโปรเจค โดยใช้การสร้างวัตถุพิเศษ เพิ่มสัญลักษณ์พิเศษที่สร้างในหน้ากราฟิก แล้วทำการจัดเรียงตามแบบรูปที่ 3.37 หลังจากจัดเรียงเสร็จแล้วหน้ากราฟิกจะเป็น ดังรูปที่ 3.41




**รูปที่ 3.37** ตัวอย่างแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของส่วนประกอบ Traverse



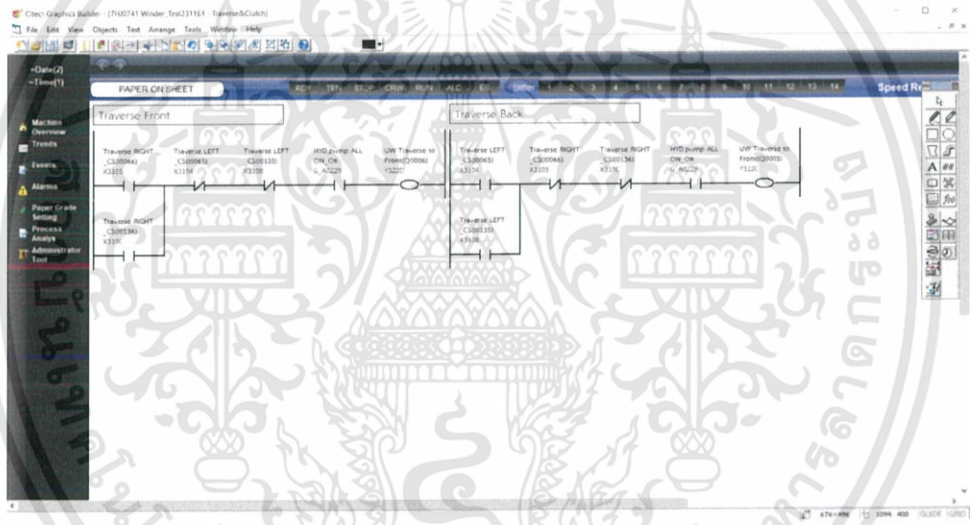

**รูปที่ 3.38** คอนแทคแบบปกติเปิดจากการสร้างวัตถุพิเศษ




**รูปที่ 3.39** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Text Properties (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.40** หน้าไดอะลอกบอกซ์ Group Properties




**รูปที่ 3.41** ตัวอย่างหน้ากราฟิกแลดเดอร์ไดอะแกรมของส่วนประกอบ Traverse

### 3.4 การสร้างแอดเดรสให้สกาดาโดยโปรแกรม PLC

ก่อนที่สกาดาจะสามารถดึงข้อมูลสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของ PLC ได้ทั้งสองโปรแกรมจะต้องมีศูนย์กลางในการดึงตัวแปรซึ่งสกาดายี่ห้ออื่นจะใช้เป็น OPC แต่ CitectSCADA สามารถดึงข้อมูลได้โดยตรง แต่จะต้องสร้างแอดเดรสใน PLC เพื่อเป็นการส่งข้อมูลระหว่างสกาดาและ PLC หัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนการสร้างแอดเดรสมี ดังนี้

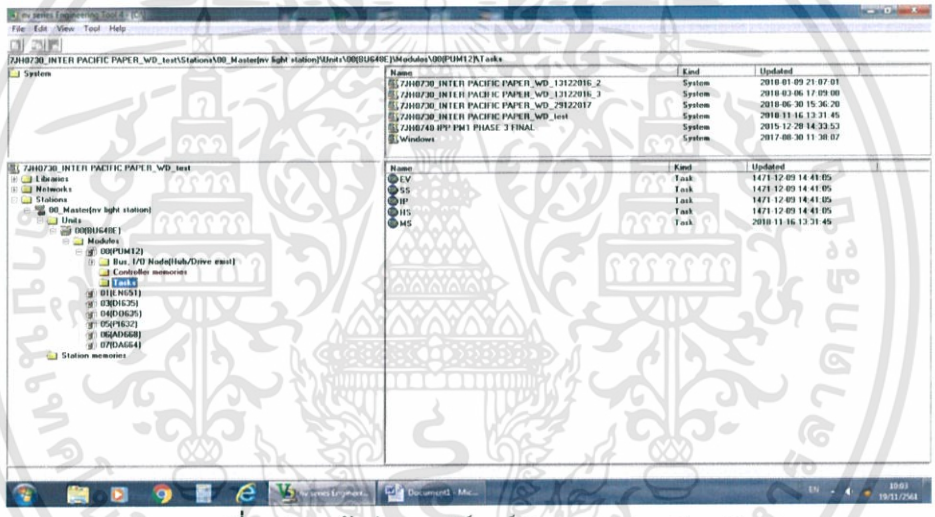
1) กดเลือกเปิดซอฟต์แวร์ Engineering Tool 4 ดังรูปที่ 3.42 เพื่อทำการเปิดโปรแกรม
2) จากรูปที่ 3.43 กรอบด้านขวาบนกดเลือกโปรเจค 7JH0730_INTER PACIFIC PAPER_WD_test จากนั้นกรอบล่างซ้ายกดเลือกโฟลเดอร์ Station > 00_Master(nv light station) > Units > 00(BU648E) > Modules > 00(PUM12) > Task กดเลือก MS ที่กรอบล่างขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

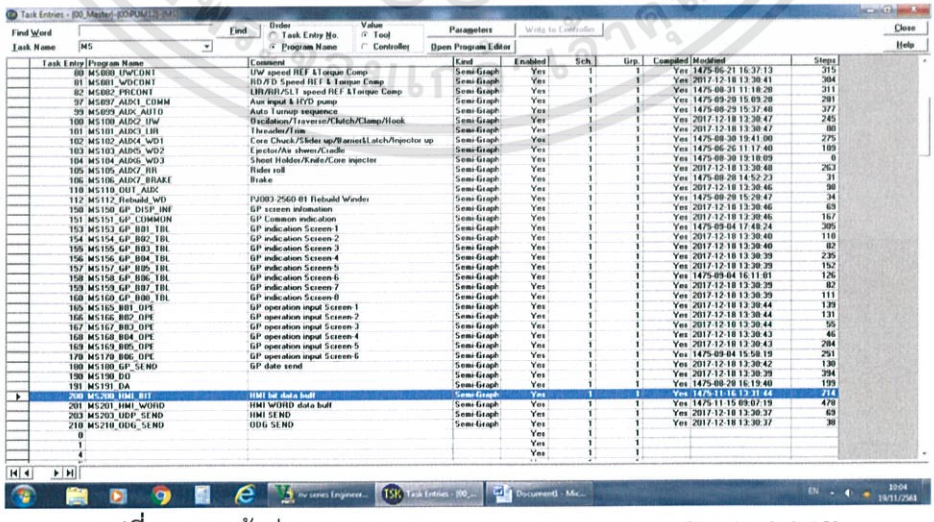
3) จะขึ้นหน้าต่าง Task Entries –{00_Master}-{00:PUM12}-{MS} ที่ช่อง Order กด Program Name เพื่อเรียงโปรแกรมให้ดูง่ายดังรูปที่ 3.44 ที่คอลัม Program Name กดเลือก MS200_HMI_BIT

4) จากรูปที่ 3.45 กดเลือก Edit เพื่อทำการแก้ไขหรือเพิ่มเติมโปรแกรม PLC เสร็จเรียบร้อย ให้กดเลือก Save เพื่อทำการบันทึกไฟล์โปรเจค และกดเลือก “Write to the Controller” เพื่อทำการเขียนโปรแกรมที่แก้ไขลงในตัวควบคุม

**รูปที่ 3.42** ไอคอนซอฟต์แวร์ Engineering Tool4

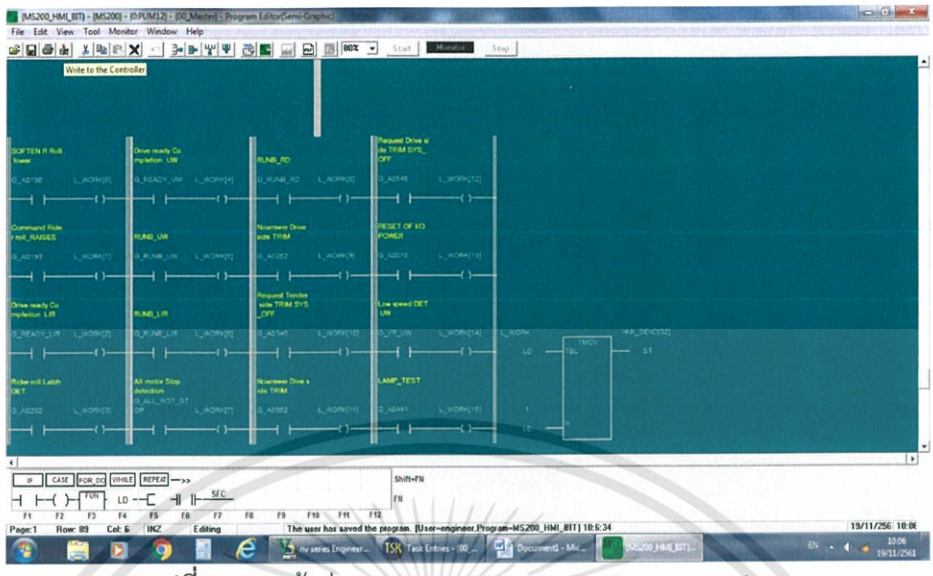


**รูปที่ 3.43** หน้าต่างซอฟต์แวร์ Engineering Tool4



**รูปที่ 3.44** หน้าต่าง Task Entries –{00_Master}-{00:PUM12}-{MS}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.45** หน้าต่าง {MS200_HMI_BIT} - Program editor

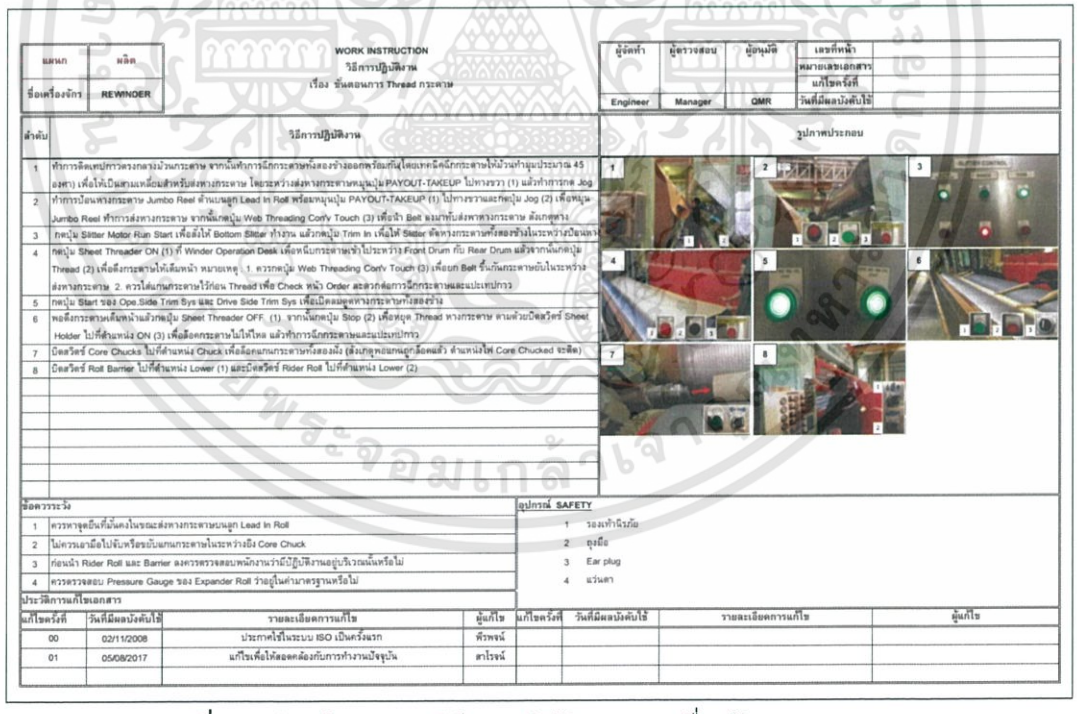
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานในการสร้างหน้าจอกราฟิกสกาดาที่ได้ออกแบบ สำหรับการใช้งานฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ เป็นหน้าจอที่ออกแบบมาเพื่อสะดวกต่อการใช้ของพนักงานควบคุม ช่างซ่อมบำรุงและวิศวกร โดยผู้ใช้สามารถสังเกตและวิเคราะห์เพื่อเป็นส่วนในการวินิจฉัยหาสาเหตุของส่วนการทำงานที่ขัดข้อง ผลการดำเนินงานมีดังนี้

## 4.1 ผลการศึกษาเครื่องจักรกรอกระดาษ

ศึกษาเครื่องจักรกรอกระดาษโดยวิธีการศึกษา คือ ศึกษาจากหน้างานจริงสังเกตการทำงานของเครื่องจักร สังเกตและปรึกษาพนักงานควบคุมขณะปฏิบัติงาน ปรึกษาช่างซ่อมบำรุงและวิศวกรที่ดูแล และศึกษาจากเอกสารคู่มือ จากการศึกษาเครื่องจักรกรอกระดาษนั้นได้รับงานส่วนที่ทำเพิ่มเติม คือ ทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ (Work Instruction) เพื่อใช้สำหรับอบรมพนักงานใหม่ โดยตัวอย่างเอกสารแสดง ดังรูปที่ 4.1



WORK INSTRUCTION
วิธีการปฏิบัติงาน
เรื่อง ขั้นตอนการ Thread กระดาษ

| แผนก | พลิต |
|---|---|
| ชื่อเครื่องจักร | REWINDER |

| ผู้จัดทำ | ผู้ตรวจสอบ | ผู้อนุมัติ | เลขที่หน้า |
|---|---|---|---|
| | | | หมายเลขเอกสาร |
| | | | แก้ไขครั้งที่ |
| Engineer | Manager | QMR | วันที่มีผลบังคับใช้ |

| ลำดับ | วิธีการปฏิบัติงาน |
|---|---|
| 1 | ทำการติดเทปกาวตรงกลางม้วนกระดาษ จากนั้นทำการนำกระดาษทั้งสองข้างออกพร้อมกันโดยเจาะฉีกกระดาษให้ม้วนทำมุมประมาณ 45 องศา) เพื่อให้เป็นสามเหลี่ยมสำหรับส่งหางกระดาษ โดยระหว่างส่งหางกระดาษหมุนปุ่ม PAYOUT-TAKEUP ไปทางขวา (1) แล้วทำการกด Jog |
| 2 | ทำการโยนหางกระดาษ Jumbo Reel ด้านนลูก Lead In Roll พร้อมหมุนปุ่ม PAYOUT-TAKEUP (1) ไปทางขวาและกดปุ่ม Jog (2) เพื่อหมุน Jumbo Reel ทำการส่งหางกระดาษ จากนั้นกดปุ่ม Web Threading Conv Touch (3) เพื่อนำ Belt มาทับส่งพาหางกระดาษ ดังรูปด้าน |
| 3 | กดปุ่ม Slitter Motor Run Start เพื่อสั่งให้ Bottom Slitter ทำงาน แล้วกดปุ่ม Trim In เพื่อให้ Slitter ตัดหางกระดาษทั้งสองข้างในระหว่างเปิดนอก |
| 4 | กดปุ่ม Sheet Threader ON (1) ที่ Winder Operation Desk เพื่อหนีบกระดาษเข้าไประหว่าง Front Drum กับ Rear Drum แล้วจากนั้นกดปุ่ม Thread (2) เพื่อดึงกระดาษให้เต็มหน้า หมายเหตุ 1. ควรกดปุ่ม Web Threading Conv Touch (3) เพื่อยก Belt ขึ้นก่อนกระดาษยับในระหว่างส่งหางกระดาษ 2. ควรใส่เก่นกระดาษไว้ก่อน Thread เพื่อ Check หน้า Order และวางต่อการฉีกกระดาษและประเทปกาว |
| 5 | กดปุ่ม Start ของ Ope.Side Trim Sys และ Drive Side Trim Sys เพื่อเปิดลมดูดหางกระดาษทั้งสองข้าง |
| 6 | พองึงกระดาษเต็มหน้าแล้วกดปุ่ม Sheet Threader OFF. (1) จากนั้นกดปุ่ม Stop (2) เพื่อหยุด Thread หางกระดาษ ตามด้วยมีดสวิตช์ Sheet Holder ไปที่ตำแหน่ง ON (3) เพื่อล็อคกระดาษไม่ให้ไหล แล้วทำการฉีกกระดาษและประเทปกาว |
| 7 | มีดสวิตช์ Core Chucks ไปที่ตำแหน่ง Chuck เพื่อล็อคแกนกระดาษทั้งสองฝั่ง (ส่งเกตุหูแกนถูกล็อคแล้ว ตำแหน่งให้ Core Chucked จะสีเขียว) |
| 8 | มีดสวิตช์ Roll Barrier ไปที่ตำแหน่ง Lower (1) และมีดสวิตช์ Rider Roll ไปที่ตำแหน่ง Lower (2) |

รูปภาพประกอบ



| ข้อควรระวัง | อุปกรณ์ SAFETY |
|---|---|
| 1 ควรหาจุดยึนที่มั่นคงในขณะส่งหางกระดาษบนลูก Lead In Roll | 1 รองเท้านิรภัย |
| 2 ไม่ควรเอามือไปจับหรือยับแกนกระดาษในระหว่างถึง Core Chuck | 2 ถุงมือ |
| 3 ก่อนนำ Rider Roll และ Barrier ลงควรตรวจสอบพนักงานว่ามีปฏิบัติงานอยู่บริเวณนี้หรือไม่ | 3 Ear plug |
| 4 ควรตรวจสอบ Pressure Gauge ของ Expander Roll ว่าอยู่ในค่ามาตรฐานหรือไม่ | 4 แว่นตา |

ประวัติการแก้ไขเอกสาร

| แก้ไขครั้งที่ | วันที่มีผลบังคับใช้ | รายละเอียดการแก้ไข | ผู้แก้ไข | แก้ไขครั้งที่ | วันที่มีผลบังคับใช้ | รายละเอียดการแก้ไข | ผู้แก้ไข |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 02/11/2008 | ประกาศใช้ในระบบ ISO เป็นครั้งแรก | พีรพจน์ | | | | |
| 01 | 05/08/2017 | แก้ไขเพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานปัจจุบัน | สาโรจน์ | | | | |

**รูปที่ 4.1** ตัวอย่างเอกสารวิธีการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

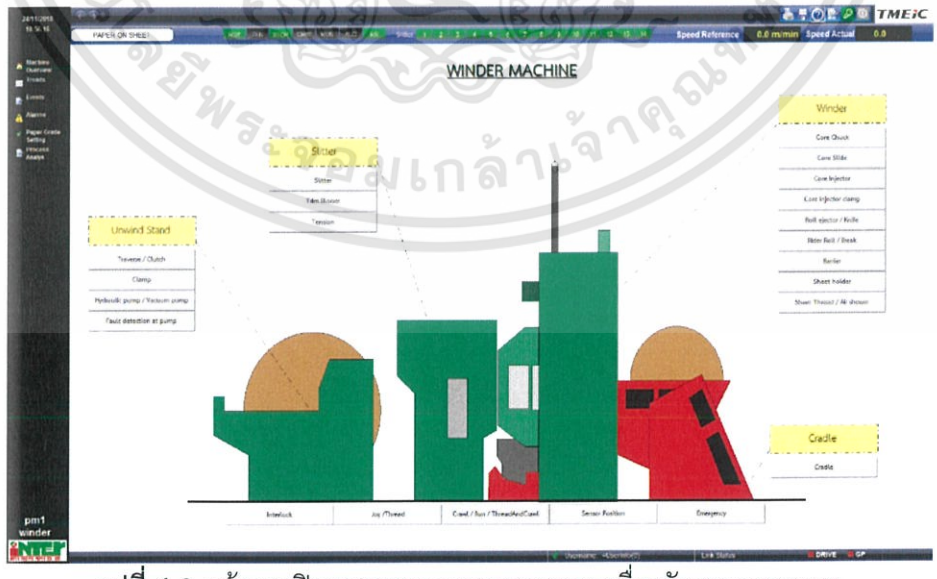
### 4.2 ผลการออกแบบหน้ากราฟิกสกาดา

หน้าจอกราฟิกสกาดาแต่ละหน้าที่สร้างขึ้นนั้นมีหลักการทำงาน การออกแบบหน้ากราฟิกสกาดาและวิธีการใช้งานที่ต่างกัน โดยหัวข้อนี้จะอธิบายรายละเอียดและวิธีการใช้งานของแต่ละหน้า หน้ากราฟิกสกาดาส่วนที่ไม่ได้ยกตัวอย่างสามารถดูได้จากภาคผนวก ยกตัวอย่างหน้ากราฟิกสกาดาแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

4.2.1 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงภาพรวมของเครื่องจักรกรอกระดาษ

หน้ากราฟิกสกาดานี้จะเป็นส่วนเริ่มต้นจะแสดงภาพรวมของเครื่องจักรกรอกระดาษใช้เป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยงไปหน้าการทำงานของส่วนประกอบบนเครื่องจักรกรอกระดาษประกอบด้วยปุ่มที่สามารถกดเชื่อมโยงไปยังหน้าอื่น โดยแต่ละปุ่มจะบอกชื่อของส่วนประกอบและทุกปุ่มส่วนประกอบถูกจัดเรียงโดยแบ่งเป็นช่วงการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษแสดง ดังรูปที่ 4.1 ปุ่มบนหน้ากราฟิกทั้งหมดมีดังนี้

1) ช่วง Unwind_Stand ประกอบด้วยปุ่ม Traverse/Clutch, Clamp, Hydraulic pump/Vaccum pump และ Fault detection at pump
2) ช่วง Slitter ประกอบด้วยปุ่ม Slitter, Trim Blower และ Tension
3) ช่วง Winder ประกอบด้วยปุ่ม Core Chuck, Core Slide, Core Injector clamp, Roll ejector/Knife, Rider Roll/Break, Barrier, Sheet holder และ Sheet Thread/Air shower
4) ช่วง Cradle ประกอบด้วยปุ่ม Cradle
5) ช่วง Other ประกอบด้วยปุ่ม Interlock, Jog/Thread, Crawl/Run/ThreadandCrawl, Sensor Position และ Emergency



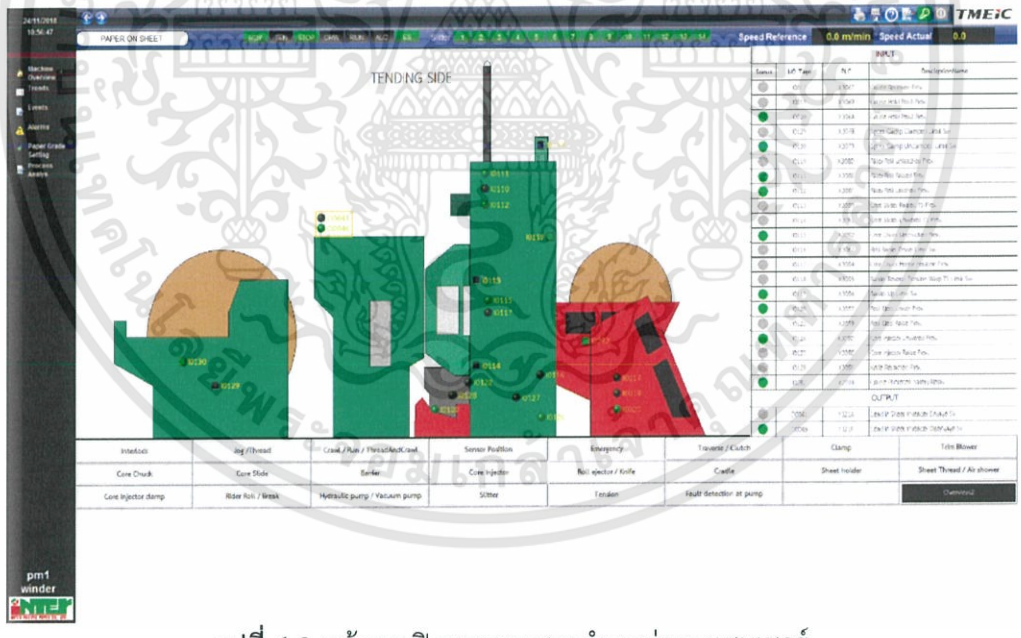

**รูปที่ 4.2** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงภาพรวมของเครื่องจักรกรอกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์

หน้ากราฟิกสกาดานี้จะเป็นส่วนแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ที่อยู่ภายในเครื่องจักรกรอกระดาษ ซึ่งประกอบด้วยไฟแสดงสถานะของเซนเซอร์ ตารางแสดงข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตของเซนเซอร์ และปุ่มกดไปหน้าต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.2 หน้านี้ใช้สำหรับหาตำแหน่งของเซนเซอร์ที่สถานะผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษหยุดการทำงาน โดยสามารถตรวจสอบสถานะไฟได้ ดังนี้

1) ไฟแสดงสถานะของเซนเซอร์
   - ถ้าไฟสีเขียวแสดงสถานะว่าทำงาน
   - ถ้าไฟสีเทาแสดงสถานะว่าไม่ทำงาน
2) ไฟแสดงสถานะของเซนเซอร์บอก I/O Tag
   - ถ้าไฟสีเขียวแสดงสถานะว่าทำงาน
   - ถ้าไฟสีดำแสดงสถานะว่าไม่ทำงาน
   - สี่เหลี่ยมเป็น Limit switch sensor และ Photocell safety relay
   - วงกลมเป็น Proximity switch sensor



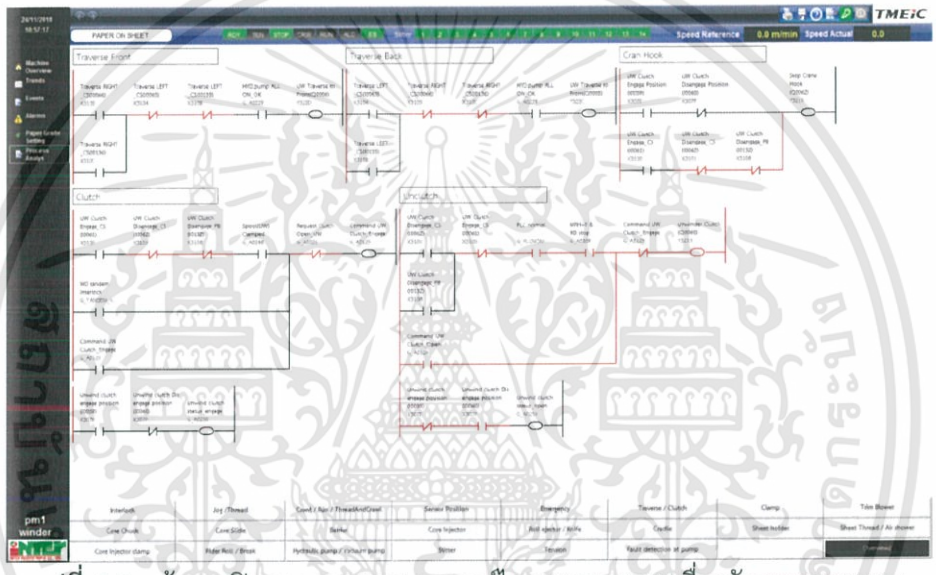

**รูปที่ 4.3** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ

หน้ากราฟิกสกาดานี้จะเป็นส่วนแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรม ของเครื่องจักรกรอกระดาษประกอบด้วยแลดเดอร์ไดอะแกรมของการทำงานแบ่งเป็นเครื่องจักรกรอกระดาษ และปุ่มกดไปหน้าต่าง ๆ ซึ่งแลดเดอร์ไดอะแกรมแต่ละส่วนการทำงานที่ทำการออกแบบได้ทำการยุบลง โดยเลือกแต่ส่วนที่สำคัญแสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.3 การแสดงสถานการณ์ทำงานของสัญลักษณ์แลดเดอร์ไดอะแกรมดังนี้

1) สัญลักษณ์แลดเดอร์ไดอะแกรมสีดำแสดงสถานะปิด
2) สัญลักษณ์แลดเดอร์ไดอะแกรมสีแดงแสดงสถานะเปิด




**รูปที่ 4.4** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมของเครื่องจักรกรอกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานในการสร้างหน้าจอกราฟิกสกาดาที่ได้ออกแบบสำหรับการใช้งานฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ เป็นหน้าจอที่ออกแบบมาเพื่อสะดวกต่อการใช้ของพนักงานควบคุม ช่างซ่อมบำรุงและวิศวกรโดยผู้ใช้สามารถใช้วิธีการสังเกตุ และวิเคราะห์เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวินิจฉัยหาสาเหตุของส่วนที่ขัดข้อง จากการทดสอบใช้งานฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษนั้นสามารถใช้งานได้ดี โดยไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพามาช่วยในการหาสาเหตุของปัญหา และช่วยลดเวลาในการหาสาเหตุของปัญหาจากเดิมลงได้มาก

## 5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) ซอฟต์แวร์ nV Engineering Tool 4 ติดลิขสิทธ์จึงไม่สามารถนำมาลงในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลแบบพกพาได้ แก้ไขโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาของโรงงานในการศึกษาซอฟต์แวร์ nV Engineering Tool 4
2) การอัพโหลดโปรแกรม PLC ที่ทำการแก้ไข เพื่อเพิ่มแอดเดรสให้สกาดาจะต้องรอให้เครื่องจักรหยุดกรอกระดาษก่อน หรือเปลี่ยนเซตการกรอกระดาษ แก้ไขโดยขณะที่รอทำการวางแผนและตรวจสอบความเรียบร้อยของโปรแกรมที่จะอัพโหลดลง PLC
3) คอมพิวเตอร์หน้างานเกิดปัญหาด้านซอฟต์แวร์ CitectSCADA แก้ไขโดยทำการลงวินโดว์ และซอฟต์แวร์ใหม่ลงฮาร์ดดิสเพื่อใช้เป็นอะไหล่

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

โปรเจคฟังก์ชันวินิจฉัยการทำงานของเครื่องจักรกรอกระดาษ ทางบริษัทสามารถนำไปต่อยอดในอนาคตได้ โดยเพิ่มส่วนแจ้งเตือนเพื่อให้แจ้งเตือนเมื่อพบปัญหา และเพิ่มฟังก์ชันการเก็บข้อมูลสถิติเพื่อเป็นส่วนประกอบในการวินิจฉัย ทำให้โปรเจคมีประสิทธิภาพ และทำงานสะดวกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


[1] สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน; การจำแนกและการจัดกลุ่มอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ; แหล่งที่มา: http://www2.dede.go.th/kmberc/datacenter/factory/paper/chapter2.doc (สืบค้นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561)

[2] กระดาษ!!!...อุตสาหกรรมใกล้ตัวที่ควรรู้จัก; แหล่งที่มา : http://www.engineerfriend.com /2014/articles/กระดาษ-อุตสาหกรรมใกล้/ (สืบค้นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561)

[3] INTRODUCTION TO WINDING; แหล่งที่มา : http://www.facetspro.com/introwind.htm .html (สืบค้นวันที่ 21 ธันวาคม 2561)

[4] ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์; แหล่งที่มา : http://dcms.lib.nu.ac.th /dcms/01409/chapter2.pdf (สืบค้นวันที่ 12 มกราคม 2561)

[5] หลักการและทฤษฎีของระบบ SCADA; แหล่งที่มา : http://www.research-system.siam.edu /images/coop/INSTALLATION_OF_SCADA_SYSTEM_BTS_GREEN_LINE_EXTENSION_TAKSIN-PHET_KASEM/5_บทท_2.pdf (สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2561)

[6] รูปแบบการเชื่อมต่อของเครือข่าย; แหล่งที่มา : https://il.mahidol.ac.th/e-media/ computer/network/net_topology11.htm (สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2561)

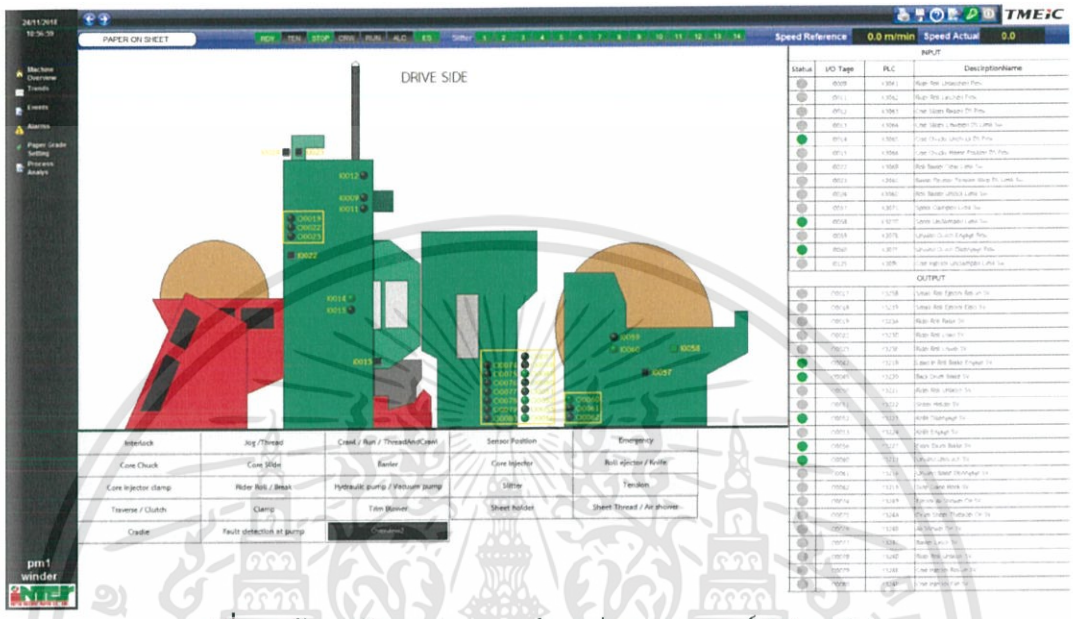
[7] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ SCADA; แหล่งที่มา : http://mechatronnic2day.blogspot .com/2015/03/scada-1.html (สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2561)

[8] Engineering Tool nV-Tool; แหล่งที่มา : https://www.toshiba.co.jp/sis/en/seigyo/cnt /prod/nv/nvtool/index.htm#version (สืบค้นวันที่ 14 มกราคม 2561)

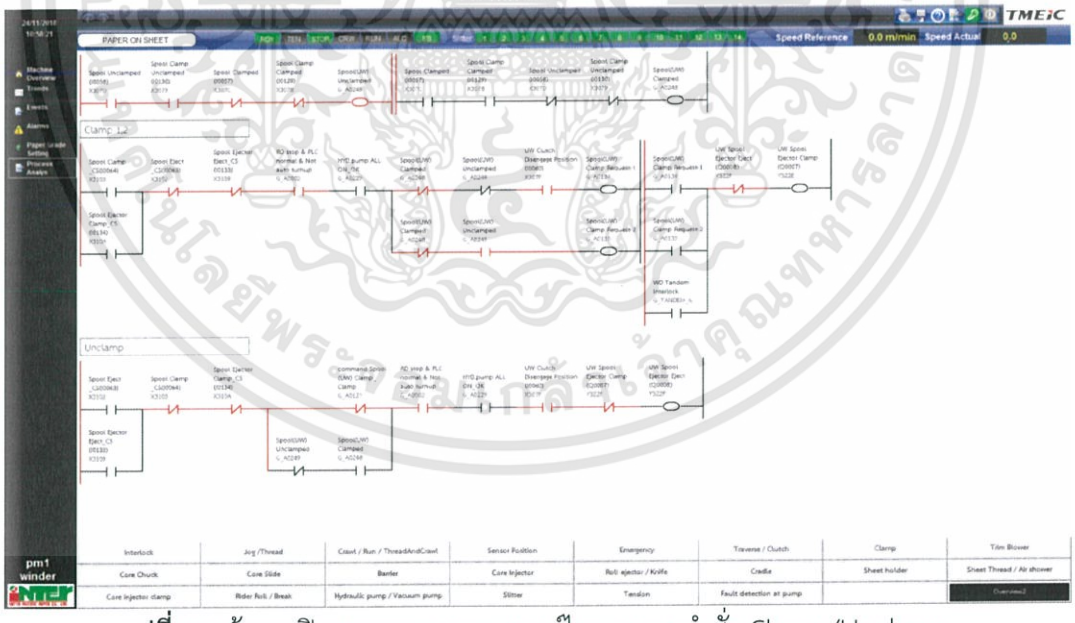


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก
# หน้ากราฟิกสกาดาทั้งหมด

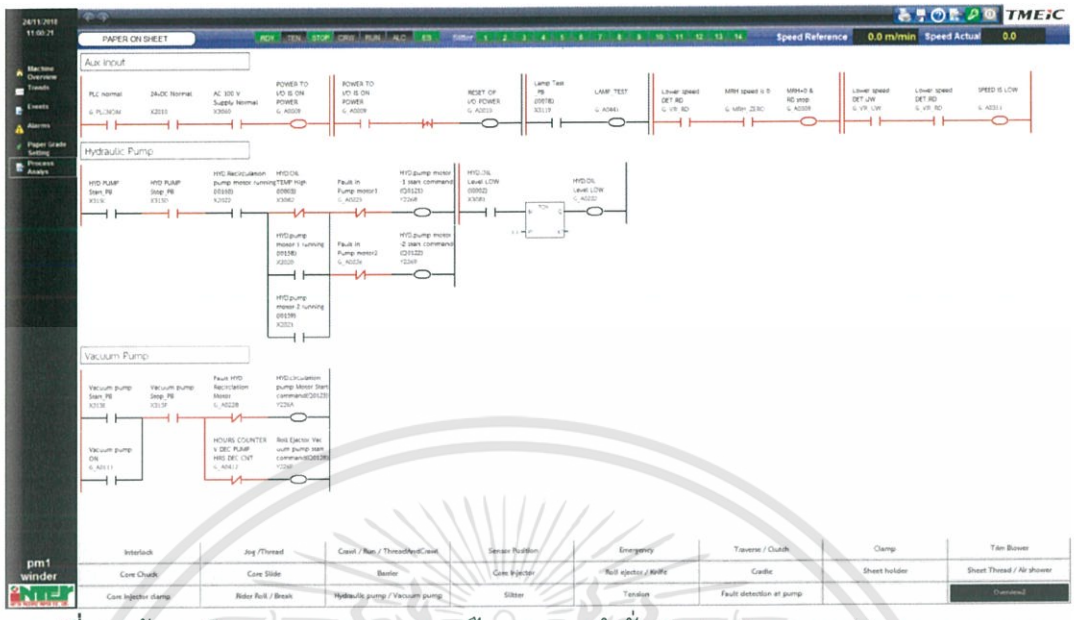



**รูปที่ 1** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ Drive Side

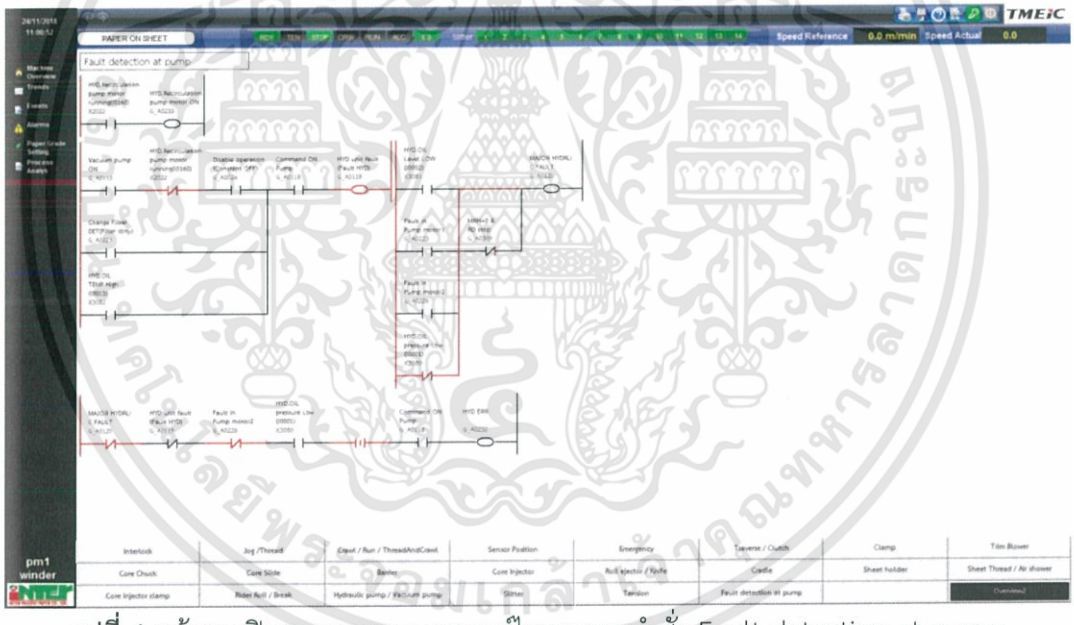



**รูปที่ 2** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Clamp/Unclamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

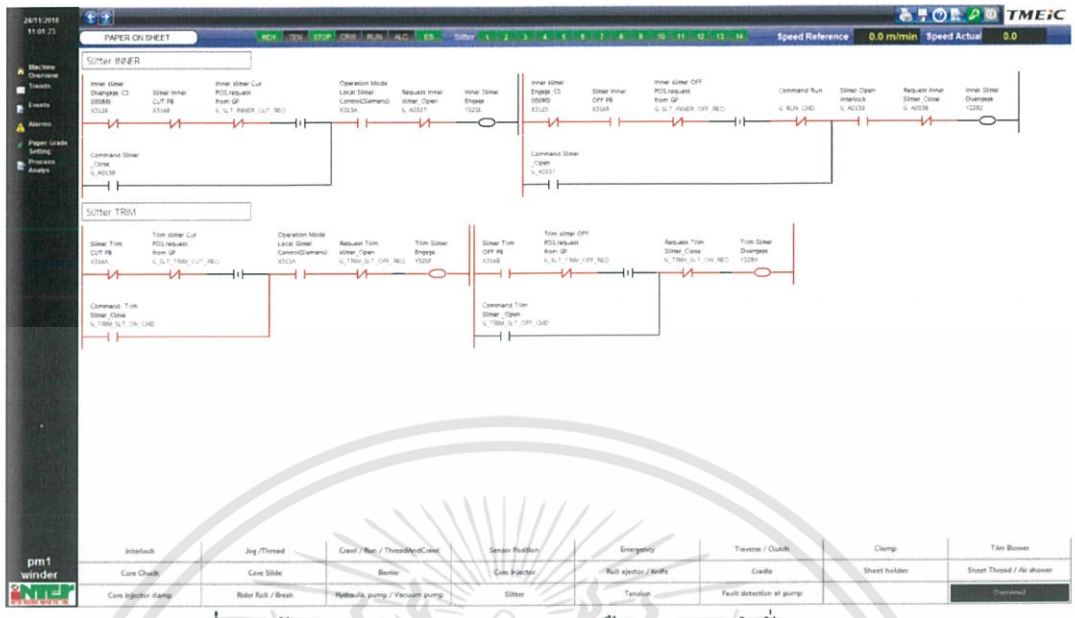



**รูปที่ 3** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Hydualic pump/Vacuum pump

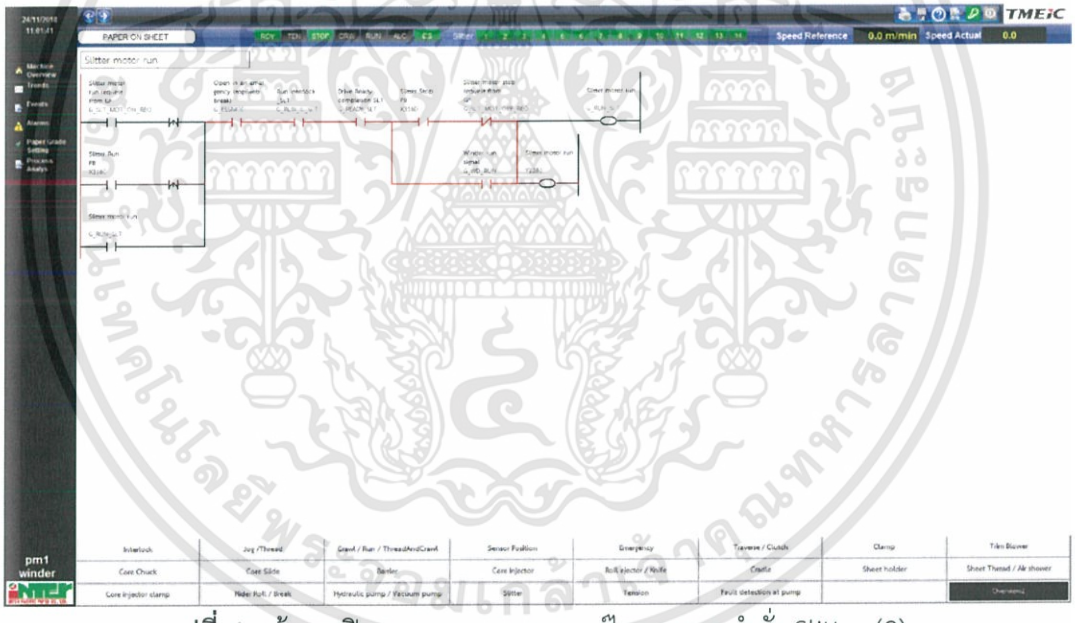



**รูปที่ 4** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Fault detection at pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

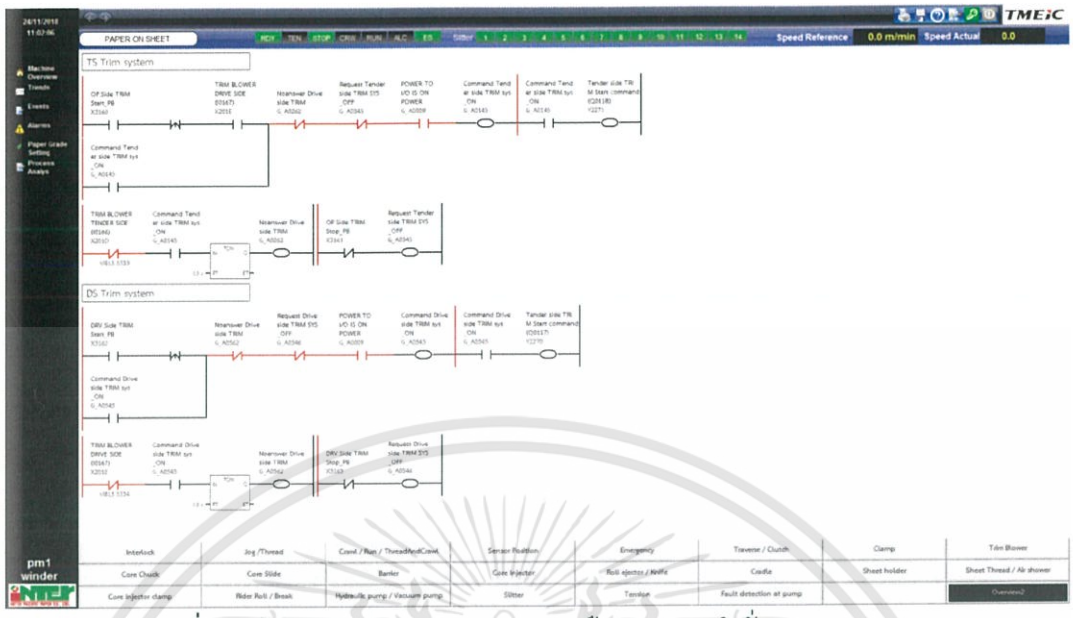



**รูปที่ 5** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Slitter (1)

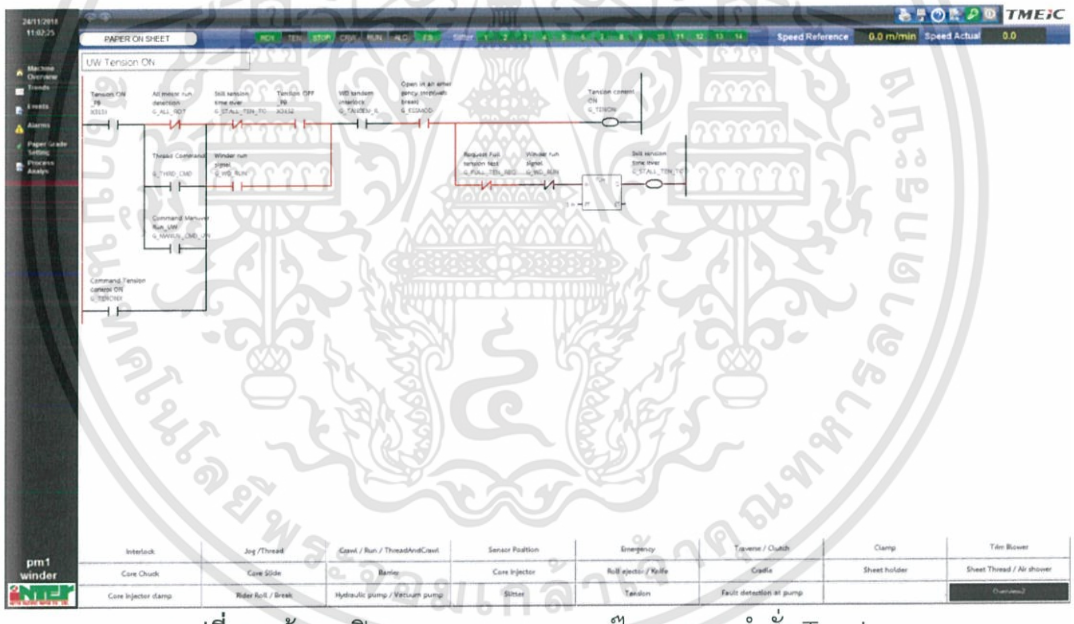



**รูปที่ 6** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Slitter (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

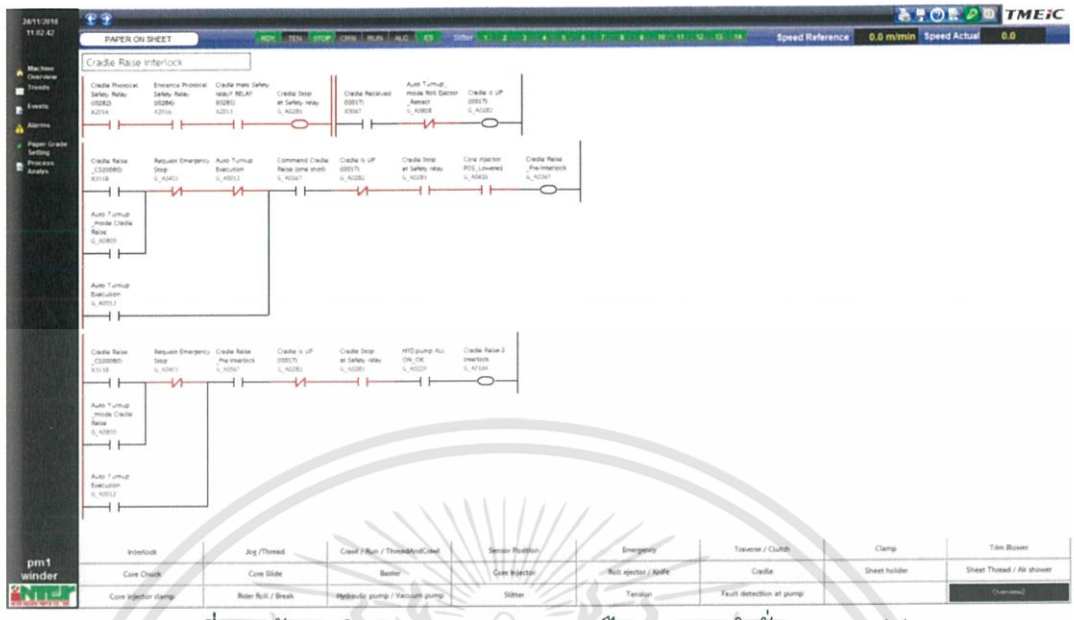



**รูปที่ 7** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Trim Blower

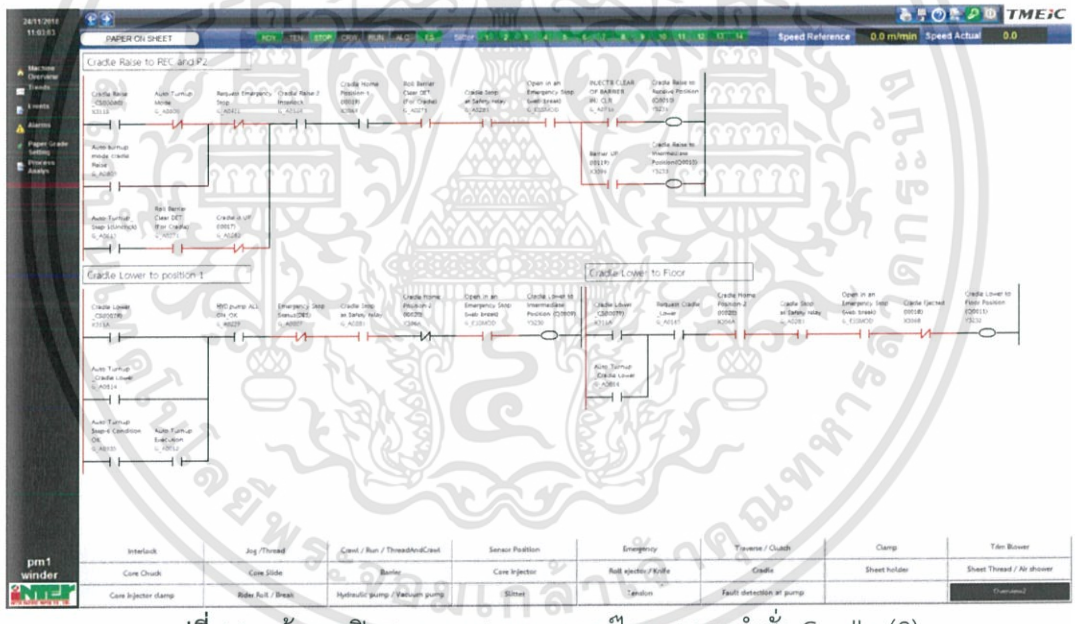



**รูปที่ 8** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Tension

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

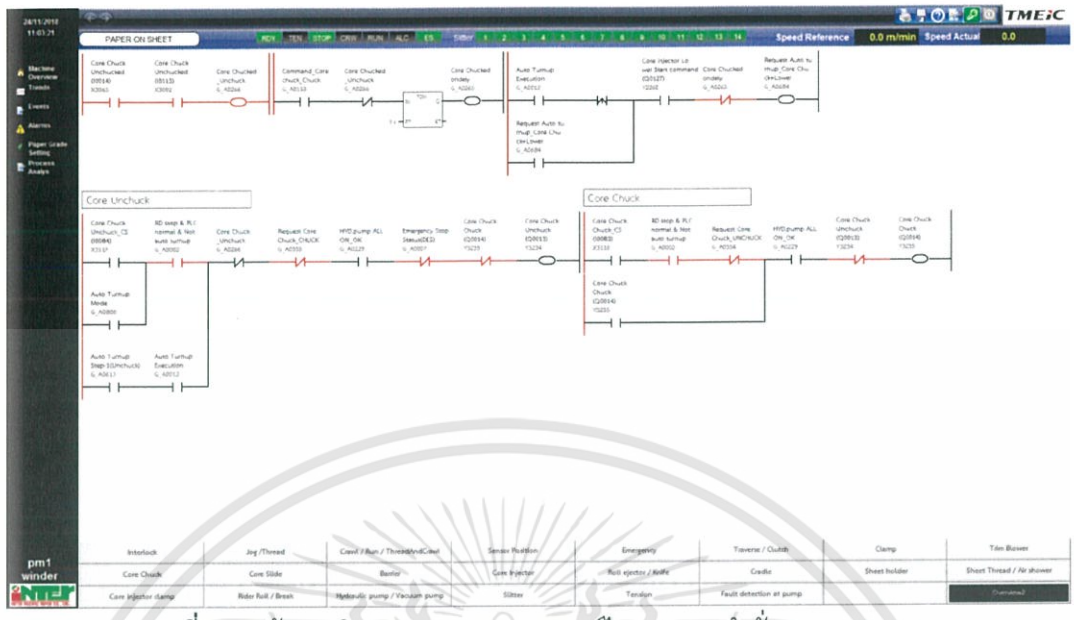



รูปที่ 9 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Cradle (1)

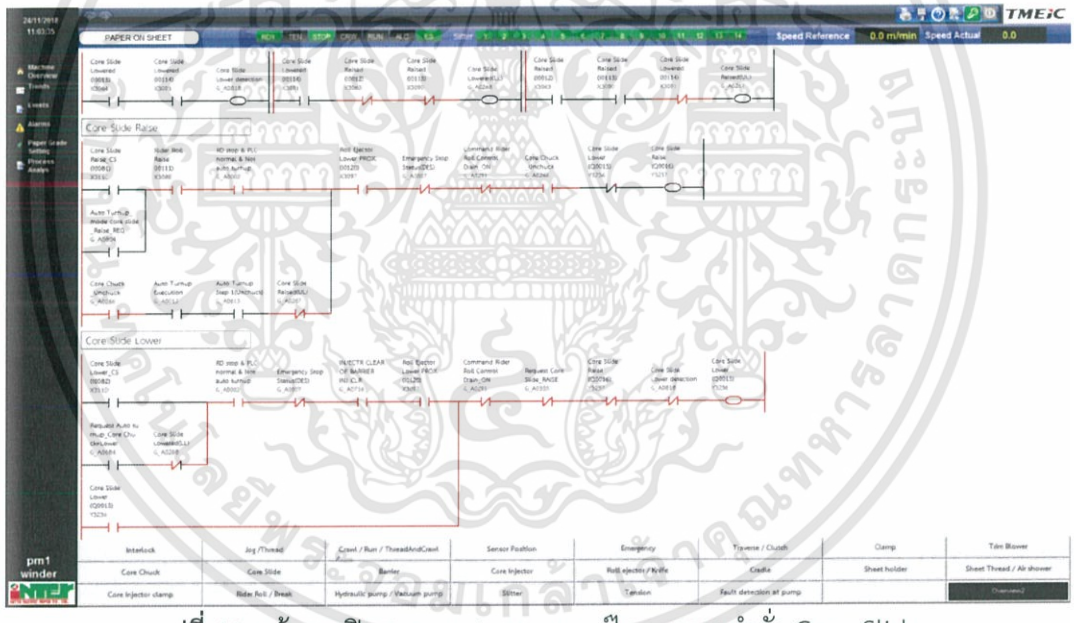



รูปที่ 10 หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Cradle (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

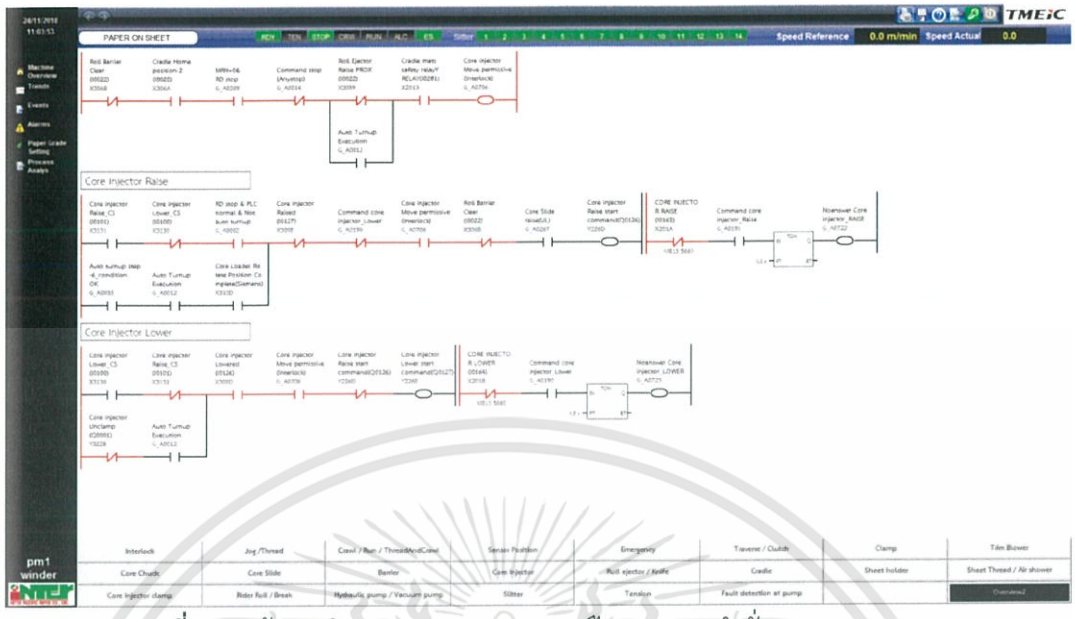



**รูปที่ 11** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Core Chuck

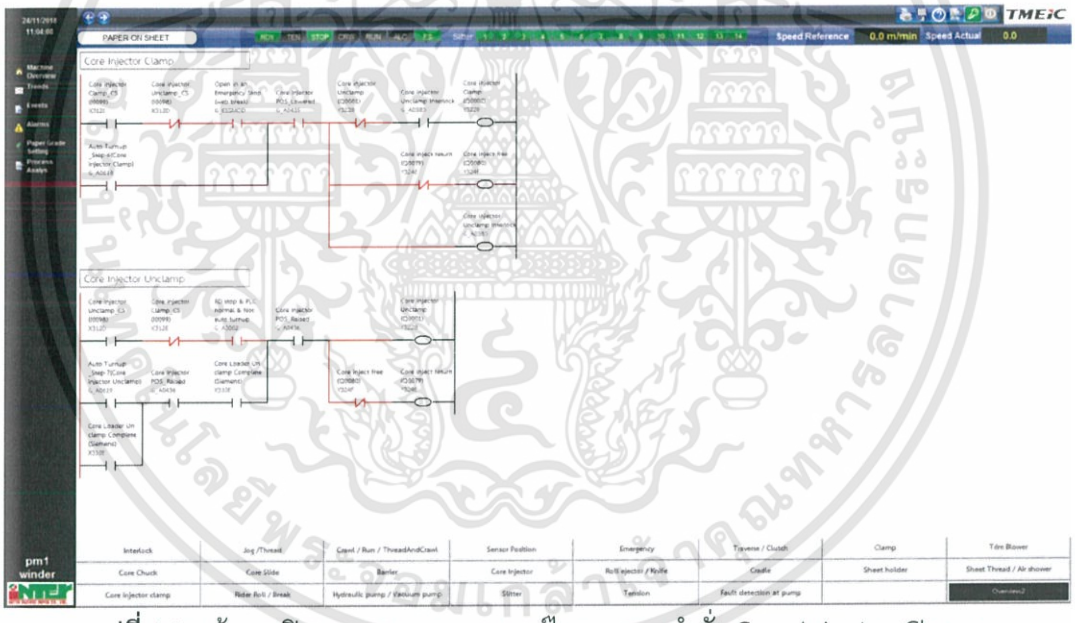



**รูปที่ 12** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Core Slide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

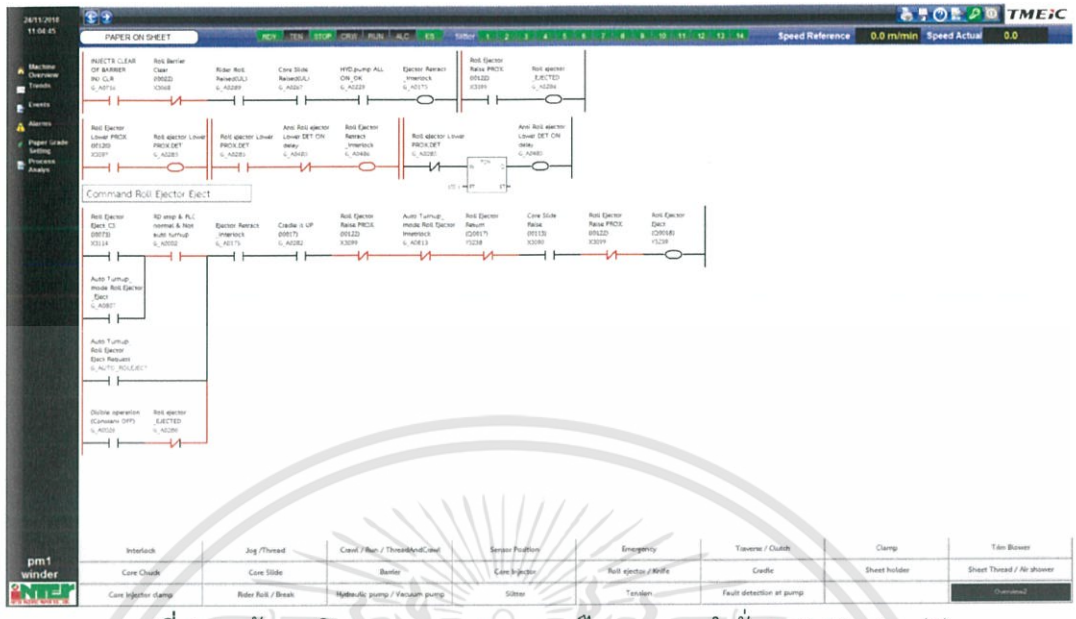



**รูปที่ 13** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Core Injector

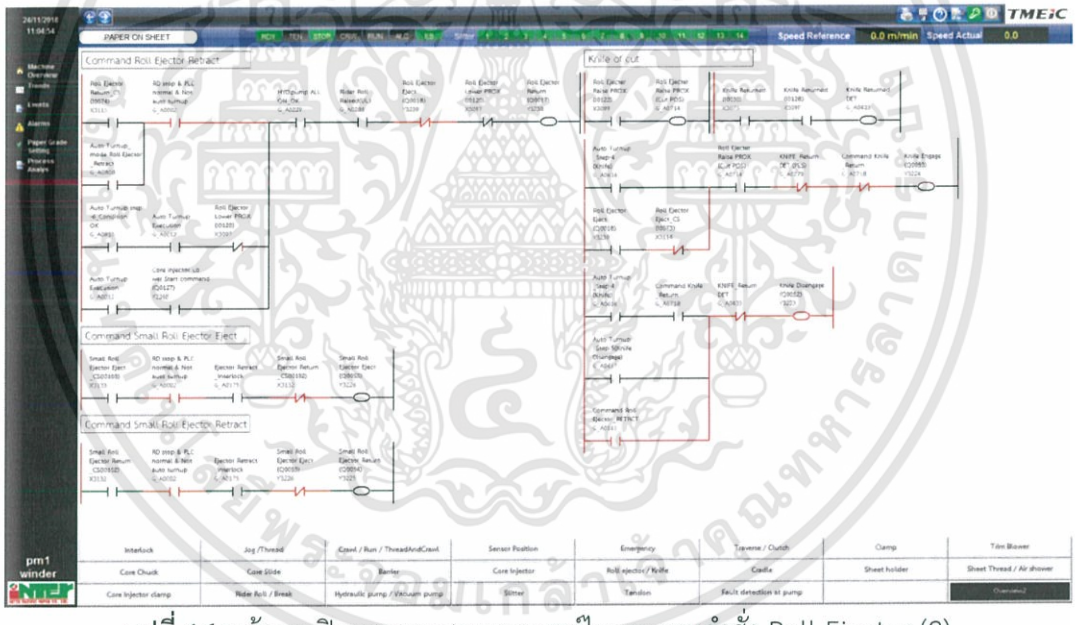



**รูปที่ 14** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Core Injector Clamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

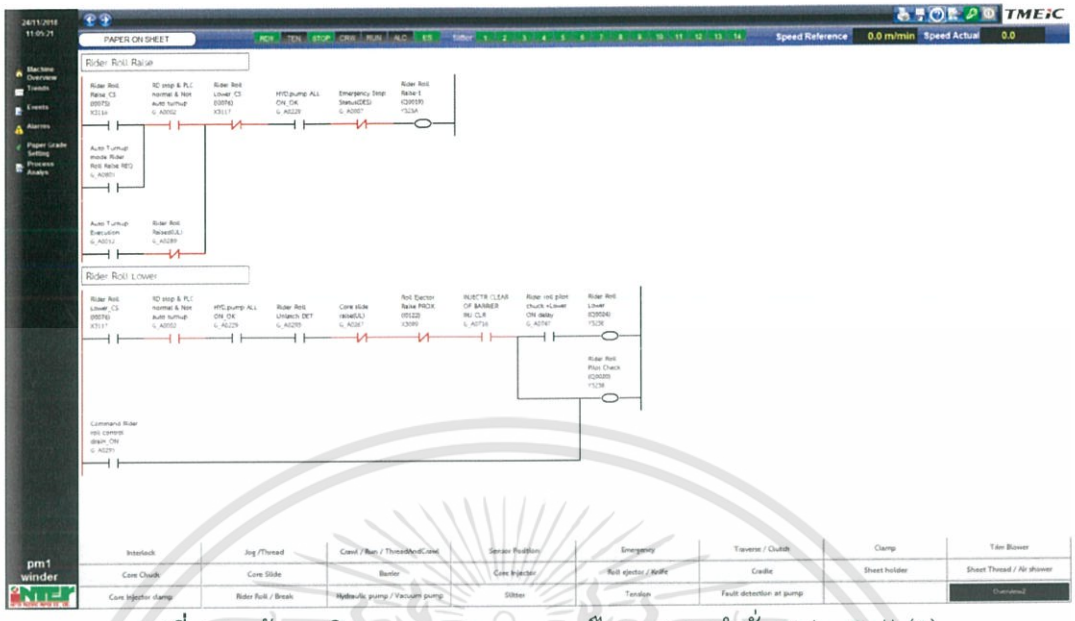



**รูปที่ 15** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Roll Ejector (1)

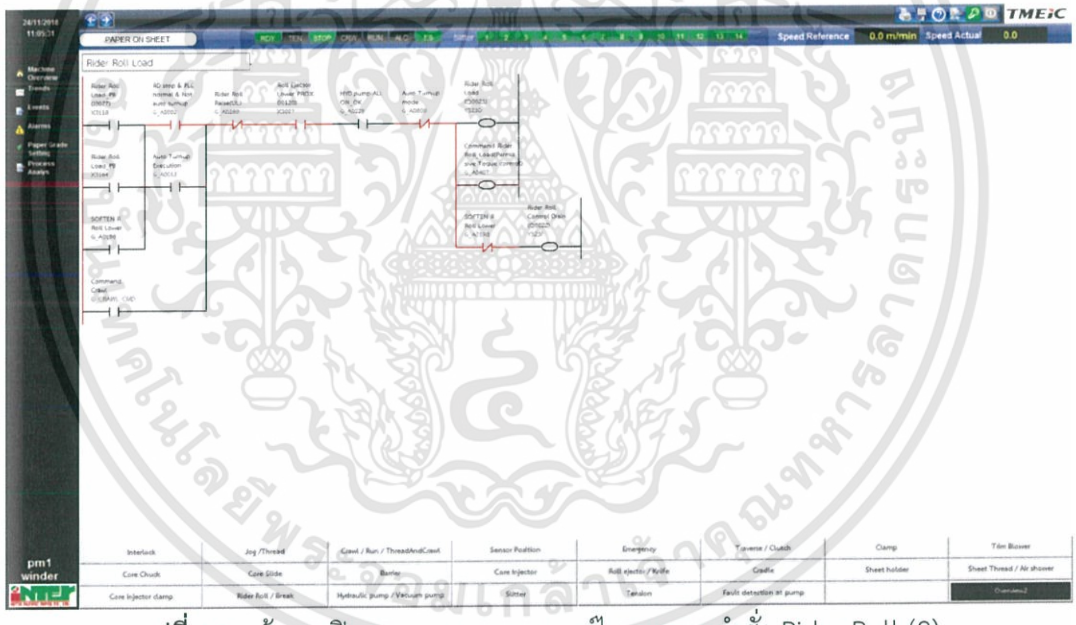



**รูปที่ 16** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Roll Ejector (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

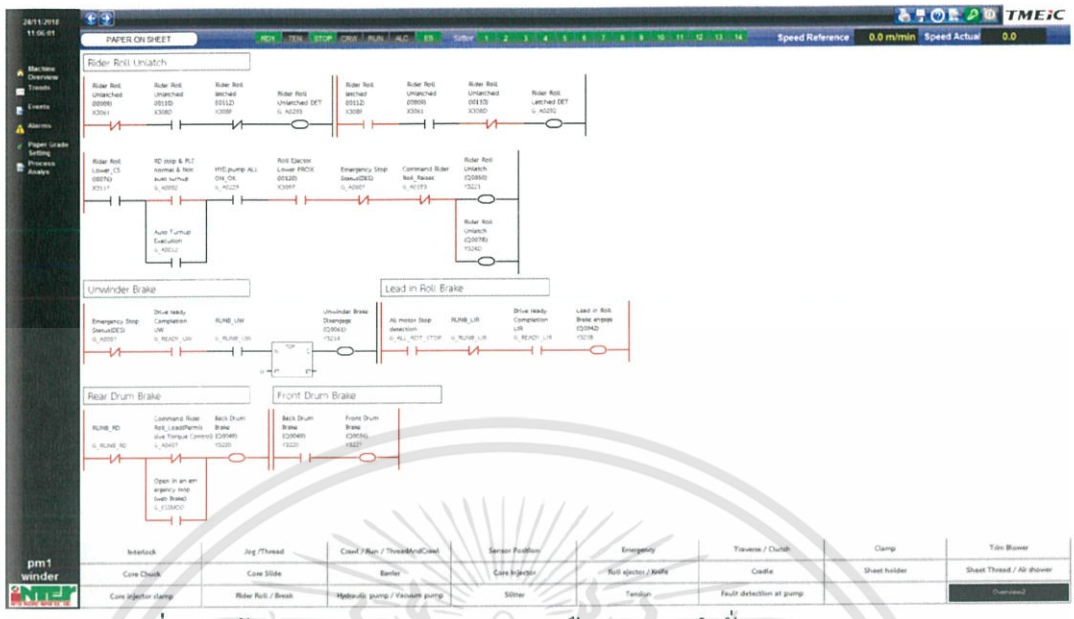



**รูปที่ 17** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Rider Roll (1)

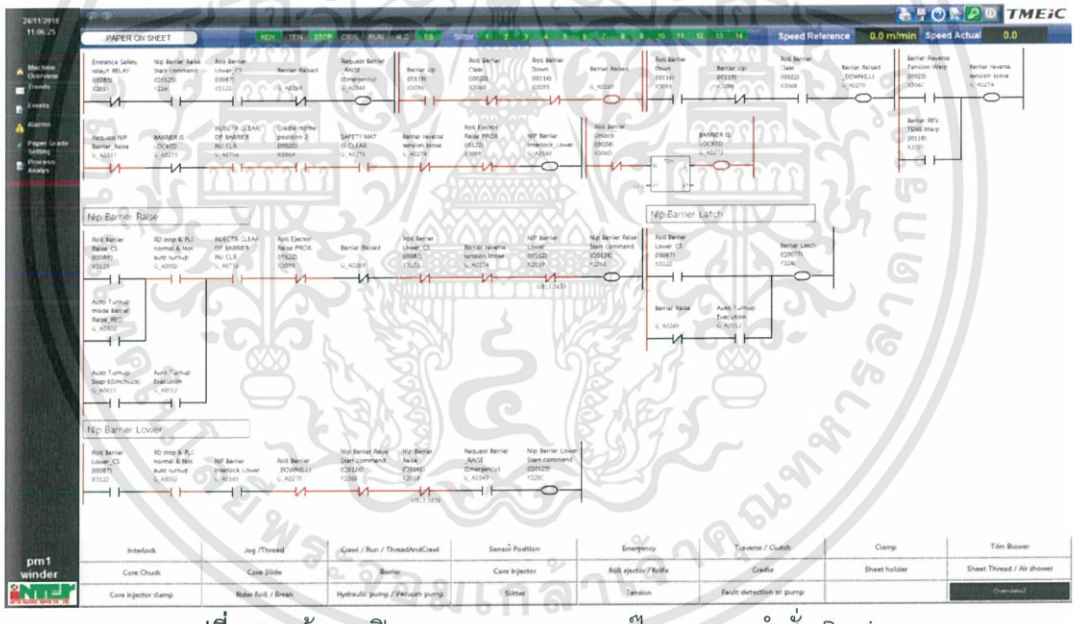



**รูปที่ 18** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Rider Roll (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

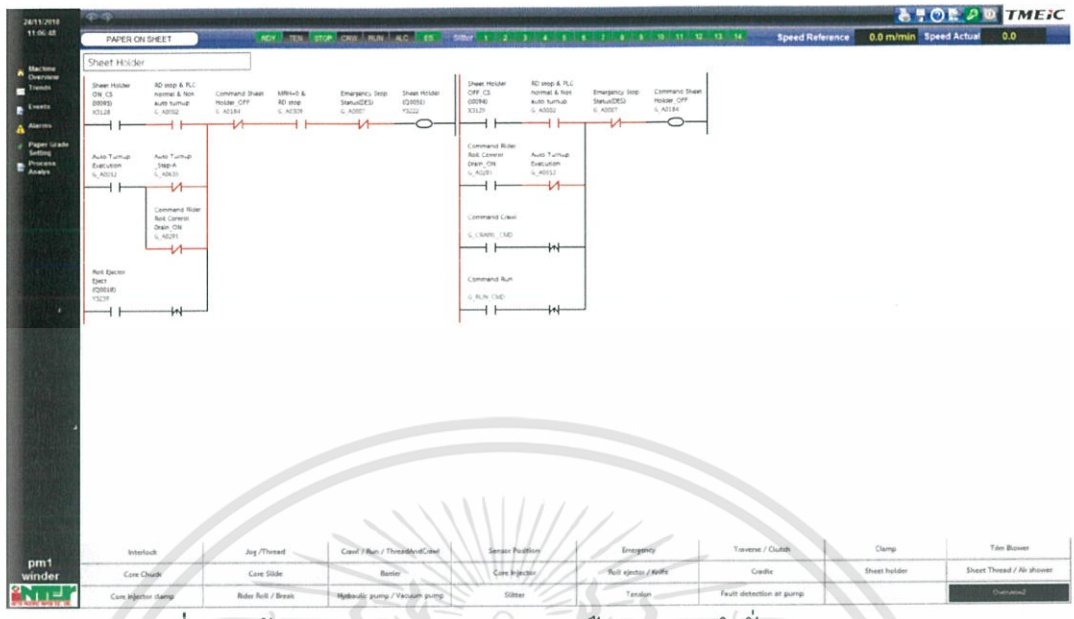



**รูปที่ 19** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Rider Roll /Break

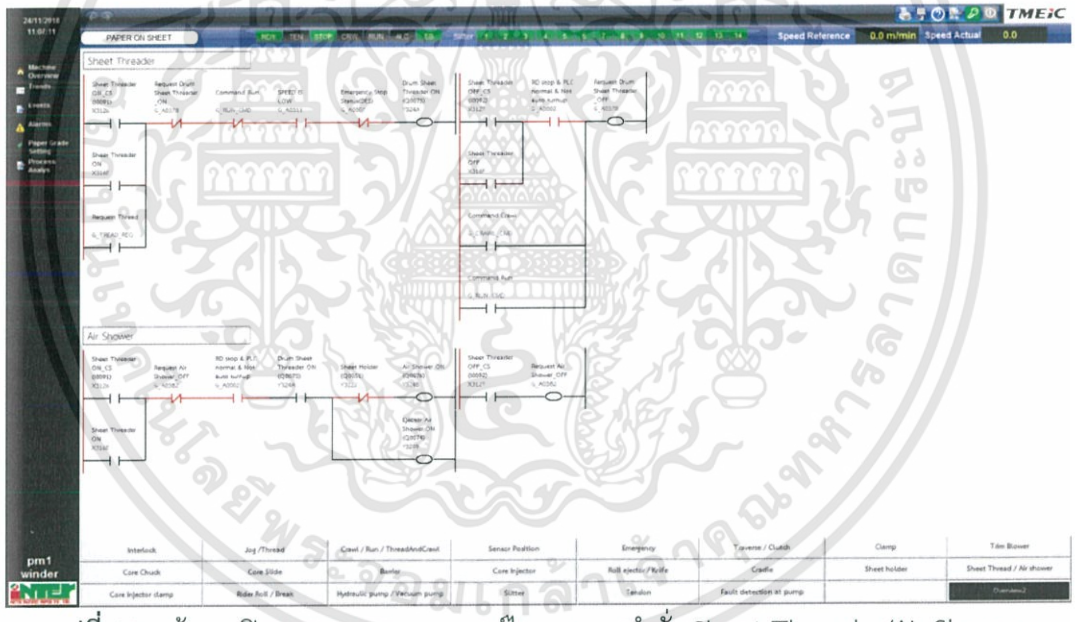



**รูปที่ 20** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Barrier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

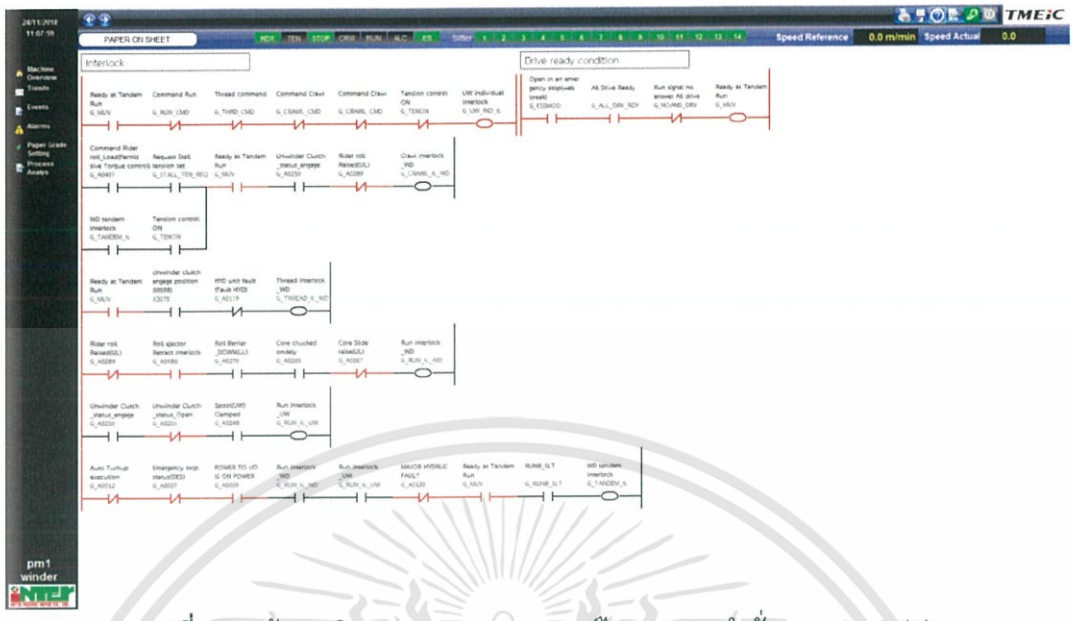



**รูปที่ 21** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Sheet Holder

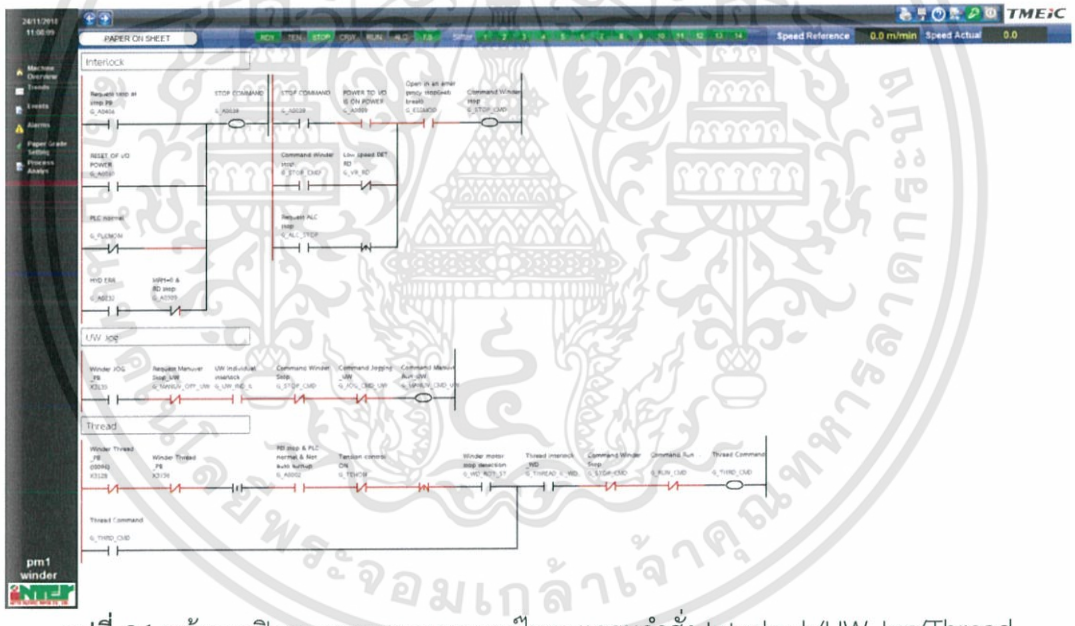



**รูปที่ 22** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Sheet Threader/Air Shower

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

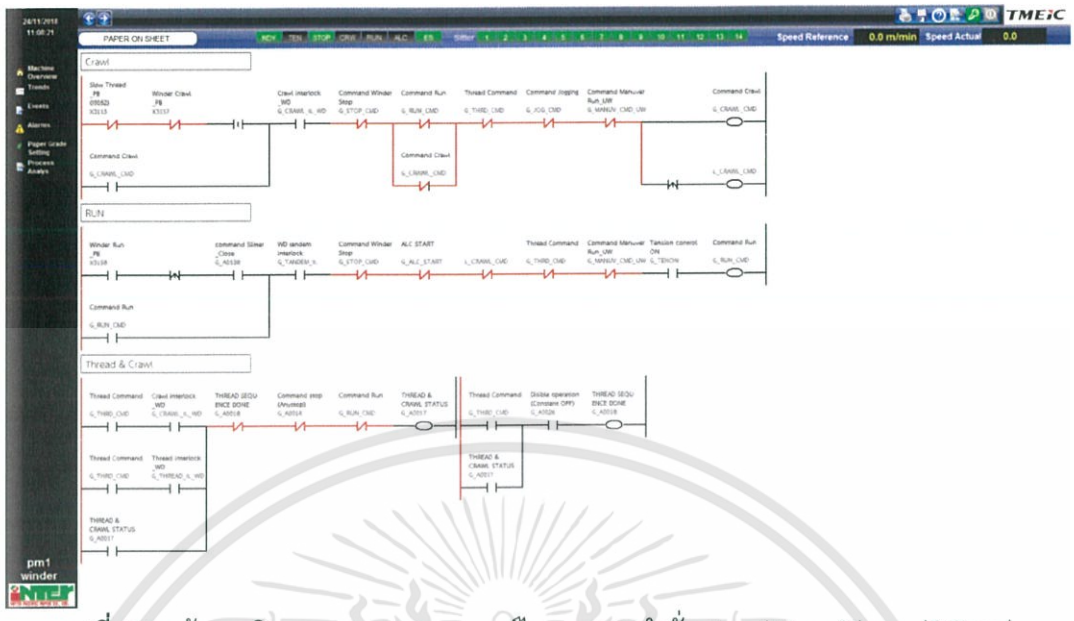



**รูปที่ 23** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Interlock (1)

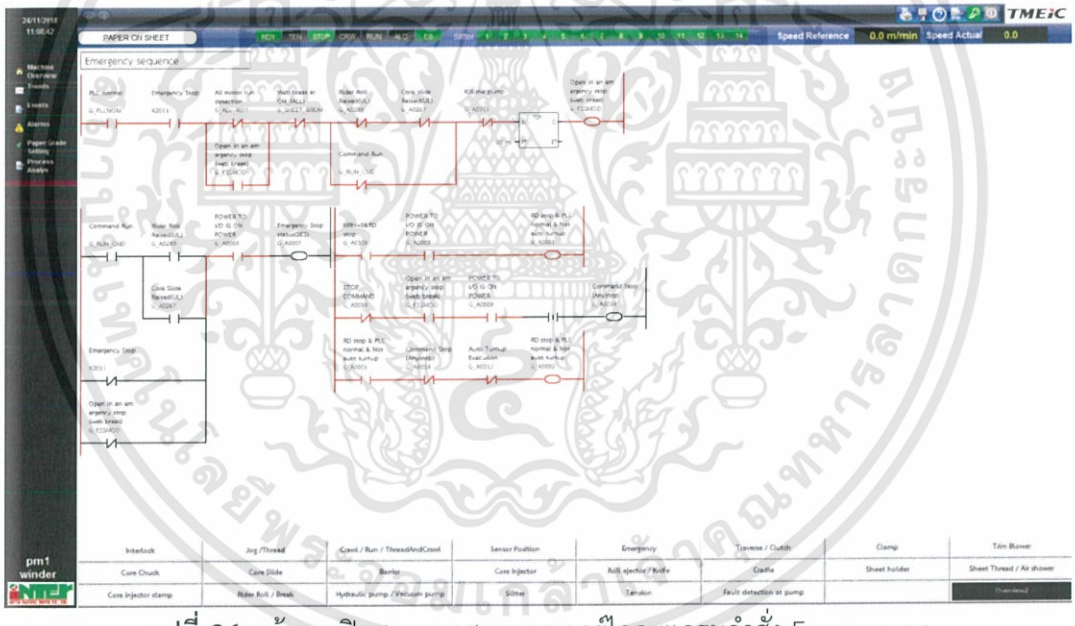



**รูปที่ 24** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Interlock/UW Jog/Thread

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 25** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Crawl/Run/Thread&Crawl




**รูปที่ 26** หน้ากราฟิกสกาดาแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมคำสั่ง Emergency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ – นามสกุล** นายณรรฐพงษ์ วัฒนคุ้ม
**วัน เดือน ปีเกิด** 11 พฤศจิกายน 2539
**ที่อยู่** 200/57 หมู่ที่ 1 ตำบลปากข้าวสาร อำเภอเมืองสระบุรี จังหวัดสระบุรี 18000
**E-mail** nwturtle@outlook.com
**โทรศัพท์** 089-185-8626

**ประวัติการศึกษา**

- พ.ศ.2552 – 2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี
- พ.ศ.2555 – 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี
- พ.ศ.2558 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการวัดคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
  ลาดกระบัง

**ประสบการณ์**

- มิ.ย. – ก.ค. พ.ศ.2561 นักศึกษาฝึกงาน บริษัท เพทโทร อินสตรูเมนท์ จำกัด
  แผนก QSHE (Quality Safety Health and Environment)
- ส.ค. – พ.ย. พ.ศ.2561 นักศึกษาโครการสหกิจศึกษา บริษัทอินเตอร์ แปซิฟิค เปเปอร์ จำกัด
  แผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้