รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

# การพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

# Monitoring and Forecast of Coater System

นายปภาวิชญ์ ประตาทะยัง

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

# การพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา
# Monitoring and Forecast of Coater System

นายปภาวิชญ์ ประตาทะยัง

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา** การพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

**ชื่อ-สกุล นักศึกษา** นายปภาวิชญ์ ประตาทะยัง

**คณะ** วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

**ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ** รศ.ดร. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

**ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน** นายนพดล อัครจาคะ

**สถานประกอบการ** บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด


## บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือดึงสัญญาณการทำงานของเครื่องจักรมาแสดงผล (Monitor), พยากรณ์ (Forecast) และแจ้งเตือนความเสียหายของเครื่องจักรเพื่อให้ง่ายต่อการวางแผนซ่อมบำรุงรักษา วิธีการดำเนินงานจะทำการสร้างชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการเคลือบเลนส์ (Coater) ซึ่งชุดทดลองจะมีลำดับการทำงานใกล้เคียงกับการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจริง ที่ถูกสั่งการด้วยพีแอลซี Allen Bradley และป้อนคำสั่งด้วยโปรแกรม RS Logix 5000 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เขียน Ladder Diagram ของพีแอลซี Allen Bradley และทำการดึงสัญญาณจากพีแอลซี Allen Bradley ไปยังพีแอลซี IDEC ด้วยอุปกรณ์แปลงโปรโตคอลที่เรียกว่า BoX2Pro Protocol Converter และนำสัญญาณที่ได้ไปแสดงผลผ่าน Web Server ในโปรแกรม WindLDR เพื่อทำการแจ้งเตือนเครื่องจักรได้ ระดับ 2 คือ 1) ระดับระวังความเสียหาย และ 2) ระดับอันตราย หลังจากนั้น นำอุปกรณ์สำหรับดึงสัญญาณของเครื่องจักรไปติดตั้งในประบวนการผลิตจริงและนำข้อมูลของสัญญาณที่ได้มาวิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องจักร

ผลการดำเนินงานการพยากรณ์สภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา สามารถแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจริงได้ผ่าน Web Server โดยการแสดงผลจะแยกระบบการทำงานของเครื่องจักรเป็น 4 ระบบได้แก่ 1) ระบบไฟฟ้า 2) ระบบลม 3) ระบบสารเคมี และ 4) ระบบสุญญากาศ ทำให้สามารถทราบสภาพการทำงานและความเสียหายของเครื่องจักรได้ในทันที




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Cooperative Title:** Monitoring and Forecast of Coater System
**Student Intern Name:** Papawich Pratatayoung
**Faculty:** Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering
**Advisor Name:** Assoc. Prof. Dr. Kaset Sirisantisamrid
**Mentor Name:** Noppadol Arkkarajaka
**Company:** Transition Optical (Thailand) Ltd.

## Abstract

This cooperative educational report has aim to receive signal of machine from PLC to monitor, forecast and alarm when machine was damaged to make it easy for maintenance planning. The procedure starts from build test kit of Coater to simulate process of Coater in production line that was controlled by Allen Bradley PLC and programming Ladder Diagram to Allen Bradley PLC by RS Logix 5000. The signal from Allen Bradley PLC was sent to convert signal in IDEC PLC by BoX2Pro (protocol converter). The converted signal was show in web server by WindLDR to alarm machine with two conditions that is 1) preventing damage level and 2) damaged level. After that, Installing monitoring device to Coater in Trans-bonding Line to keep data of Coating machine (Coater) and analyze data to show performance of Coater.

The results show that the forecast performance of Coater system can perform the performance of Coating machine in Trans-bonding Line by Web Server in four different systems namely 1) Electrical system 2) Pneumatic system 3) Solution system and 4) Vacuum system. Therefore, Web Server performed the performance and damage of Coater instantly.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

รายงานสกกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก รศ.ดร.เกษตร ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์นิเทศ และอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่ให้การศึกษา ความรู้ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ที่ได้เล่าเรียนมาใช้ทำการวิจัยจนสำเร็จ ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณสมชัย โรจน์วณิชยากุล ผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุงที่ให้โอกาสและทุนใน การทำวิจัยนี้และคุณนพดล อัคระจาคะ วิศวกรแผนกซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นผู้นิเทศงาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษา ให้ข้อมูลด้านต่างๆในการทำวิจัยอีกทั้งยังให้การดูแลตลอดระยะการทำการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณบริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด และบุคคลากรในบริษัท ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนให้ข้อมูล เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการวิจัยและอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ใช้ทำการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ส่งเสริมด้านการศึกษาตลอดทั้งทุนทรัพย์ด้านต่างๆ รวมทั้งพี่-น้องและเพื่อนๆที่ให้กำลังใจและให้การช่วยเหลือตลอดมา

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากรายงานฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกๆท่านด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

ปภาวิชญ์ ประตาทะยัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

**บทคัดย่อภาษาไทย** I

**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** II

**กิตติกรรมประกาศ** III

**สารบัญ** IV

**สารบัญตาราง** IX

**สารบัญรูปภาพ** XI

**บทที่ 1 บทนำ** 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

**บทที่ 2 การแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา** 5

2.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ตามสภาพ (Predictive Maintenance) 5

2.2 ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ (Automation System) 6

2.3 ตัวแปลงโปรโตคอล (Protocol Converter) 7

2.4 การตรวจสอบข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Data Monitoring) 7

2.5 เครื่องจักรสำหรับเคลือบน้ำยา (Coater) 8

2.5.1 Allen Bradley PLC Logix 2561 8

2.5.2 Cylinder 9

2.5.3 Solenoid Valves 9

2.5.4 ITV Air Regulator 9

2.5.5 Vacuum Ejector 10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.6 Vacuum Switch ..... 11
2.5.7 Vacuum Chuck ..... 11
2.5.8 Servo Motor ..... 12
2.5.9 Servo Drive ..... 12
2.5.10 Micropump ..... 12
2.5.11 EFD Valve ..... 13
2.5.12 Pressure Switch ..... 13
2.5.13 Reed Switch ..... 13
2.6 Software WindLDR ..... 13
2.6.1 Home ..... 13
2.6.1.1 Instruction ..... 13
2.6.1.2 Line ..... 14
2.6.2 Configuration ..... 15
2.6.2.1 PLCs ..... 15
2.6.2.2 Function Area Settings ..... 15
2.6.3 Online ..... 15
2.6.3.1 Transfer ..... 15
2.6.3.2 PLC ..... 15
2.6.3.3 Monitor ..... 15
2.6.3.4 Simulation ..... 15
2.6.3.5 Communication ..... 15
2.6.4 Web Page Editor ..... 15
2.7 Software RS Logix 5000 ..... 16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.1 Input / Output Instruction ........ 16
2.7.2 Timer On Delay (TON) ........ 16
2.7.3 Move (MOV) ........ 16
2.8 Software RS Linx Classic ........ 16
2.9 Software iX developer ........ 17
2.10 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (Statistical Data Analysis) ........ 17
**บทที่ 3 การแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา** ........ 18
3.1 หลักการและแนวคิด ........ 18
3.2 หลักการทำงานของระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร ........ 18
3.3 การออกแบบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร ........ 19
3.3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์อุปกรณ์สังเกตการณ์ ........ 19
3.3.1.1 Power Supply 24 Vdc ........ 20
3.3.1.2 Ethernet LAN Hub ........ 20
3.3.1.3 BoX2 Pro Protocol Converter ........ 20
3.3.1.4 IDEC PLC ........ 20
3.3.1.5 Circuit Breaker ........ 20
3.3.1.6 Terminal Blocks ........ 20
3.3.2 การออกแบบวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์สังเกตการณ์ ........ 20
3.3.3 การเขียนโปรแกรมถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง PLC ........ 21
3.3.4 การเขียนโปรแกรมบันทึกข้อมูลของเครื่องจักร ........ 22
3.3.4.1 Rung 1 (HC) , Rung 5 (EU) ........ 22
3.3.4.2 Rung 2 (HC) , Rung 6 (EU) ........ 25
3.3.4.3 Rung 3 (HC) , Rung 7 (EU) ........ 29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.4.4 Rung 4 (HC) , Rung 8 (EU) ..... 32

3.3.4.5 Rung 9 ..... 32

3.3.5 การแสดงข้อมูลของเครื่องจักร ..... 33

3.3.5.1 หน้าแรก (Home page) ..... 33

3.3.5.2 ระบบไฟฟ้า (Electrical System) ..... 33

3.3.5.3 ระบบลม (Pneumatic System) ..... 34

3.3.5.4 ระบบสารเคมี (Solution System) ..... 36

3.3.5.5 ระบบสุญญากาศ (Vacuum System) ..... 37

3.4 การออกแบบชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา ..... 38

3.4.1 เขียนผังกระบวนการทำงานชุดจำลองเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา ..... 38

3.4.2 ออกแบบชุดจำลอง ..... 38

3.4.3 ติดตั้งอุปกรณ์ ..... 39

3.4.4 ทดสอบระบบการแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรกับชุดจำลอง ..... 40

3.5 การทดสอบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต... 40

**บทที่ 4 การแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา** ..... 41

4.1 ตารางผลการทดลองการบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร ..... 41

4.2 อภิปรายผลการทดลองการบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร ..... 51

4.2.1 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.1 ..... 51

4.2.2 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.2 ..... 51

4.2.3 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.3 ..... 51

4.2.4 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.4 ..... 52

4.2.5 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.5 ..... 52

4.2.6 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.6 ..... 52



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

**บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา**...... 53

5.1 สรุปผลการวิจัย ........ 53

5.2 ข้อเสนอแนะ ........ 53

**เอกสารอ้างอิง** ........ 54

**ภาคผนวก** ........ 55

**ประวัติผู้เขียน** ........ 66



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**


3.1 การตั้งค่า Tags ที่จะถ่ายโอนข้อมูลด้วย BoX2 Pro ........ 21

3.2 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 1 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC ........ 22

3.3 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 5 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU ........ 24

3.4 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 2 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC ........ 26

3.5 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 6 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU ........ 28

3.6 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 3 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC ........ 30

3.7 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 7 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU ........ 31

3.8 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 4 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC ........ 32

3.9 แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 8 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU ........ 32

4.1 แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ HC ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ Dispense Pressure (psi), ความเร็วรอบของ Micropump (rpm), ความเร็วรอบของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 (rpm) และกระแสไฟฟ้าควบคุม Micropump (mA) ........ 41

4.2 แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ HC ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ ขนาดสุญญากาศของหน่วยเคลือบน้ำยาที่ 1, 2 และ 3 และ จำนวนครั้งการทำงานของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 ........ 43

4.3 แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ HC ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ เวลาในการเคลื่อนที่ของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 และ เวลาในการสร้างสุญญากาศของหน่วยการผลิตที่ 1, 2 และ 3 ........ 44

4.4 แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ EU ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ แรงดันจ่าย, ความเร็วรอบของ Micropump, ความเร็วรอบของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 และกระแสไฟฟ้าควบคุม Micropump ........ 46

4.5 แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ EU ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ ขนาดสุญญากาศของหน่วยเคลือบน้ำยาที่ 1, 2 และ 3 และ จำนวนครั้งการทำงานของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 ........ 48




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.6 แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ EU ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ เวลาในการเคลื่อนที่ของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 และ เวลาในการสร้างสุญญากาศของหน่วยการผลิตที่ 1, 2 และ 3........................................................................................ 49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการเคลือบเลนส์ของบริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด....1
2.1 หลักการทำงานของตัวแปลงโปรโตคอล (Protocol Converter)....7
2.2 Allen Bradley PLC series Logix 5561....8
2.3 Cylinder แบบ Table Slide (ซ้าย) และแบบ Gripper (ขวา)....9
2.4 Solenoid Valve....9
2.5 การต่อวงจรเพื่อเลือกค่า Preset ของ ITV Air Regulator....9
2.6 ITV Air Regulator....10
2.7 การเกิดสุญญากาศของอุปกรณ์ Vacuum Ejector....10
2.8 Vacuum Ejector....10
2.9 แผนภาพการทำงานของ Pressure Switch และ Vacuum Switch....11
2.10 Vacuum Switch....11
2.11 Vacuum Chuck....11
2.12 Servo Motor....12
2.13 Servo Driver Ultra 3000....12
2.14 Micropump....12
2.15 EFD Valve....13
2.16 Reed Switch....13
2.17 สัญลักษณ์ Input NO/NC ในโปรแกรม WindLDR....13
2.18 สัญลักษณ์ Output ในโปรแกรม WindLDR....14
2.19 สัญลักษณ์ Counter ในโปรแกรม WindLDR....14
2.20 สัญลักษณ์ Comparison ในโปรแกรม WindLDR....14
2.21 สัญลักษณ์ Move ในโปรแกรม WindLDR....14
2.22 สัญลักษณ์ Addition ในโปรแกรม WindLDR....14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.23 ส่วนประกอบของแถบเครื่องมือ Home ..... 14
2.24 ส่วนประกอบของแถบเครื่องมือ Configuration ..... 15
2.25 ส่วนประกอบของแถบเครื่องมือ Online ..... 15
2.26 แถบเครื่องมือ Web Page Editor ..... 15
2.27 สัญลักษณ์ Input1 และ Output ของ Ladder Diagram ในโปรแกรม RS logix 5000 ..... 16
2.28 สัญลักษณ์ Timer On Deley ของ Ladder Diagram ในโปรแกรม RS logix 5000 ..... 16
2.29 สัญลักษณ์ Move ของ Ladder Diagram ในโปรแกรม RS logix 5000 ..... 16
2.30 สถานการณ์เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูลของ Allen Bradley PLC ..... 16
2.31 หน้าต่างเครื่องมือ Tags ของโปรแกรม iX developer ..... 17
3.1 หลักการทำงานของระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร ..... 19
3.2 ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์อุปกรณ์สังเกตการณ์ ..... 19
3.3 วงจรไฟฟ้าแสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ของอุปกรณ์สังเกตการณ์ (Monitoring Device) ..... 21
3.4 Rung 1 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC ..... 23
3.5 Rung 5 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU ..... 25
3.6 Rung 2 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC ..... 26
3.7 Rung 2 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC (ต่อ) ..... 27
3.8 Rung 6 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU ..... 28
3.9 Rung 6 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU (ต่อ) ..... 29
3.10 Rung 3 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC ..... 30
3.11 Rung 7 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU ..... 31
3.12 Rung 4 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC ..... 32
3.13 Rung 8 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU ..... 32
3.14 Rung 9 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร ..... 32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**


3.15 หน้าแรกของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 33

3.16 หน้าต่าง Solution System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 34

3.17 หน้าต่าง Solution System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 34

3.18 หน้าต่าง Pneumatic System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 35

3.19 หน้าต่าง Pneumatic System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 35

3.20 หน้าต่าง Solution System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 36

3.21 หน้าต่าง Solution System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 36

3.22 หน้าต่าง Vacuum System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 37

3.23 หน้าต่าง Vacuum System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server ........ 37

3.24 ผังกระบวนการทำงานชุดจำลองเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา ........ 38

3.25 การออกแบบชุดจำลองโดยเปรียบเทียบอุปกรณ์ระหว่างเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกับชุดจำลอง .... 39

3.26 ชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา ........ 39

4.1 กราฟแสดงขนาดของแรงดันจ่าย Dispense Pressure ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย psi........ 42

4.2 กราฟแสดงความเร็วรอบของ Servo Motor Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย rpm ........ 43

4.3 กราฟแสดงขนาดของสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย psi ........ 44

4.4 กราฟแสดงความเร็วการทำงานในแต่ละครั้งของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย 100 ms ........ 45

4.5 กราฟแสดงเวลาในการสร้างสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย 100 ms ........ 46

4.6 กราฟแสดงขนาดของแรงดันจ่าย Dispense Pressure ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย psi........ 47

4.7 กราฟแสดงความเร็วรอบของ Servo Motor Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย rpm ........ 47

4.8 กราฟแสดงขนาดของสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย psi ........ 49




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.9 กราฟแสดงความเร็วการทำงานในแต่ละครั้งของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย 100 ms ........ 50

4.10 กราฟแสดงเวลาในการสร้างสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย 100 ms ........ 51

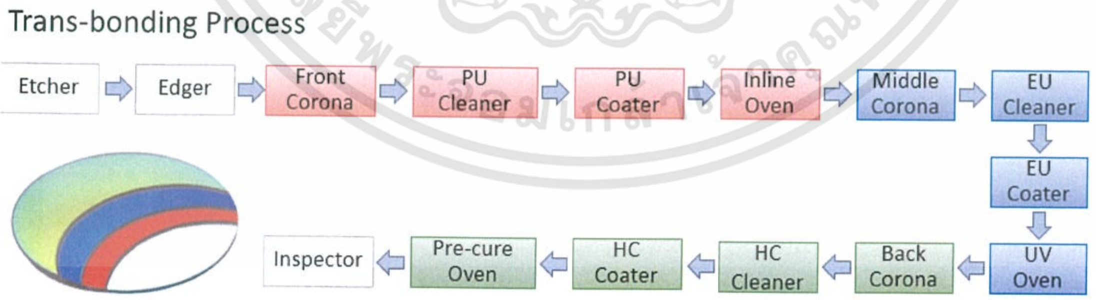


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด ดำเนินธุรกิจเคลือบผิวเลนส์ด้วยเทคโนโลยีโฟโตโครมิกทำให้เลนส์มีคุณสมบัติพิเศษเมื่อสัมผัสกับแสงยูวี โมเลกุลโฟโตโครมิกหลาย ๆล้านโมเลกุลในเลนส์จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทำให้เลนส์มีสีเข้มขึ้นตามปริมาณแสงที่ตกกระทบกับเลนส์ บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล มีฐานการผลิต 5 แห่งทั่วโลก โดยฐานการผลิตใหญ่ตั้งอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา (รัฐฟลอริด้า) และได้ขยายฐานการผลิตไปยังประเทศไอซ์แลนด์ (เมืองทวม) ฟิลิปปินส์ (เมืองลากูน่า) บลาซิล (เมืองโซเซเร) และประเทศไทย (จังหวัดชลบุรี) กระบวนการเคลือบเลนส์เริ่มจากใส่เลนส์ที่รับจากลูกค้าเข้าไปในเครื่อง Etcher ทำการตัดขอบเลนส์ให้มีขนาดตามที่ลูกค้าต้องการ เมื่อทำการตัดขอบเลนส์เสร็จเรียบร้อย ลักษณะของขอบเลนส์ที่ออกมาจากเครื่อง Etcher จะยังมีลักษณะไม่เรียบเนียน สายพานการผลิตก็จะลำเลียงเลนส์เหล่านี้เข้าเครื่อง Edger เพื่อทำการปรับขอบเลนส์ให้เรียบและลำเลียงต่อไปยังเครื่อง Front Corona เพื่อทำการเตรียมสภาพผิวหน้าของเลนส์เพื่อให้น้ำยาที่จะทำการเคลือบติดกับหน้าเลนส์ดีขึ้น โดยใช้ไฟฟ้า 2,000 W ให้ความร้อนกับหน้าเลนส์ ต่อไปเป็นขั้นตอนทำความสะอาดเลนส์ชำระฝุ่นผงที่ติดมากับเลนส์โดยเครื่อง PU Cleaner ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการเคลือบน้ำยา (PU Coater) โดยน้ำยาแรกที่ทำการเคลือบ คือ PU มีคุณสมบัติทำให้น้ำยาที่จะเคลือบเลนส์ในขั้นต่อไปเคลือบติดกับเลนส์ไม่หลุดลอกออก จากนั้นเลนส์ถูกส่งต่อไปยังเครื่อง Middle Corona และ EU Cleaner เพื่อทำความสะอาดเลนส์ก่อนเคลือบด้วย น้ำยา EU เพื่อทำให้เลนส์มีคุณสมบัติเปลี่ยนเลนส์มีสีเข้มขึ้นตามปริมาณแสง ก่อนส่งต่อไปยังเครื่อง Back Corona และ HC Cleaner แล้วทำการเคลือบน้ำยา HC ในขั้นตอน HC Coater เพื่อป้องกันรอยขีดข่วนที่จะเกิดขึ้นกับเลนส์เป็นขั้นตอนสุดท้าย จึงสิ้นสุดกระบวนการเคลือบน้ำยา ดังแสดงในรูปที่ 1.1




**รูปที่ 1.1** ขั้นตอนการเคลือบเลนส์ของบริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด

โดยปกติแผนกซ่อมบำรุงรักษาจะมีการตรวจสอบเครื่องจักรผ่านการมองเห็นและด้วยเครื่องมือซึ่งมีการวัดเป็นรอบๆตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้อนกันที่กำหนด โดยจะแบ่งระยะเวลาการซ่อมบำรุงรักษาเป็น 4 รอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ 1 เดือน, 3 เดือน, 6 เดือน และ 12 เดือน ในการซ่อมบำรุงรักษาแต่ละรอบ จะมีหัวข้อการตรวจสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งในบางครั้งเครื่องจักรอาจเกิดความขัดข้องก่อนถึงระยะเวลาการซ่อมบำรุงรักษาที่กำหนด ทำให้เกิดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงแก้ไขเกิดขึ้น ในบางครั้งอาจทำการซ่อมแซมได้ แต่เมื่อชิ้นส่วนของเครื่องจักรได้รับความเสียหายมากเกินกว่าจะแก้ไขได้ จะต้องทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรใหม่จึงมีการสำรองชิ้นส่วนของเครื่องจักรไว้จำนวนหนึ่งเพื่อไม่ให้เกิดดาวน์ไทม์ (Down Time) ของเครื่องจักรมากเกินไป แต่ในการสำรองชิ้นส่วนของเครื่องจักรไว้นั้นจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลังของแผนกซ่อมบำรุงรักษาสูงขึ้นด้วย

ในปัจจุบันทางบริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด ได้ใช้ระบบการแจ้งเตือนความเสียหายของเครื่องจักรด้วยระบบ PMON (Process Monitor) ซึ่งเป็นความรับผิดชอบของแผนกไอที อย่างไรก็ตาม ทางแผนกซ่อมบำรุงรักษาประสบปัญหากับความยืดหยุ่นในการเข้าถึงระบบแจ้งเตือน เนื่องจากต้องได้รับการประสานงานจากทางแผนกไอทีเสียก่อน ทำให้เป็นไปได้ยากหากต้องการกำหนดเงื่อนไขการแจ้งเตือนความเสียหายของเครื่องจักรขึ้นใหม่ ให้มีความเหมาะสมตามที่แผนกซ่อมบำรุงรักษาต้องการ

โครงงานนี้จึงได้รับมอบหมายในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา เป็นการทำเครื่องมือดึงสัญญาณการทำงานของเครื่องจักรมาแสดงผล (Monitor), พยากรณ์ (Forecast) และแจ้งเตือนความเสียหายของเครื่องจักรโดยใช้โปรแกรม WindLDR มาใช้ในการแสดงผลสภาพการทำงานของเครื่องจักร ขอบเขตในการศึกษาจะทำการสร้างชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการเคลือบเลนส์ (Coater) ซึ่งชุดทดลองจะมีลำดับการทำงานใกล้เคียงกับการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจริง ที่ถูกสั่งการด้วยพีแอลซี Allen Bradley และป้อนคำสั่งด้วยโปรแกรม RS Logix 5000 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เขียน Ladder Diagram ของพีแอลซี Allen Bradley และทำการดึงสัญญาณจากพีแอลซี Allen Bradley ไปยังพีแอลซี IDEC ด้วยอุปกรณ์แปลงโปรโตคอลที่เรียกว่า BoX2Pro Protocol Converter และนำสัญญาณที่ได้ไปแสดงผลผ่าน Web Sever ในโปรแกรม WindLDR เพื่อทำการแจ้งเตือนเครื่องจักรได้ 2 ระดับคือ 1) ระดับระวังความเสียหาย และ 2) ระดับอันตราย หลังจากนั้น นำอุปกรณ์สำหรับดึงสัญญาณของเครื่องจักรไปติดตั้งในประบวนการผลิตจริงและนำข้อมูลของสัญญาณที่ได้มาวิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องจักร

ผลการดำเนินงานการพยากรณ์สภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา สามารถแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจริงได้ผ่าน Web Sever โดยการแสดงผลจะแยกระบบการทำงานของเครื่องจักรเป็น 4 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบไฟฟ้า 2) ระบบลม 3) ระบบสารเคมี และ 4) ระบบสุญญากาศ ทำให้สามารถทราบสภาพการทำงานและความเสียหายของเครื่องจักรได้ในทันที นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรในระหว่างที่เครื่องจักรกำลังทำงานและสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรได้

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อให้สามารถพยากรณ์การเกิดความเสียหาย และดูแนวโน้มการทำงานของเครื่องจักรด้วยพีแอลซีได้

1.2.2 เพื่อให้มีการแจ้งเตือนกับแผนกซ่อมบำรุงรักษาโดยตรง เมื่อมีอุปกรณ์ตัวใดเกิดการชำรุดหรือมีการใช้งานเกินกว่าค่าที่กำหนดโดยแผนกซ่อมบำรุงรักษา

1.2.3 เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการเปลี่ยน หรือซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในเครื่องจักร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 สถานที่ทำโครงงาน

บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด แผนกซ่อมบำรุงรักษา

1.3.2 ขอบเขตการศึกษาโครงงาน

ทำการสร้างชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการเคลือบเลนส์ (Coater) ซึ่งชุดทดลองจะมีลำดับการทำงานใกล้เคียงกับการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจริง และทำการดึงสัญญาณจากพีแอลซี จากนั้นจึงนำสัญญาณที่ได้ไปแสดงผลผ่าน Web Sever ในโปรแกรม WindLDR เพื่อทำการแจ้งเตือนเครื่องจักรได้ 2 ระดับคือ 1) ระดับระวังความเสียหาย และ 2) ระดับอันตราย โดยการแสดงผลจะแยกระบบการทำงานของเครื่องจักรเป็น 4 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบไฟฟ้า 2) ระบบลม 3) ระบบสารเคมี และ 4) ระบบสุญญากาศ หลังจากนั้นนำอุปกรณ์สำหรับดึงสัญญาณของเครื่องจักรไปติดตั้งในกระบวนการผลิตจริงและนำข้อมูลของสัญญาณที่ได้มาวิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องจักร

1.3.3 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

วันที่ 6 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 23 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561

## 1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและสำรวจขั้นตอนการทำงานภายในไลน์การผลิต

1.4.2 ตรวจสอบปัญหาที่พบในแผนกซ่อมบำรุงรักษา

1.4.3 วางแผนการดำเนินโครงงาน

1.4.4 ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อระบบในกระบวนการภายในไลน์ผลิต

1.4.5 ศึกษาพีแอลซีที่ใช้ควบคุมภายในกระบวนการเคลือบเลนส์ทั้งหมด

1.4.6 ศึกษาเครื่องจักรภายในกระบวนการเคลือบเลนส์

1.4.7 ทดลองใช้พีแอลซีรุ่นที่ใช้ควบคุมกระบวนการเคลือบเลนส์ภายในไลน์ผลิตในห้องปฏิบัติการของแผนกซ่อมบำรุงรักษา

1.4.8 จำลองและตรวจจับสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณอนาล็อกด้วยพีแอลซี

1.4.9 กำหนดเงื่อนไขในการแจ้งเตือนความเสียหายของเครื่องจักร

1.4.10 ออกแบบส่วนแสดงผลสภาพการทำงานของเครื่องจักรและแจ้งเตือนระดับความเสียหาย

1.4.11 ออกแบบชุดทดลองโดยจำลองการทำงานของกระบวนการเคลือบเลนส์ในไลน์การผลิต

1.4.11.1 ออกแบบวงจรไฟฟ้าของตู้ควบคุมกระบวนการเคลือบเลนส์ของชุดทดลอง

1.4.11.2 ออกแบบกระบวนการเคลือบเลนส์ของชุดทดลอง

1.4.12 จัดทำชุดทดลองจำลองกระบวนการเคลือบเลนส์

1.4.13 เขียนโปรแกรม

1.4.13.1 เขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการเคลือบเลนส์ด้วยพีแอลซี

1.4.13.2 เขียนโปรแกรมแสดงผลสภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยพีแอลซี

1.4.14 ทดสอบโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.15 แก้ไขและพัฒนาโปรแกรม

1.4.16 ทดสอบชุดทดลองโดยจำลองกระบวนการจริงภายในกระบวนการเคลือบเลนส์

1.4.17 ติดตั้งอุปกรณ์ดึงสัญญาณเข้ากับเครื่องจักรจริงในกระบวนการผลิตและบันทึกผล

1.4.18 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องจักร คาดการณ์สาเหตุความเสียหาย และแก้ปัญหา

1.4.19 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

**1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.5.1 สามารถพยากรณ์การเกิดความเสียหายและดูแนวโน้มการทำงานของเครื่องจักรด้วยพีแอลซีได้

1.5.2 มีการแจ้งเตือนกับแผนกซ่อมบำรุงรักษาโดยตรง เมื่อมีอุปกรณ์ไหนเกิดการชำรุดหรือมีการใช้งานเกินกว่าค่าที่กำหนดโดยแผนกซ่อมบำรุงรักษา

1.5.3 สามารถตัดสินใจเปลี่ยนหรือซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในเครื่องจักรที่เสียหาย หรือมีโอกาสที่จะเสียหายโดยวิเคราะห์จากข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร ทำให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ภายในเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อกระบวนการผลิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# การแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

ในการจัดทำโครงงานการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยานี้จะต้องศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ตามสภาพ (Predictive Maintenance)
2.2 ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ (Automation System)
2.3 ตัวแปลงโปรโตคอล (Protocol Converter)
2.4 การตรวจสอบข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Data Monitoring)
2.5 เครื่องจักรสำหรับเคลือบน้ำยา (Coater)
2.6 Software WindLDR
2.7 Software RS Logix 5000
2.8 Software RS Linx Classic
2.9 Software iX developer
2.10 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (Statistical Data Analysis)

## 2.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ตามสภาพ (Predictive Maintenance)

เป็นการติดตามสภาพของเครื่องจักรตามช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสภาพเครื่องจักร ทำให้ฝ่ายบำรุงรักษาสามารถทราบถึงต้นเหตุของการชำรุดและสามารถที่จะวางแผนในการซ่อมบำรุงรักษา เตรียมแรงงาน จัดซื้อชิ้นส่วนอะไหล่ล่วงหน้า สามารถวางแผนหยุดเครื่อง เพื่อแก้ไขความผิดปกติที่ตรวจพบตามความจำเป็น โดยมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตน้อยที่สุด เพื่อให้กระบวนการผลิตดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง โดยมีหลักการดังนี้

1. การตรวจสอบขั้นพื้นฐาน

เป็นการตรวจสอบที่ปฏิบัติกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยการตรวจสอบจะอาศัยประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยการใช้ประสาทสัมผัสของผู้ตรวจสอบเป็นเครื่องมือช่วย เช่น การสังเกตด้วยตา หูตรวจฟังเสียง และอาจใช้มือสัมผัส เพื่อตรวจดูสภาพของเครื่องจักรขณะนั้นว่ายังอยู่ในสภาพปกติดีหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบลักษณะนี้จะไม่สามารถตรวจสอบได้ถูกต้องเสมอไป เนื่องจากประสบการณ์ในการทำงานของบางบุคคลไม่มีความชำนาญมากพอ ที่จะทำการตรวจสอบและตัดสินใจว่า สภาพเครื่องจักรนั้นมีความผิดปกติรุนแรงเท่าใด ในการตรวจสอบลักษณะนี้จะรู้สภาพเครื่องจักรได้ก็ต่อเมื่อสภาพเครื่องจักรนั้น เข้าสู่สภาวะสุดท้ายของช่วงอายุการใช้งานแล้ว ทำให้กลับไปเป็นการบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance)

2. การตรวจสอบสภาพเครื่องจักร

เป็นการตรวจสภาพโดยการนำเครื่องมือสำหรับตรวจสภาพโดยตรงมาช่วยในการวัดค่า เช่น เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดการสึกหรอ เครื่องมือวัดการสั่นสะเทือน ซึ่งจะสามารถตรวจประเมินสภาพของเครื่องจักรนั้นได้

3. การตรวจดูแนวโน้มสภาพเครื่องจักร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเฝ้าดูแนวโน้มสภาพของเครื่องจักร (Trend Monitoring) สามารถตรวจเฝ้าดูได้หลายๆวิธีด้วยกัน เช่น การเฝ้าดูแนวโน้มของค่าสุญญากาศในระบบเคลือบน้ำยา ในการเฝ้าดูแนวโน้มของสภาพเครื่องจักรนี้จะต้องตั้งค่าระดับการเตือนภัยไว้ เมื่อมีความรุนแรงถึงระดับเตือนระวังแล้ว ผู้ดูแลเครื่องจักรจะต้องคอยระวังอย่างใกล้ชิดหรือเพิ่มความถี่ในการตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรนั้น และควรวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าจะเข้าดำเนินการซ่อมบำรุงตอนไหน ก่อนที่สภาพเครื่องจักรนั้นจะเข้าสู่ระดับอันตราย การตรวจ เฝ้าดูแนวโน้มสภาพของเครื่องจักรจึงเป็นผลดีต่อระบบการผลิตของโรงงาน

## 2.2 ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ (Factory Automation System)

ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติเป็นการใช้ระบบควบคุมร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อลดความต้องการใช้งานมนุษย์ในการผลิตสินค้าและการบริการ โดยระบบการผลิตแบบอัตโนมัติที่ใช้งานอยู่ภายในโรงงานจะทำหน้าที่หลากหลายในกระบวนการผลิต เช่น ในกระบวนการประกอบ (Processing Assembly) การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Inspection) การใช้หุ่นยนต์ (Robot) การขนย้ายวัสดุ (Material Handling) ฯลฯ ในระบบอัตโนมัติขั้นสูงบางระบบแทบจะไม่มีมนุษย์เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องด้วยเลย ประโยชน์สูงสุดที่ได้รับจากระบบอัตโนมัติคือการประหยัดการใช้แรงงานมนุษย์ (Labor Saved) ซึ่งเป็นต้นทุนทางตรงที่มีค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งประโยชน์ของระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ ที่ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมเลือกใช้ระบบอัตโนมัติมีดังนี้

1. เพื่อลดการหยุดทำงานของเครื่องจักร (Reduce Downtime)
    1) มีการยกระดับการทำงานของเครื่องจักร (Upgrade) และปรับปรุงฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรเดิม (Re-Profit) ให้กลับมาอยู่ในสภาพที่ทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ เป็นการลดการหยุดการทำงานของเครื่องจักร
    2) ลดการหยุดการทำงานของเครื่องจักรด้วยการชี้ให้เห็นศักยภาพที่สามารถพัฒนาได้
    3) ทำให้การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive) และเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ง่ายขึ้น
    4) มีฟังก์ชันระบุและแสดงจุดเสียของเครื่องจักร ทำให้การแก้ปัญหาการหยุดทำงานทำได้รวดเร็ว
2. เพื่อปรับปรุงด้านคุณภาพ (Improve Quality)
    1) สามารถจัดการกับการเปลี่ยนแปลงด้านการผลิตและข้อมูลกระบวนการได้อย่างรวดเร็ว
    2) จัดการข้อมูลการทดสอบคุณภาพสินค้าได้แบบตามเวลาจริง (Real Time)
    3) สามารถระบุและติดตามวัสดุสำหรับผลิต ผลิตภัณฑ์และของเสียที่ตกสเปกได้
3. เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิต (Increase Productivity)
    1) ลดเวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน (Throughput Time) ในกระบวนการผลิต เพิ่มอัตราการผลิต ลดปริมาณของเสียให้มีน้อยที่สุด (Minimize Waste) ลดความผิดพลาด
    2) ลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) และปริมาณชิ้นส่วนที่ค้างระหว่างกระบวนการ
    3) สามารถคาดการณ์ปริมาณการผลิตได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
    4) ปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรให้เต็มที่
4. เพื่อเพิ่มความปลอดภัย (Enhance Safety)
    1) เพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องจักรให้กับผู้ปฏิบัติงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

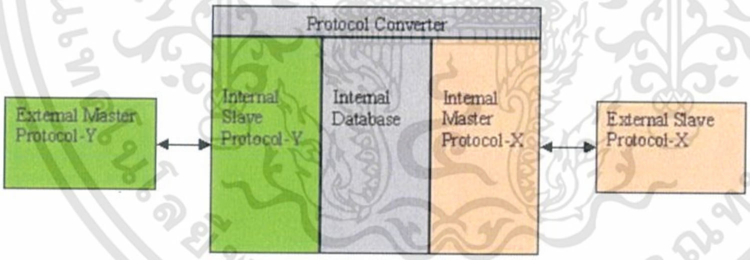
2) มีการบูรณาการระบบควบคุมเครื่องจักรเข้ากับระบบความปลอดภัย
3) มีการแยกพื้นที่อันตรายไว้ต่างหาก และมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอันตราย (Guarding) ที่มีประสิทธิภาพ

## 2.3 ตัวแปลงโปรโตคอล (Protocol Converter)

ในระบบเครือข่ายตัวแปลงโปรโตคอลคืออุปกรณ์หรือโปรแกรมที่แปลงโปรโตคอลหนึ่งเป็นโปรโตคอลอื่นๆเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ระหว่างอุปกรณ์หรือระบบที่ไม่ได้เป็นโปรโตคอลเดียวกัน โปรโตคอลเป็นสิ่งที่กำหนดวิธีการประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์ ดังนั้นถ้าอุปกรณ์สองชนิดที่ไม่ได้ใช้โปรโตคอลเดียวกันก็จะไม่สามารถที่จะเข้าใจซึ่งกันและกันจึงต้องใช้ตัวแปลงโปรโตคอล

ตัวแปลงโปรโตคอลถูกออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ จากผู้ขายที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่ใช้โปรโตคอลที่แตกต่างกันโดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมที่มีโปรโตคอลเป็นกรรมสิทธิ์ซึ่งมักส่งผลให้ข้อมูลของผู้จัดจำหน่ายมีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งการแปลงโปรโตคอลสามารถทำได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ผ่านทางซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เฉพาะโดยปกติจะทำโดยเราเตอร์ โดยมีเงื่อนไขว่าสามารถเข้าถึงข้อมูลของโปรโตคอลนั้นได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

อุปกรณ์ในอุตสาหกรรมและอุปกรณ์ระบบเครือข่ายส่วนใหญ่จะใช้สายเคเบิล Ethernet และพอร์ตอนุกรม RS-232 ดังนั้นตัวแปลงโปรโตคอลมักจะมีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อที่รองรับสายเคเบิล Ethernet และพอร์ตอนุกรม RS-232 หรือสำหรับอุปกรณ์บางอย่างที่ไม่ได้ใช้พอร์ตการเชื่อมต่อที่กล่าวมาข้างต้น อาจมีความจำเป็นต้องใช้อแด็ปเตอร์เพื่อให้ต่อร่วมกับพอร์ตที่มีอยู่ได้




**รูปที่ 2.1** หลักการทำงานของตัวแปลงโปรโตคอล (Protocol Converter)

## 2.4 การตรวจสอบข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Data Monitoring)

การตรวจสอบข้อมูลเรียลไทม์ (RTDM) เป็นกระบวนการที่ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบกระบวนการการทำงานโดยรวม ซึ่งข้อมูลที่ถูกแสดงเป็นข้อมูลแบบเรียลไทม์ซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่แสดงอยู่ในรูปแบบแผนภูมิต่างๆในส่วนแสดงผล

โดยปกติระบบ RTDM จะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น บันทึกเซิร์ฟเวอร์ของเว็บ บันทึกข้อมูลเครือข่าย และบันทึกฐานข้อมูลสถิติการใช้งานแอพพลิเคชั่นหรือเครื่องจักร นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าให้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการแจ้งเตือนระบบแบบทันทีตามที่ผู้ดูแลระบบกำหนดไว้ เช่น ให้แจ้งมีการแจ้งเตือนระบบเฉพาะเหตุการณ์ที่ค่าข้อมูลหายไปหรือข้อมูลมีค่ามากกว่า/น้อยกว่าจากช่วงที่กำหนด

## 2.5 เครื่องจักรสำหรับเคลือบน้ำยา (Coater)

เครื่องจักรสำหรับเคลือบน้ำยาให้กับผิวเลนส์เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่เรียกว่า กระบวนการ Trans-bonding ซึ่งเครื่องจักรนี้มีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนและควบคุมโดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า PLC ทำหน้าที่รับ-ส่งคำสั่งระหว่างอุปกรณ์กับเครื่องจักร นอกจากนี้เครื่องจักรสำหรับเคลือบน้ำยาประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิด มีทั้งอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น Cylinder, Servo Motor, Micropump และ EFD Valve ฯลฯ

เครื่องจักรสำหรับเคลือบน้ำยามีกระบวนการทำงานเริ่มต้นจาก เซนเซอร์ตรวจจับเลนส์ที่เข้ามาในเครื่องจักร เมื่อตรวจจับเลนส์ได้จึงทำการสั่งการให้แขนกลให้นำเลนส์ไปวางไว้ที่จุดเคลือบผิวเลนส์โดยมี Cylinder ที่เรียกว่า Gripper เป็นตัวจับเลนส์ เมื่อเลนส์ถูกวางที่จุดเคลือบเลนส์แล้วมีการสร้างสุญญากาศโดย Vacuum Ejector ที่ควบคุมค่าสุญญากาศโดย ITV Air Regulator และอ่านค่า Vacuum จาก Vacuum Switch ทั้งนี้การสร้างสุญญากาศมีขึ้นเพื่อยึดจับเลนส์ไว้ขณะที่เลนส์ถูกหมุนโดย Servo Motor เพื่อกระจายน้ำยาให้ทั่วผิวเลนส์ ในขณะเดียวกันน้ำยาเคลือบเลนส์ถูกสูบขึ้นมาด้วยปั๊มที่เรียกว่า Micropump และมีการจ่ายน้ำยาโดย EFD Valve ที่ใช้ระบบลมในการจ่ายน้ำยา นอกจากนี้ระบบลมยังถูกใช้ในการควบคุม Cylinder ต่างๆของเครื่องจักร เช่น Gripper ใช้ในการจับเลนส์ และ Table Slide ใช้ในการเคลื่อนหัวจ่ายน้ำยาไปยังจุดเคลือบเลนส์ หลังจากกระบวนการเคลือบเลนส์สิ้นสุดลง เลนส์ที่ทำการเคลือบแล้วจะถูกนำ Cylinder (Gripper) ไปวางไว้ที่จุดพักเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

เมื่อเครื่องจักรมีการใช้งานอุปกรณ์ที่หลากหลาย ดังนั้นการจัดประเภทของอุปกรณ์ให้เป็นระบบต่างๆ จึงมีความสะดวกต่อการทำความเข้าใจหน้าที่ของอุปกรณ์มากขึ้น ซึ่งระบบของเครื่องจักรสำหรับเคลือบน้ำยานี้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบไฟฟ้า 2) ระบบลม 3) ระบบสารเคมี และ 4) ระบบสุญญากาศ และมีการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆดังต่อไปนี้

### 2.5.1 Allen Bradley PLC Logix 2561

เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ประเภท PLC Controller ของ Rockwell ทำหน้าที่ออกคำสั่งให้กับอุปกรณ์ภายในเครื่องจักรทั้งหุ่นยนต์และอุปกรณ์เปิด/ปิดหน้าสัมผัสต่างๆโดยการเขียนโปรแกรมคำสั่ง เช่น Ladder Diagram เป็นต้น รวมไปถึงใช้ในการรับข้อมูลสัญญาณจากเซนเซอร์ทั้งในรูปแบบแอนาล็อกและดิจิทัลเพื่อประมวลผลต่อไป

**รูปที่ 2.2** Allen Bradley PLC series Logix 5561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 Cylinder

Cylinder คือกระบอกลมที่ใช้ลมในการเลื่อนตำแหน่งของก้านสูบแบบ 2 ทิศทาง ที่ปลายของกระบอกลมทั้งสองด้านทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติของแม่เหล็ก โดยในเครื่องจักนี้จะมีกระบอกลมที่ทำหน้าที่ต่างกัน 2 ชนิด คือ 1) ทำหน้าที่จับเลนส์ (Gripper) และ 2) ทำหน้าที่เคลื่อนหัวจ่ายน้ำยา (Table Slide) ซึ่งกระบอกลมทั้งสองชนิดใช้การจ่ายลมสลับห้องลมตามกระบวนการของเครื่องจักรโดยมี Solenoid Valves เป็นอุปกรณ์สลับห้องลม

**รูปที่ 2.3** Cylinder แบบ Table Slide (ซ้าย) และแบบ Gripper (ขวา)

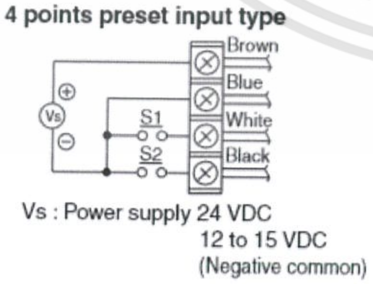
2.5.3 Solenoid Valves

Solenoid Valves คืออุปกรณ์สลับห้องลมด้วยแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 VDC

**รูปที่ 2.4** Solenoid Valve

2.5.4 ITV Air Regulator

ITV Air Regulator คือวาล์วที่ปรับขนาดลมด้วยไฟฟ้า ซึ่งสามารถตั้งค่าขนาดของการเปิดวาล์วไว้ได้ 4 ค่า เรียกว่าพรีเซ็ทโหมด (Preset Mode) ซึ่งการสลับใช้งานค่าพรีเซ็ททั้ง 4 ค่า ทำได้โดยการต่อแรงดันไฟฟ้าขาลบ (Common) ให้กับสายไฟสีต่างๆของอุปกรณ์ที่แสดงดังรูปที่ 2.5




One of the preset pressures P1 through P4 is selected by the ON/OFF combination of S1 and S2.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S1 | OFF | ON | OFF | ON | OFF |
| S2 | OFF | OFF | ON | ON | OFF |
| S3 | OFF | OFF | OFF | OFF | ON |
| S4 | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| Preset pressure | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 |

**รูปที่ 2.5** การต่อวงจรเพื่อเลือกค่า Preset ของ ITV Air Regulator

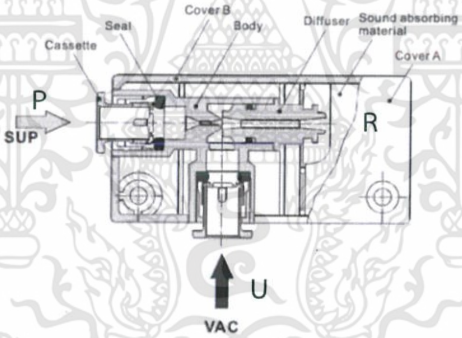


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.6** ITV Air Regulator

2.5.5 Vacuum Ejector

Vacuum Ejector คืออุปกรณ์สร้างสุญญากาศ เมื่อมีลมผ่านเข้าทางท่อตำแหน่ง P แล้วลมออกทางท่อตำแหน่ง R แล้ว เมื่อลมผ่านคอคอดขนาดเล็กภายในตัวอุปกรณ์ จะเกิดการพาลมที่ท่อตำแหน่ง U ออกทางท่อตำแหน่ง R ด้วย เมื่อนำอุปกรณ์วัดความดันไปติดตั้งที่ท่อตำแหน่ง U พบว่าความดันมีค่าต่ำกว่าบรรยากาศ เรียกว่าสุญญากาศ ดังแสดงในรูปที่ 2.7




**รูปที่ 2.7** การเกิดสุญญากาศของอุปกรณ์ Vacuum Ejector

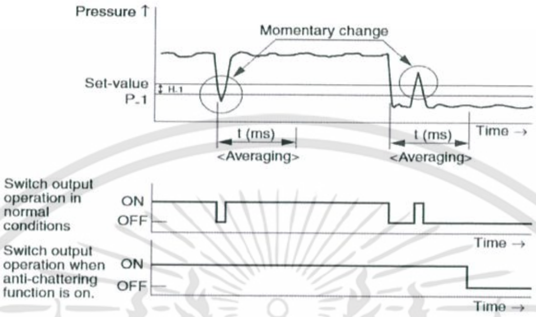
**รูปที่ 2.8** Vacuum Ejector



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 Vacuum Switch

Vacuum Switch คือเซนเซอร์วัดความดันในหน่วย ( - ) psi หรือนั่นก็คือเซนเซอร์วัดสุญญากาศ เมื่อค่าสุญญากาศมีขนาดเท่ากับค่าที่กำหนดไว้จะทำให้เกิดแรงดันเอาต์พุตขนาด 1 ถึง 5 Vdc โดยมีการทำงานตามแผนภาพ ดังรูปที่ 2.9




**รูปที่ 2.9** แผนภาพการทำงานของ Pressure Switch และ Vacuum Switch

**รูปที่ 2.10** Vacuum Switch

2.5.7 Vacuum Chuck

Vacuum Chuck คืออุปกรณ์ที่ติดตั้งกับตัวยึดจับเลนส์ขณะที่ Servo Motor ทำการหมุน และต่อกับระบบสุญญากาศซึ่งแกนของ Vacuum Chuck ต่อเข้ากับแกน Servo Motor ทำให้ขณะที่เกิดสุญญากาศนั้นแกนของ Vacuum Chuck ก็สามารถหมุนได้ตามแกน Servo Motor

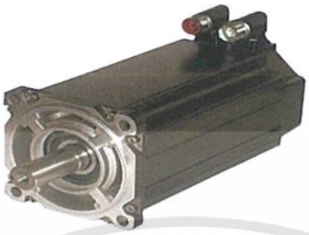
**รูปที่ 2.11** Vacuum Chuck



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 Servo Motor

Servo Motor คือมอเตอร์ที่ทำการหมุนเลนส์ด้วยความเร็วสูงในขณะที่ทำการเคลือบน้ำยาเพื่อกระจายน้ำยาเคลือบเลนส์ให้ทั่วผิวเลนส์และทำให้ผิวเคลือบมีขนาดบางลง



**รูปที่ 2.12** Servo Motor

2.5.9 Servo Driver

Servo Driver คืออุปกรณ์ควบคุมการหมุนของ Servo Motor และรับสัญญาณส่ง (Feedback Signal) กลับจาก Servo Motor ซึ่งสัญญาณส่งกลับนั้นก็คือความเร็วของ Servo Motor ที่หมุนอยู่ในขณะนั้น

**รูปที่ 2.13** Servo Driver Ultra 3000

2.5.10 Micropump

Micropump คือปั๊มที่ทำการสูบน้ำยาจากถังพักน้ำยา (Carboy) ขึ้นมารอการจ่ายน้ำยาที่ EFD Valve โดยที่ปั๊มจะทำงานอยู่ตลอดเวลา และความเร็วของปั๊มถูกควบคุมโดยกระแสไฟฟ้าอินพุตขนาด 4-20 mA

**รูปที่ 2.14** Micropump



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.11 EFD Valve

EFD Valve คือหัวฉีดที่ทำการจ่ายของเหลวโดยการอัดลมเข้าไป เพื่อปิดหัวฉีดและในขณะที่หัวฉีดเปิดอยู่นั้น ค่า Dispense Pressure จะเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถดูได้จาก Pressure Switch

**รูปที่ 2.15** EFD Valve

2.5.12 Pressure Switch

Pressure Switch คือเซนเซอร์วัดความดันในหน่วย psi เมื่อค่าความดันมีขนาดเท่ากับค่าที่กำหนดไว้จะทำให้เกิดแรงดันเอาต์พุตขนาด 1 ถึง 5 Vdc โดยมีการทำงานตามแผนภาพ ดังรูปที่ 2.9 และ รูปที่ 2.10

2.5.13 Reed Switch

Reed Switch คือเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุประเภทสนามแม่เหล็ก เมื่อมีสนามแม่เหล็กตัดผ่านภายในระยะที่กำหนด หน้าสัมผัสภายในเซนเซอร์จะถูกเหนี่ยวนำให้ปิดวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้จึงเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เซนเซอร์เกิดเอาต์พุตขนาด 5 Vdc ซึ่งจะถูกนำไปต่อเข้ากับ Digital Module ของ Allen Bradley PLC เพื่อบอกถึงสถานะการทำงานของ Cylinder ที่ตำแหน่งต่างๆ

**รูปที่ 2.16** Reed Switch

## 2.6 Software WindLDR

WindLDR เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนคำสั่งให้กับหน่วยประมวลผลของ IDEC PLC จัดจำหน่ายโดยบริษัท เคเอ็มที เทคโนโลยี จำกัด ในส่วนของโปรแกรม WindLDR สามารถเขียนคำสั่งให้กับเครื่องจักรหรือระบบได้ด้วยภาษา Ladder Diagram โดยมีส่วนประกอบของแถบเครื่องมือที่ใช้งานดังต่อไปนี้

2.6.1 Home

Home คือส่วนที่ใช้ในการแก้ไขการเขียนโปรแกรมให้กับเครื่องจักร มีส่วนประกอบดังนี้

2.6.1.1 Instruction – เครื่องมือเขียนคำสั่ง Ladder Diagram และ Function block ต่างๆ ซึ่งมีฟังก์ชันที่ใช้งานดังต่อไปนี้

2.6.1.1.1 Normally open/closed – แสดงสถานะ 0 และ 1 ของบิทที่กำหนด

**รูปที่ 2.17** สัญลักษณ์ Input NO/NC ในโปรแกรม WindLDR

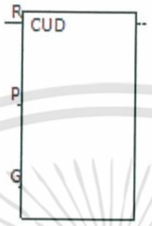


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.1.2 Output – เปรียบเสมือนโหลด, อุปกรณ์ หรือเมมโมรี่ที่ถูกสั่งการ

**รูปที่ 2.18** สัญลักษณ์ Output ในโปรแกรม WindLDR

2.6.1.1.3 Up/Down Selection Reversible Counter – ตัวนับสองทาง สามารถกำหนดได้ว่าจะให้นับขึ้นหรือนับลง




**รูปที่ 2.19** สัญลักษณ์ Counter ในโปรแกรม WindLDR

2.6.1.1.4 Counter Comparison/Load Compare – ตัวเปรียบเทียบค่า

**รูปที่ 2.20** สัญลักษณ์ Comparison ในโปรแกรม WindLDR

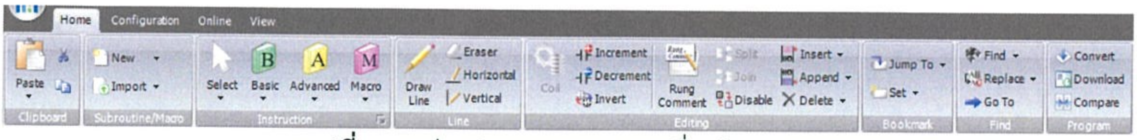
2.6.1.1.5 Move – ย้ายข้อมูลจากเมมโมรี่หรือดาต้าบิทหนึ่งไปยังบิทอื่นๆ

**รูปที่ 2.21** สัญลักษณ์ Move ในโปรแกรม WindLDR

2.6.1.1.6 Addition – ฟังก์ชันผลรวมทางคณิตศาสตร์

**รูปที่ 2.22** สัญลักษณ์ Addition ในโปรแกรม WindLDR

2.6.1.2 Line – เส้นเชื่อมต่อลอจิกระหว่างโหนดต่างๆในโปรแกรม




**รูปที่ 2.23** ส่วนประกอบของแถบเครื่องมือ Home



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 Configuration

Configuration คือส่วนที่ใช้ตั้งค่ารายละเอียดของอุปกรณ์ IDEC PLC มีส่วนประกอบดังนี้

2.6.2.1 PLCs – ตั้งค่ารุ่นและส่วนขยายของ IDEC PLC ที่ใช้เชื่อมต่อ

2.6.2.2 Function Area Settings – ตั้งค่าคุณสมบัติของ IDEC PLC แบบละเอียด

**รูปที่ 2.24** ส่วนประกอบของแถบเครื่องมือ Configuration

2.6.3 Online

Online คือส่วนที่ใช้ในการถ่ายโอนข้อมูล การตั้งค่า และโปรแกรม Ladder Diagram ให้กับหน่วยประมวลผลของ IDEC PLC รวมไปถึงการแสดงผลข้อมูลขณะที่ระบบเริ่มทำงาน และแสดงผลข้อมูลขณะที่ทำการจำลองระบบ มีส่วนประกอบดังนี้

2.6.3.1 Transfer – ดาวน์โหลดหรือเรียกดูโปรแกรมที่เขียนไว้ผ่านการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับหน่วยประมวลผลของ IDEC PLC

2.6.3.2 PLC – เริ่มหรือหยุดการดำเนินการของโปรแกรม

2.6.3.3 Monitor – ดูพารามิเตอร์ต่างๆของโปรแกรมในขณะที่มีการดำเนินการของโปรแกรม

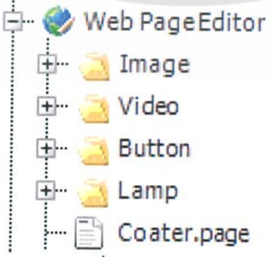
2.6.3.4 Simulation – จำลองการดำเนินการของโปรแกรมโดยไม่มีผลต่อระบบที่จะควบคุม

2.6.3.5 Communication – ตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับหน่วยประมวลผลของ IDEC PLC

**รูปที่ 2.25** ส่วนประกอบของแถบเครื่องมือ Online

2.6.4 Web Page Editor

Web Page Editor คือส่วนที่ใช้ในการออกแบบหน้าต่าง Web Server หรือส่วนที่เป็นจอแสดงผล




**รูปที่ 2.26** แถบเครื่องมือ Web Page Editor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 Software RS Logix 5000

เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบโดยใช้ภาษา Ladder Diagram และ Structure Text ซึ่งในส่วนของ Ladder Diagram มีฟังก์ชันที่ใช้งานดังต่อไปนี้

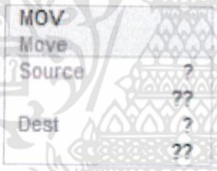
2.7.1 Input / Output Instruction - แสดงสถานะ 0 และ 1 ของดาต้าบิทหรือเมมโมรี่ที่กำหนด

**รูปที่ 2.27** สัญลักษณ์ Input1 และ Output ของ Ladder Diagram ในโปรแกรม RS logix 5000

2.7.2 Timer On Delay (TON) – ตั้งเวลาเกิดการดำเนินการให้กับดาต้าบิทหรือเมมโมรี่ที่กำหนด

**รูปที่ 2.28** สัญลักษณ์ Timer On Deley ของ Ladder Diagram ในโปรแกรม RS logix 5000

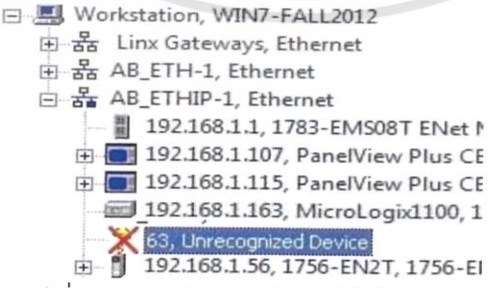
2.7.3 Move (MOV) – ย้ายข้อมูลจากดาต้าบิทหรือเมมโมรี่หนึ่งไปยังตำแหน่งที่กำหนด




**รูปที่ 2.29** สัญลักษณ์ Move ของ Ladder Diagram ในโปรแกรม RS logix 5000

## 2.8 Software RS Linx Classic

เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ Allen Bradley PLC เพื่อแสดงสถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ PLC ทั้งระบบได้แก่ CPU, Ethernet-IP, Servos Module, Digital I/O Module และ Analog I/O Module ซึ่งถ้ามีโมดูลที่การเชื่อมต่อขาดหายหรือผิดพลาด จะมีเครื่องหมายกากบาทปรากฏที่โมดูลนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.30



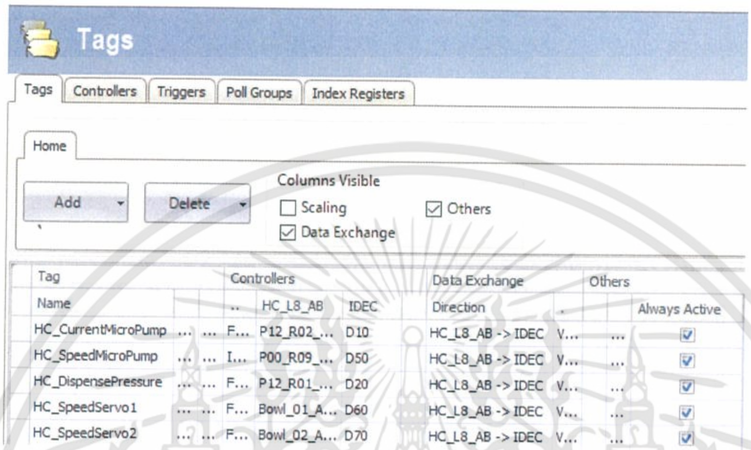

**รูปที่ 2.30** สถานการณ์เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูลของ Allen Bradley PLC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 Software iX developer

เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้สำหรับตั้งค่าการถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง PLC 2 ชนิด ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า BoX2 Pro ซึ่งมีการทำงานคือการแปลงโปรโตคอลโดยมีเครื่องมือที่ใช้งานคือ Tags ใช้ตั้งค่าตัวแปรและ PLC ที่ต้องการถ่ายโอนข้อมูลรวมไปถึงตั้งค่าสถานะให้ทำการรับหรือส่งข้อมูลของ PLC ตัวนั้นๆ ดังรูปที่ 2.31




**รูปที่ 2.31** หน้าต่างเครื่องมือ Tags ของโปรแกรม iX developer

## 2.10 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (Statistical Data Analysis)

หลังจากที่ได้ข้อมูลของเครื่องจักรมาแล้ว ต้องนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยการนำผลการทดลองที่บันทึกมาสร้างกราฟแสดงค่าสูงสุดของตัวแปรต่างๆในหนึ่งรอบการทำงานของเครื่องจักร เพื่อดูแนวโน้มการทำงานของเครื่องจักร, เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์และระบบต่างๆของเครื่องจักร และคาดการณ์ความเสียหายต่ออุปกรณ์ของเครื่องจักรที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# การพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

เนื่องจากการจัดทำโครงงานการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยาจำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อมูลของเครื่องจักรอย่างละเอียด ทั้งรูปแบบของสัญญาณควบคุมและสัญญาณตอบสนองการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงลำดับการทำงานของเครื่องจักร ดังนั้นการดำเนินการเบื้องต้นจึงเริ่มจากการจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา โดยการสร้างชุดจำลองที่มีขนาดเล็กกว่าเครื่องจักรขึ้นมาและทำการทดลองดึงสัญญาณของเครื่องจักรมาแสดงผล ก่อนที่จะนำไปใช้งานกับเครื่องจักรจริงในกระบวนการผลิต ซึ่งวิธีการดำเนินงานสามารถแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1 หลักการและแนวคิด

3.2 หลักการทำงานของระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร

3.3 การออกแบบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร

3.4 การออกแบบชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

3.5 การทดสอบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

## 3.1 หลักการและแนวคิด

การเพิ่มความสามารถในการวางแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักร จำเป็นต้องรู้ข้อมูลและดูแนวโน้มการทำงานของระบบหรือเครื่องจักรที่ทำงานในขณะนั้นเพื่อคาดการณ์ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องจักร แต่ในปัจจุบันระบบแจ้งเตือนความเสียหายของเครื่องจักรที่อยู่ในความรับผิดชอบของแผนกไอทีที่เรียกว่าระบบ "PMON" ไม่สามารถดูแนวโน้มการเกิดความเสียหายต่อระบบหรืออุปกรณ์ได้

บริษัท ทรานส์ซิสชั่นออพติคัล จำกัด จึงมอบหมายให้ผู้วิจัยออกแบบพัฒนาระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยมีขอบเขตการทำงานเฉพาะเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยาแบบ EU และ HC ในกระบวนการผลิตที่ 8 และนำข้อมูลที่บันทึกได้มาวิเคราะห์เพื่อบอกสภาพการทำงานของเครื่องจักรในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกและคาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรที่มีโอกาสเกิดขึ้นด้วยระบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ

แต่ก่อนที่จะทำการทดลองใดๆกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต จำเป็นต้องมีการทดสอบกับชุดจำลองเสียก่อน เพื่อจะได้นำผลการทดลองมาปรับปรุงวิธีการทดลองและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบกับชุดจำลอง เพื่อป้องกันความเสียหายที่มีโอกาสเกิดขึ้นขณะที่เริ่มการทำงานกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยจึงได้วางแผนการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนหลักๆคือ 1) การทดสอบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรกับชุดจำลอง และ 2) การทดสอบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

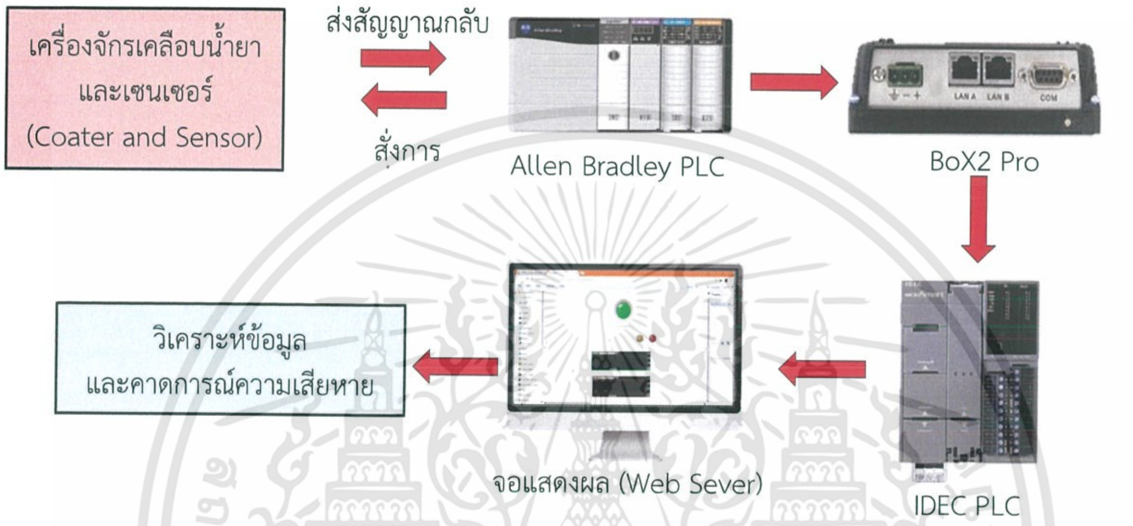
## 3.2 หลักการทำงานของระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร

หลักการทำงานของระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร เริ่มจากดาวน์โหลดโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนข้อมูลของเครื่องจักรลงในอุปกรณ์ได้แก่ BoX2 Pro และ IDEC PLC หลังจาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้อยู่ในวง LAN เดียวกันกับเครื่องจักรด้วย Ethernet LAN Hub เมื่อทำการเชื่อมต่อสำเร็จจึงสามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรแบบเรียลไทม์ได้ผ่านทางเบราเซอร์ต่างๆ เพื่อเข้าสู่ระบบ Web Sever Monitoring นอกจากนั้นยังสามารถบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรลงใน SD Memory Card ในรูปแบบของเอกสารประเภท Excel (.csv) เพื่อนำข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรมาวิเคราะห์และคาดการณ์ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

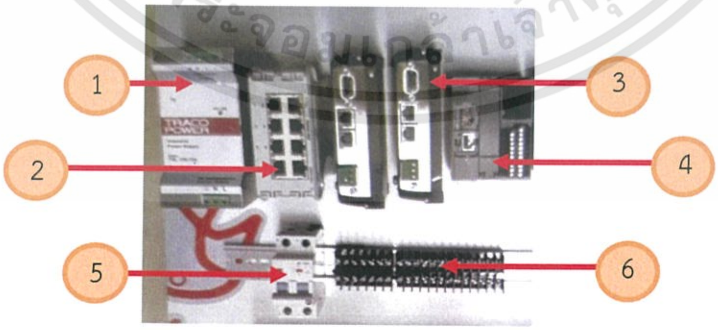



**รูปที่ 3.1** หลักการทำงานของระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร

### 3.3 การออกแบบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ทำขึ้นตามจุดประสงค์ของโครงงาน โดยเรียกอุปกรณ์นี้ว่า "อุปกรณ์สังเกตการณ์" หรือ "Monitoring Device" ใช้สำหรับการดึงข้อมูลของเครื่องจักรมาแสดงผลแบบเรียลไทม์และเก็บค่าไว้ในเมมโมรี่การ์ด ซึ่งรายละเอียดการออกแบบแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

3.3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์อุปกรณ์สังเกตการณ์




**รูปที่ 3.2** ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์อุปกรณ์สังเกตการณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 ฮาร์ดแวร์ต่างๆที่ใช้ในระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร สามารถอธิบายการทำงานได้เป็น 6 ส่วน ดังนี้

3.3.1.1 Power Supply 24 Vdc

เป็นแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ จ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆในวงจรของอุปกรณ์สังเกตการณ์

3.3.1.2 Ethernet LAN Hub

เป็นจุดรวมสายเคเบิ้ล Ethernet ของแต่ละอุปกรณ์ สามารถเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ได้หลายอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับ IP Address ที่กำหนดว่าให้อยู่ในวง LAN เดียวกันหรือไม่ โดยอุปกรณ์ที่อยู่ในวง LAN เดียวกันสามารถทำการเชื่อมต่อกันได้

3.3.1.3 BoX2 Pro Protocol Converter

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง PLC ที่มีชนิดของโปรโตคอลเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ในกรณีที่ชนิดของโปรโตคอลแตกต่างกัน อุปกรณ์นี้จะทำการแปลงโปรโตคอลของ PLC ที่เป็นตัวส่ง (Master) เป็นโปรโตคอลเป้าหมาย ก็คือโปรโตคอลชนิดเดียวกันกับ PLC ที่เป็นตัวรับ (Slave)

3.3.1.4 IDEC PLC

เป็น PLC ที่รับข้อมูลจาก PLC ของเครื่องจักรผ่านอุปกรณ์ BoX2 Pro แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลตาม Ladder Diagram ที่เขียนไว้ และสามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรแบบเรียลไทม์ผ่านฟังก์ชั่น Web Server ของโปรแกรม WindLDR ซึ่งเป็นโปรแกรมของเฉพาะ IDEC PLC

3.3.1.5 Circuit Breaker

อุปกรณ์สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้า

3.3.1.6 Terminal Blocks

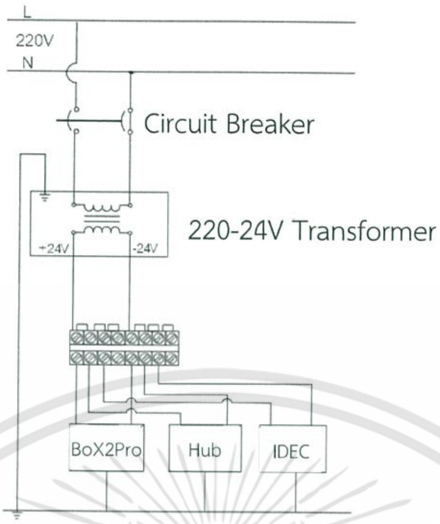
อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าเปรียบเสมือน Node ของวงจรไฟฟ้า

### 3.3.2 การออกแบบวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์สังเกตการณ์

เมื่อนำอุปกรณ์ทั้งหมดข้างต้นมาเชื่อมต่อกันเป็นอุปกรณ์สังเกตการณ์ โดยมีวงจรไฟฟ้าแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.3 จึงจะสามารถเริ่มใช้งานระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.3** วงจรไฟฟ้าแสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ของอุปกรณ์สังเกตการณ์ (Monitoring Device)

3.3.3 การเขียนโปรแกรมถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง PLC

ในการถ่ายโอนข้อมูลของ PLC ด้วยอุปกรณ์ BoX2 Pro จะต้องดำเนินการผ่านโปรแกรม iX developer ซึ่งมีการตั้งค่า Tags ที่จะถ่ายโอนข้อมูลด้วย BoX2 Pro ดังตารางที่ 3.1 และมีขั้นตอนการเขียนโปรแกรมถ่ายโอนข้อมูลดังภาคผนวก 3.1

**ตารางที่ 3.1** การตั้งค่า Tags ที่จะถ่ายโอนข้อมูลด้วย BoX2 Pro

| Name | Data Type | HC_L8_AB | IDEC | EU_L8_AB | Direction |
|---|---|---|---|---|---|
| EU_CurrentMicroPump | Float | | D210 | P12_R02_a_ScalePumpSpeed.Output | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_DispensePressure | Float | | D220 | P12_R01_a_ScaleDispense_Pres.Output | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_ReedTableEXT1 | INT16 | | D230 | P07_R03_a_DispSlide01.Els_Input | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_ReedTableEXT2 | INT16 | | D232 | P07_R04_a_DispSlide02.Els_Input | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_ReedTableEXT3 | INT16 | | D234 | P07_R05_a_DispSlide03.Els_Input | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_ReedTableRET1 | INT16 | | D236 | P07_R03_a_DispSlide01.Rls_Input | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_ReedTableRET2 | INT16 | | D240 | P07_R04_a_DispSlide02.Rls_Input | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_ReedTableRET3 | INT16 | | D242 | P07_R05_a_DispSlide03.Rls_Input | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_SpeedMicroPump | INT16 | | D250 | P00_R09_u_LoopSettings.Pump_Speed | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_SpeedServo1 | Float | | D260 | Bowl_01_ActualVelocity | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_SpeedServo2 | Float | | D270 | Bowl_02_ActualVelocity | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_SpeedServo3 | Float | | D280 | Bowl_03_ActualVelocity | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_Vacuum1 | Float | | D290 | P12_R01_a_ScaleBowl01Vac.Output | EU_L8_AB -> IDEC |
| EU_Vacuum2 | Float | | D300 | P12_R01_a_ScaleBowl02Vac.Output | EU_L8_AB -> IDEC |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| EU_Vacuum3 | Float | | D310 | P12_R01_a_ScaleBowl03Vac.Output | EU_L8_AB -> IDEC |
| HC_CurrentMicroPump | Float | P12_R02_a_ScalePumpSpeed.Output | D10 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_DispensePressure | Float | P12_R01_a_ScaleDispense_Pres.Output | D20 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_ReedTableEXT1 | INT16 | P07_R03_a_DispSlide01.Els_Input | D30 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_ReedTableEXT2 | INT16 | P07_R04_a_DispSlide02.Els_Input | D32 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_ReedTableEXT3 | INT16 | P07_R05_a_DispSlide03.Els_Input | D34 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_ReedTableRET1 | INT16 | P07_R03_a_DispSlide01.Rls_Input | D36 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_ReedTableRET2 | INT16 | P07_R04_a_DispSlide02.Rls_Input | D40 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_ReedTableRET3 | INT16 | P07_R05_a_DispSlide03.Rls_Input | D42 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_SpeedMicroPump | INT16 | P00_R09_u_LoopSettings.Pump_Speed | D50 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_SpeedServo1 | Float | Bowl_01_ActualVelocity | D60 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_SpeedServo2 | Float | Bowl_02_ActualVelocity | D70 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_SpeedServo3 | Float | Bowl_03_ActualVelocity | D80 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_Vacuum1 | Float | P12_R01_a_ScaleBowl01Vac.Output | D90 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_Vacuum2 | Float | P12_R01_a_ScaleBowl02Vac.Output | D100 | | HC_L8_AB -> IDEC |
| HC_Vacuum3 | Float | P12_R01_a_ScaleBowl03Vac.Output | D110 | | HC_L8_AB -> IDEC |

3.3.4 การเขียนโปรแกรมบันทึกข้อมูลของเครื่องจักร

ในการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรด้วยอุปกรณ์ IDEC PLC จะต้องดำเนินการผ่านโปรแกรม WindLDR ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมในการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรดังภาคผนวก 3.2 โดยโปรแกรมสำหรับบันทึกข้อมูลของเครื่องจักร มีฟังก์ชันการทำงานดังต่อไปนี้

3.3.4.1 Rung 1 (HC) , Rung 5 (EU)

เป็นโปรแกรมการย้ายข้อมูลที่รับมาจากเครื่องจักรเคลือบน้ำยา ไปเก็บไว้ยังดาต้าบิทหรือเมมโมรี่ในตำแหน่งที่กำหนด โดย Rung 1 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร HC และ Rung 5 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร EU มีข้อมูลดังตารางที่ 3.2 และ ตารางที่ 3.3

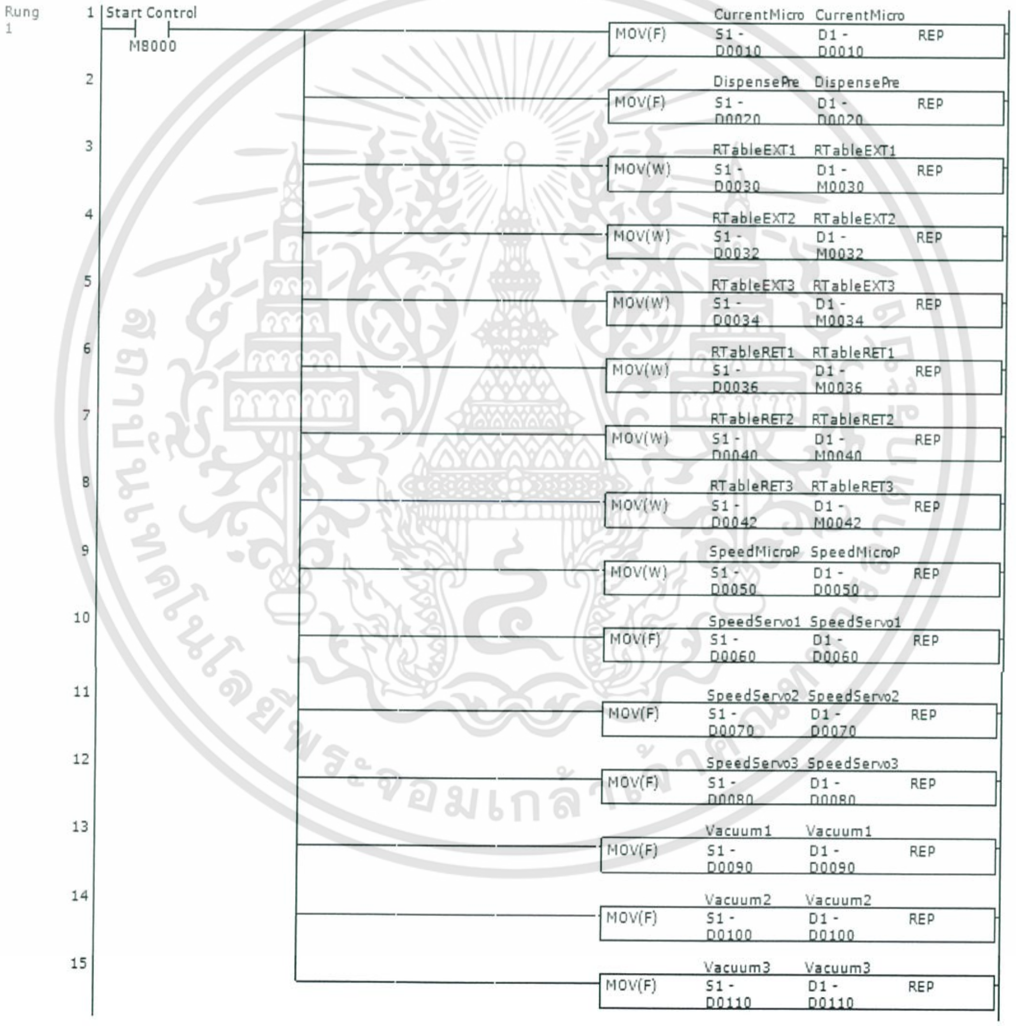
**ตารางที่ 3.2** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 1 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC

| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Current of Micropump | Float | D0010 | Move data to destination bit |
| 2 | Dispense Pressure | Float | D0020 | Move data to destination bit |
| 3 | Reed Switch Table Slide Extended 1 | Word | M0030 | Move data to destination bit |
| 4 | Reed Switch Table Slide Extended 2 | Word | M0032 | Move data to destination bit |
| 5 | Reed Switch Table Slide Extended 3 | Word | M0034 | Move data to destination bit |
| 6 | Reed Switch Table Slide Retracted 1 | Word | M0036 | Move data to destination bit |
| 7 | Reed Switch Table Slide Retracted 2 | Word | M0040 | Move data to destination bit |
| 8 | Reed Switch Table Slide Retracted 3 | Word | M0042 | Move data to destination bit |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 | Speed of Micropump | Word | D0050 | Move data to destination bit |
| 10 | Speed of Servo Bowl 1 | Float | D0060 | Move data to destination bit |
| 11 | Speed of Servo Bowl 2 | Float | D0070 | Move data to destination bit |
| 12 | Speed of Servo Bowl 3 | Float | D0080 | Move data to destination bit |
| 13 | Vacuum of Bowl 1 | Float | D0090 | Move data to destination bit |
| 14 | Vacuum of Bowl 2 | Float | D0100 | Move data to destination bit |
| 15 | Vacuum of Bowl 3 | Float | D0110 | Move data to destination bit |




**รูปที่ 3.4** Rung 1 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC



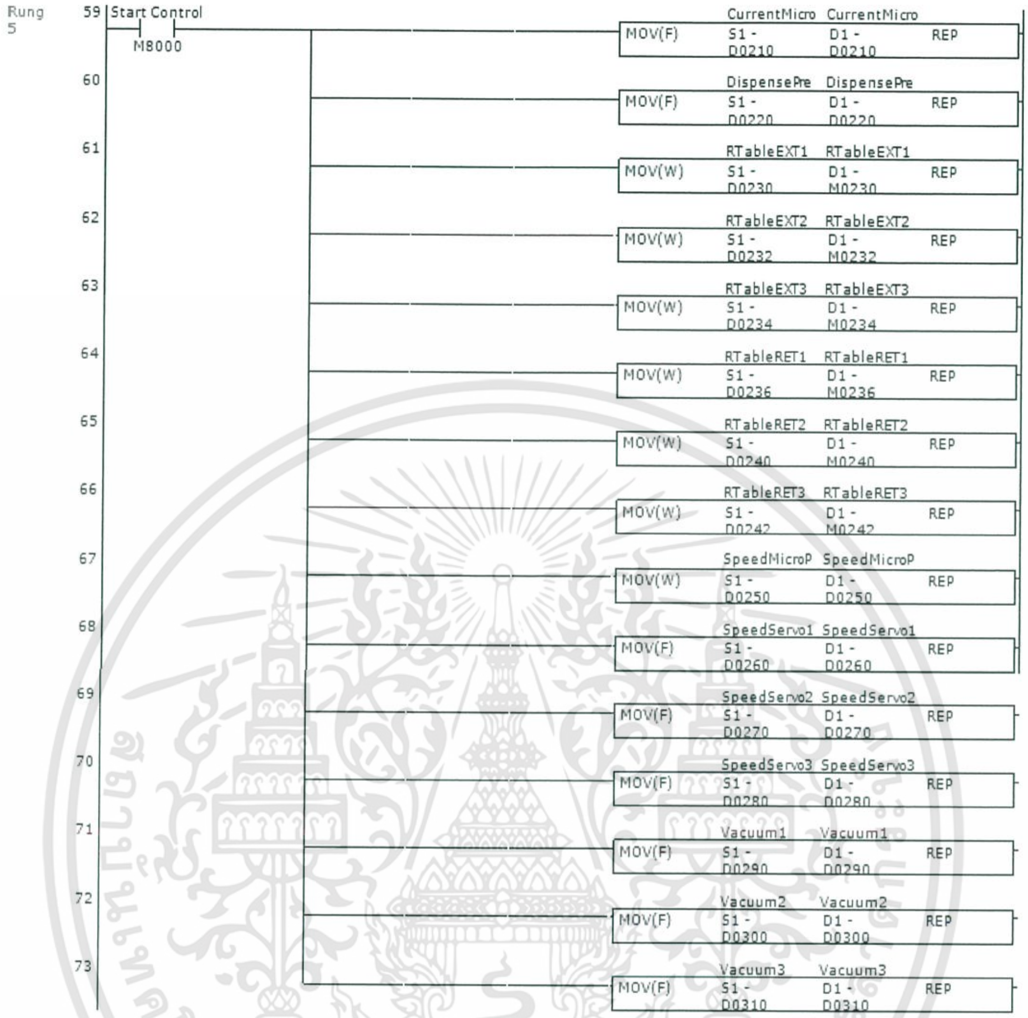
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.3** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 5 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU

| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 59 | Current of Micropump | Float | D0210 | Move data to destination bit |
| 60 | Dispense Pressure | Float | D0220 | Move data to destination bit |
| 61 | Reed Switch Table Slide Extended 1 | Word | M0230 | Move data to destination bit |
| 62 | Reed Switch Table Slide Extended 2 | Word | M0232 | Move data to destination bit |
| 63 | Reed Switch Table Slide Extended 3 | Word | M0234 | Move data to destination bit |
| 64 | Reed Switch Table Slide Retracted 1 | Word | M0236 | Move data to destination bit |
| 65 | Reed Switch Table Slide Retracted 2 | Word | M0240 | Move data to destination bit |
| 66 | Reed Switch Table Slide Retracted 3 | Word | M0242 | Move data to destination bit |
| 67 | Speed of Micropump | Word | D0250 | Move data to destination bit |
| 68 | Speed of Servo Bowl 1 | Float | D0260 | Move data to destination bit |
| 69 | Speed of Servo Bowl 2 | Float | D0270 | Move data to destination bit |
| 70 | Speed of Servo Bowl 3 | Float | D0280 | Move data to destination bit |
| 71 | Vacuum of Bowl 1 | Float | D0290 | Move data to destination bit |
| 72 | Vacuum of Bowl 2 | Float | D0300 | Move data to destination bit |
| 73 | Vacuum of Bowl 3 | Float | D0310 | Move data to destination bit |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.5** Rung 5 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU

3.3.4.2 Rung 2 (HC) , Rung 6 (EU)

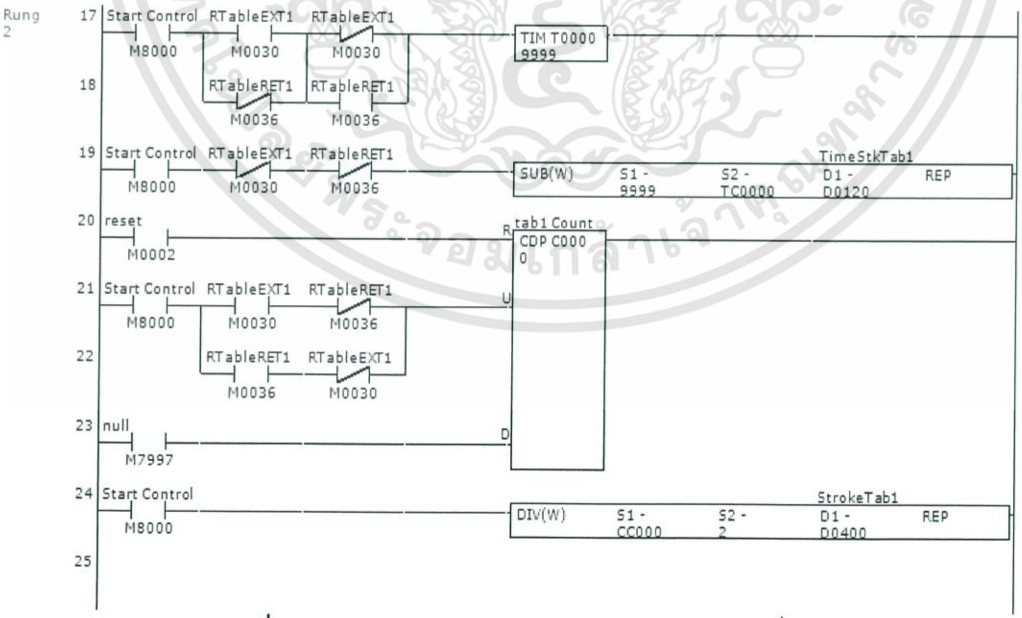
Time to Stroke เป็นการจับเวลาในการเคลื่อนที่ของ Cylinder แบบ Table Slide แต่ละครั้งว่าใช้เวลาเท่าใด (หน่วย x100 วินาที) และ Counting Stroke of Table เป็นการนับรอบการเคลื่อนที่ของ Table Slide กำหนดให้การเคลื่อนที่ไปและเคลื่อนที่กลับนับเป็น 1 ครั้ง (Stroke) โดย Rung 2 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร HC และ Rung 6 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร EU มีข้อมูลดังตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.4** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 2 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC

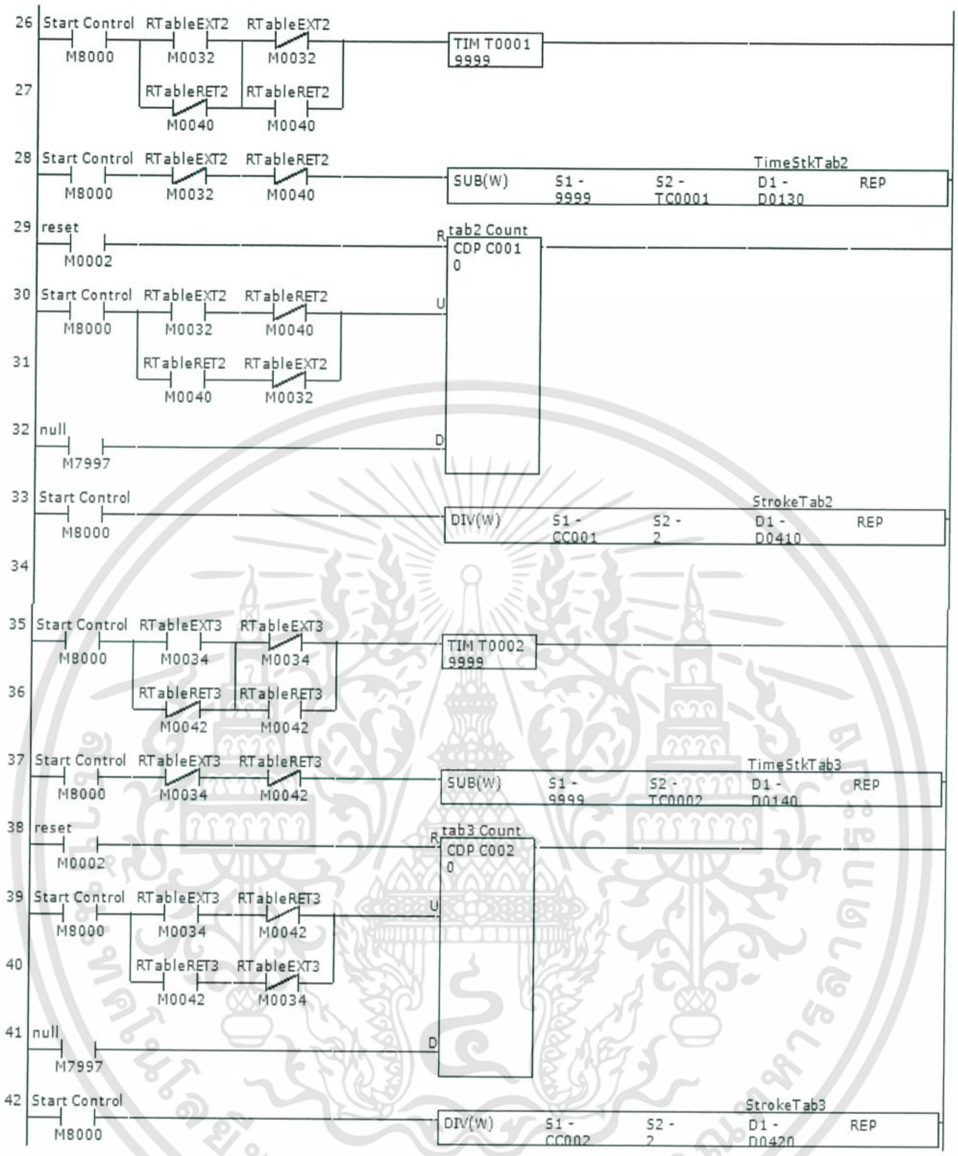
| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 17-18 | Always on BIT | Word | M8000 | Start Timer 1 when M0030 is '1' and stop when M0036 is '1' |
| | Timer 1 | Word | T0000 | |
| 19 | Actual time of Timer 1 | Word | TC0000 | Subtract for Time of Cylinder 1 |
| | Time of Cylinder 1 | Word | D0120 | |
| 20-23 | Counting stroke of Cylinder 1 | Word | C0000 | Count when M0030 or M0036 is '1' |
| 24 | Actual stroke of Cylinder 1 | Word | D0400 | Divide C0000 by 2 for Actual stroke |
| 26-27 | Always on BIT | Word | M8000 | Start Timer 2 when M0032 is '1' and stop when M0040 is '1' |
| | Timer 2 | Word | T0001 | |
| 28 | Actual time of Timer 2 | Word | TC0001 | Subtract for Time of Cylinder 2 |
| | Time of Cylinder 2 | Word | D0130 | |
| 29-32 | Counting stroke of Cylinder 2 | Word | C0001 | Count when M0032 or M0040 is '1' |
| 33 | Actual stroke of Cylinder 2 | Word | D0410 | Divide C0001 by 2 for Actual stroke |
| 35-36 | Always on BIT | Word | M8000 | Start Timer 3 when M0034 is '1' and stop when M0042 is '1' |
| | Timer 3 | Word | T0002 | |
| 37 | Actual time of Timer 3 | Word | TC0002 | Subtract for Time of Cylinder 3 |
| | Time of Cylinder 3 | Word | D0140 | |
| 38-41 | Counting stroke of Cylinder 3 | Word | C0002 | Count when M0034 or M0042 is '1' |
| 42 | Actual stroke of Cylinder 3 | Word | D0420 | Divide C0002 by 2 for Actual stroke |




**รูปที่ 3.6** Rung 2 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



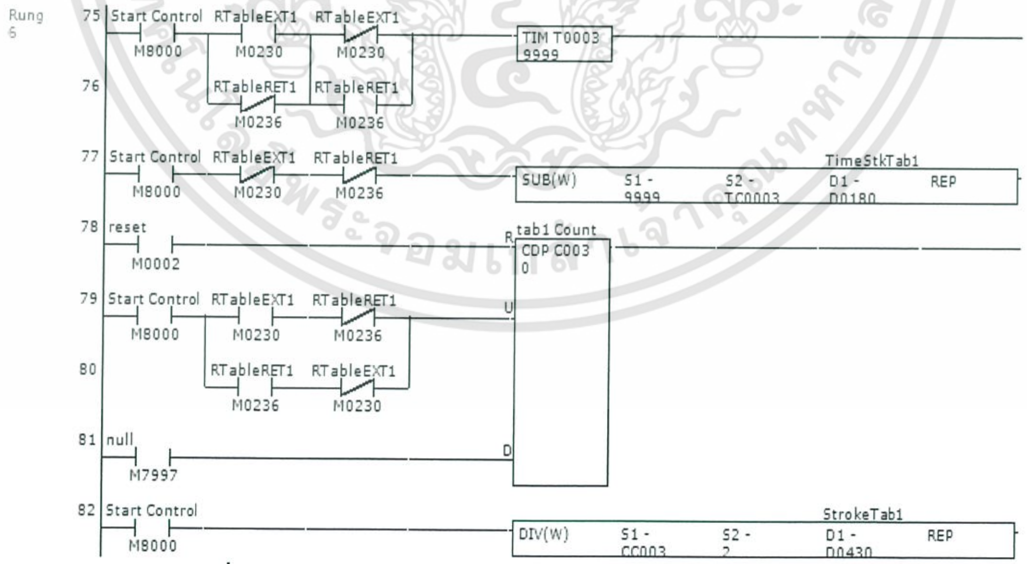

**รูปที่ 3.7** Rung 2 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.5** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 6 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU

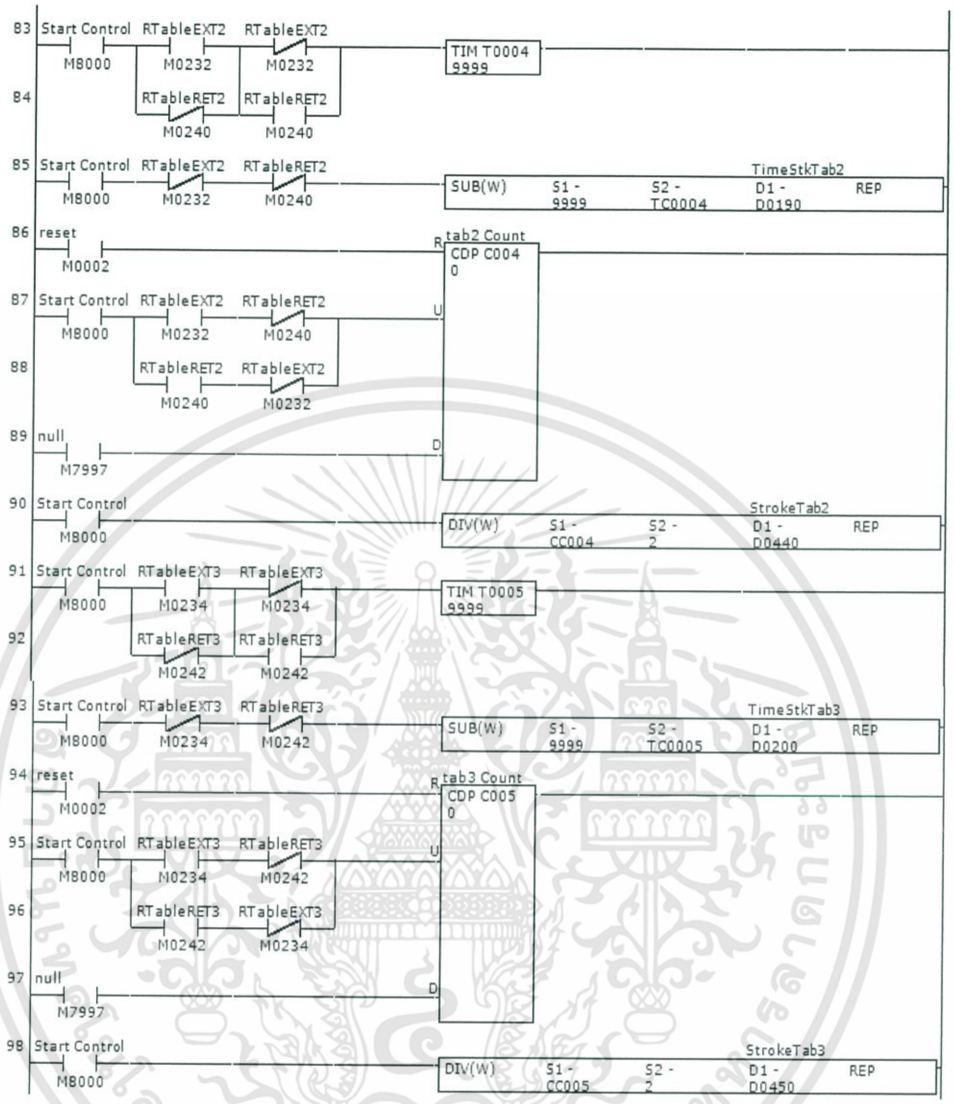
| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 75-76 | Always on BIT | Word | M8000 | Start Timer 4 when M0230 is ‘ 1’ and stop when M0236 is ‘1’ |
| | Timer 4 | Word | T0003 | |
| 77 | Actual time of Timer 4 | Word | TC0003 | Subtract for Time of Cylinder 1 |
| | Time of Cylinder 1 | Word | D0180 | |
| 78-81 | Counting stroke of Cylinder 1 | Word | C0003 | Count when M0230 or M0236 is ‘1’ |
| 82 | Actual stroke of Cylinder 1 | Word | D0430 | Divide C0003 by 2 for Actual stroke |
| 83-84 | Always on BIT | Word | M8000 | Start Timer 5 when M0232 is ‘ 1’ and stop when M0240 is ‘1’ |
| | Timer 5 | Word | T0004 | |
| 85 | Actual time of Timer 5 | Word | TC0004 | Subtract for Time of Cylinder 2 |
| | Time of Cylinder 2 | Word | D0190 | |
| 86-89 | Counting stroke of Cylinder 2 | Word | C0004 | Count when M0232 or M0240 is ‘1’ |
| 90 | Actual stroke of Cylinder 2 | Word | D0440 | Divide C0004 by 2 for Actual stroke |
| 91-92 | Always on BIT | Word | M8000 | Start Timer 6 when M0234 is ‘ 1’ and stop when M0242 is ‘1’ |
| | Timer 6 | Word | T0005 | |
| 93 | Actual time of Timer 6 | Word | TC0005 | Subtract for Time of Cylinder 3 |
| | Time of Cylinder 3 | Word | D0200 | |
| 94-97 | Counting stroke of Cylinder 3 | Word | C0005 | Count when M0234 or M0242 is ‘1’ |
| 98 | Actual stroke of Cylinder 3 | Word | D0450 | Divide C0005 by 2 for Actual stroke |




**รูปที่ 3.8** Rung 6 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.9** Rung 6 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU (ต่อ)

3.3.4.3 Rung 3 (HC) , Rung 7 (EU)

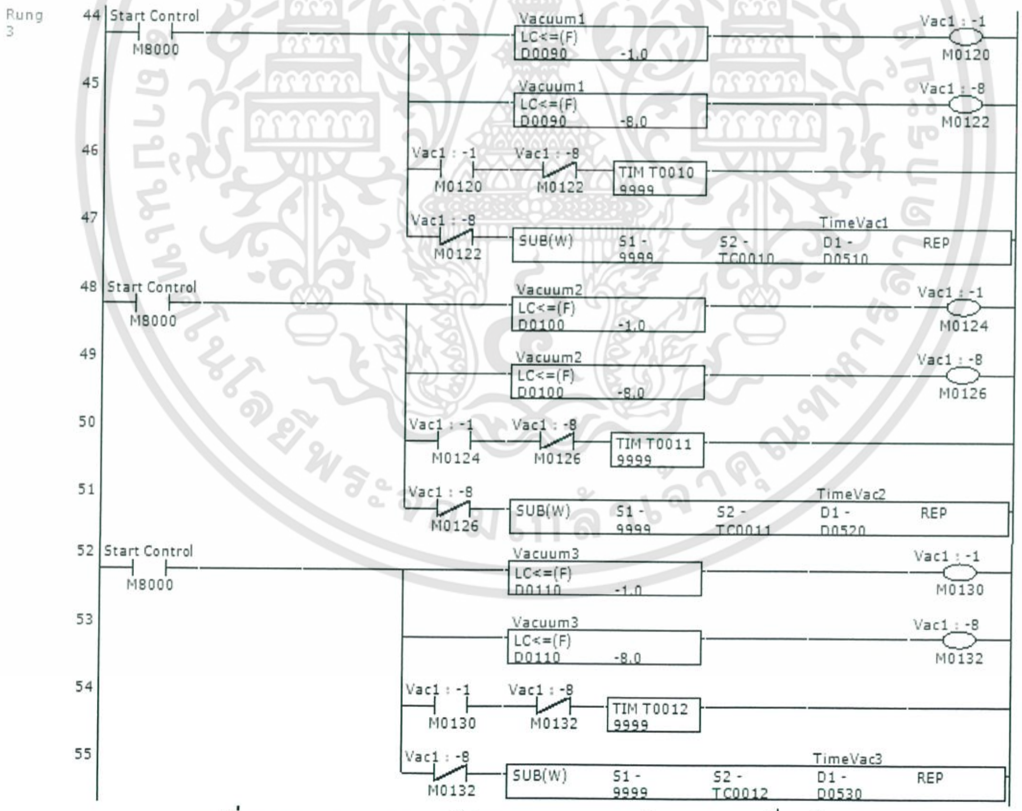
Time to Vacuum เป็นการจับเวลาในการสร้างสุญญากาศตั้งแต่ระดับ -1 psi ถึง -8 psi (หน่วย x100 มิลลิวินาที) โดย Rung 3 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร HC และ Rung 7 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร EU มีข้อมูลดังตารางที่ 3.6 และ ตารางที่ 3.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.6** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 3 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC

| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 44-47 | Vacuum of Bowl 1 | Float | D0090 | Start timer when M0120 is '1' and stop when M0122 is '1'. Then subtract for actual time to Vacuum of Bowl 1 |
| | Vacuum is lower than -1 psi | Word | M0120 | |
| | Vacuum is lower than -8 psi | Word | M0122 | |
| | Actual time to Vacuum of Bowl 1 | Word | D510 | |
| 48-51 | Vacuum of Bowl 2 | Float | D0100 | Start timer when M0124 is '1' and stop when M0126 is '1'. Then subtract for actual time to Vacuum of Bowl 2 |
| | Vacuum is lower than -1 psi | Word | M0124 | |
| | Vacuum is lower than -8 psi | Word | M0126 | |
| | Actual time to Vacuum of Bowl 2 | Word | D520 | |
| 52-55 | Vacuum of Bowl 3 | Float | D0110 | Start timer when M0130 is '1' and stop when M0132 is '1'. Then subtract for actual time to Vacuum of Bowl 3 |
| | Vacuum is lower than -1 psi | Word | M0130 | |
| | Vacuum is lower than -8 psi | Word | M0132 | |
| | Actual time to Vacuum of Bowl 3 | Word | D530 | |



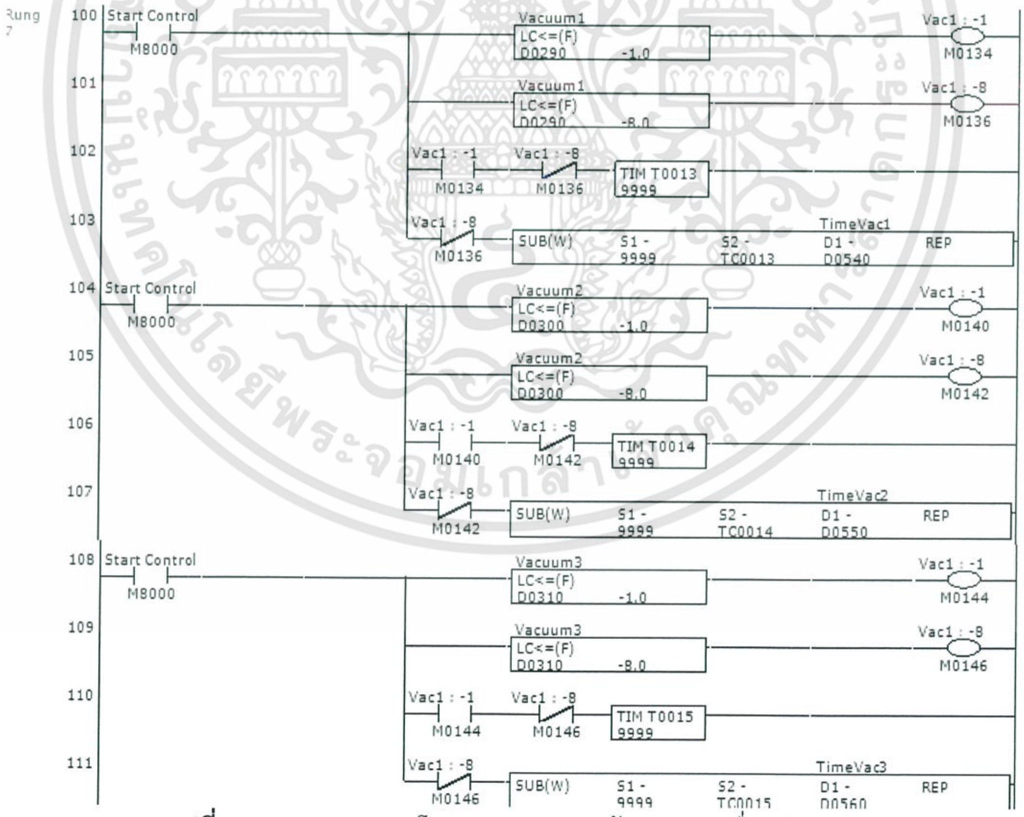

**รูปที่ 3.10** Rung 3 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.7** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 7 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU

| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 100 - 103 | Vacuum of Bowl 1 | Float | D0290 | Start timer when M0134 is '1' and stop when M0136 is '1'. Then subtract for actual time to Vacuum of Bowl 1 |
| | Vacuum is lower than -1 psi | Word | M0134 | |
| | Vacuum is lower than -8 psi | Word | M0136 | |
| | Actual time to Vacuum of Bowl 1 | Word | D540 | |
| 104 - 107 | Vacuum of Bowl 2 | Float | D0300 | Start timer when M0140 is '1' and stop when M0142 is '1'. Then subtract for actual time to Vacuum of Bowl 2 |
| | Vacuum is lower than -1 psi | Word | M0140 | |
| | Vacuum is lower than -8 psi | Word | M0142 | |
| | Actual time to Vacuum of Bowl 2 | Word | D550 | |
| 108 - 111 | Vacuum of Bowl 3 | Float | D0310 | Start timer when M0144 is '1' and stop when M0146 is '1'. Then subtract for actual time to Vacuum of Bowl 3 |
| | Vacuum is lower than -1 psi | Word | M0144 | |
| | Vacuum is lower than -8 psi | Word | M0146 | |
| | Actual time to Vacuum of Bowl 3 | Word | D560 | |




**รูปที่ 3.11** Rung 7 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU



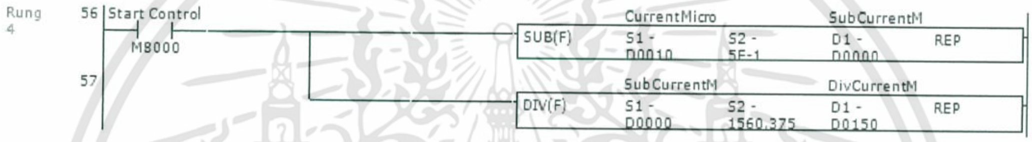
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.4 Rung 4 (HC) , Rung 8 (EU)

เป็นการแปลงข้อมูลจากเครื่องจักรให้อยู่ในรูปของเลขฐาน 10 ที่มีค่าระหว่าง 4 ถึง 20 มิลลิแอมแปร์ เพื่อแสดงถึงกระแสที่ควบคุมความเร็วรอบของ Micropump โดย Rung 4 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร HC และ Rung 8 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลของเครื่องจักร EU มีข้อมูลดังตารางที่ 3.8 และ ตารางที่ 3.9

**ตารางที่ 3.8** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 4 รับข้อมูลของเครื่องจักร HC

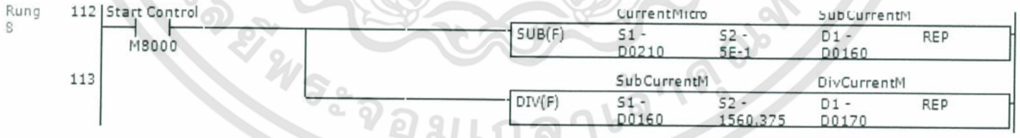
| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 56-57 | Actual Current of Micropump | Float | D0150 | Value from Machine is received in bit D0010 and subtract by 0.5. Then divide by 1560.375 for actual current of Micropump. |




**รูปที่ 3.12** Rung 4 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร HC

**ตารางที่ 3.8** แจกแจงตัวแปรของโปรแกรม Rung 8 รับข้อมูลของเครื่องจักร EU

| Line | Parameter | Type | Memory | Function |
|---|---|---|---|---|
| 112 - 113 | Actual Current of Micropump | Float | D0170 | Value from Machine is received in bit D0010 and subtract by 0.5. Then divide by 1560.375 for actual current of Micropump. |




**รูปที่ 3.13** Rung 8 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร EU

3.3.4.5 Rung 9

การบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรด้วยฟังก์ชัน Data Logging (DLOG) คือการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรลงในตาราง Excel โดยใช้ Timer (T0006) กำหนดรอบการบันทึกทุกๆ 1 วินาที

**รูปที่ 3.14** Rung 9 ของโปรแกรมแสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร



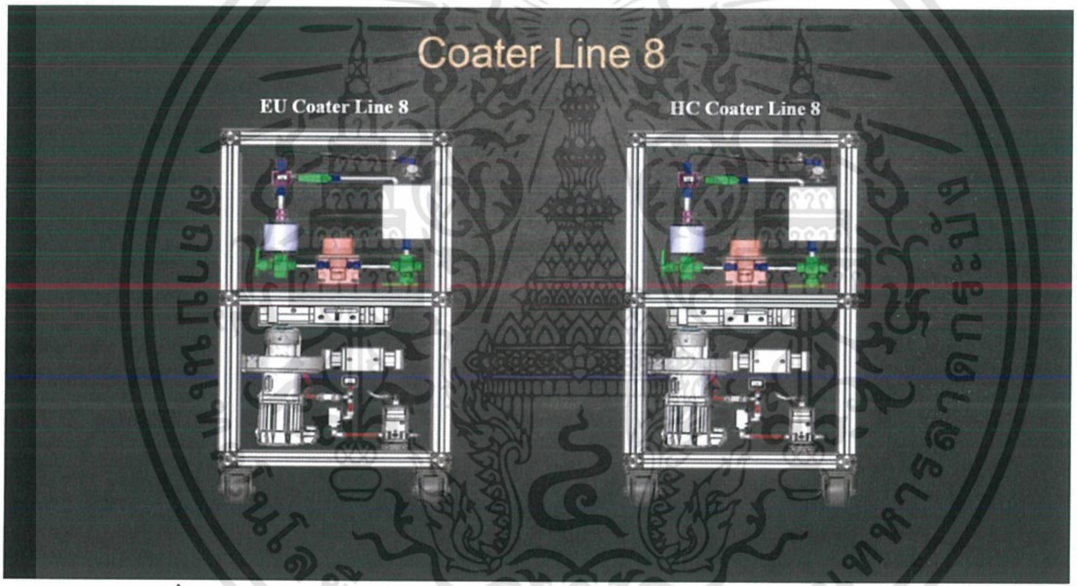
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การแสดงข้อมูลของเครื่องจักร

ในการแสดงข้อมูลของเครื่องจักร ด้วยอุปกรณ์ IDEC PLC จะต้องดำเนินการผ่านฟังก์ชัน Web Page Editor (Web Server) ในโปรแกรม WindLDR ซึ่งมีหน้าจอแสดงผลของเครื่องจักรแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) หน้าแรก 2) ระบบไฟฟ้า 3) ระบบลม 4) ระบบสารเคมี และ 5) ระบบสุญญากาศ ซึ่งแสดงข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรดังต่อไปนี้

3.3.5.1 หน้าแรก (Home page)

เป็นหน้าเพจที่แสดงอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องจักรด้วยชุดจำลองเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา ซึ่งแบ่งออกเป็นระบบเคลือบน้ำยา EU และ HC ดังรูปที่ 3.15 ในการใช้งานเว็บเพจ เมื่อเลือกที่อุปกรณ์ต่างๆ เช่น Pressure Switch ของระบบเคลือบน้ำยา EU ซึ่งถูกจัดอยู่ในระบบสารเคมี (Solution System) ระบบจะเปิดหน้าต่างเว็บเพจขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นหน้าต่างเว็บเพจแสดงข้อมูลระบบสารเคมีของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยา EU เป็นต้น



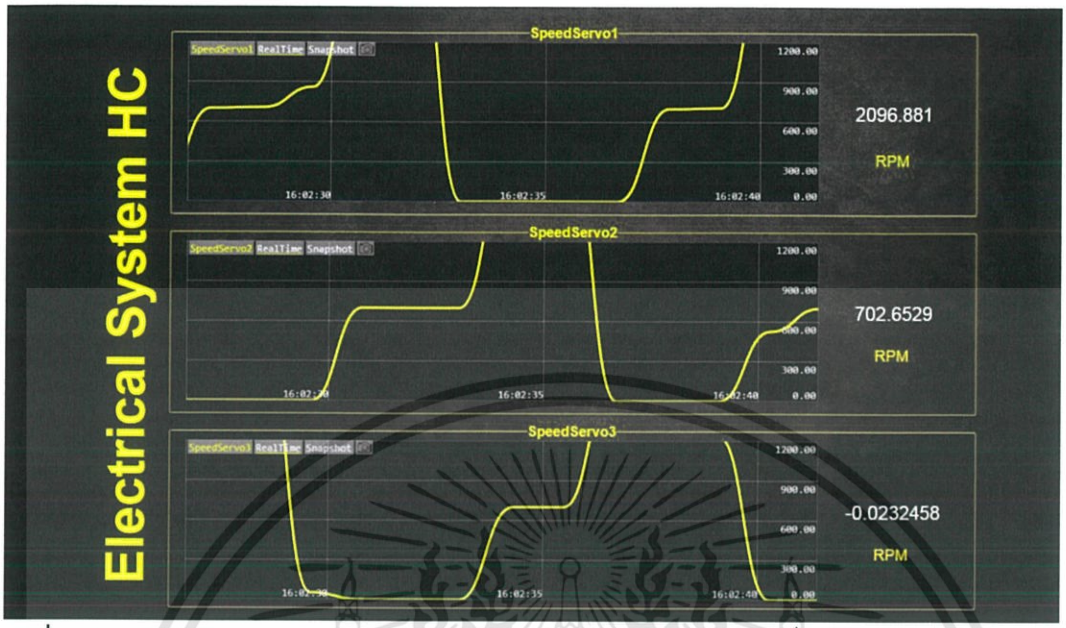

**รูปที่ 3.15** หน้าแรกของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server

3.3.5.2 ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

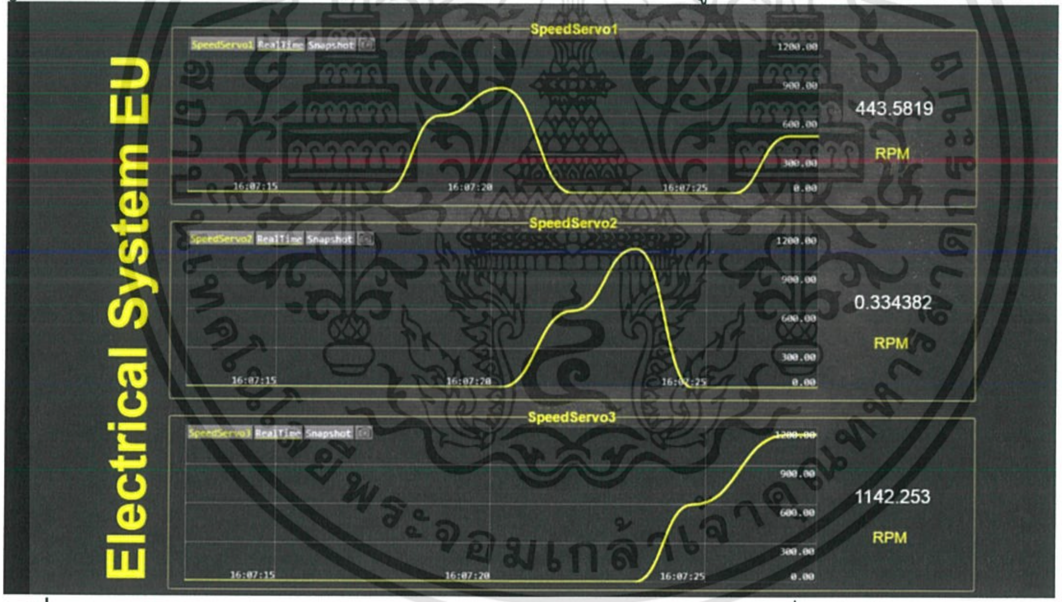
ในหน้าต่างนี้จะมีอุปกรณ์ที่ถูกจัดอยู่ในระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ HC (Electrical System HC) และ เครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ EU (Electrical System EU) ได้แก่ Servo Motor จำนวน 3 ตัวต่อหนึ่งเครื่องจักร ทำหน้าที่หมุนเลนส์ในขณะที่ทำการฉีดน้ำยาเคลือบเลนส์เพื่อให้น้ำยากระจายทั่วผิวเลนส์ ซึ่งมีข้อมูลของเครื่องจักรที่ทำการดึงข้อมูลมาแสดงในรูปของกราฟแบบเรียลไทม์คือความ เร็วรอบของ Servo Motor หน่วย rpm และมีตัวเลขแสดงความเร็วขณะที่ Servo Motor ตัวที่ 1,2 และ 3 กำลังทำงานอยู่กำกับไว้ที่ข้างกราฟความเร็วของ Servo Motor แต่ละตัว โดนกราฟในกรอบด้านบน, กรอบตรงกลาง และกรอบด้านล่าง แสดงถึงความเร็วของ Servo Motor ตัวที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.16** หน้าต่าง Solution System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server



**รูปที่ 3.17** หน้าต่าง Solution System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server

3.3.5.3 ระบบลม (Pneumatic System)

ในหน้าต่างนี้จะมีอุปกรณ์ที่ถูกจัดอยู่ในระบบลมของเครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ HC (Pneumatic System HC) และ เครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ EU (Pneumatic System EU) ได้แก่ Cylinder แบบ Table Slide ซึ่งมีข้อมูลที่แสดงได้คือ

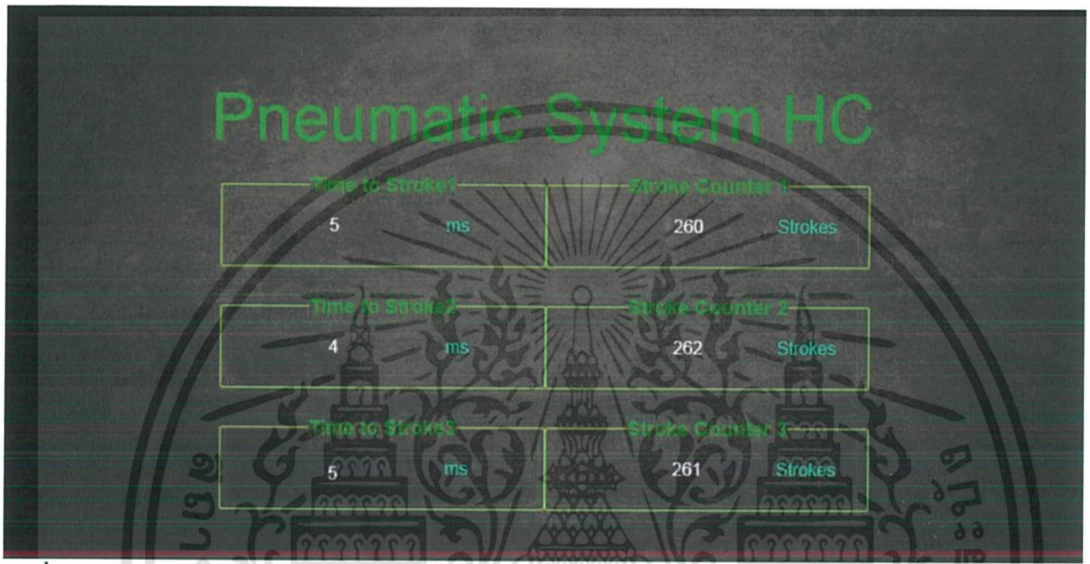
1) เวลาในการเคลื่อนที่ของ Table Slide ในแต่ละครั้ง (Time to Stroke) หน่วย ms

2) จำนวนรอบการทำงานของ Table Slide หน่วย Strokes

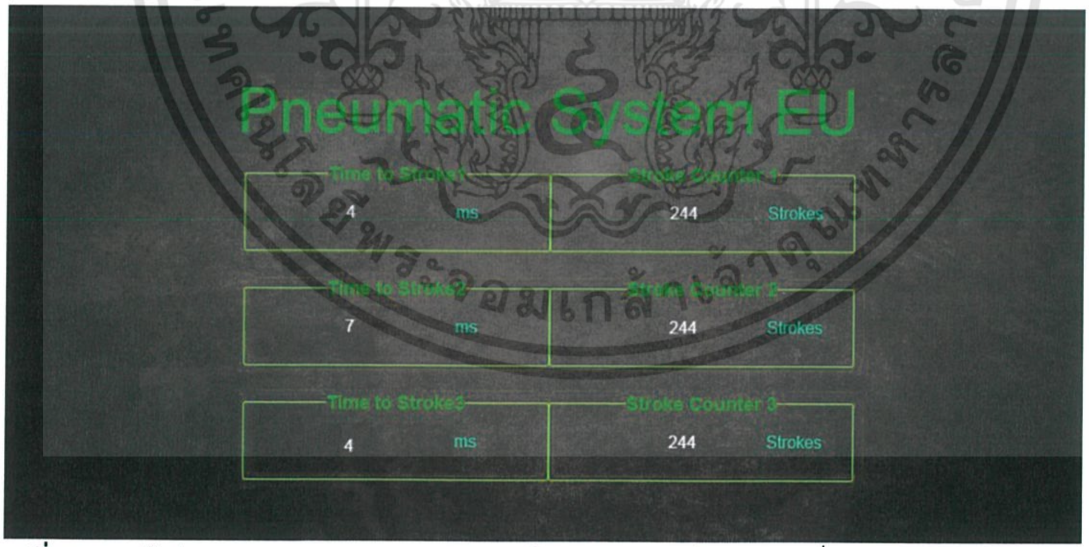


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าในระบบ Pneumatic System HC จะแสดงจำนวน Stroke การทำงานของ Table Slide ที่มีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากเครื่องจักรมีการทำงานเป็นลำดับ แต่เวลาในการเคลื่อนที่ของ Table Slide แต่ละตัวอาจมีค่าไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่นรูปที่ 3.19 จะเห็นว่าที่ค่า Time to Stroke 2 มีค่ามากกว่าค่า Time to Stroke 1และ3 ซึ่งมีผลมาจากความสามารถของอุปกรณ์และปัจจัยอื่นๆได้แก่ การติดตั้ง Speed Control Valve และความฝืดในTable Slide แต่ละตัว




**รูปที่ 3.18** หน้าต่าง Pneumatic System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server




**รูปที่ 3.19** หน้าต่าง Pneumatic System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.4 ระบบสารเคมี (Solution System)

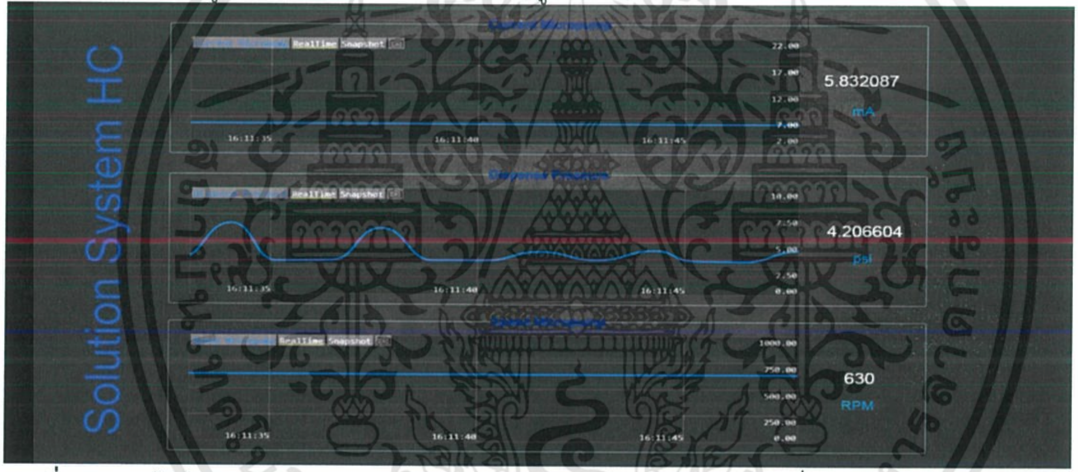
ในหน้าต่างนี้จะมีอุปกรณ์ที่ถูกจัดอยู่ในระบบสารเคมีของเครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ HC (Solution System HC) และ เครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ EU (Solution System EU) ได้แก่ Micropump และ Pressure Switch ซึ่งมีข้อมูลของเครื่องจักรที่สามารถแสดงได้คือ

1) กระแสไฟฟ้าควบคุม Micropump (Current Micropump) หน่วย mA

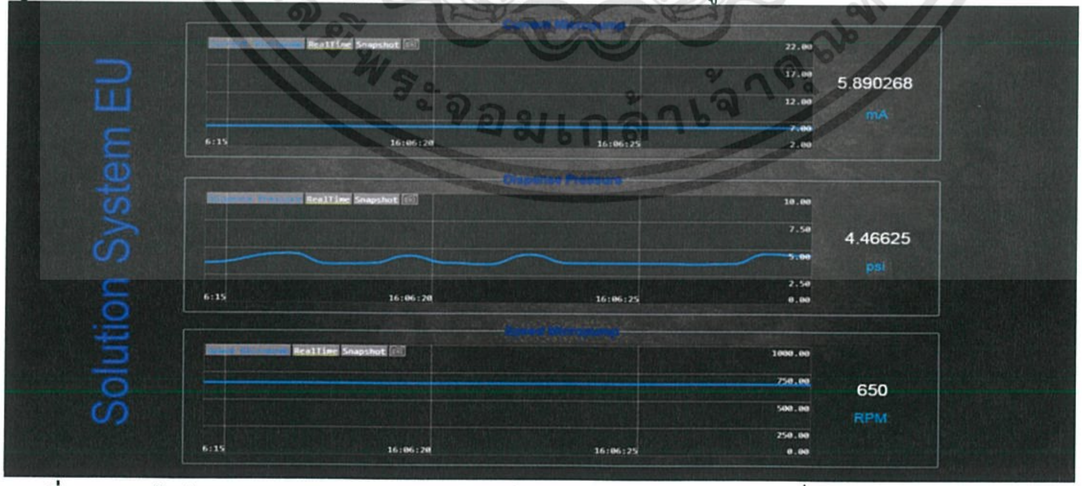
2) แรงดันจ่าย (Dispense Pressure) หน่วย psi

3) ความเร็วรอบของ Micropump (Speed Micropump) หน่วย rpm

ดังรูปที่ 3.20 และ รูปที่ 3.21 ในกรอบด้านบนและกรอบด้านล่างแสดงถึงกระแสไฟฟ้าที่ใช้ควบคุม Micropump และความเร็วของ Micropump ตามลำดับ จะสังเกตได้ว่ากราฟเป็นเส้นตรงเนื่องจากเป็นค่าที่มาจากการคำนวณโดยตัวควบคุม ไม่ใช่ค่าที่แท้จริงจึงที่ป้อนให้แก่อุปกรณ์ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ส่วนกรอบตรงกลางแสดงถึงค่าแรงดันจ่าย (Dispense Pressure) ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจาก Pressure Switch และนำค่ามาแสดงผลแบบเรียลไทม์โดยมีตัวเลขกำกับค่าของแรงดันจ่ายขณะนั้นในหน่วย psi สังเกตว่าในขณะที่มีการจ่ายน้ำยาค่าแรงดันจ่ายจะสูงขึ้นขณะหนึ่งแล้วจึงลดกลับไปสู่ค่าปกติ




**รูปที่ 3.20** หน้าต่าง Solution System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server




**รูปที่ 3.21** หน้าต่าง Solution System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

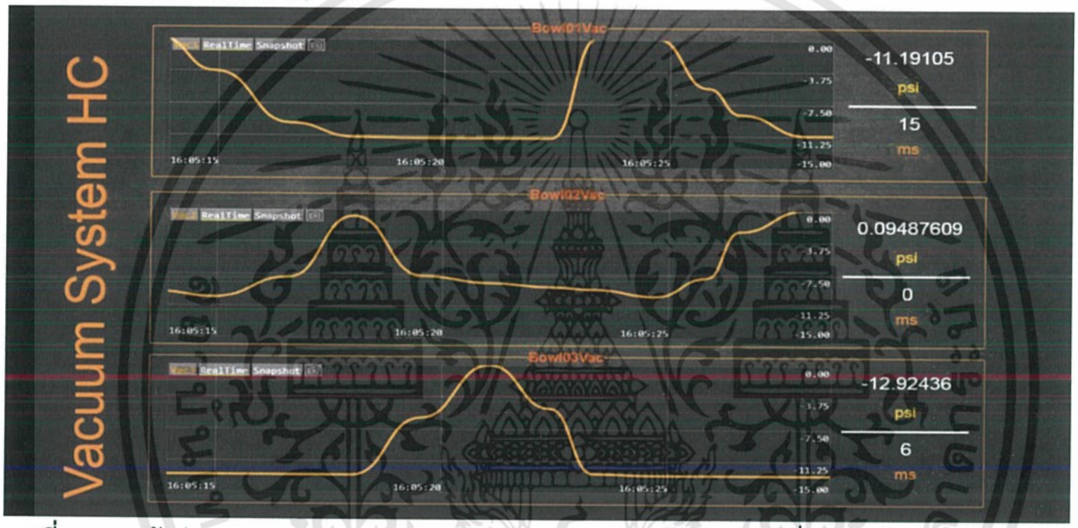
3.3.5.5 ระบบสุญญากาศ (Vacuum System)

ในหน้าต่างนี้จะมีอุปกรณ์ที่ถูกจัดอยู่ในระบบสุญญากาศของเครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ HC (Vacuum System HC) และ เครื่องจักรเคลือบน้ำยาแบบ EU (Vacuum System EU) ได้แก่ Vacuum Switch 3 ตัวต่อเครื่องจักร ซึ่งมีข้อมูลของเครื่องจักรที่สามารถแสดงได้คือ

1) สุญญากาศ (Bowl Vacuum) หน่วย psi

2) เวลาในการสร้างสุญญากาศ ตั้งแต่ขนาด -1 psi ไปจนถึง -8 psi (Time to Vacuum) หน่วย ms

ดังรูปที่ 3.22 และ รูปที่ 3.23 ในแต่ละกราฟแสดงขนาดของสุญญากาศที่วัดได้โดยอุปกรณ์ Vacuum Switch แต่ละตัวและนำมาแสดงผลแบบเรียลไทม์โดยมีตัวเลขกำกับบอกขนาดของสุญญากาศในขณะนั้นในหน่วย psi และบอกเวลาในการสร้างสุญญากาศของอุปกรณ์ ITV Air Regulator ด้วยค่าจาก Vacuum Switch เช่นกัน (หน่วย x100 มิลลิวินาที)




**รูปที่ 3.22** หน้าต่าง Vacuum System HC ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server

**รูปที่ 3.23** หน้าต่าง Vacuum System EU ของโปรแกรมแสดงข้อมูลของเครื่องจักรด้วย Web Server

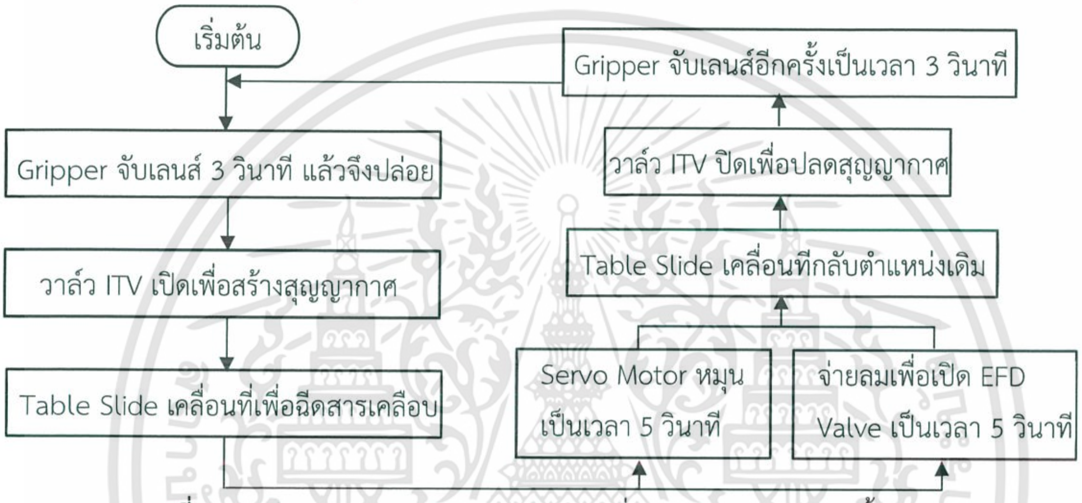


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การออกแบบและทดสอบชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

ในการออกแบบชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา จะอ้างอิงการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต แต่จะมีความเร็วในการทำงานที่ช้ากว่าในกระบวนการผลิต เนื่องจากต้องการสังเกตรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ เพื่อนำไปปรับใช้กับการรับสัญญาณของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยการสังเกตข้อมูลของชุดจำลองมีหลักการออกแบบการทำงานดังรูปที่ 3.1 เพียงแต่แทนที่เครื่องจักรด้วยชุดจำลองการเคลือบน้ำยา โดยมีโปรแกรม Ladder Diagram การทำงานของชุดจำลองดังภาคผนวก 3.3 และมีขั้นตอนในการออกแบบชุดทดลองดังนี้

3.4.1 เขียนผังกระบวนการทำงานชุดจำลองเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา




**รูปที่ 3.24** ผังกระบวนการทำงานชุดจำลองเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

เมื่อกดปุ่มเริ่มต้น Cylinder Gripper จะทำการจำลองการคีบเลนส์เป็นเวลา 3 วินาที หลังจากนั้น ITV Air Regulator เปิดวาล์วเพื่อสร้างสุญญากาศให้กับ Vacuum Chuck เมื่อสุญญากาศอยู่ในระดับ –8 psi หรือมากกว่า Table Slide จะเลื่อนเพื่อจำลองการนำหัวฉีดไปยังตำแหน่งของหน่วยเคลือบน้ำยา หลังจากนั้น ลมถูกจ่ายให้กับ EFD Valve เพื่อจำลองการฉีดน้ำยาพร้อมกับ Servo Motor หมุนเป็นเวลา 5วินาที หลังจากที่ Servo Motor หยุดหมุนและหัวฉีดน้ำยาถูกปิดแล้ว Table Slide เคลื่อนที่กลับตำแหน่งเดิมและปิด ITV Air Regulator เพื่อปลดความเป็นสุญญากาศ จึงนำเลนส์กลับไปยังขั้นตอนต่อไปด้วย Cylinder Gripper อีกครั้งเป็นอันสิ้นสุดกระบวนการเคลือบเลนส์ แล้วจึงกลับไปเริ่มต้นการทำงานขั้นตอนแรก

3.4.2 ออกแบบชุดจำลอง

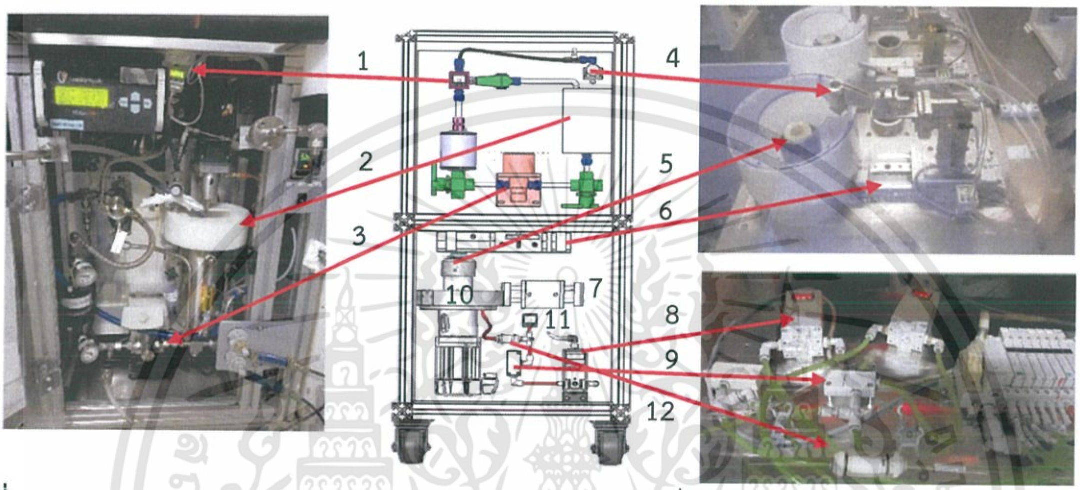
ออกแบบชุดจำลองเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ ณ ตำแหน่งต่างๆโดยมีการเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ในเครื่องจักรกับอุปกรณ์ในชุดจำลองดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1) Pressure Switch | 2) Carboy | 3) Micropump | 4) EFD Valve |
| 5) Vacuum Chuck | 6) Table Slide | 7) Gripper | 8) ITV Air Regulator |
| 9) Vacuum Ejector | 10) Servo Motor | 11) Vacuum Switch | 12) Air Filter |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.25 ได้ทำการออกแบบชุดจำลองโดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนบนและส่วนล่างของชุดจำลอง ซึ่งส่วนบนของชุดจำลองประกอบด้วยอุปกรณ์ได้แก่ Pressure Switch, Carboy, EFD Valve, Solution filter และ Micropump และส่วนล่างของชุดจำลองประกอบด้วยอุปกรณ์ได้แก่ Table Slide, Gripper, Servo Motor Vacuum Chuck, ITV Air Regulator, Vacuum Switch, Vacuum filter และ Vacuum Ejector




**รูปที่ 3.25** การออกแบบชุดจำลองโดยเปรียบเทียบอุปกรณ์ระหว่างเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกับชุดจำลอง

3.4.3 ติดตั้งอุปกรณ์

ติดตั้งอุปกรณ์ดังที่ออกแบบในหัวข้อที่ 3.4.2 เริ่มจากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ตำแหน่งต่างๆก่อนแล้วจึงทำการเดินสายไฟไปยังส่วนที่เป็นตู้ไฟฟ้าซึ่งอยู่ข้างหลังชุดจำลองหลังจากนั้นจึงต่อท่อลมเข้ากับอุปกรณ์ที่เป็นระบบลมได้แก่ EFD Valve, ITV Air Regulator, Vacuum Switch, Vacuum Filter, Vacuum Ejector และ Vacuum Chuck

**รูปที่ 3.26** ชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ทดสอบระบบการแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรกับชุดจำลอง

โดยหลังจากที่สร้างชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยาขึ้นมาแล้ว จึงทำการทดสอบระบบการแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรพบว่าสัญญาณที่ได้จากการทดสอบประกอบด้วย 1) สัญญาณดิจิทัล 2) สัญญาณแอนาล็อก (4-20 mA , 0-5 V) ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับการรับสัญญาณของเครื่องจักรเคลือบน้ำยาในกระบวนการผลิตได้

**3.5 การทดสอบระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต**

หลังจากที่ทำการเขียนและดาวน์โหลดโปรแกรมลงในอุปกรณ์ต่างๆตามหัวข้อที่ 3.3.3, 3.3.4 และ 3.3.5 แล้วจึงเริ่มทำการทดสอบระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยมีขั้นตอนคือ

1) เชื่อมต่อสาย LAN ของอุปกรณ์ต่างๆได้แก่ PLC ของเครื่องจักร, IDEC PLC, BoX2Pro และคอมพิว- เตอร์เข้าด้วยกันโดยเชื่อมต่อไว้ที่อุปกรณ์ Ethernet LAN Hub ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ที่มีวง LAN เดียวกันสามารถสื่อสารกันได้

2) เปิดเบรกเกอร์ไฟ 220 V เพื่อเริ่มการทำงานของระบบ

3) เลื่อนสวิตช์ของ IDEC PLC ไปที่ตำแหน่ง '1' เพื่อเริ่มการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักร

4) เลือกเครื่องมือ Monitor ดังรูปที่ 2.25 เพื่อเริ่มการแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร

5) เปิดอินเตอร์เน็ตเบราเซอร์ใดก็ได้ขึ้นมา (แนะนำ Google Chrome เพราะมีความเสถียรมากที่สุด) แล้วจึงใส่ IP Address ของ IDEC PLC เพื่อเข้าสู่หน้า Web Server

6) ใส่รหัส User และ Password ที่ตั้งไว้เพื่อเข้าสู่การแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักร

หลังจากที่ทำการทดสอบระบบพยากรณ์ และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาในกระบวนการผลิตแล้ว สามารถนำข้อมูลของเครื่องจักรที่บันทึกไว้ในรูปของไฟล์ Excel (.csv) โดย SD Memory Card มาทำการวิเคราะห์โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่สนใจและใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อประเมินสภาพการทำงานของเครื่องจักรในช่วงเวลาทดสอบ และคาดการณ์สภาพการทำงานของเครื่องจักรในอนาคต ซึ่งได้ผลการทดลองและข้อสรุปดังบทถัดไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและอภิปรายการบันทึกสภาพการทำงานของเครื่องจักร

หลังจากที่ทำการทดสอบระบบพยากรณ์ และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาในกระบวนการผลิตแล้ว สามารถนำข้อมูลของเครื่องจักรที่บันทึกไว้ในรูปของไฟล์ Excel (.csv) โดย SD Memory Card มาทำการวิเคราะห์โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่สนใจและใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อประเมินสภาพการทำงานของเครื่องจักรในช่วงเวลาทดสอบ และคาดการณ์สภาพการทำงานของเครื่องจักรในอนาคต ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

## 4.1 ตารางผลการทดลองการบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร

ผลการทดลองการบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร HC และ EU โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวน 20 ค่า เป็นดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.1** แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ HC ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ Dispense Pressure (psi), ความเร็วรอบของ Micropump (rpm) , ความเร็วรอบของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 (rpm) และกระแสไฟฟ้าควบคุม Micropump (mA)

| Example | HC_DispensePressure D 0020 | HC Speed micropump D 0050 | HC Speed SV1 D 0060 | HC Speed SV2 D 0070 | HC Speed SV3 D 0080 | HC Current Micropump D 0150 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.63 | 630.00 | 1047.42 | 882.27 | 1052.71 | 5.83 |
| 2 | 5.74 | 630.00 | 1048.82 | 1019.04 | 802.39 | 5.83 |
| 3 | 5.37 | 630.00 | 673.05 | 610.68 | 1045.61 | 5.83 |
| 4 | 5.52 | 630.00 | 1049.48 | 1062.52 | 602.84 | 5.83 |
| 5 | 5.59 | 630.00 | 600.47 | 609.24 | 1044.81 | 5.83 |
| 6 | 5.16 | 630.00 | 1050.26 | 1057.66 | 600.51 | 5.83 |
| 7 | 5.42 | 630.00 | 600.65 | 608.64 | 1047.12 | 5.83 |
| 8 | 5.55 | 630.00 | 1049.61 | 1068.90 | 598.50 | 5.83 |
| 9 | 4.89 | 630.00 | 826.05 | 604.23 | 598.26 | 5.83 |
| 10 | 4.95 | 630.00 | 1052.81 | 1079.20 | 603.05 | 5.83 |
| 11 | 5.26 | 630.00 | 1048.96 | 1026.12 | 1033.38 | 5.83 |
| 12 | 5.04 | 630.00 | 978.40 | 721.57 | 1046.52 | 5.83 |
| 13 | 5.04 | 630.00 | 601.98 | 1042.80 | 669.97 | 5.83 |
| 14 | 5.67 | 630.00 | 1048.48 | 1043.71 | 602.94 | 5.83 |
| 15 | 5.47 | 630.00 | 1048.65 | 611.74 | 1048.62 | 5.83 |
| 16 | 5.63 | 630.00 | 599.93 | 608.39 | 1035.83 | 5.83 |
| 17 | 5.60 | 630.00 | 599.27 | 1079.80 | 1048.94 | 5.83 |
| 18 | 5.80 | 630.00 | 787.83 | 955.54 | 1046.90 | 5.83 |
| 19 | 5.27 | 630.00 | 1015.26 | 1068.96 | 1050.02 | 5.83 |
| 20 | 5.75 | 630.00 | 1049.06 | 1030.48 | 951.59 | 5.83 |

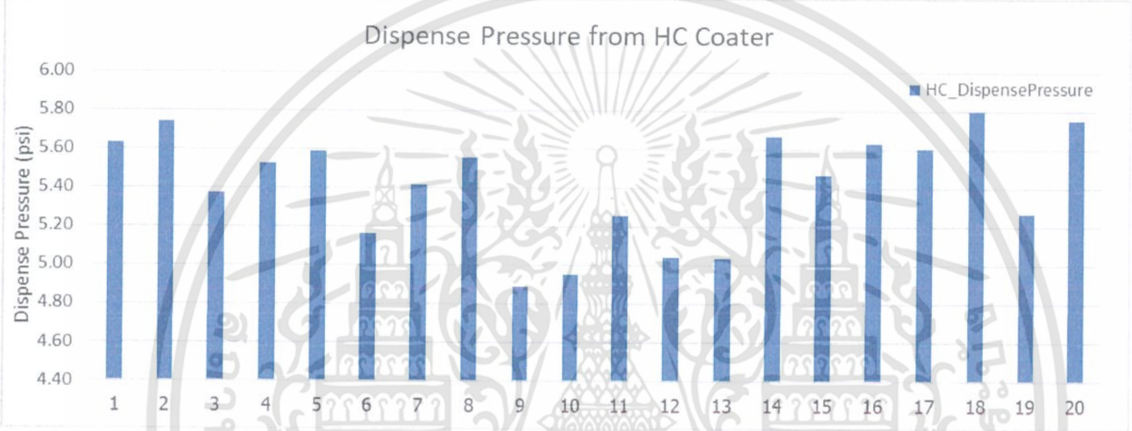
จากตารางที่ 4.1 สามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ค่า และทุกข้อมูลเป็นข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร HC ยกเว้นพารามิเตอร์ความเร็วรอบของ Micropump (HC Speed Micropump) และกระแสไฟฟ้าควบคุม Micropump (HC Current Micropump) เนื่องจากค่าของพารามิเตอร์นี้เป็นข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะเป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยตัวควบคุมซึ่งเป็นข้อมูลเชิงอุดมคติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวคือ ถ้าต้องการให้ Micropump หมุนที่ความเร็ว 630 rpm จะต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าขนาด 5.83 mA หรือในทางกลับกัน ถ้าต้องการใช้กระแสไฟฟ้า 5.83 mA จะได้ความเร็วรอบของ Micropump เป็น 630 rpm และในส่วนของพารามิเตอร์แรงดันจ่าย (HC_Dispense Pressure) และความเร็วรอบของ Servo Motor (HC Speed SV1, 2 และ 3) สามารถนำมาแสดงในรูปของกราฟได้ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.1 สังเกตได้ว่าค่าของแรงดันจ่ายของกลุ่มตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง 4.80 psi ถึง 5.80 psi สาเหตุที่ทำให้ค่าของแรงดันจ่ายมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากขณะที่ทำการบันทึกข้อมูล มีการทำงานหัวฉีด EFD Valve มากกว่า 1 ตัว พร้อมกัน ซึ่งปกติจะทำงานทีละตัว ทำให้ต้องใช้แรงดันจ่ายมากขึ้นเพื่อรักษาอัตราการไหลของสารเคลือบเลนส์ให้คงที่

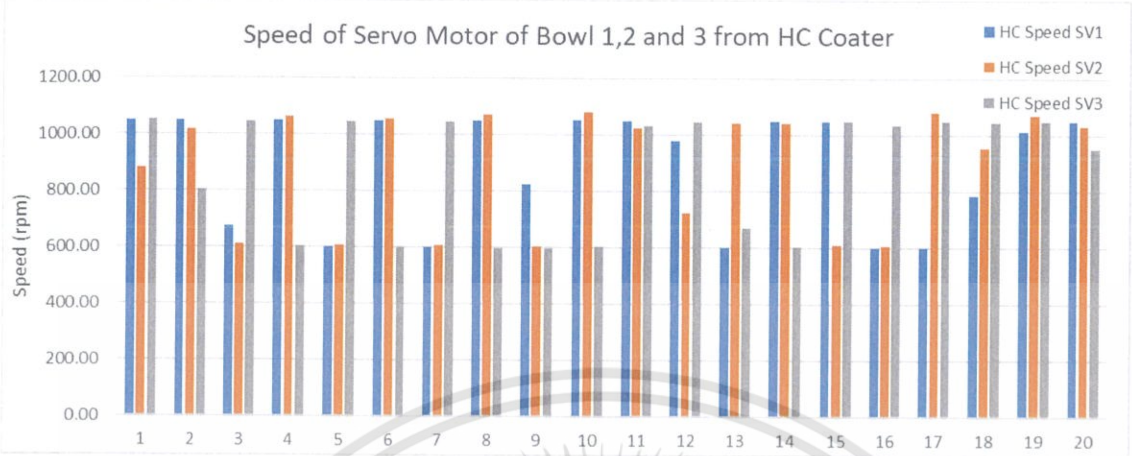



**รูปที่ 4.1** กราฟแสดงขนาดของแรงดันจ่าย Dispense Pressure ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย psi

จากรูปที่ 4.2 สังเกตได้ว่าความเร็วของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 มีค่าอยู่ในช่วง 600 rpm ถึง 1100 rpm ซึ่งค่าเป้าหมายของเครื่องจักรถูกตั้งไว้ที่ความเร็ว 1000 rpm ทั้งนี้ค่าความเร็วที่มีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมายอาจมีสาเหตุมาจากกระแสไฟฟ้าควบคุมมีค่าลดลงหรือความฝืดเนื่องจากน้ำยารั่วไหลสะสมอยู่ที่แกนหมุนของ Servo Motor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.2** กราฟแสดงความเร็วรอบของ Servo Motor Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย rpm

**ตารางที่ 4.2** แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ HC ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ ขนาดสุญญากาศของหน่วยเคลือบน้ำยาที่ 1, 2 และ 3 และจำนวนครั้งการทำงานของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3

| Example | HC Vacuum Bowl1 D 0090 | HC Vacuum Bowl2 D 0100 | HC Vacuum Bowl3 D 0110 | HC Count table1 D 0400 | HC Count table2 D 0410 | HC Count table3 D 0420 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -13.50 | -12.71 | -13.36 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | -13.50 | -12.71 | -13.35 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | -13.51 | -12.71 | -13.35 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | -13.49 | -12.71 | -13.35 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | -13.51 | -12.70 | -13.34 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | -13.50 | -12.70 | -13.33 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | -13.43 | -12.70 | -13.33 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | -13.51 | -12.70 | -13.32 | 8 | 8 | 8 |
| 9 | -13.43 | -12.70 | -13.29 | 9 | 9 | 9 |
| 10 | -13.50 | -12.68 | -13.30 | 10 | 10 | 10 |
| 11 | -13.48 | -12.69 | -13.31 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | -13.48 | -12.69 | -13.30 | 12 | 12 | 12 |
| 13 | -13.48 | -12.69 | -13.30 | 13 | 13 | 13 |
| 14 | -13.49 | -12.69 | -13.30 | 14 | 14 | 14 |
| 15 | -13.51 | -12.69 | -13.30 | 15 | 15 | 15 |
| 16 | -13.44 | -12.69 | -13.30 | 16 | 16 | 16 |
| 17 | -13.50 | -12.69 | -13.30 | 17 | 17 | 17 |
| 18 | -13.47 | -12.68 | -13.30 | 18 | 18 | 18 |
| 19 | -13.37 | -12.69 | -13.30 | 19 | 19 | 19 |
| 20 | -13.50 | -12.69 | -13.31 | 20 | 20 | 20 |

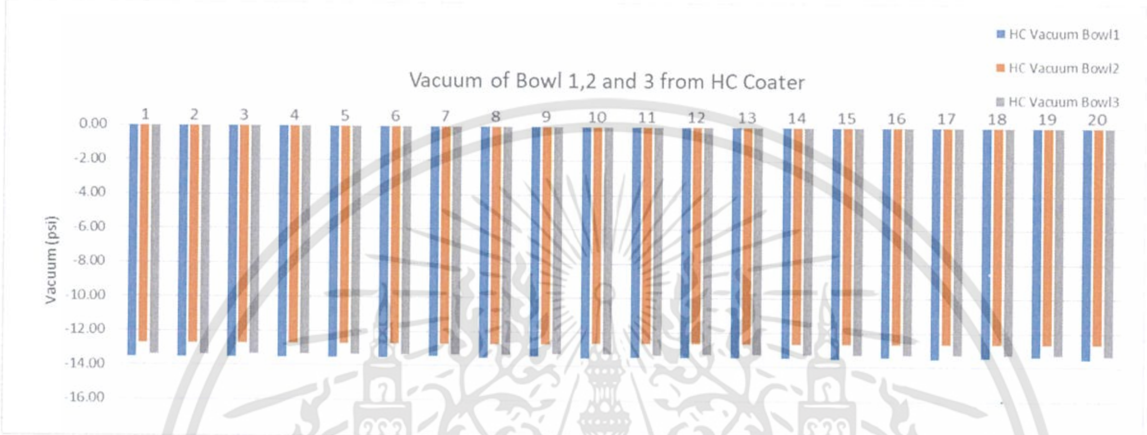
จากตารางที่ 4.2 สามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ค่า และทุกข้อมูลเป็นข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรจริง HC ได้แก่พารามิเตอร์ขนาดของสุญญากาศ (HC Vacuum Bowl 1, 2 และ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) และจำนวนครั้งการทำงานของ Table Slide (HC Count Table 1, 2 และ 3) โดยนำขนาดของสุญญากาศมาแสดงในรูปของกราฟได้ดังรูปที่ 4.3

จากรูปที่ 4.3 สังเกตได้ว่าขนาดของสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 อยู่ที่ประมาณ -13 psi ซึ่งค่าเป้าหมายของเครื่องจักรถูกตั้งไว้ที่คือ –12 psi ทั้งนี้ขนาดของสุญญากาศที่มีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมาย อาจมีสาเหตุมาจากระบบสุญญากาศถูกอุดตันด้วยน้ำยาที่รั่วไหลมาสะสมอยู่ตามท่อ




**รูปที่ 4.3** กราฟแสดงขนาดของสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย psi

**ตารางที่ 4.3** แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ HC ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ เวลาในการเคลื่อนที่ของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 และเวลาในการสร้างสุญญากาศของหน่วยการผลิตที่ 1, 2 และ 3

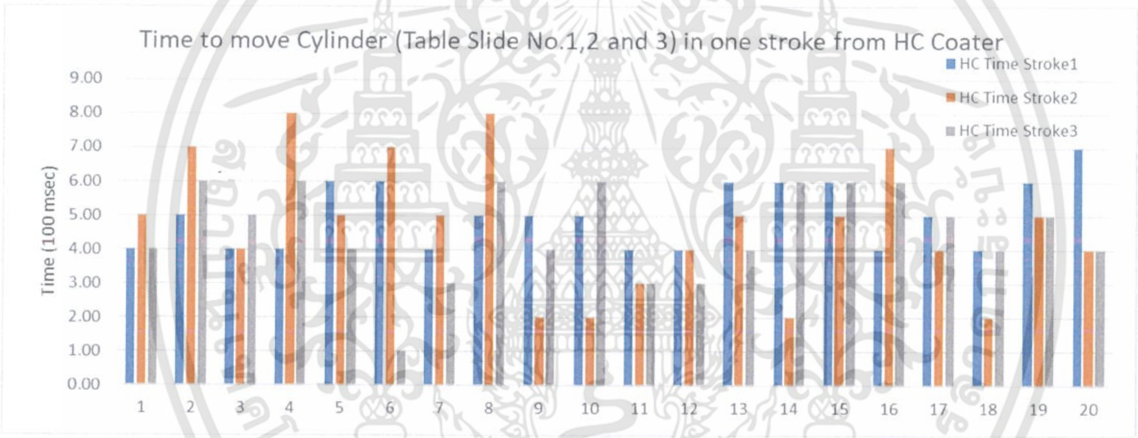
| Example | HC Time Stroke1 D 0120 | HC Time Stroke2 D 0130 | HC Time Stroke3 D 0140 | HC Time Vac1 D 0510 | HC Time Vac2 D 0520 | HC Time Vac3 D 0530 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.00 | 5.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 5.00 |
| 2 | 5.00 | 7.00 | 6.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| 3 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 6.00 | 4.00 |
| 4 | 4.00 | 8.00 | 6.00 | 10.00 | 3.00 | 6.00 |
| 5 | 6.00 | 5.00 | 4.00 | 10.00 | 5.00 | 5.00 |
| 6 | 6.00 | 7.00 | 1.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| 7 | 4.00 | 5.00 | 3.00 | 4.00 | 4.00 | 5.00 |
| 8 | 5.00 | 8.00 | 6.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 |
| 9 | 5.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 5.00 | 4.00 |
| 10 | 5.00 | 2.00 | 6.00 | 5.00 | 5.00 | 3.00 |
| 11 | 4.00 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | 4.00 | 3.00 |
| 12 | 4.00 | 4.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 4.00 |
| 13 | 6.00 | 5.00 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | 4.00 |
| 14 | 6.00 | 2.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| 15 | 6.00 | 5.00 | 6.00 | 9.00 | 6.00 | 5.00 |
| 16 | 4.00 | 7.00 | 6.00 | 10.00 | 6.00 | 5.00 |
| 17 | 5.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 4.00 | 6.00 |
| 18 | 4.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| 19 | 6.00 | 5.00 | 5.00 | 9.00 | 6.00 | 5.00 |
| 20 | 7.00 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | 4.00 | 5.00 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 สามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ค่า และทุกข้อมูลเป็นข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร HC ได้แก่พารามิเตอร์ เวลาในการสร้างสุญญากาศ (HC Time Vac 1, 2 และ 3) และ เวลาในการทำงานแต่ละครั้งของ Table Slide (HC Time Stroke 1, 2 และ 3) โดยนำข้อมูลเวลาการทำงานแต่ละครั้งของ Table Slide และเวลาในการสร้างสุญญากาศ มาแสดงในรูปของกราฟได้ดังรูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5 ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.4 สังเกตได้ว่าเวลาในการทำงานแต่ละครั้งของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 อยู่ในช่วง 100 ms ถึง 800 ms ซึ่งไม่ได้กำหนดค่าที่แน่นอนเอาไว้ เนื่องจากความเร็วในการทำงานของ Table Slide ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยสาเหตุที่ทำให้ Table Slide ใช้เวลาในการทำงานแต่ละครั้งสูงขึ้นอาจเป็นผลมาจากแรงดันลมภายในระบบลดลง, ความฝืดของอุปกรณ์เนื่องจากน้ำยารั่วไหลหรือการเสื่อมตามอายุการใช้งาน และการติดตั้งอุปกรณ์ Speed Control Valve เพื่อเพิ่มความหน่วงในการเคลื่อนที่และช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่ออุปกรณ์ แต่ทั้งนี้การทำงานของ Table Slide ควรจะมีความเร็วสูงเพื่อลดเวลาในการทำงานของเครื่องจักรลง ทำให้การผลิตมีความเร็วมากขึ้น

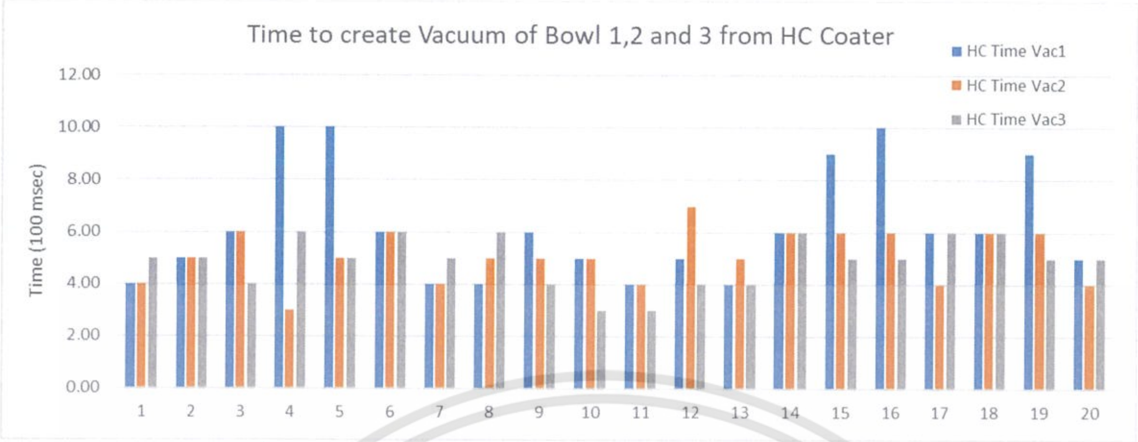



**รูปที่ 4.4** กราฟแสดงความเร็วการทำงานในแต่ละครั้งของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย 100 ms

จากรูปที่ 4.5 สังเกตได้ว่าเวลาในการสร้างสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 อยู่ในช่วง 300 ms ถึง 1000 ms ซึ่งไม่ได้กำหนดค่าที่แน่นอนเอาไว้ เนื่องจากความเร็วในการสร้างสุญญากาศขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยสาเหตุที่ทำให้การสร้างสุญญากาศใช้เวลาในแต่ละครั้งสูงขึ้นอาจเป็นผลมาจาก การเปิดวาล์ว ITV Air Regulator ให้กว้างขึ้น, แรงดันลมในระบบลดลง และการรั่วไหลของสุญญากาศผ่านรอยรั่วของอุปกรณ์ Vacuum Chuck แต่ทั้งนี้การสร้างสุญญากาศควรจะมีความเร็วสูงเพื่อลดเวลาในการทำงานของเครื่องจักรลง ทำให้การผลิตมีความเร็วมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.5** กราฟแสดงเวลาในการสร้างสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา HC หน่วย 100 ms

**ตารางที่ 4.4** แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ EU ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ แรงดันจ่าย, ความเร็วรอบของ Micropump, ความเร็วรอบของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 และกระแสไฟฟ้าควบคุม Micropump

| Example | EU_DispensePressure D 0220 | EU Speed micropump D 0250 | EU Speed SV1 D 0260 | EU Speed SV2 D 0270 | EU Speed SV3 D 0280 | EU Current Micropump D 0170 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.47 | 650.00 | 2100.54 | 2096.10 | 2098.86 | 5.89 |
| 2 | 4.30 | 650.00 | 2099.63 | 2090.83 | 2098.91 | 5.89 |
| 3 | 4.30 | 650.00 | 2098.93 | 2102.91 | 2098.09 | 5.89 |
| 4 | 4.37 | 650.00 | 2098.93 | 2092.76 | 2098.18 | 5.89 |
| 5 | 4.32 | 650.00 | 2100.18 | 2091.69 | 2098.81 | 5.89 |
| 6 | 6.37 | 650.00 | 2099.57 | 2091.37 | 2099.67 | 5.89 |
| 7 | 4.44 | 650.00 | 2099.30 | 2109.65 | 1636.07 | 5.89 |
| 8 | 4.41 | 650.00 | 2114.87 | 2097.56 | 2097.96 | 5.89 |
| 9 | 4.19 | 650.00 | 2100.44 | 2111.05 | 2099.81 | 5.89 |
| 10 | 4.69 | 650.00 | 2101.43 | 2112.39 | 2099.59 | 5.89 |
| 11 | 4.19 | 650.00 | 2099.08 | 2096.97 | 2099.45 | 5.89 |
| 12 | 4.44 | 650.00 | 2101.28 | 2099.07 | 2098.64 | 5.89 |
| 13 | 4.41 | 650.00 | 2098.70 | 2105.32 | 2100.57 | 5.89 |
| 14 | 6.51 | 650.00 | 2100.87 | 2100.52 | 2099.66 | 5.89 |
| 15 | 4.34 | 650.00 | 2100.98 | 2096.50 | 2099.95 | 5.89 |
| 16 | 4.43 | 650.00 | 2103.02 | 2094.19 | 2098.88 | 5.89 |
| 17 | 4.12 | 650.00 | 2100.69 | 2111.83 | 2098.68 | 5.89 |
| 18 | 4.47 | 650.00 | 2099.24 | 2103.68 | 2099.23 | 5.89 |
| 19 | 4.47 | 650.00 | 2101.17 | 2099.90 | 2100.97 | 5.89 |
| 20 | 4.40 | 650.00 | 2102.59 | 2106.87 | 2102.55 | 5.89 |

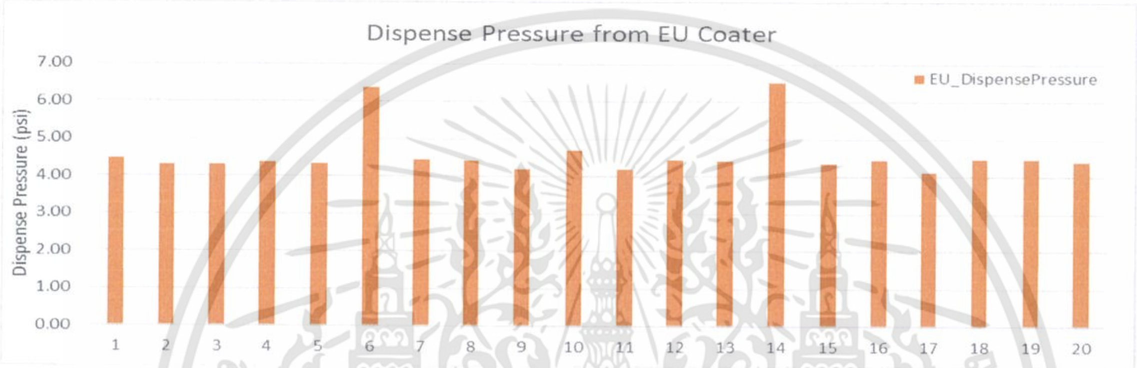
จากตารางที่ 4.4 สามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ค่า และทุกข้อมูลเป็นข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร EU ยกเว้นพารามิเตอร์ความเร็วรอบของ Micropump (EU Speed Micropump) และกระแสไฟฟ้าควบคุม Micropump (EU Current Micropump) เนื่องจากค่าของพารามิเตอร์นี้เป็นข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะเป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยตัวควบคุมซึ่งเป็นข้อมูลเชิงอุดมคติ กล่าวคือ ถ้าต้องการให้ Micropump หมุนที่ความเร็ว 650 rpm จะต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าขนาด 5.89 mA หรือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

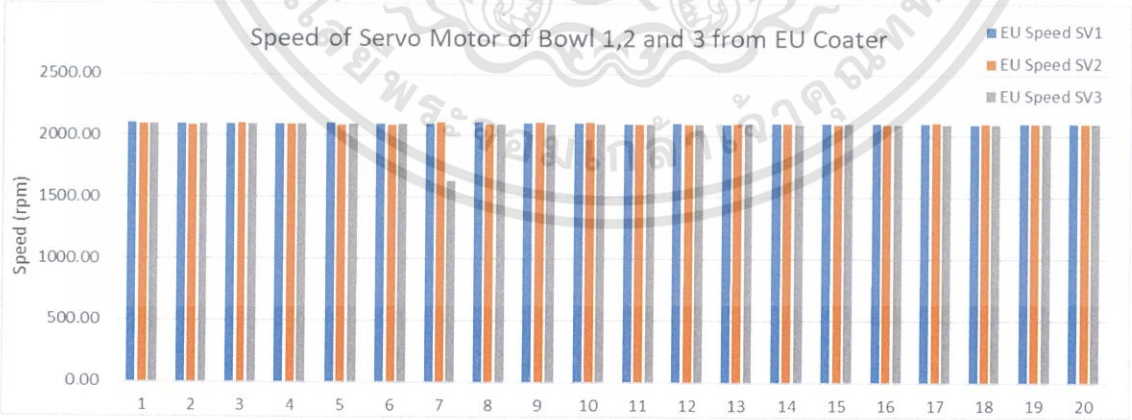
ในทางกลับกัน ถ้าต้องการใช้กระแสไฟฟ้า 5.89 mA จะได้ความเร็วรอบของ Micropump เป็น 650 rpm และในส่วนของพารามิเตอร์ แรงดันจ่าย (EU_Dispense Pressure) และ ความเร็วรอบของ Servo Motor (EU Speed SV1, 2 และ 3) สามารถนำมาแสดงในรูปของกราฟได้ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.6 สังเกตได้ว่าค่าของแรงดันจ่ายของกลุ่มตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง 4.30 psi ถึง 6.50 psi สาเหตุที่ทำให้ค่าของแรงดันจ่ายมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากขณะที่ทำการบันทึกข้อมูล มีการทำงานหัวฉีด EFD Valve มากกว่า 1 ตัว พร้อมกัน ซึ่งปกติจะทำงานทีละตัว ทำให้ต้องใช้แรงดันจ่ายมากขึ้นเพื่อรักษาอัตราการไหลของสารเคลือบเลนส์ให้คงที่




**รูปที่ 4.6** กราฟแสดงขนาดของแรงดันจ่าย Dispense Pressure ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย psi

จากรูปที่ 4.7 สังเกตได้ว่าความเร็วของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 มีค่าประมาณ 2100 rpm ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายของเครื่องจักร ทั้งนี้ค่าความเร็วที่มีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมายอาจมีสาเหตุมาจากกระแสไฟฟ้าควบคุมมีค่าลดลง หรือความฝืดเนื่องจากน้ำยารั่วไหลสะสมอยู่ที่แกนหมุนของ Servo Motor




**รูปที่ 4.7** กราฟแสดงความเร็วรอบของ Servo Motor Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย rpm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.5** แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ EU ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ ขนาดสุญญากาศของหน่วยเคลือบน้ำยาที่ 1, 2 และ 3 และจำนวนครั้งการทำงานของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3

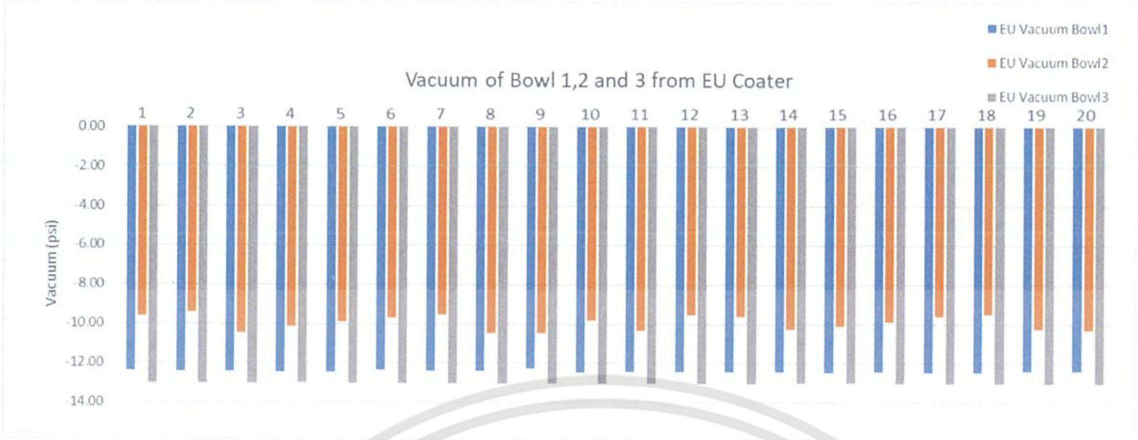
| Example | EU Vacuum Bowl1 D 0290 | EU Vacuum Bowl2 D 0300 | EU Vacuum Bowl3 D 0310 | EU Count table1 D 0430 | EU Count table2 D 0440 | EU Count table3 D 0450 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -12.40 | -9.63 | -13.02 | 1286 | 1286 | 1286 |
| 2 | -12.42 | -9.42 | -13.01 | 1287 | 1287 | 1287 |
| 3 | -12.44 | -10.46 | -13.01 | 1288 | 1288 | 1288 |
| 4 | -12.47 | -10.16 | -13.01 | 1289 | 1289 | 1289 |
| 5 | -12.48 | -9.91 | -13.02 | 1290 | 1290 | 1290 |
| 6 | -12.37 | -9.71 | -13.03 | 1291 | 1291 | 1291 |
| 7 | -12.40 | -9.53 | -13.02 | 1292 | 1292 | 1292 |
| 8 | -12.40 | -10.46 | -13.02 | 1293 | 1293 | 1293 |
| 9 | -12.26 | -10.47 | -13.03 | 1294 | 1294 | 1294 |
| 10 | -12.47 | -9.84 | -13.01 | 1295 | 1295 | 1295 |
| 11 | -12.44 | -10.34 | -13.01 | 1296 | 1296 | 1296 |
| 12 | -12.44 | -9.54 | -13.03 | 1297 | 1297 | 1297 |
| 13 | -12.42 | -9.60 | -13.01 | 1298 | 1298 | 1298 |
| 14 | -12.43 | -10.28 | -13.00 | 1299 | 1299 | 1299 |
| 15 | -12.46 | -10.12 | -13.00 | 1300 | 1300 | 1300 |
| 16 | -12.45 | -9.89 | -13.02 | 1301 | 1301 | 1301 |
| 17 | -12.48 | -9.61 | -13.02 | 1302 | 1302 | 1302 |
| 18 | -12.48 | -9.51 | -13.04 | 1303 | 1303 | 1303 |
| 19 | -12.39 | -10.28 | -13.04 | 1304 | 1304 | 1304 |
| 20 | -12.40 | -10.30 | -13.04 | 1305 | 1305 | 1305 |

จากตารางที่ 4.5 สามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ค่า และทุกข้อมูลเป็นข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร EU ได้แก่พารามิเตอร์ ขนาดของสุญญากาศ (EU Vacuum Bowl 1, 2 และ 3) และ จำนวนครั้งการทำงานของ Table Slide (EU Count table 1, 2 และ3) โดยนำขนาดของสุญญากาศมาแสดงในรูปของกราฟได้ดังรูปที่ 4.8

จากรูปที่ 4.8 สังเกตได้ว่าขนาดของสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 อยู่ในช่วง -10 psi ถึง -13 psi ซึ่งค่าเป้าหมายของเครื่องจักรถูกตั้งไว้ที่คือ –12 psi ทั้งนี้ขนาดของสุญญากาศที่มีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมายอาจมีสาเหตุมาจากระบบสุญญากาศถูกอุดตันด้วยน้ำยาที่รั่วไหลมาสะสมอยู่ตามท่อ และขนาดของสุญญากาศที่มีค่าสูงกว่าค่าเป้าหมายอาจมีสาเหตุมาจากการรั่วไหลของสุญญากาศผ่านรอยรั่วของอุปกรณ์ Vacuum Chuck



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.8** กราฟแสดงขนาดของสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย psi

**ตารางที่ 4.6** แสดงกลุ่มตัวอย่างข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาแบบ EU ในกระบวนการผลิตที่ 8 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ เวลาในการเคลื่อนที่ของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 และเวลาในการสร้างสุญญากาศของหน่วยการผลิตที่ 1, 2 และ 3

| Example | EU Time Stroke1 D 0180 | EU Time Stroke2 D 0190 | EU Time Stroke3 D 0200 | EU Time Vac1 D 0540 | EU Time Vac2 D 0550 | EU Time Vac3 D 0560 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 10.00 | 20.00 | 6.00 |
| 2 | 5.00 | 4.00 | 7.00 | 10.00 | 20.00 | 11.00 |
| 3 | 5.00 | 6.00 | 7.00 | 11.00 | 21.00 | 11.00 |
| 4 | 4.00 | 7.00 | 1.00 | 11.00 | 21.00 | 5.00 |
| 5 | 6.00 | 5.00 | 4.00 | 10.00 | 16.00 | 5.00 |
| 6 | 9.00 | 6.00 | 6.00 | 10.00 | 19.00 | 4.00 |
| 7 | 6.00 | 4.00 | 7.00 | 10.00 | 20.00 | 5.00 |
| 8 | 5.00 | 5.00 | 6.00 | 11.00 | 19.00 | 5.00 |
| 9 | 5.00 | 6.00 | 5.00 | 11.00 | 20.00 | 4.00 |
| 10 | 10.00 | 5.00 | 6.00 | 12.00 | 20.00 | 6.00 |
| 11 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | 10.00 | 21.00 | 9.00 |
| 12 | 5.00 | 5.00 | 7.00 | 11.00 | 21.00 | 6.00 |
| 13 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 11.00 | 20.00 | 5.00 |
| 14 | 6.00 | 5.00 | 6.00 | 5.00 | 21.00 | 4.00 |
| 15 | 5.00 | 4.00 | 6.00 | 10.00 | 14.00 | 3.00 |
| 16 | 10.00 | 4.00 | 5.00 | 12.00 | 21.00 | 5.00 |
| 17 | 6.00 | 6.00 | 1.00 | 11.00 | 19.00 | 6.00 |
| 18 | 4.00 | 7.00 | 1.00 | 5.00 | 20.00 | 4.00 |
| 19 | 10.00 | 4.00 | 3.00 | 4.00 | 20.00 | 6.00 |
| 20 | 5.00 | 5.00 | 6.00 | 11.00 | 20.00 | 3.00 |

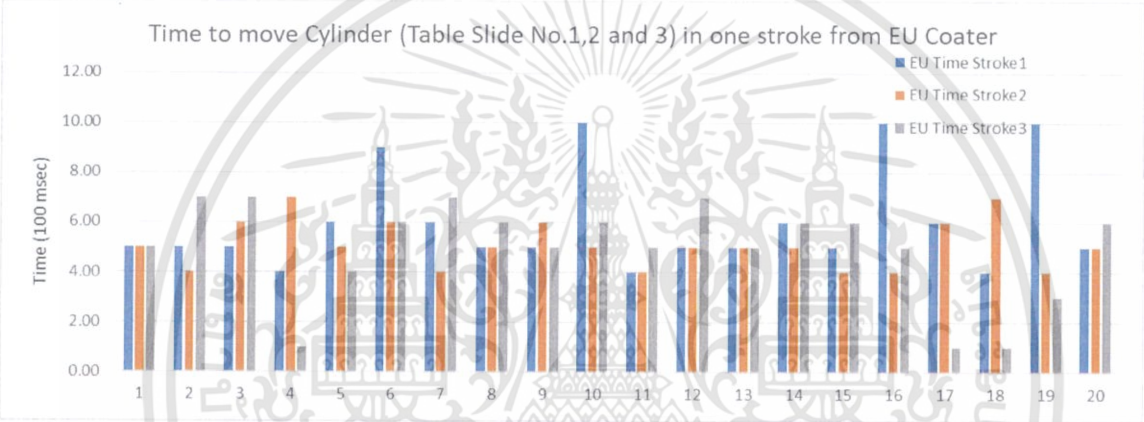
จากตารางที่ 4.6 สามารถดูข้อมูลของเครื่องจักรได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ค่า และทุกข้อมูลเป็นข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร EU ได้แก่พารามิเตอร์ เวลาในการสร้างสุญญากาศ (EU Time Vac 1, 2 และ 3) และเวลาในการทำงานแต่ละครั้งของ Table Slide (EU Time Stroke 1, 2 และ 3) โดยนำข้อมูลเวลาการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานแต่ละครั้งของ Table Slide และเวลาในการสร้างสุญญากาศ มาแสดงในรูปของกราฟได้ดังรูปที่ 4.9 และ รูปที่ 4.10 ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.9 สังเกตได้ว่าเวลาในการทำงานแต่ละครั้งของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 อยู่ในช่วง 100 ms ถึง 1000 ms ซึ่งไม่ได้กำหนดค่าที่แน่นอนเอาไว้ เนื่องจากความเร็วในการทำงานของ Table Slide ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยสาเหตุที่ทำให้ Table Slide ใช้เวลาในการทำงานแต่ละครั้งสูงขึ้นอาจเป็นผลมาจากแรงดันลมภายในระบบลดลง, ความฝืดของอุปกรณ์เนื่องจากน้ำยารั่วไหลหรือการเสื่อมตามอายุการใช้งาน และการติดตั้งอุปกรณ์ Speed Control Valve เพื่อเพิ่มความหน่วงในการเคลื่อนที่และช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่ออุปกรณ์ แต่ทั้งนี้การทำงานของ Table Slide ควรจะมีความเร็วสูงเพื่อลดเวลาในการทำงานของเครื่องจักรลง ทำให้การผลิตมีความเร็วมากขึ้น

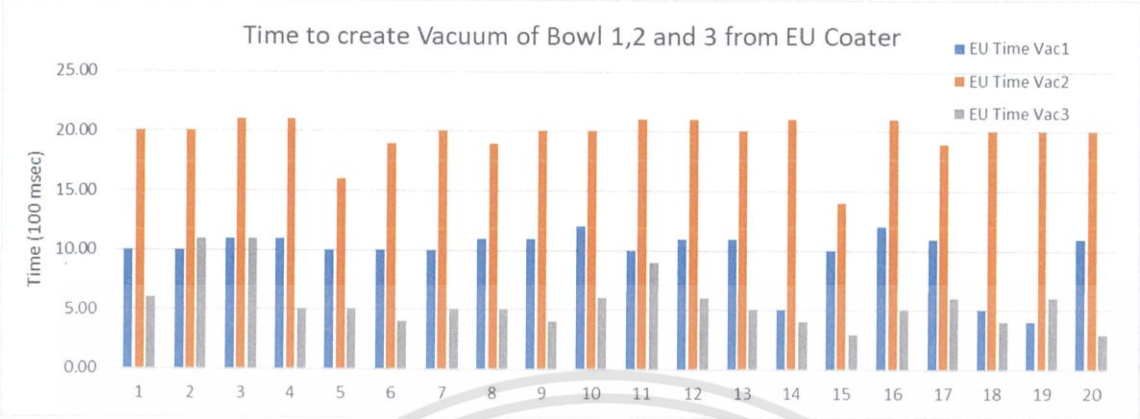



**รูปที่ 4.9** กราฟแสดงความเร็วการทำงานในแต่ละครั้งของ Table Slide ตัวที่ 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย 100 ms

จากรูปที่ 4.10 สังเกตได้ว่าเวลาในการสร้างสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 อยู่ในช่วง 300 ms ถึง 2100 ms ซึ่งไม่ได้กำหนดค่าที่แน่นอนเอาไว้ เนื่องจากความเร็วในการสร้างสุญญากาศ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยสาเหตุที่ทำให้การสร้างสุญญากาศใช้เวลาในแต่ละครั้งสูงขึ้นอาจเป็นผลมาจาก การเปิดวาล์ว ITV Air Regulator ให้กว้างขึ้น, แรงดันลมในระบบลดลง และการรั่วไหลของสุญญากาศผ่านรอยรั่วของอุปกรณ์ Vacuum Chuck แต่ทั้งนี้การสร้างสุญญากาศควรจะมีความเร็วสูงเพื่อลดเวลาในการทำงานของเครื่องจักรลง ทำให้การผลิตมีความเร็วมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.10** กราฟแสดงเวลาในการสร้างสุญญากาศ Bowl 1, 2 และ 3 ของเครื่องจักรเคลือบน้ำยา EU หน่วย 100 ms

## 4.2 อภิปรายผลการทดลองการบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร

จากตารางผลการทดลองและกราฟแสดงขนาดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทำให้สามารถสังเกตการทำงานของเครื่องจักรและคาดการณ์ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติจากกราฟของพารามิเตอร์ต่างๆ โดยมีผลการอภิปรายดังนี้

4.2.1 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.1

4.2.1.1 ค่าของแรงดันจ่ายอยู่ในระดับปกติ หากตั้งสมมติฐานให้ EFD Valve มีการทำงานพร้อมกัน 3 ตัว ค่าแรงดันจ่ายสูงสุดจะอยู่ที่ 5.80 psi และถ้ามีค่าที่ต่ำกว่า 5.80 psi ทำให้คาดการณ์การทำงานของเครื่องจักรได้ว่าอาจมีการใช้งาน EFD Valve น้อยกว่า 3 ตัว

4.2.1.2 ความเร็วของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 ที่มีความเร็วต่ำกว่า 1000 rpm ทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรได้ว่า อาจมีการรั่วไหลของน้ำยาเคลือบเลนส์สะสมอยู่ที่แกนของ Servo Motor ทำให้การหมุนของมอเตอร์มีอุปสรรคมากขึ้น

4.2.2 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.2

ขนาดของสุญญากาศอยู่ในระดับปกติ และมีบางค่าที่มีขนาดสุญญากาศต่ำกว่าปกติทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรได้ว่า ระบบสุญญากาศถูกอุดตันด้วยน้ำยาที่รั่วไหลสะสมอยู่ตามท่อสุญญากาศหรืออุปกรณ์ Vacuum Chuck

4.2.3 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.3

4.2.3.1 เวลาในการทำงานของ Table Slide แต่ละครั้งมีค่าไม่แน่นอน โดยคาดการณ์สาเหตุที่ทำให้ Table Slide ใช้เวลาในการทำงานแต่ละครั้งสูงขึ้นอาจเป็นผลมาจาก แรงดันลมภายในระบบลดลง, ความฝืดของอุปกรณ์เนื่องจากน้ำยารั่วไหลหรือการเสื่อมตามอายุการใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์ Speed Control Valve เพื่อเพิ่มความหน่วงในการเคลื่อนที่และช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่ออุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 เวลาในการสร้างสุญญากาศของ Bowl1 มีค่ามากกว่า 600 ms อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรได้ว่า มีการรั่วไหลของสุญญากาศภายในท่อลมหรืออุปกรณ์ Vacuum Chuck

4.2.4 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.4

4.2.1.1 ค่าของแรงดันจ่ายอยู่ในระดับปกติ หากตั้งสมมติฐานให้ EFD Valve มีการทำงานพร้อมกัน 3 ตัว ค่าแรงดันจ่ายสูงสุดจะอยู่ที่ 6.51 psi และถ้ามีค่าที่ต่ำกว่า 6.51 psi ทำให้คาดการณ์การทำงานของเครื่องจักรได้ว่าอาจมีการใช้งาน EFD Valve น้อยกว่า 3 ตัว

4.2.1.2 ความเร็วของ Servo Motor ตัวที่ 1, 2 และ 3 ที่มีความเร็วต่ำกว่า 2100 rpm ทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรได้ว่า อาจมีการรั่วไหลของน้ำยาเคลือบเลนส์สะสมอยู่ที่แกนของ Servo Motor ทำให้การหมุนของมอเตอร์มีอุปสรรคมากขึ้น

4.2.5 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.5

ขนาดของสุญญากาศ Bowl 1 และ 3 อยู่ในระดับปกติ แต่ Bowl 2 มีขนาดสุญญากาศสูงกว่าปกติ (-12 psi) ทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรได้ว่าอาจมีการรั่วไหลของสุญญากาศผ่านรอยรั่วของอุปกรณ์ Vacuum Chuck หรือท่อลม

4.2.6 อภิปรายผลการทดลองจากตารางที่ 4.6

4.2.3.1 เวลาในการทำงานของ Table Slide แต่ละครั้งมีค่าไม่แน่นอน โดยคาดการณ์สาเหตุที่ทำให้ Table Slide ใช้เวลาในการทำงานแต่ละครั้งสูงขึ้นอาจเป็นผลมาจาก แรงดันลมภายในระบบลดลง, ความฝืดของอุปกรณ์เนื่องจากน้ำยารั่วไหลหรือการเสื่อมตามอายุการใช้งาน และการติดตั้งอุปกรณ์ Speed Control Valve เพื่อเพิ่มความหน่วงในการเคลื่อนที่และช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่ออุปกรณ์

4.2.3.2 เนื่องจากเวลาในการสร้างสุญญากาศของ Bowl 1, 2 และ 3 มีความแตกต่างกันอยู่มาก โดยการสร้างสุญญากาศของ Bowl 2 ใช้เวลามากกว่า Bowl 1 และ 3 ทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรได้ว่ามีการรั่วไหลของสุญญากาศภายในท่อลมหรืออุปกรณ์ Vacuum Chuck และในการสร้างสุญญากาศของ Bowl 3 ใช้เวลาน้อยกว่า Bowl 1 และ 2 ทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรได้ว่ามีการอุดตันของท่อลมในระบบสุญญากาศหรือมีการอุดตันที่อุปกรณ์ Vacuum Chuck เกิดขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้ผลการทดลองการบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสามารถทำให้คาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรที่อาจเกิดขึ้นได้ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าความเสียหายที่การณ์นั้นจะเกิดขึ้นจริง และยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาการเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมการทำงานของเครื่องจักรมากขึ้น และมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติที่น่าเชื่อถือเพื่อนำไปสู่ประโยชน์สูงสุดของโครงงานนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลที่ได้รับจากการออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยา คือ มีเครื่องมีที่สามารถแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรแบบเรียลไทม์ผ่านระบบ Web Server ได้ด้วยการใช้โปรแกรม WindLDR ในการเขียนโปรแกรมแสดงผล โดยแบ่งหน้าจอแสดงผลออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) หน้าแรก 2) ระบบไฟฟ้า 3) ระบบลม 4) ระบบสารเคมี และ 5) ระบบสุญญากาศ ซึ่งถูกออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยให้แสดงผลในรูปของกราฟแบบเรียลไทม์และมีตัวเลขกำกับค่าของพารามิเตอร์ที่ต้องการสังเกตในหน่วยต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการบันทึกผลการทำงานของเครื่องจักรในทุกๆ 1 วินาที โดยจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ Excel (.csv) เพื่อให้สามารถดูข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรย้อนหลังได้ พร้อมทั้งมีเวลาขณะที่เครื่องจักรทำงานกำกับไว้เพื่ออ้างอิงช่วงเวลาที่เครื่องจักรเกิดความเสียหายได้

ในส่วนของการคาดการณ์ความเสียหายของเครื่องจักรพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการรั่วไหลของน้ำยามาสะสมที่ส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์ ทำให้การทำงานของอุปกรณ์มีอุปสรรคหรือมีความฝืด และการรั่วไหลของระบบสุญญากาศและระบบลมทำให้การทำงานของอุปกรณ์หรือระบบใช้เวลามากขึ้นซึ่งส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการผลิตต่อหน่วยเพิ่มขึ้น

นอกจากระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยาแล้ว ยังมีชุดทดลองจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยาที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อเป็นชุดทดลองการทำงานระบบแสดงผลการณ์ทำงานของเครื่องจักร ก่อนที่จะนำไปทดสอบกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ซึ่งชุดทดลองจำลองการทำงานนี้ สามารถใช้เป็นอุปกรณ์ในการศึกษาการทำงานเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยาอย่างง่ายได้อีกด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเขียนโปรแกรมการเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมการทำงานของเครื่องจักรมากขึ้น เพื่อป้องกันการขาดหายไปของข้อมูลที่อาจทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความผิดพลาด
2. ในการพัฒนาระบบพยากรณ์และแสดงสภาพการทำงานของเครื่องจักรในระบบเคลือบน้ำยาครั้งต่อไป ควรมีการนำเทคโนโลยีการส่งข้อมูลระยะไกลเข้ามาช่วยในการเข้าถึงข้อมูล เพื่อสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดความเสียหายขณะเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับเครื่องจักร
3. ควรมีการวางแผนการแก้ไขปัญหาความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นหลังจากที่รู้ข้อมูลของเครื่องจักรแล้ว เพื่อที่จะป้องกันหรือลดโอกาสการเกิดความเสียหายนั้นลงตามแนวคิดของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

[1] Protocol Converter; แหล่งที่มา: https://www.techopedia.com/definition/9004/protocol-converter. (สืบค้นวันที่ 28 กันยายน 2561)

[2] Real-Time Data Monitoring (RTDM); แหล่งที่มา: https://www.techopedia.com/definition/12274/real-time-data-monitoring-rtdm. (สืบค้นวันที่ 5 ตุลาคม 2561)

[3] KMT-Technology; คู่มือการใช้งาน พีแอลซี ไอเด็ค; แหล่งที่มา: http://kmt-technology.com/index.php?route=product/category&path=65_132_71. (สืบค้นวันที่ 20 กันยายน 2561)

[4] Beijer Electronics; iX Developer Reference Manual; แหล่งที่มา: http://beijerinc.com/pdf/iX_Developer_Reference_Manual.pdf. (สืบค้นวันที่ 20 กันยายน 2561)

[5] Rockwell Automation; LOGIX 5000 Controllers General Instruction Reference Manual; แหล่งที่มา: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm003_-en-p.pdf. (สืบค้นวันที่ 20 กันยายน 2561)



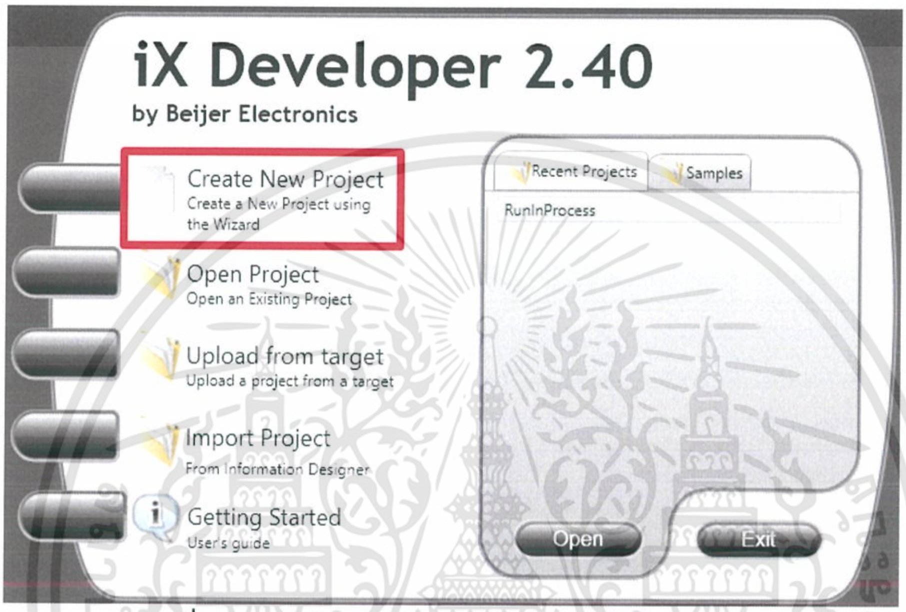
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

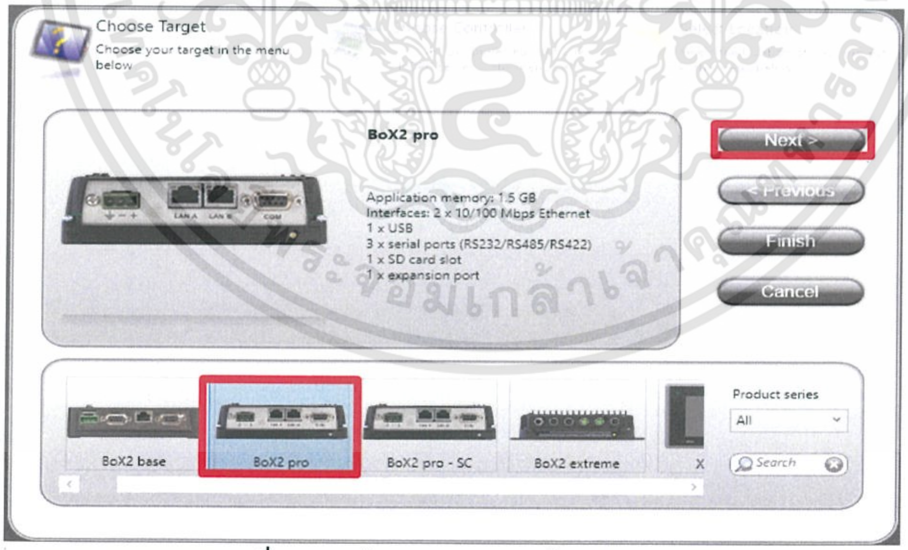
## ภาคผนวก 3.1 การใช้งานโปรแกรม iX developer

การใช้งานโปรแกรม iX developer เพื่อทำการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ PLC 2 ชนิด มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม iX developer > Create New Project > เลือก BoX2 Pro > Next > เลือก Allen Bradley และ Ethernet/IP > Next > ตั้งชื่อไฟล์และที่จัดเก็บ > Finish ดังรูปที่ 3.1.1 ถึง 3.1.4



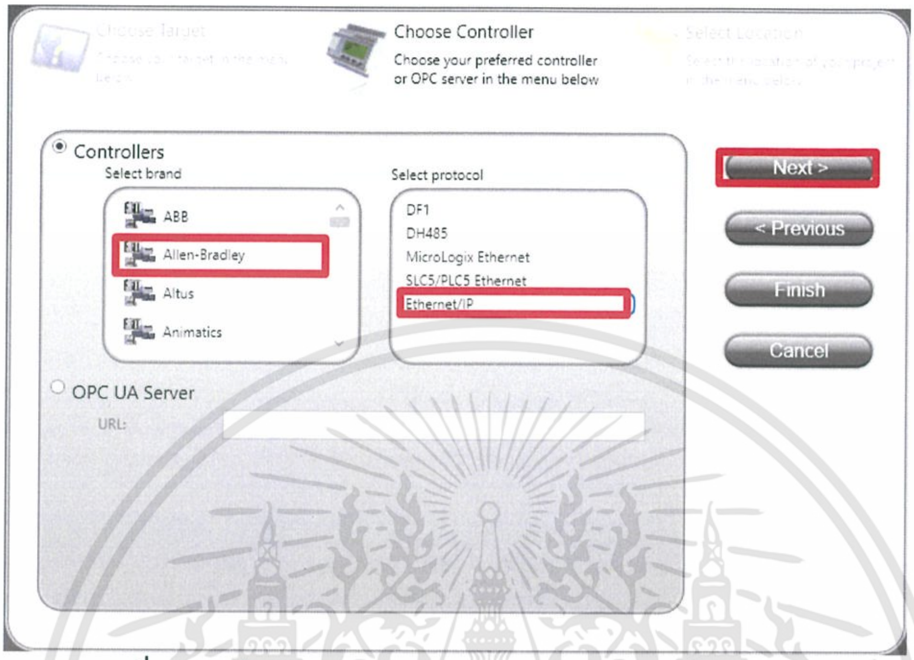

**รูปที่ 3.1.1** เปิดโปรแกรมและเลือก Create New Project



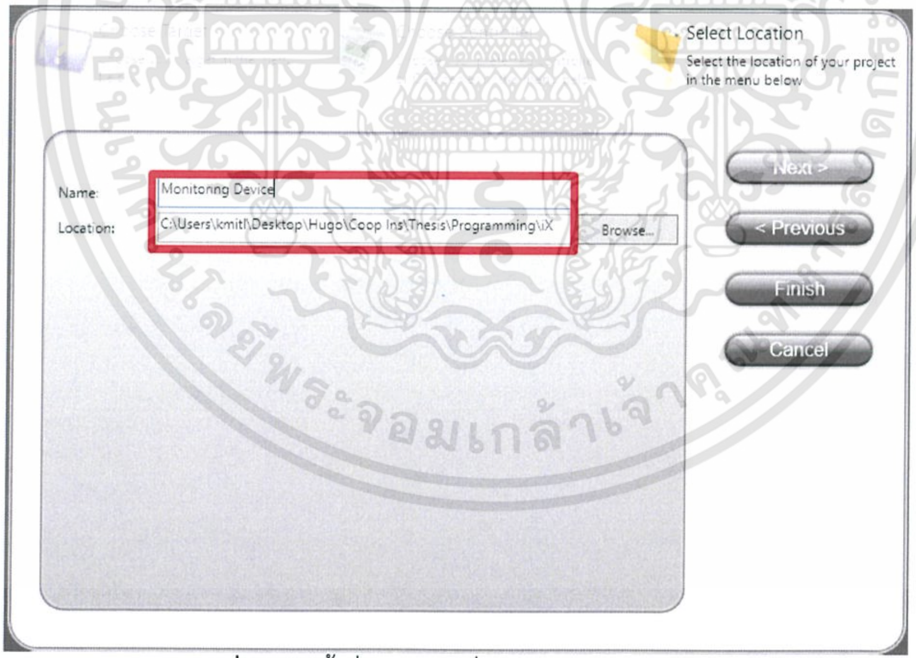

**รูปที่ 3.1.2** เลือก BoX2 Pro แล้วกด Next



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.1.3** เลือก Allen Bradley และ Ethernet/IP แล้วกด Next



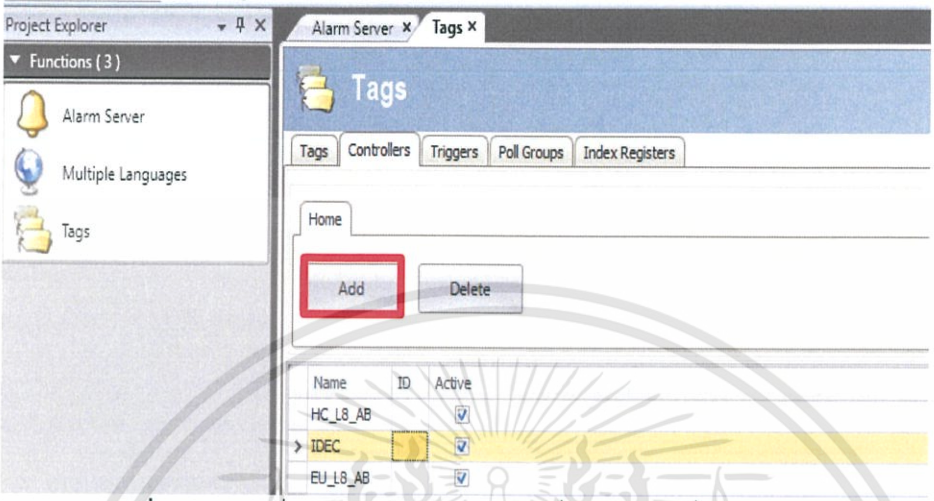

**รูปที่ 3.1.4** ตั้งชื่อไฟล์และที่จัดเก็บแล้วกด Finish

2. Tags > Controllers > กด Add เพื่อเพิ่ม PLC ที่ต้องการถ่ายโอนข้อมูล ดังรูปที่ 3.1.5 โดยทำการเลือกรุ่นและชนิดของโปรโตคอล ในที่นี้กำหนดให้ PLC ของเครื่องจักร HC และ EU เป็น HC_L8_AB

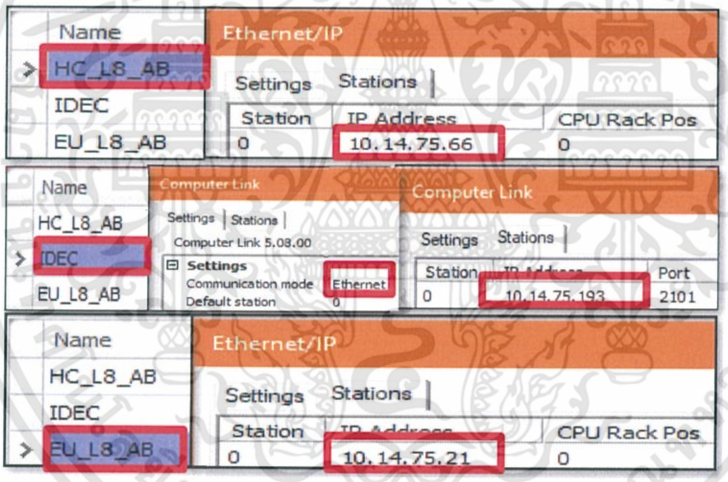


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ EU_L8_AB ตามลำดับ และเพิ่ม PLC IDEC เพื่อเป็นตัวรับข้อมูล > ตั้งค่า IP Address ดังรูปที่ 3.1.6 > ทำเครื่องหมายถูกที่ช่อง Active ทั้งหมด

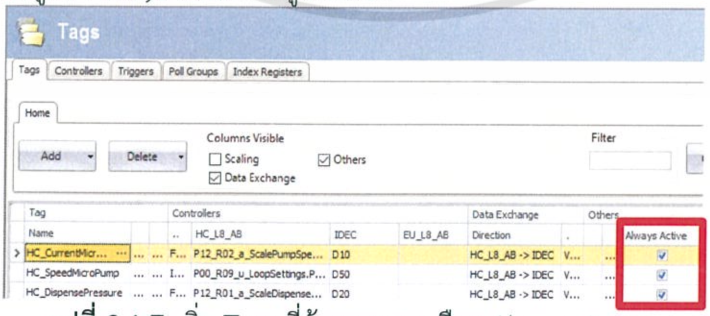



**รูปที่ 3.1.5** กดเพิ่ม PLC แต่ละตัวและทำเครื่องหมายถูกที่ช่อง Active




**รูปที่ 3.1.6** ตั้งค่า IP Address ของ PLC แต่ละตัว

3. กลับไปที่หน้า Tags > เลือก Data Exchanger และ Others > เพิ่ม tags ที่ต้องการถ่ายโอนข้อมูล > ทำเครื่องหมายถูกที่ Always Active ดังรูปที่ 3.1.7

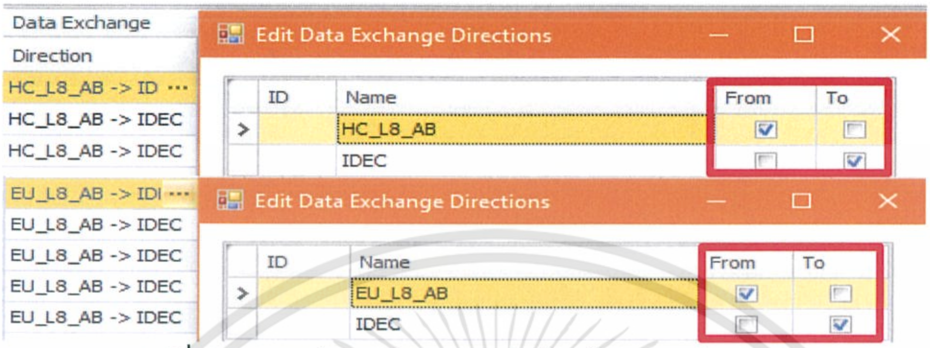



**รูปที่ 3.1.7** เพิ่ม Tags ที่ต้องการและเลือก Always Active



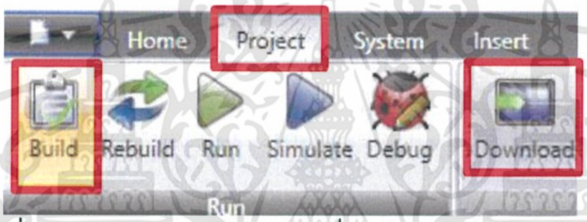
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือกที่ Direction เพื่อทำการกำหนดทิศทางการถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง(กำหนดสถานะรับ-ส่งข้อมูล) ของ PLC โดยที่ 'from' คือ PLC ที่เป็นตัวส่งข้อมูล และ 'to' คือ PLC ที่เป็นตัวรับข้อมูลดังรูปที่ 3.1.8



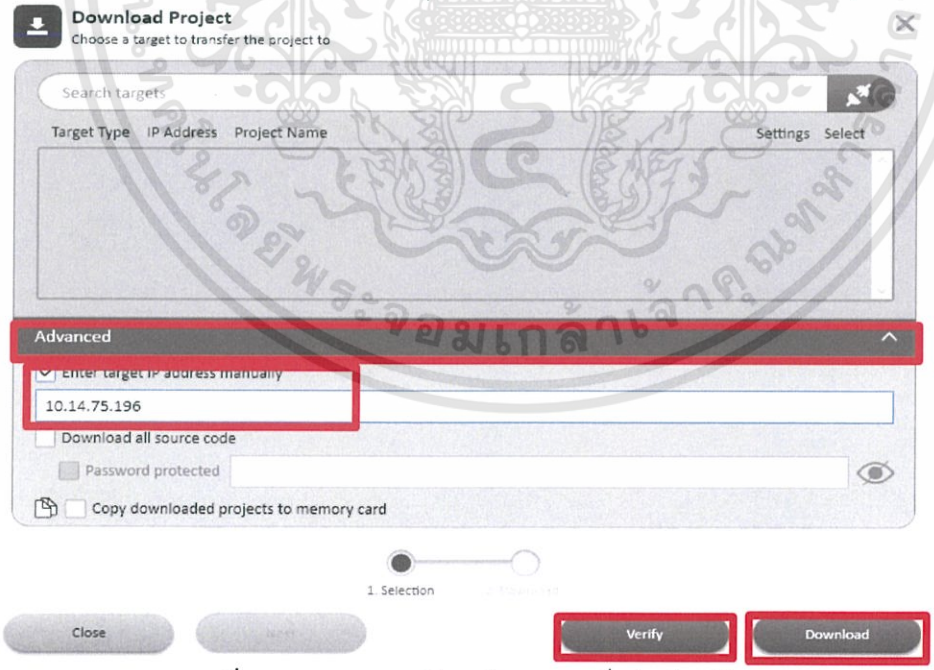

**รูปที่ 3.1.8** การกำหนดทิศทางการถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง PLC

5. เลือก Project > Build > Download




**รูปที่ 3.1.9** การ Build โปรแกรมเพื่อเตรียมการถ่ายโอนข้อมูล

6. เลือก Advance > ใส่ IP Address ของอุปกรณ์ BoX2Pro > Download > Verify




**รูปที่ 3.1.10** การดาวน์โหลดโปรแกรมเพื่อถ่ายโอนข้อมูล



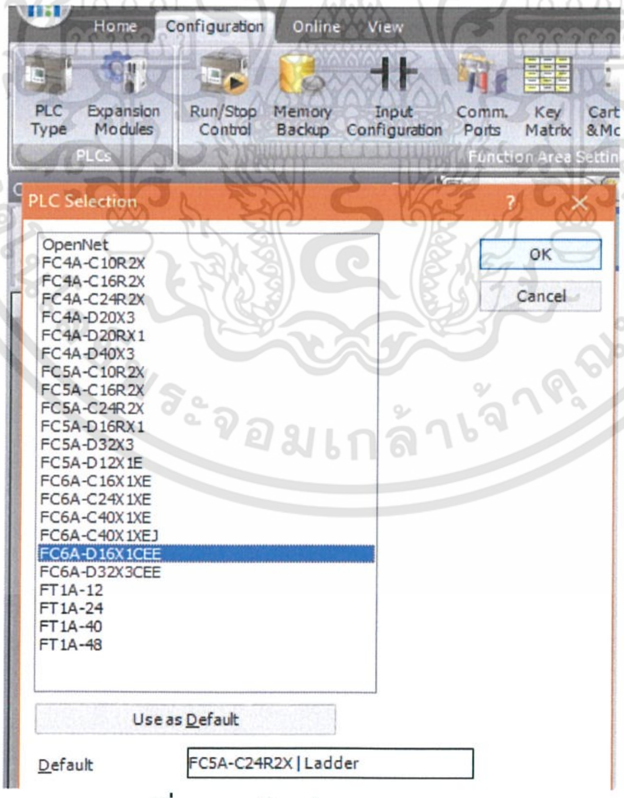
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก 3.2 การใช้งานโปรแกรม WindLDR**

การใช้งานโปรแกรม WindLDR เพื่อทำการแสดงข้อมูลของเครื่องจักรแบบเรียลไทม์ มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม WindLDR > Configuration > PLC Type > เลือกรุ่นของ PLC ที่ใช้งานดังรูปที่ 3.2.1 ในที่นี้เป็น FC6A-D16X1CEE > OK > OK

**รูปที่ 3.2.1** โปรแกรม WindLDR สำหรับ IDEC PLC

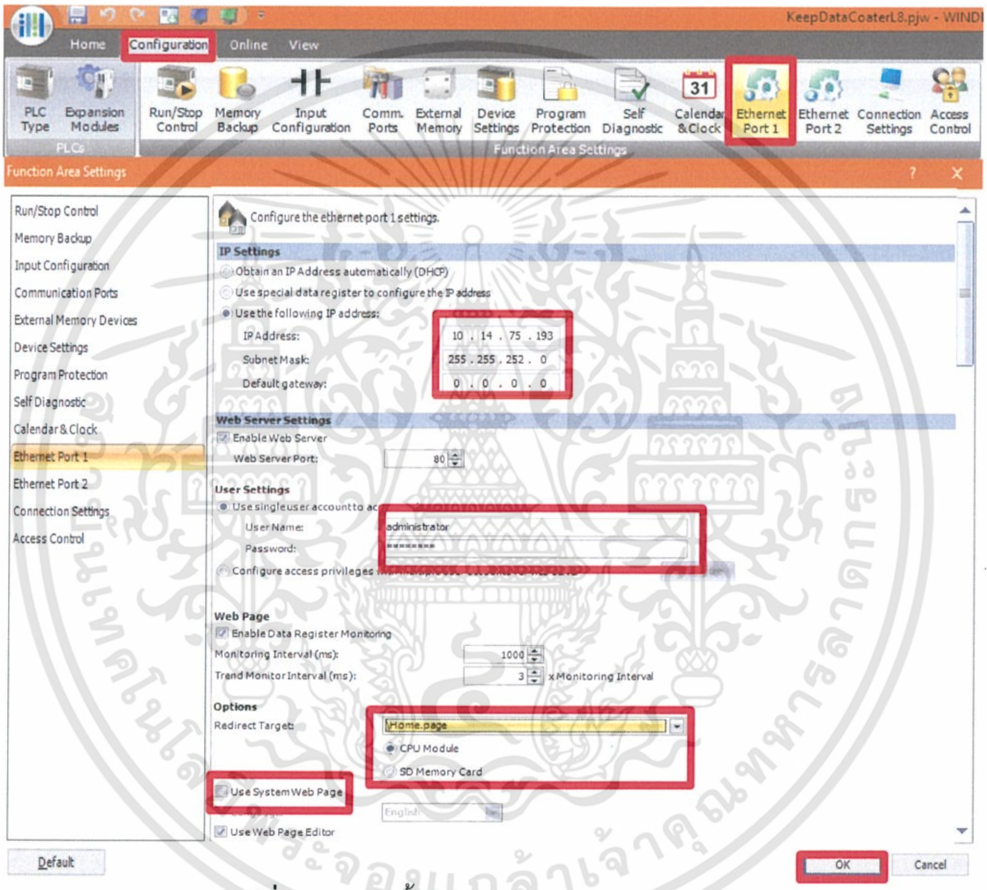



**รูปที่ 3.2.2** เลือกรุ่นของ IDEC PLC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการรูนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรม Ladder Diagram เพื่อรับข้อมูลและแสดงผลบน Web Server โดยมีฟังก์ชันของโปรแกรมดังหัวข้อที่ 3.3.4 และ 3.3.5
3. เลือก Configuration > Ethernet Port1 > เลือก IP Setting > ตั้งค่า IP Address ที่ 10.14.75.193 และ Subnet Mask เป็น 255.255.252.0 > ไปที่ Web Server Setting > ตั้งค่า User และ Password เพื่อล็อคอินเข้าสู่การแสดงข้อมูลโดย Web Server > เลือก Redirect Target เป็นหน้าแรกคือ Home.page > นำเครื่องหมายออกจากช่อง Use System Web Page > OK ดังรูปที่ 3.2.3

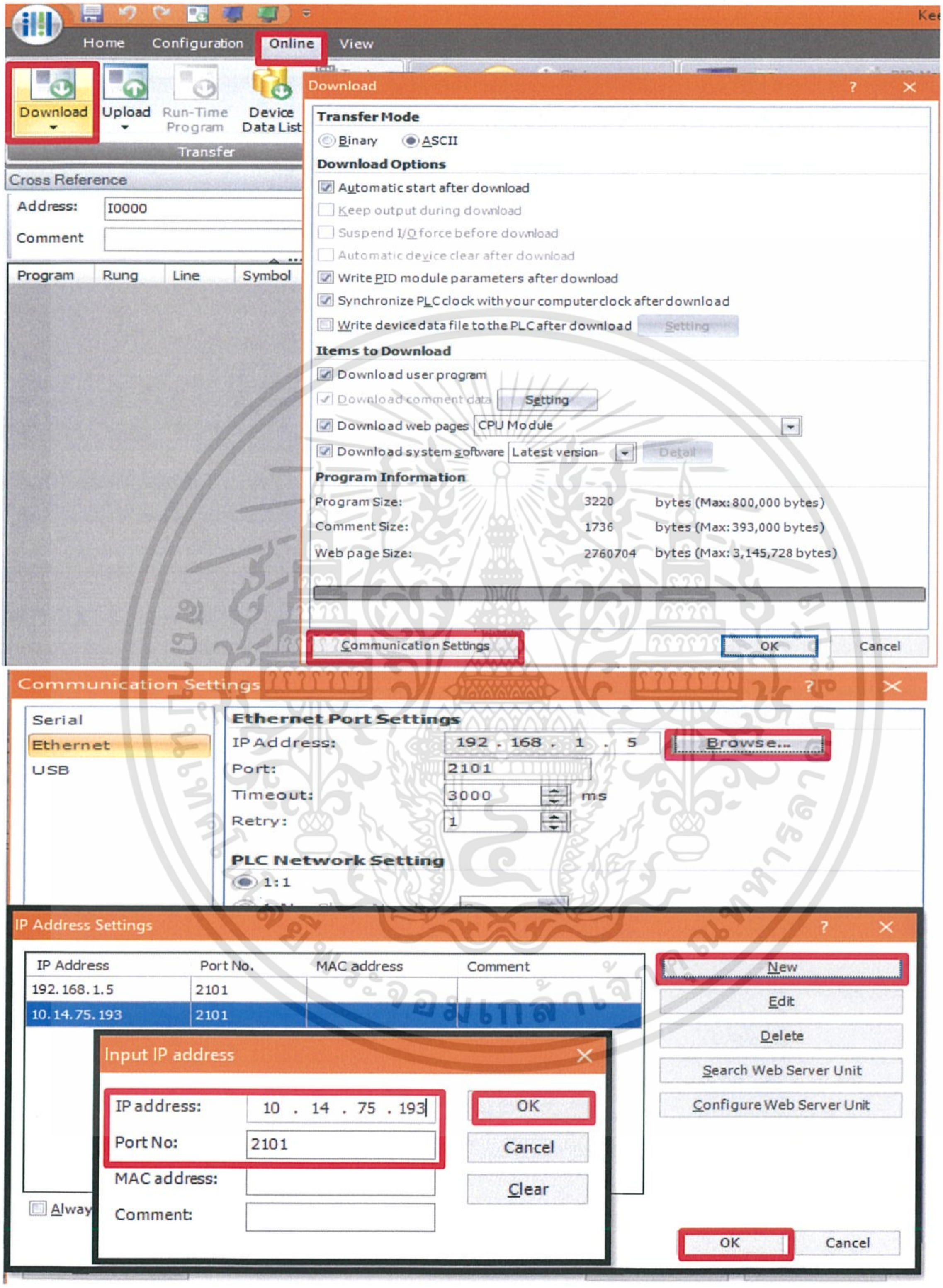



**รูปที่ 3.2.3** การตั้งค่า Ethernet Port1

4. ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม Ladder Diagram โดยการเลือก Online > Download > Communication Setting > Ethernet > Browse > เลือก IP Address 10.14.75.193 หรือเพิ่ม IP Address ขึ้นใหม่โดยไปที่ New ดังรูปที่ 3.2.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

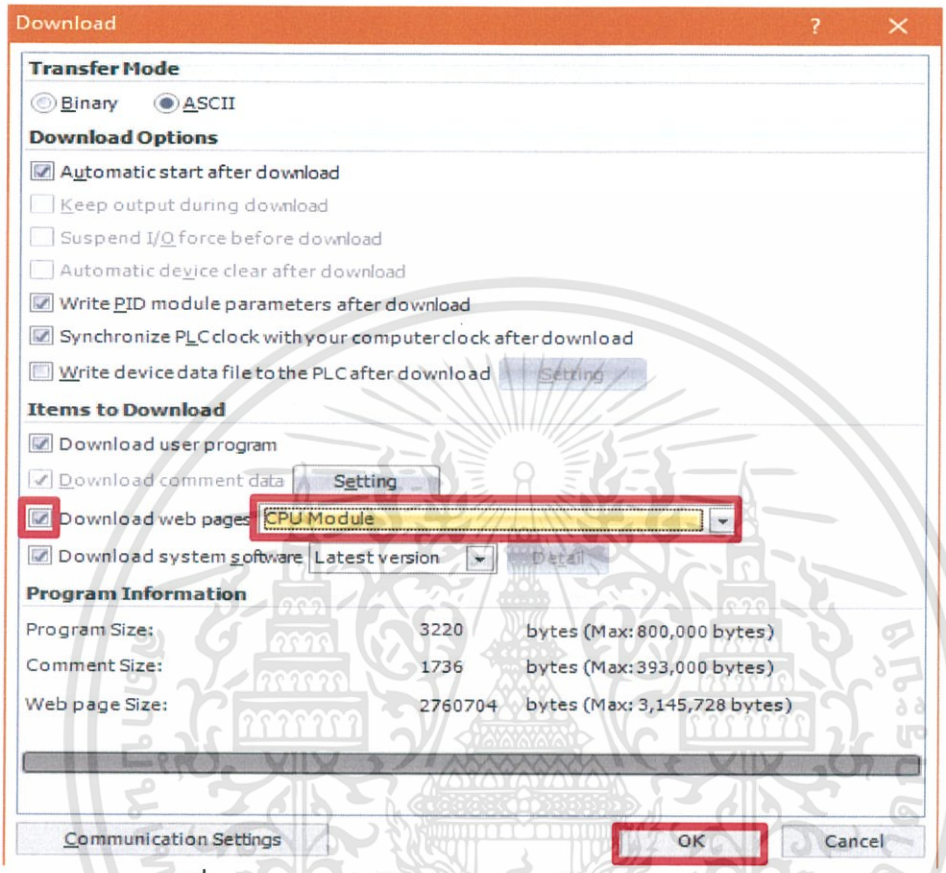



**รูปที่ 3.2.4** การเลือก IP Address ของ IDEC PLC ที่จะดาวน์โหลดโปรแกรมลงใน CPU



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำเครื่องหมายที่ช่อง Download web pages > เลือก CPU Module > OK ดังรูปที่ 3.2.5




รูปที่ 3.2.5 การดาวน์โหลดโปรแกรมลงใน CPU ของ IDEC PLC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

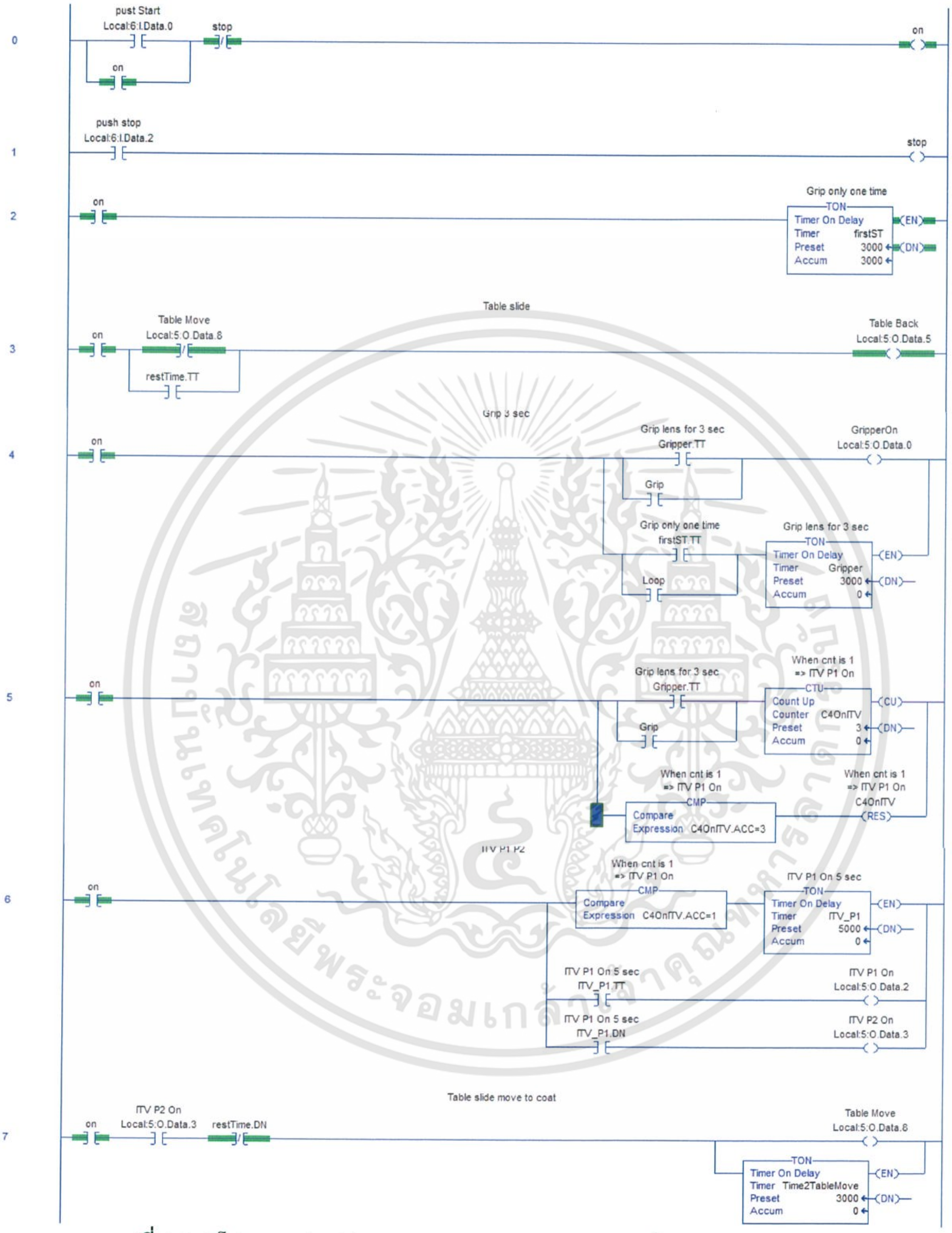
**ภาคผนวก 3.3 โปรแกรม Ladder Diagram การทำงานของชุดจำลองกระบวนการทำงานของเครื่องจักร**

การใช้เขียนโปรแกรมจำลองการทำงานของเครื่องจักรระบบเคลือบน้ำยาเพื่อทำการแสดงข้อมูลของเครื่องจักรแบบเรียลไทม์ดังแสดงในรูปที่ 3.3.1 และรูปที่ 3.3.2 โดยมีฟังก์ชันของโปรแกรมดังต่อไปนี้

Line 0 - กดปุ่มเพื่อเริ่มต้นการทำงานของชุดจำลองและคงค่าสถานะ 'On'
Line 1 - กดปุ่มเพื่อหยุดการทำงานของชุดจำลอง
Line 2 - เมื่อเริ่มการทำงานเป็นครั้งแรก ระบบสั่งให้ห้องลมของ Gripper ทำการคีบเลนส์ 3วินาที
Line 3 - ระบบสั่งให้ห้องลงของ Table Slide ปิด ทำให้ Table Slide อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น
Line 4 - ระบบสั่งให้ห้องลมของ Gripper ทำการคีบเลนส์ 3วินาที ในกรณีที่ไม่ได้เริ่มการทำงานเป็นครั้งแรก
Line 5 - เป็นฟังก์ชันนับจำนวนครั้งการเปลี่ยนโหมดของ ITV Air Regulator โดยให้เริ่มนับใหม่ทุกๆ 2 ครั้ง
Line 6 - ทำการเปลี่ยนโหมดของ ITV Air Regulator เป็น p1 และ p2 โหมดละ 5 วินาที ตามลำดับ
Line 7 - ระบบสั่งให้ห้องลมของ Table Slide เปิด เพื่อทำการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเคลือบเลนส์
Line 8 - ระบบสั่งให้ห้องลมที่จ่ายให้กับ EFD Valve เปิดเพื่อทำการฉีดน้ำยาเป็นเวลา 5 วินาที
Line 9 - ทำการหมุน Servo Motor เป็นเวลา 7 วินาที และหลังจากที่มอเตอร์หยุดแล้วเป็นเวลา 2 วินาที ระบบสั่งปิดห้องลมของ Table Slide เพื่อเคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น
Line 10 - ระบบเปิดห้องลมของ Gripper เพื่อทำการหยิบเลนส์เป็นเวลา 3 วินาที เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป
Line 11 - ฟังก์ชันกำหนดเวลาการทำงานหนึ่งรอบของเครื่องจักร ตั้งค่าให้หนึ่งรอบการทำงานใช้เวลา 9 วินาที
Line 12 - ย้ายข้อมูลจาก Analog Input Ch1 ไปยังเมมโมรี่ DP เพื่ออ่านค่า Dispense Pressure
Line 13 - ย้ายข้อมูลจาก Analog Input Ch2 ไปยังเมมโมรี่ Vac เพื่ออ่านค่า Vacuum
Line 14 - ย้ายข้อมูลจาก Analog Input Ch3 ไปยังเมมโมรี่ dualPulseMP เพื่อตรวจจับสัญญาณ Pulse ของ Micropump
Line 15 - สั่งให้เมมโมรี่ GripperOn1 อยู่ในสถานะ 'On' หรือ 'Off' เพื่อให้สัญญาณของ Reed Switch Gripper สามารถส่งมายัง BoX2Pro และ IDEC PLC ได้
Line 16 - สั่งให้เมมโมรี่ TableMove1 อยู่ในสถานะ 'On' หรือ 'Off' เพื่อให้สัญญาณของ Reed Switch Table Slide Extend สามารถส่งมายัง BoX2Pro และ IDEC PLC ได้
Line 17 - สั่งให้เมมโมรี่ TableBack1 อยู่ในสถานะ 'On' หรือ 'Off' เพื่อให้สัญญาณของ Reed Switch Table Slide Retract สามารถส่งมายัง BoX2Pro และ IDEC PLC ได้



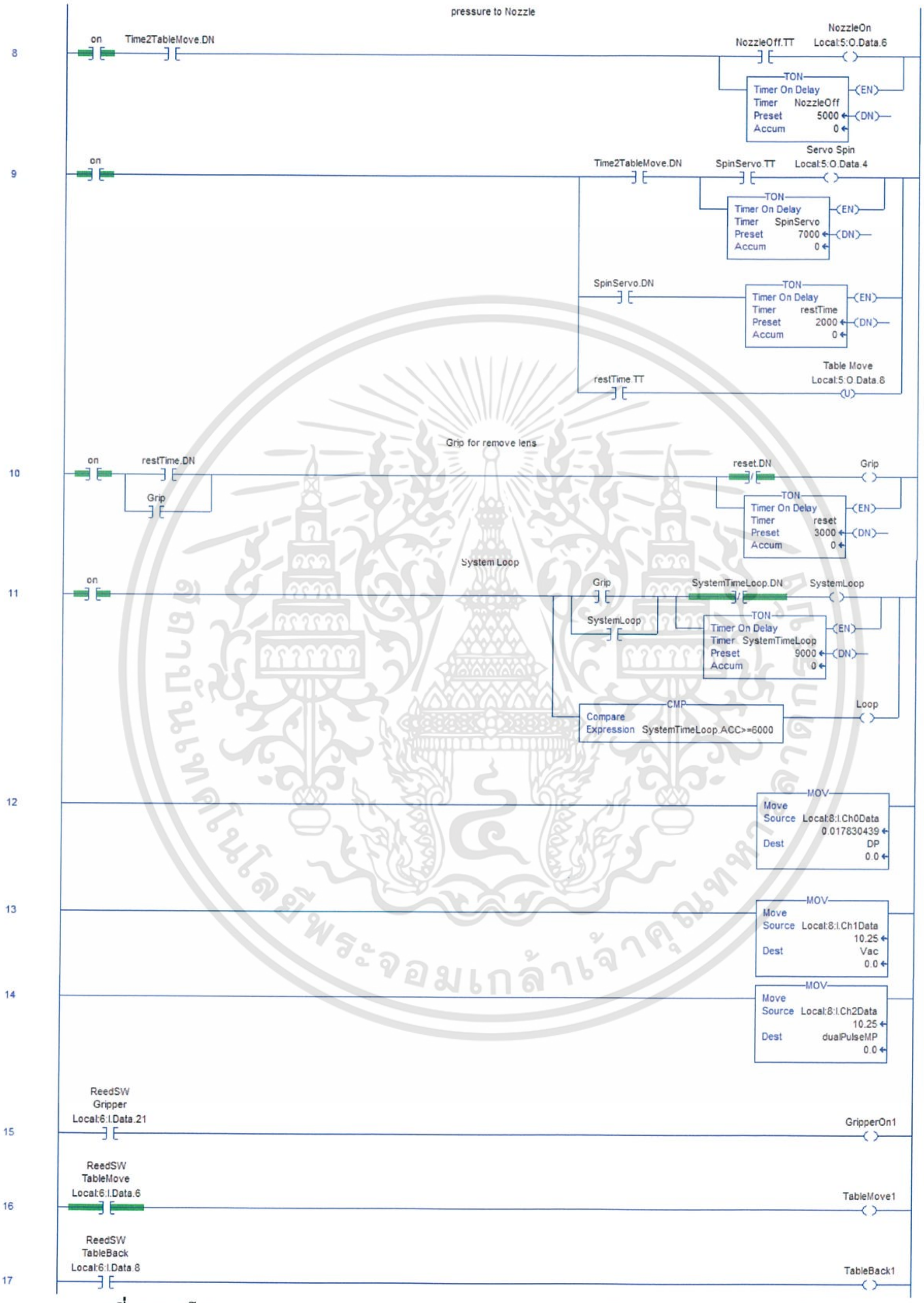
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.3.1** โปรแกรม Ladder Diagram ควบคุมกระบวนการทำงานของชุดทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.3.2** โปรแกรม Ladder Diagram ควบคุมกระบวนการทำงานของชุดทดลอง (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน


| | |
|---|---|
| **ชื่อ-นามสกุล** | : นายปภาวิชญ์ ประตาทะยัง |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | : 27 กรกฎาคม พ.ศ.2539 |
| **ภูมิลำเนา** | : 199/64 ซ.นวมินทร์42 แขวง คลองกุ่ม เขต บึงกุ่ม จังหวัง กรุงเทพฯ 10240 |
| **อีเมลล์** | : gogustags@gmail.com |


| | |
|---|---|
| **ประวัติการศึกษา** | : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น<br>โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |
| | : ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย<br>โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |
| | : ระดับปริญญาตรี<br>ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| **ประวัติการทำงาน** | : กุมภาพันธ์ – เมษายน พ.ศ.2558<br>พนักงานพาร์ทไทม์ Call Center<br>Yum Call Center |
| | : มิถุนายน – กรกฎาคม พ.ศ.2561<br>นักศึกษาฝึกงาน แผนกบำรุงรักษาและเครื่องมือวัด (หบฟสก-ฟ.)<br>กองบำรุงรักษาอุปกรณ์สนับสนุนโรงไฟฟ้า (กบอสก-ฟ.)<br>โรงไฟฟ้าบางปะกง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย |
| | : สิงหาคม – พฤศจิกายน พ.ศ.2561<br>นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนก Maintenance<br>บริษัททรานซิสชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้