



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA
Energy Conservation Management of Inline Oven Machine with
SCADA System

นางสาววิภาภรณ์ บุญกว้าง

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาววิภาภรณ์ บุญกว้าง

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายนพดล อัคระจาละ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัททรานซิชั่นส์ อีพทีกัล (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ นำเสนอเกี่ยวกับการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA เนื่องจากเครื่องอบผิวหน้าเลนส์เป็นเครื่องจักรที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ (Inline Oven Process) ซึ่งรายงานฉบับนี้ได้มีการอธิบายถึงการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาตัวแปรที่มีผลกระทบมากที่สุด นำไปสู่การออกแบบการทดลอง การติดตั้งพีแอลซีและอุปกรณ์ รวมถึงการสร้างระบบ SCADA เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้า แนวน้อม และการแสดงผลการทำงานของเครื่องจักร เพื่อสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ และสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรได้ในอนาคต

คำสำคัญ: กระบวนการอบผิวหน้าเลนส์, การอนุรักษ์พลังงาน, ระบบ SCADA

Co-operative Title: Energy Conservation Management of Inline Oven Machine with SCADA System

Student Intern Name: Miss Wipaporn Boonkwang

Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering

Advisor Name: Assoc. Prof. Dr. Kaset Sirisantamrid

Mentor Name: Mr. Noppadol Akkarajaka

Company: Transitions Optical (Thailand) Ltd.,Co.

ABSTRACT

This cooperative educational report presents about energy conservation management of inline oven machine with SCADA system. The inline oven machine is the most energy consumption of inline oven process. This report describes of research and record data to find the parameters that affect high energy usage of this machine, to analyze the data and find the important parameters. Then, it led to experimental design, Installation PLC and equipment, Including the creation of SCADA system to use for record data about the energy consumption, trend and monitor performance of machine. This is due to reduce the energy consumption of inline oven machine and to analyze the problem in the future.

Keyword: Inline oven process, Energy conservation, SCADA system

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษา เรื่องการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท ทรานซิชั่นส์ อีออปติกัล (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสผู้จัดทำได้เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาและได้เรียนรู้การทำงานในสถานประกอบการ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณสมชัย โรจน์วณิชยากุล หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง ที่ให้โอกาส และให้การสนับสนุนทุนการศึกษาในการทำโครงการนี้ ขอขอบพระคุณ คุณนพดล อัคระจาละ วิศวกรแผนกซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นผู้นิเทศงานที่ให้ความรู้ความเข้าใจในการทำงาน ประสบการณ์ในการทำงาน ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางการดำเนินงาน และขอขอบพระคุณ คุณธนากร แสงพิมพ์ วิศวกรผู้ดูแลโครงการงาน ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานโครงการ และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้จัดทำโครงการ อีกทั้งขอขอบพระคุณบุคลากรภายในแผนกซ่อมบำรุงและแผนกวิศวกรรม ที่ให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานแก่ผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์นิเทศโครงการสหกิจศึกษาที่ให้คำแนะนำชี้แนะแนวทางในการดำเนินงาน ตรวจสอบแก้ไขรายงานสหกิจศึกษาระดับนี้จนสำเร็จลุล่วงไป และดูแลผู้จัดทำตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา ขอขอบพระคุณอาจารย์ในหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุมที่ให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษา ทำให้โครงการสหกิจศึกษาเรื่องการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่อบรมเลี้ยงดู เป็นกำลังใจและส่งเสริมด้านทุนทรัพย์ในการศึกษา และขอบคุณเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือตลอดมา

วิภาภรณ์ บุญกว้าง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงาน ระบบ SCADA และกระบวนการอบผิวน้ำเลนส์	4
2.1 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม	4
2.2 ทฤษฎีของระบบ SCADA	5
2.2.1 ความหมายของระบบ SCADA	5
2.2.2 ส่วนประกอบของระบบ SCADA	5
2.2.3 โครงสร้างของระบบ SCADA	6
2.3 Protocol	7
2.3.1 Modbus RTU	7
2.3.2 Modbus TCP/IP	7
2.3.3 FTP	8
2.4 กระบวนการอบผิวน้ำเลนส์	9
2.4.1 Variable Speed Drive	9
2.4.2 Temperature Controller	10
2.4.3 Heater	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการงาน	11
2.5.1 Programmable Logic Controller	11
2.5.2 Power Meter	11
2.5.3 Power Quality Analyzer.....	12
2.5.4 Current Transformer หรือ CT	12
2.5.5 HMI Touch Screen	12
2.5.6 Pitot Tube	13
2.5.7 Differential Pressure Transmitter	14
2.6 โปรแกรมที่ใช้ในโครงการงาน	14
2.6.1 Software WindLDR.....	14
1. Web Server	14
2. Data Logging	15
2.6.2 Software WindOI-NV4	15
2.6.3 Software JMP.....	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	16
3.1 แผนการดำเนินงานของโครงการงาน.....	16
3.2 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	17
3.2.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์	18
3.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	19
3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	20
3.2.4 การทดลองปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า. 23	
3.2.5 การออกแบบระบบ SCADA.....	24
3.2.6 ติดตั้งอุปกรณ์ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6	25
3.2.7 การเขียนโปรแกรม.....	26
1. การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อดึงค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter.....	26
2. การบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าให้เก็บที่ SD Card ของ PLC.....	29
3. การส่งข้อมูลจาก SD Card ของ PLC ไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server.....	31
4. การออกแบบหน้าเว็บเพจในโปรแกรม WindLDR.....	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. การรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PLC กับ PLC ด้วย Modbus TCP	38
3.3 การพัฒนาระบบ SCADA ของโครงการ	41
3.3.1 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust.....	41
1. การออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล	41
2. การสอบเทียบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล.....	42
2.1 การทดลองวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust	43
2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....	46
3.3.2 ฟังก์ชัน History Graph สำหรับการแสดงผลของระบบ SCADA	46
3.3.3 หน้าจอ HMI สำหรับติดตั้งที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6	47
บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการดำเนินงาน	48
4.1 ผลการทดลอง.....	48
4.1.1 ผลการทดลองการปรับค่าของตัวแปร.....	48
4.1.2 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล	51
4.2 ผลการดำเนินงาน	52
4.2.1 ผลการดำเนินงานของระบบ SCADA	52
1. การแสดงผลหน้าเว็บเบราว์เซอร์ของข้อมูลที่ถูกส่งมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์...52	
2. การแสดงผลหน้าเว็บเพจของระบบ SCADA	53
4.2.2 ผลการดำเนินงานของโครงการ	56
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....	58
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	58
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหา	58
5.2.1 ปัญหาที่พบ	58
5.2.2 แนวทางในการแก้ไขปัญหา	59
5.3 ข้อเสนอแนะ	59
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	62
ประวัติผู้เขียน.....	71

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของโครงการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวน้ำเลนส์ด้วยระบบ SCADA.....	16
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวน้ำเลนส์	19
3.3 ข้อมูลความถี่ของ VSD, ข้อมูลตำแหน่งการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust และข้อมูลตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake โซนที่ 1 ของเครื่องอบผิวน้ำเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 1 ถึง 8.....	21
3.4 ตารางการปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวน้ำเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซน 1.....	23
3.5 ตาราง Modbus RTU Address ของค่าทางไฟฟ้าที่ Power Meter วัดได้	26
3.6 ตัวอย่างตาราง Modbus TCP Address สำหรับใช้กับ IDEC PLC	40
3.7 การทดลองวัดอัตราการไหลภายในท่อ Exhaust ด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (P) และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (F).....	43
4.1 ตารางผลการทดลองปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวน้ำเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซน 1.....	48

สารบัญรูป

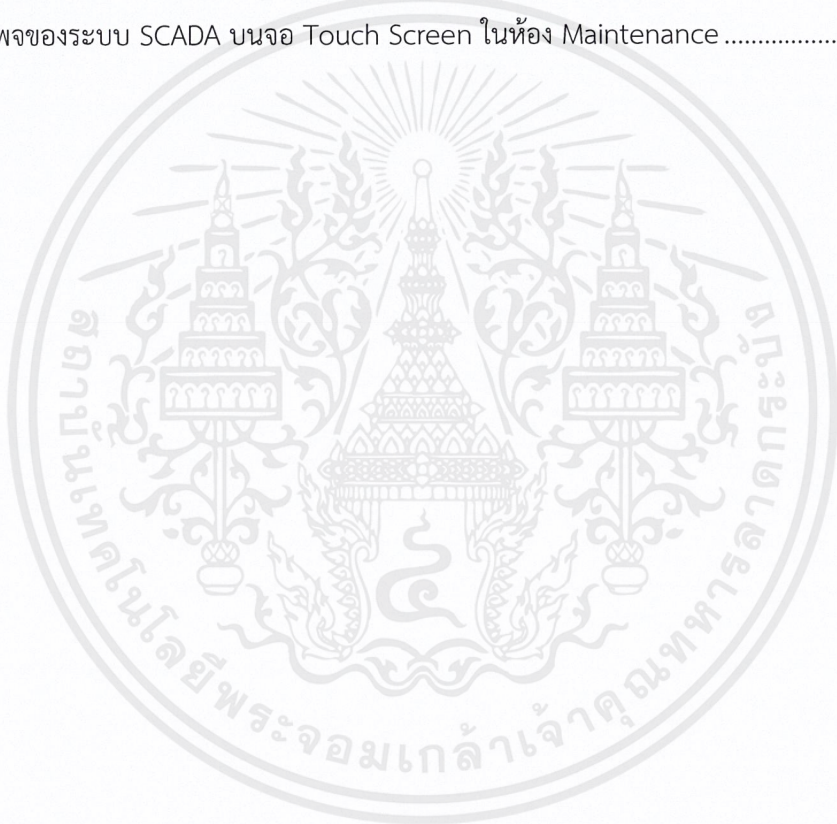
รูปที่	หน้า
1.1 กระบวนการผลิตแบบทรานส์บอนดิงภายในไลน์การผลิต	1
2.1 โครงสร้างของระบบ SCADA.....	6
2.2 IDEC PLC MicroSmart FC6A Plus	11
2.3 DC Power Meter Multitek.....	11
2.4 Current Transformer.....	12
2.5 ลักษณะการทำงานของ Pitot Tube	13
2.6 Differential Pressure Transmitter Honeywell	14
3.1 ขั้นตอนในการดำเนินงานของโครงการงาน	17
3.2 แบบจำลองเครื่องอบผิวหน้าเลนส์	18
3.3 ข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) โชนที่ 1 ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิต 1.....	22
3.4 ข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) โชนที่ 1 ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิต 4.....	22
3.5 โครงสร้างระบบ SCADA ของโครงการงาน.....	25
3.6 ติดตั้งอุปกรณ์ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6.....	25
3.7 การแสดงผลค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter หลังจากติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์	26
3.8 การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อดึงค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter (1)	27
3.9 การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อดึงค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter (2)	28
3.10 การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อดึงค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter (3).....	28
3.11 การเขียนโปรแกรมบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าให้กับที่ SD Card.....	29
3.12 การตั้งค่าคำสั่ง DLOG เพื่อบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้า (1).....	30
3.13 การตั้งค่าคำสั่ง DLOG เพื่อบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้า (2).....	30
3.14 การเขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลด้วย FTP.....	31
3.15 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (1).....	31
3.16 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (2).....	32
3.17 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (3).....	32
3.18 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (4).....	33
3.19 หน้าแรกของเว็บเพจที่แสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่6..	34
3.20 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ .	35
3.21 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โชนที่ 1	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.22 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ ในไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 2.....	36
3.23 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ ในไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 3.....	37
3.24 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบเรียลไทม์.....	37
3.25 Modbus TCP Communication via Ethernet Communication.....	38
3.26 การตั้งค่า Modbus TCP Server.....	38
3.27 การตั้งค่า Modbus TCP Client (1).....	39
3.28 การตั้งค่า Modbus TCP Client (2).....	39
3.29 การตั้งค่า Modbus TCP Client (3).....	40
3.30 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล	41
3.31 แบบจำลองการวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ด้วยอุปกรณ์ วัดอัตราการไหล.....	42
3.32 การแสดงผลค่าอัตราการไหลและค่าความเร็วของอากาศที่วัดได้จากอุปกรณ์ วัดอัตราการไหล.....	42
3.33 เครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (ซ้าย) และอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (ขวา)	42
3.34 Histogram and Normal Quantile Plot of Flow Measurement (P).....	44
3.35 Histogram and Normal Quantile Plot of Testo Flow Meter (F).....	44
3.36 Test that the Variances are Equal.....	45
3.37 Oneway Analysis of Data by Parameter (1).....	45
3.38 One-way Analysis of Data by Parameter (2).....	46
3.39 ตัวอย่าง History Graph ที่แสดงผลข้อมูลค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ใน ไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 1.....	46
3.40 หน้าจอ HMI สำหรับแสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าและการคำนวณค่าใช้จ่ายของการใช้ พลังงานไฟฟ้า	47
3.41 หน้าจอ HMI สำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์	47
4.1 กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) ก่อนทำการทดลองปรับค่าตัวแปร	49
4.2 กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) หลังทำการทดลองปรับค่าตัวแปรในการทดลอง ลำดับที่ 5	50
4.3 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ท่อ Exhaust ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์.....	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 หน้าเว็บเบราว์เซอร์แสดงข้อมูลที่ถูส่งมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ด้วย FTP	52
4.5 หน้าแรกของเว็บเพจที่แสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6..	53
4.6 หน้าเว็บเพจสำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์	54
4.7 หน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ใน ไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 1	55
4.8 หน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบเรียลไทม์.....	55
4.9 หน้าเว็บเพจของระบบ SCADA บนจอ Touch Screen ในห้อง Maintenance	56



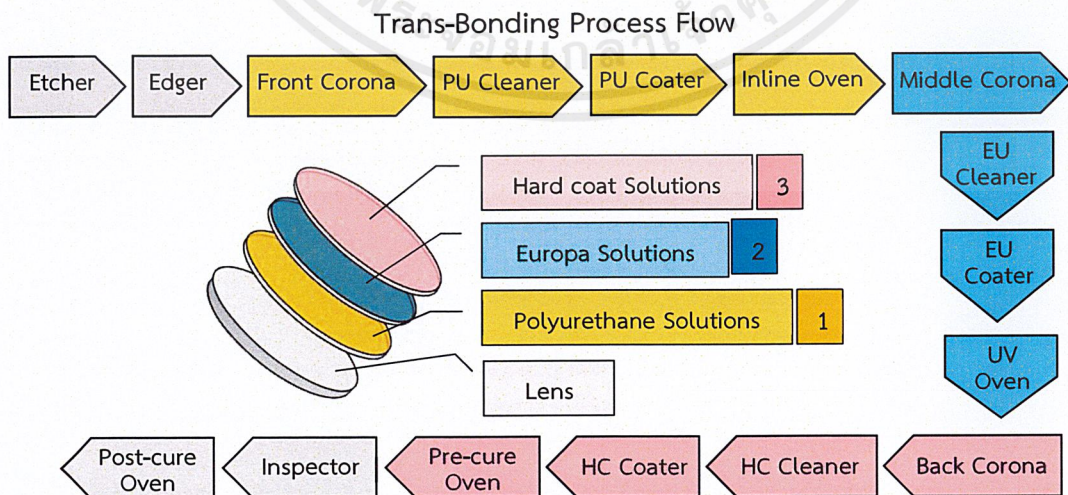
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการชะลอตัวของเศรษฐกิจ ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจนำเข้าและส่งออก หลายบริษัทจึงเตรียมพร้อมรับมือกับผลกระทบทางเศรษฐกิจที่กำลังจะเกิดขึ้น เช่น การปรับปรุงโครงสร้างภายในองค์กร การลดต้นทุนการผลิต ซึ่งการลดต้นทุนการผลิตเป็นหนึ่งในวิธีที่บริษัทส่วนใหญ่เลือกใช้ เนื่องจากสามารถทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้และเห็นผลลัพธ์ได้รวดเร็ว โดยต้นทุนการผลิตที่สามารถลดได้คือการลดต้นทุนการผลิตเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร

บริษัททรานซิชันส์ อ็อพติคัล (ประเทศไทย) จำกัด ได้ดำเนินธุรกิจเคลือบผิวเลนส์ด้วยเทคโนโลยีโฟโตโครมิกทำให้เลนส์ที่ได้รับการเคลือบมีคุณสมบัติพิเศษ และเมื่อสัมผัสกับแสงยูวีโมเลกุลโฟโตโครมิกหลาย ๆ ล้วนโมเลกุลในเลนส์จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้เลนส์มีสีเข้มขึ้นตามปริมาณแสงที่ตกกระทบกับเลนส์ กระบวนการในการเคลือบเลนส์มีดังต่อไปนี้ ขั้นแรกคือนำเลนส์เข้าเครื่องสลักชื่อ (Etcher) จากนั้นตรวจสอบค่าทางสายตาและรายละเอียดตามที่ลูกค้าต้องการ เมื่อตรวจสอบเสร็จจะเป็นการตัดขอบเลนส์ (Edger) เพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการ จากนั้นลำเลียงเลนส์ทางสายพานส่งไปยังเครื่องปรับผิวหน้าเลนส์ (Corona) เพื่อให้ผิวหน้าเลนส์พร้อมสำหรับการเคลือบน้ำยา แล้วลำเลียงเลนส์เข้าเครื่องทำความสะอาด (Cleaner) เพื่อกำจัดฝุ่นผงบริเวณผิวหน้าเลนส์ก่อนทำการเคลือบผิวเลนส์ (Coater) และทำการอบเลนส์ (Oven) ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการลำเลียงเลนส์เข้าเครื่องปรับผิวเลนส์เพื่อทำการเคลือบน้ำยาในขั้นต่อไป ซึ่งในกระบวนการผลิตจะทำการเคลือบน้ำยาทั้งหมด 3 ชนิด เมื่ออบเลนส์หลังจากเคลือบน้ำยาสุดท้ายจะมีการตรวจเช็คและอบเลนส์อีกครั้งก่อนส่งไปยังส่วนของการบรรจุหีบห่อ จึงสิ้นสุดกระบวนการในการเคลือบเลนส์ ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กระบวนการผลิตแบบทรานส์บอนดิงภายในไลน์การผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพติคัล (ประเทศไทย) จำกัด มีกระบวนการในการเคลือบเลนส์โดยสามารถแบ่งได้ 7 กระบวนการหลัก ๆ ได้แก่ 1) กระบวนการสลักเลนส์ 2) กระบวนการตัดขอบเลนส์ 3) กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ 4) กระบวนการทำความสะอาดเลนส์ 5) กระบวนการเคลือบผิวเลนส์ 6) กระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ และ 7) กระบวนการตรวจสอบ จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลของบริษัทฯ พบว่าไลน์การผลิตที่ 6 มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด เครื่องจักรที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในไลน์นี้คือ เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ (Inline Oven Machine) ซึ่งอยู่ในส่วนของกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ (Inline Oven Process) ดังนั้นโครงการนี้จึงเป็นการนำสัญญาณความผิดปกติทางไฟฟ้ามาวิเคราะห์ และหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้น เพื่อทำการออกแบบการทดลองและสร้างเครื่องมือในการเก็บบันทึกค่าของข้อมูล การคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้า แนวโน้มและการแสดงผลการทำงานของเครื่องจักร รวมไปถึงการหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยไม่กระทบต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์
- 1.2.2 เพื่อหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์
- 1.2.3 เพื่อออกแบบและสร้างระบบ SCADA สำหรับดูแนวโน้มและแสดงผลการทำงานของเครื่องจักร
- 1.2.4 เพื่อสามารถนำสัญญาณทางไฟฟ้าที่เกิดความผิดปกติมาวิเคราะห์ได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ขอบเขตพื้นที่การทำโครงการ
 1. ห้องปฏิบัติการของแผนกซ่อมบำรุง บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพติคัล (ประเทศไทย) จำกัด
 2. อุปกรณ์ในกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ภายในไลน์การผลิตที่ 6
- 1.3.2 ระยะเวลาในการดำเนินงาน
วันที่ 5 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 22 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2562

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาและสำรวจกระบวนการทำงานของเครื่องจักรภายในไลน์การผลิต
- 1.4.2 ศึกษาปัญหาที่พบในแผนกซ่อมบำรุงรักษา เพื่อวางแผนการดำเนินโครงการ
- 1.4.3 ศึกษาพีแอลซีและอุปกรณ์เครื่องมือที่นำมาใช้ในโครงการ พร้อมทำการติดตั้งอุปกรณ์
- 1.4.4 ศึกษาโปรแกรม WinLDR สำหรับเขียนโปรแกรม และออกแบบหน้าเว็บเพจ
- 1.4.5 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์
- 1.4.6 วิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

- 1.4.7 ออกแบบและทำการทดลองสำหรับหาสภาพที่ดีที่สุดในการปรับตัวแปร เพื่อใช้ในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6
- 1.4.8 ออกแบบระบบ SCADA เพื่อใช้ในการเก็บค่าข้อมูลและแสดงผลการทำงานของเครื่องจักร
- 1.4.9 ออกแบบหน้าจอ HMI Touch Screen สำหรับแสดงผลภายในไลน์การผลิตที่ 6
- 1.4.10 ทดสอบโปรแกรมและการแสดงผลหน้าเว็บเพจของระบบ SCADA สำหรับเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6
- 1.4.11 ออกแบบและทดสอบเครื่องมือวัดอัตราการไหลสำหรับติดตั้งเพื่อวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์
- 1.4.12 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์
- 1.5.2 สามารถดูแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ผ่านระบบ SCADA
- 1.5.3 สามารถบันทึกข้อมูลหรือดูประวัติการปรับเปลี่ยนข้อมูลย้อนหลังได้
- 1.5.4 สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายของการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

บทที่ 2

ทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงาน ระบบ SCADA และกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์

2.1 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม [1], [2]

การอนุรักษ์พลังงานเป็นการลดการใช้พลังงานด้วยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและมีความสำคัญที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิตของทุกโรงงาน ความจำเป็นและความสำคัญในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าไม่ได้เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีความจำเป็นต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศอีกด้วย

ในการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานนั้น จะต้องรู้ว่าโรงงานมีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อะไรบ้างที่มีการใช้พลังงานและมีการใช้พลังงานจำนวนเท่าไร สิ่งแรกที่ต้องทำในการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงงานคือ การทำสมดุลพลังงาน ซึ่งการทำสมดุลพลังงานเป็นการจัดทำภาพรวมการใช้พลังงานของระบบหรือของกระบวนการ หรือเป็นการประเมินการใช้พลังงานในส่วนต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางในการประหยัดพลังงานของระบบหรือของกระบวนการ ในการหาสมดุลพลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้โดยหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากระบบต่างๆ ที่มีการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้ 1) ระบบปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น 2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 3) ระบบไฟฟ้าจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต และ 4) ระบบอื่นๆ นอกจากการหาสมดุลพลังงานไฟฟ้าแล้ว ยังมีการหาสมดุลพลังงานความร้อนและสมดุลพลังงานสิ้นเปลืองจากเครื่องจักรที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนั้นสิ่งที่สำคัญในการหาสมดุลพลังงานคือ การตรวจวัดการใช้พลังงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นตอนการค้นหานิตพลังงานที่ใช้ในโรงงาน เช่น พลังงานไฟฟ้า, เชื้อเพลิงในการให้ความร้อน
- 2) ขั้นตอนการแยกชนิดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์หลักตามแต่ละประเภทการใช้พลังงาน อาจแยกเป็นประเภทที่ใช้ไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์แสงสว่าง, มอเตอร์ และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น
- 3) ขั้นตอนการตรวจวัดเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม ซึ่งเครื่องมือวัดการใช้พลังงานมีทั้งแบบติดตั้งถาวร เช่น Faraday Meter, Power Meter และแบบเคลื่อนที่ได้ เช่น Multi Meter, Energy Meter เป็นต้น
- 4) ขั้นตอนการเก็บและบันทึกข้อมูล ควรเริ่มจากการเลือกเครื่องมือวัดให้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการตรวจวัด พร้อมทั้งบันทึกเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการบันทึก เลือกความถี่ในการสุ่มเก็บรวบรวมข้อมูลในกรณีที่เครื่องมือวัดไม่ใช้การเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติ
- 5) ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ตรวจจับ ควรตรวจสอบคู่มือการใช้งานเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ตรวจจับก่อนทำการติดตั้ง สำหรับการเก็บข้อมูลในการตรวจวัดที่ต้องการความถี่สูงและมีการเปลี่ยนแปลงช้าๆ แต่มีความสำคัญ และมีพื้นที่เก็บข้อมูลที่ไม่สะดวก ควรเลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากเครื่องบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติจะให้ประโยชน์สูงสุด

ซึ่งข้อมูลที่สำคัญจำเป็นต้องจัดเก็บเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการอนุรักษ์พลังงานนั้น ในกรณีที่เป็นเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าได้แก่ กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า, ค่าตัวประกอบกำลัง และชั่วโมงการใช้งาน เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีของระบบ SCADA

2.2.1 ความหมายของระบบ SCADA [3]

SCADA ย่อมาจากคำว่า “Supervisory Control and Data Acquisition” เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบสถานะและใช้ในกระบวนการควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่างๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและก๊าซ เป็นต้น นอกจากนี้ SCADA อาจทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่างๆ เช่น PLC, Controller, DCS, RTU เป็นต้น แล้วทำการแสดงผลข้อมูลทางหน้าจอหรือส่งสัญญาณในการควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว โดยการสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่อกัน ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ และยังมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผลการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการควบคุมระบบต่างๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบโดยรวมที่สัมพันธ์กัน สามารถมองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

ระบบ SCADA แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ [4] คือ

1. แบบ Point-to-Point Configuration เป็นการควบคุมที่ใช้ในหน่วยควบคุมกระบวนการผลิตเพียงกระบวนการเดียว
2. แบบ Point-to-Multipoint Configuration เป็นการควบคุมที่ใช้ในหน่วยควบคุมกระบวนการผลิตหลายกระบวนการ

2.2.2 ส่วนประกอบของระบบ SCADA

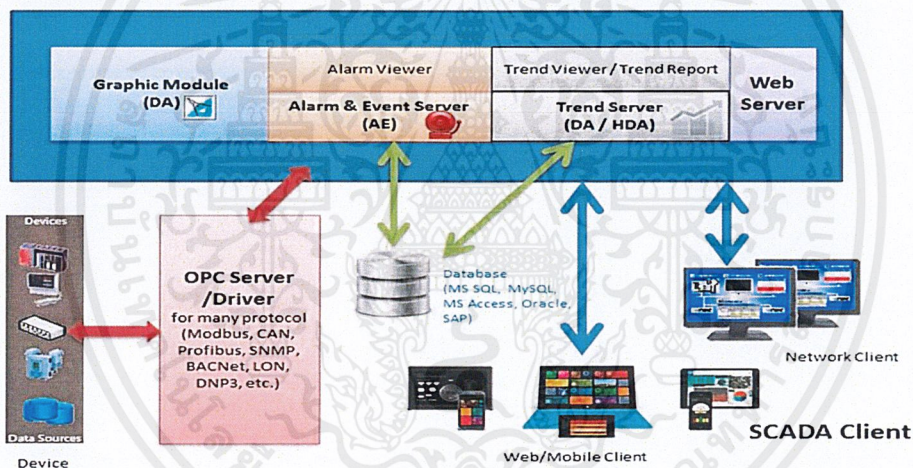
ระบบ SCADA ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้

- 1) Field Instrumentation เป็นส่วนของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ตรวจวัดที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ถูกควบคุมหรือตรวจสอบ โดยจะทำการเปลี่ยนค่าปริมาณทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของ Analog Signal หรือ Digital Signal
- 2) Remote Station เป็นส่วนที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ และส่งไปยังศูนย์กลางของระบบ SCADA ซึ่งอาจเป็น Remote Terminal Unit หรือ Programmable Logic Controller
- 3) Communication Network เป็นการส่งข้อมูลดิจิทัลระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง โดยผ่านตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร เช่น สายเคเบิล คลื่นวิทยุ ฯลฯ

4) Central Monitoring Station (CMS) เป็นศูนย์กลางระบบ SCADA โดยจะทำการรับข้อมูลมาประมวลผลและทำการแสดงผลข้อมูลของกระบวนการบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

2.2.3 โครงสร้างของระบบ SCADA [15]

SCADA โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนรับข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆ มีทั้งส่วนรับข้อมูลที่เรียกว่า OPC Server (OLE for Process Control Server) และ Driver แต่ปัจจุบันนิยมใช้ OPC Server เนื่องจากมีมาตรฐานที่ไม่ขึ้นกับค่ายหรือยี่ห้อและมีให้เลือกซื้อจากผู้ผลิตจำนวนมาก อีกทั้งมีองค์กลางคือ OPC Foundation ทำหน้าที่ดูแลตรวจสอบมาตรฐานและพัฒนามาตรฐานของ OPC เมื่อ OPC Server ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ทำการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว จากนั้นจึงส่งให้ซอฟต์แวร์ SCADA เพื่อนำไปแสดงผลในรูปแบบของกราฟิก การเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการพล็อตสัญญาณ รวมไปถึงการแจ้งเตือนความผิดปกติอีกด้วย



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของระบบ SCADA

จากรูปที่ 2.1 โมดูลในโครงสร้างของระบบ SCADA ประกอบด้วย 3 โมดูลดังนี้

- 1) โมดูลกราฟิก ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจาก OPC Server หรือ Driver เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลแบบ Real Time โดยข้อมูลส่วนนี้เรียกว่า “Data Access”
- 2) โมดูลตรวจจับและแจ้งเตือน ทำหน้าที่ในการรับข้อมูล Data Access จาก OPC Server จากนั้นจึงนำไปประมวลผลเป็นการแจ้งเตือนที่เรียกว่า Alarm and Event และทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้แสดงผลย้อนหลัง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความขัดข้องต่างๆ ที่เกิดขึ้นและเป็นส่วนสำคัญที่ใช้คำนวณ Down Time ต่อไป

3) โมดูลเก็บข้อมูลและพล็อตสัญญาณ ทำหน้าที่ในการรับข้อมูล Data Access จาก OPC Server ส่วนหนึ่งนำมาแสดงผลแบบ Real Time และอีกส่วนหนึ่งนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อนำกลับมาแสดงผลย้อนหลังได้ อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็น HDA Server (History Data Access Server) อีกด้วย

ระบบ SCADA ที่ประกอบด้วย 3 โมดูลข้างต้นนี้ เป็นหลักบริการข้อมูลให้กับ Client แบบต่างๆ เพื่อการแสดงผลข้อมูลและสั่งการทำงานโดยผู้ใช้ และหากมีความสามารถในการแสดงผลผ่านเว็บไซต์แล้ว จึงจำเป็นต้องมี Web Server ทำหน้าที่ในการบริการข้อมูลใน SCADA Server ด้วย

2.3 Protocol [17]

โปรโตคอล (Protocol) คือ ข้อกำหนดหรือข้อตกลงในการสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์หรือภาษาสื่อสารที่ใช้เป็นภาษากลางในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน การที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกรวมเข้าด้วยกันไว้ในระบบจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ จะต้องใช้การสื่อสารที่เรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) ในการสื่อสาร ซึ่งโปรโตคอลมีอยู่หลากหลายประเภท สำหรับโครงการนี้มีการใช้โปรโตคอลดังต่อไปนี้

2.3.1 Modbus RTU [18]

Modbus RTU คือ การสื่อสารแบบอนุกรม (RS-485) สามารถสื่อสารผ่านสายเคเบิลแบบอนุกรมทั่วไปในระยะทางประมาณ 1,200 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุด 38,400 บิตต่อวินาที (38.4 kbps) ในระบบพื้นฐานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้สูงสุด 247 จุด มีลักษณะการควบคุมการสื่อสารเป็นแบบ Master-Slave ซึ่ง Modbus RTU ออกแบบมาเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงาน เช่น Digital I/O, Analog I/O หรือ AC Drive Start, Stop Speed Command เป็นต้น ถ้าคิดแบบอุดมคติที่ความเร็ว 38.4 kbps ถ้ามีการส่งข้อมูล 1,200 word (19,200 bit) จะใช้เวลา 1 วินาทีในการส่งข้อมูลเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ตัวอย่างระบบที่เหมาะสมกับการสื่อสารแบบ Modbus RTU ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำที่มีจำนวน I/O ไม่มาก โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่ทำหน้าที่วัดค่าทางเคมีแล้วแปลงเป็นสัญญาณ Analog, การวัดค่ากำลังไฟฟ้าในการเฝ้าระวังระบบเติมอากาศ, การเดินเครื่องปรับความเร็วระบบเติมอากาศ ซึ่งการสื่อสารแบบ Modbus RTU ไม่ต้องการความเร็วในการทำงานสูงแต่ต้องการความแม่นยำในการสื่อสารข้อมูล ดังนั้น Modbus RTU จึงเหมาะที่จะใช้เป็น Control Network เพื่อใช้สำหรับการควบคุมและรับส่งข้อมูลที่มีจำนวนน้อย

2.3.2 Modbus TCP/IP

Modbus TCP/IP คือการสื่อสารบนเครือข่าย Ethernet (LAN Network) ระยะในการใช้งานสำหรับการลากสายทองแดง (สาย LAN) คือระยะทางประมาณ 100 เมตร โดยสามารถขยายระยะในการสื่อสารได้โดยการใช้อุปกรณ์ Repeater หรือในระบบ LAN เรียกอุปกรณ์นี้ว่า Hub หรือ Switch จึงจะสามารถลากสายได้อีก 100 เมตร นอกจากนี้ยังสามารถต่อ Repeater เพื่อขยายระยะทางได้โดยไม่จำกัดในการสื่อสารโดยทั่วไปมีความเร็ว 100,000,000 บิตต่อวินาที (100 Mbps) และสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้

ไม่จำกัดจำนวน เนื่องจากมีการใช้หมายเลข IP Address ในการระบุอุปกรณ์บนระบบสื่อสารและมีลักษณะการควบคุมแบบ Server – Client

Modbus TCP/IP ออกแบบมาเพื่อใช้ในการสื่อสารด้วยความเร็วสูงเพื่อรับส่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ มีการสื่อสารในระบบที่ซับซ้อนหลากหลายระดับ เช่น การสื่อสารระหว่าง PLC กับ HMI (Human Machine Interface, หน้าจอ Touch Screen), PLC กับ PLC, PLC กับระบบ SCADA แม้ว่าการสื่อสารโดยทั่วไปจำกัดที่ 100 เมตรต้องต่อเข้ากับ Hub หรือ Switch แต่เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าว มีใช้กันอย่างแพร่หลายจึงทำให้มีราคาถูกและสามารถจัดการดูแลระบบได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น การที่เครือข่ายร้านค้าขายส่งขนาดใหญ่ในกรุงเทพฯสามารถเรียกดูและบันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของสาขาทั่วประเทศ เพื่อเปรียบเทียบและบริหารต้นทุน ซึ่งระบบดังกล่าวได้มีการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่าย Ethernet เดียวกับที่ติดตั้งไว้ใช้ในการจัดการสินค้าคงคลัง ผู้ติดตั้งระบบสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบ Internet เพื่อลดต้นทุนด้านการสื่อสารและขยายขอบเขตการเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย สามารถสรุปได้คือ Modbus TCP/IP ออกแบบมาเพื่อใช้ในงานประเภท Information Network ทำหน้าที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ไม่จำกัดจำนวนและเครือข่ายที่ไม่จำกัดขนาดโดยมีการใช้เทคโนโลยีที่มีราคาถูก ระดับความซับซ้อนมีตั้งแต่ระดับต่ำจนถึงระดับสูงมากและมีความเสถียรภาพของระบบสูงมาก

2.3.3 FTP [19]

FTP ย่อมาจาก File Transfer Protocol เป็นมาตรฐานในการถ่ายโอนไฟล์ และเป็นส่วนหนึ่งของชุดโพรโตคอล TCP/IP มีประโยชน์มากสำหรับการรับ-ส่งไฟล์ข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องลูก (FTP Client) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องให้บริการ (FTP Server) โดยเครื่อง FTP Client จะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานกันทั่วไปส่วนเครื่อง FTP Server อาจจะเป็นเครื่อง PC ธรรมดาจนถึงเครื่องที่มีสมรรถภาพสูง

วิธีการทำงานของ FTP สามารถทำงานในแบบ Server – Client โดยพัฒนาขึ้นตามโพรโตคอลพื้นฐาน TCP/IP ซึ่งจะต้องมีการติดต่อเพื่อจองช่องทางสื่อสารก่อนทำการสื่อสารจริง ซึ่งเรียกว่าเป็นการติดต่อแบบที่ต้องขอเชื่อมต่อก่อน (Connection-Oriented) และในการใช้งาน FTP เพื่อเริ่มการติดต่อสื่อสารนั้นจะต้องมีการระบุหมายเลข IP Address ปลายทาง และต้องผ่านการแจ้งรหัส Login และ Password ของ Server ที่จะติดต่อก่อนจึงจะเข้าใช้งานได้ ซึ่งข้อมูลของ FTP ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างกันมี 2 ประเภทคือ

- 1) ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการรับ-ส่ง รวมทั้งไฟล์ที่รับมาจาก Server หรือส่งมาจาก Client แล้วนำไปเก็บไว้ที่เครื่อง Server
- 2) ข้อมูลคำสั่ง (Command) ซึ่ง FTP จะมีคำสั่งที่ใช้สำหรับสั่งการทำงานต่างๆ เช่น Dir Command เป็นคำสั่งที่ใช้แสดงชื่อ File หรือ Directory ในเครื่อง Server หรือ Get Command เป็นคำสั่งที่ใช้โหลด File มาที่เครื่อง Client ผ่านโปรแกรม FTP แล้วโปรแกรมจะส่งคำสั่งไปยัง Server เพื่อทำงานและแจ้งผลการทำงานกลับมายัง Client ซึ่งผลการทำงานนี้จะนำหน้าด้วยตัวเลข 3 หลัก

เป็นรหัสที่ใช้แสดงสถานะการทำงานภายในของ FTP และต่อด้วยข้อความที่เป็น Text ต่อท้าย คือ ผลการทำงานหรือคำอธิบายต่างๆ โดยที่ FTP มีกระบวนการภายในที่จะสามารถตรวจสอบได้ว่า ข้อมูลที่ทำการรับ-ส่งนี้ เป็นประเภทคำสั่งไม่ใช่ตัวข้อมูลที่ต้องการจะโอนย้าย การที่ FTP สามารถ แยกแยะข้อมูลจริงออกจากข้อมูลที่เป็นคำสั่งได้นั้นเป็นหน้าที่การทำงานของโมดูลใน FTP ที่ เรียกว่า โปรโตคอล (Protocol Interpreter Module หรือ PI) ซึ่งทำหน้าที่รองรับการทำงานคำสั่ง ต่างๆ ของ FTP และในส่วนของข้อมูลที่ทำการรับ-ส่งนั้น เป็นหน้าที่ของโมดูลโอนข้อมูล (Data Transfer หรือ DT) ซึ่งโมดูลทั้งสองนี้จะทำงานอยู่ทั้งในเครื่องที่เป็น Server และเครื่องที่เป็น Client

2.4 กระบวนการอบผิวหน้าเลนส์

กระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ในกระบวนการผลิตแบบทรานส์บอนดิงมีเครื่องจักรสำหรับอบผิวหน้า เลนส์คือ เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ (Inline Oven Machine) เป็นเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่และมีการควบคุม การทำงานโดยใช้ PLC ทำหน้าที่รับ-ส่งคำสั่งระหว่างอุปกรณ์ต่างๆกับเครื่องจักร ซึ่งเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ จะแบ่งออกเป็น 3 โซนหลักๆ และในแต่ละโซนจะมีการใช้อุณหภูมิในการอบผิวหน้าเลนส์ดังนี้ 1) โซนที่ 1 เป็นโซนแรกที่เลนส์จากกระบวนการเคลือบผิวเลนส์จะลำเลียงเข้ามา โดยโซนนี้จะใช้อุณหภูมิ 125°C, 2) โซนที่ 2 เป็นโซนที่เลนส์จะลำเลียงมาสู่ส่วนกลางของเครื่องจักร โซนนี้จะใช้อุณหภูมิเท่ากับโซนที่ 1 คือ 125°C และ 3) โซนที่ 3 เป็นโซนสุดท้ายก่อนที่เลนส์จะลำเลียงออกไปสู่กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ ซึ่ง โซนที่ 3 จะใช้อุณหภูมิ 80°C สำหรับเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิดทั้งทางไฟฟ้าและ ทางกล ได้แก่ Variable Speed Drive, Heater, Thermocouple, Temperature Controller, Recirculation Motor และ Exhaust Motor ฯลฯ ซึ่งอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ล้วนมีผลต่อการทำงานของ กระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ และในกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์แต่ละครั้งจะใช้ระยะเวลาในการอบ ผิวหน้าเลนส์ทั้งหมด 1 ชั่วโมง 30 นาที เพื่อให้สารเคมีที่เคลือบเลนส์ชั้นแรกติดไปกับผิวหน้าเลนส์

2.4.1 Variable Speed Drive [20]

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drives ,VSD) เป็นอุปกรณ์ที่เพิ่ม ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ระบบปั๊มน้ำ พัดลม และระบบปรับอากาศภายในอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งอุปกรณ์ VSD ใช้เทคโนโลยีแบบ Flux Current Control (FCC) ทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมไม่มีการสูญเสียพลังงานความร้อนภายในตัวมอเตอร์ (Derating) และมีอุปกรณ์สำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวน (Harmonic Filter) ที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของเครื่อง ป้องกันการรบกวนจากสัญญาณควบคุม

VSD สามารถนำมาใช้งานได้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใน กระบวนการผลิต, สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมตามความ ต้องการของผู้ใช้งานและตามลักษณะการทำงาน นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมแบบ Close Loop Control

เพื่อให้ระบบมีเสถียรภาพคงที่อยู่ตลอดเวลา, ช่วยลดการสึกหรอของเครื่องจักรและป้องกันการสูญเสียพลังงานของมอเตอร์, ลดการกระชากไฟฟ้าตอนเริ่มต้นการทำงาน ทำให้สามารถลดค่าดีมานชาร์จของมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ได้ อีกทั้งยังช่วยในงานด้านการประหยัดพลังงาน โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าตามความจำเป็นของโหลด

2.4.2 Temperature Controller [21]

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ทำหน้าที่ในการประมวลผลสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และส่งงานเอาต์พุตเพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ โดยกระบวนการควบคุมนั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ON-OFF Control, PID Control, Fuzzy Logic Control โดยมีลักษณะในการทำงานคือ จะมีหัววัดอุณหภูมิ หรือ Temperature Sensor ทำหน้าที่ในการวัดอุณหภูมิแล้วส่งสัญญาณข้อมูลมาที่ Temperature Controller หากอุณหภูมิมิค่าไม่ตรงตามที่ตั้งไว้ Temperature Controller จะทำการจ่ายแรงดันไปให้ Heater เพื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

2.4.3 Heater [22], [23]

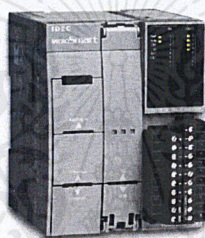
Heater เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูงลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้นลวดที่ใช้ผลิต Heater จะต้องมีความสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูง สามารถแบ่งประเภทของ Heater ตามลักษณะของการใช้งานได้ 3 ประเภท ดังนี้

- 1) ฮีตเตอร์แบบแท่ง (Cartridge Heater) เป็นฮีตเตอร์ที่มีลักษณะเป็นแท่ง นิยมใช้ให้ความร้อนกับงานที่มีความแข็ง เช่น แม่พิมพ์ เหล็ก และโลหะ เป็นต้น ในการใช้งานมักจะเอามาใช้สำหรับการบรรจุหีบห่อ ใช้ในงานขึ้นรูปวัสดุเซรามิก และขึ้นรูปพลาสติก
- 2) ฮีตเตอร์แบบแผ่น (Strip Heater) เป็นฮีตเตอร์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นที่สามารถใช้ออกแบบให้เป็นรูปทรงได้หลากหลาย คุณสมบัติเหมาะสำหรับให้ความร้อนโดยการแนบกันชิ้นงาน
- 3) ฮีตเตอร์แบบรัดท่อ (Band Heater) เป็นฮีตเตอร์มีลักษณะเป็นทรงวงแหวน แบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ ฮีตเตอร์อินฟราเรดแท่งสีดำสามารถติดตั้งได้ 360 องศา ภายในประกอบด้วยลวดตัวนำและผงแมกนีเซียมออกไซด์อยู่ด้วย สามารถเป็นฉนวนที่นำความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำจะไม่นำไฟฟ้า แต่จะมีการให้ความร้อนด้วยการแผ่รังสี ส่วนฮีตเตอร์อินฟราเรดสีขาวสามารถติดตั้งได้แคในแนวนอน เนื่องจากไม่มีการกรอกผงแมกนีเซียมออกไซด์ลงไป ลวดตัวนำภายในจึงเสี่ยงต่อการเสียหายได้ง่าย การจ่ายกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับแบบแรก

2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงาน

2.5.1 Programmable Logic Controller [5]

Programmable Logic Controller หรือ PLC เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ ภายในประกอบด้วย Microprocessor เป็นตัวสั่งการที่สำคัญ ซึ่ง PLC มีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อใช้งานกับอุปกรณ์ได้ทันที โดยตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะต่อออกไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ นอกจากนี้ทางผู้ใช้งานยังสามารถสร้างวงจรหรือรูปแบบของการควบคุมได้ โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งแล้วดาวน์โหลดลงใน PLC ปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand Alone) แล้ว ยังสามารถนำ PLC หลายๆ ตัวมาต่อเข้าด้วยกันเป็นโครงข่าย (Network) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงานของระบบให้มากยิ่งขึ้น โดย PLC ที่นำมาใช้ในโรงงานนี้คือ IDEC PLC MicroSmart FC6A Plus



รูปที่ 2.2 IDEC PLC MicroSmart FC6A Plus

2.5.2 Power Meter [6]

Power Meter เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการแสดงค่าพารามิเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังงานไฟฟ้าจริง, กำลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ และ ฮาร์มอนิก เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบค่าทางไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต โดยส่วนใหญ่แล้วในโรงงานอุตสาหกรรมจะนำ Power Meter ไปใช้ในการควบคุมหรือปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน อีกทั้งยังเป็นการช่วยจัดการพลังงาน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ ISO 50001 โดย Power Meter สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ แบบอนาล็อก (แบบเข็ม) และแบบดิจิทัล (แบบหน้าจอแสดงผลตัวเลข) โดย Power Meter ที่นำมาใช้ในโรงงานนี้คือ DC Power Meter Multitek รุ่น M850-LCD



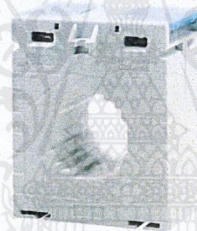
รูปที่ 2.3 DC Power Meter Multitek

2.5.3 Power Quality Analyzer [7], [8]

เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า (Power Quality Analyzer) เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการแสดงค่าทางไฟฟ้าและค่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบค่าทางไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต สามารถวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปว่าควรจะควบคุม ปรับปรุง ดูแลคุณภาพพลังงานไฟฟ้าตรงส่วนไหนบ้าง และสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าได้ ทำให้ลดความเสียหายที่กำลังจะเกิดขึ้นกับระบบหรือเครื่องจักร อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของคุณภาพพลังงานไฟฟ้าภายในโรงงาน และลดต้นทุนในการซ่อมบำรุงได้

2.5.4 Current Transformer หรือ CT [9]

หม้อแปลงวัดกระแส (Current Transformer) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้ประกอบการวัดกระแสไฟฟ้าโดยจะต่อร่วมกับเครื่องมือวัดกระแส หรือ Power Meter โดยทำหน้าที่ในการแปลงกระแสไฟฟ้าหรือลดทอนกระแสไฟฟ้า (Step Down) ที่จะทำการวัดนั้นให้เหมาะสมกับพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดกระแสของเครื่องมือวัดรับได้ เช่น อัตราส่วน 15/5A, 50/5A เป็นต้น



รูปที่ 2.4 Current Transformer

1) อัตราส่วน ของ CT

อัตราส่วน (Ratio) ของ CT คืออัตราส่วนของการแปลงกระแสทางด้านอินพุต (Primary) ต่อเอาต์พุต (Secondary) เช่น Ratio ของ CT 400/5A คือ 80 อธิบายได้ว่า CT มี Primary และ Secondary Current เท่ากับ 400A และ 5A ตามลำดับ มีอัตราส่วนตัวคูณคือ 80 เมื่อนำ CT ตัวนี้ไปต่อใช้งานร่วมกับเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าจะต้องใส่ค่าตัวคูณนี้เข้าไปด้วย จึงจะแสดงค่ากระแสไฟฟ้าออกมาได้ถูกต้อง

2.5.5 HMI Touch Screen [10]

HMI ย่อมาจากคำว่า “Human Machine Interface” ส่วนใหญ่จะเรียกว่า Touch Screen แต่จะเป็น Touch Screen ที่เอาไว้ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรมเท่านั้น โดย HMI เป็นส่วนที่เชื่อมต่อประสานระหว่างผู้ใช้งานและตัวควบคุมสำหรับระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม มีการบูรณาการฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อตรวจสอบและควบคุมการทำงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานอุตสาหกรรม

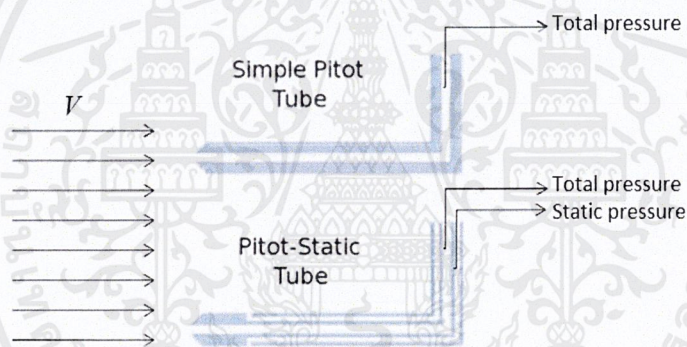
กรรม อีกทั้งบางส่วนยังแปลข้อมูลจากระบบควบคุมทางอุตสาหกรรมมาเป็นภาพที่ผู้ใช้งานสามารถอ่านและสามารถควบคุมระบบงานได้อีกด้วย

ซึ่งคุณสมบัติของ HMI Touch Screen ส่วนของฮาร์ดแวร์จะประกอบด้วย

- 1) การสื่อสาร (Communicate) สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) การเก็บค่า (Collect) สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูลผ่านทาง Web Browser
- 3) การเชื่อมต่อ (Connect) ผู้ใช้งานสามารถดูค่าของการทำงานต่างๆ โดยการเชื่อมต่อกับ Smart Phone เพื่อส่งข้อความ SMS หรือ e-mail ให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง

2.5.6 Pitot Tube [11], [12]

Pitot Tube เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเร็วของของไหลโดยอาศัยผลต่างของความดันที่เกิดขึ้นเมื่อมีของไหลไหลผ่านท่อดังกล่าว ซึ่ง Pitot Tube มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ลักษณะการทำงานของ Pitot Tube

หลักการทำงานของ Pitot Tube อาศัยการตรวจวัดผลต่างความดันของของไหลระหว่างค่าความดันผลรวม (Total Pressure, p_t) เป็นความดันทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระบบ และค่าความดันสถิต (Static Pressure, p_s) เป็นความดันที่เกิดจากความดันสถิตในบริเวณนั้น ทำให้ได้ผลลัพธ์ในรูปของผลต่างของความดัน (Differential Pressure, P_d) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความเร็วของของไหล (v หน่วย m/s) และความหนาแน่นของของไหล (ρ_f) คือ

$$P_d = \frac{1}{2} \rho_f v^2 \tag{2.1}$$

จัดรูปสมการให้อยู่ในรูปของความเร็วของของไหลจะได้

$$v = \sqrt{\frac{2(p_t - p_s)}{\rho_f}} \tag{2.2}$$

กรณีใช้หาความเร็วลมหรืออากาศ ซึ่งอากาศมีความหนาแน่นโดยประมาณที่ 1.29 kg/m^3

สำหรับการวัดอัตราการไหลของของไหลภายในท่อปิดด้วย Pitot Tube นั้น สามารถทำได้โดยการวัดค่าความเร็วและสามารถคำนวณหาค่าอัตราการไหลได้จากสมการที่ (2.3) คือ

$$Q = Av \quad (2.3)$$

โดยที่ Q คืออัตราการไหล ในหน่วย m^3/s

A คือพื้นที่หน้าตัดของท่อ ในหน่วย m^2

v คือความเร็วของของไหล ในหน่วย m^2/s

2.5.7 Differential Pressure Transmitter

Differential Pressure Transmitter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันแตกต่าง โดยจะวัดความดันที่เปรียบเทียบกับความดันทั้งสองด้านคือ ด้านที่เป็น High Pressure และด้าน Low Pressure แล้วส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาในรูปแบบของสัญญาณมาตรฐาน ซึ่งจะต่อเข้ากับ PLC เพื่อดึงสัญญาณที่ได้ไปเขียนโปรแกรมการแสดงผลข้อมูลหรือควบคุมการทำงานอุปกรณ์ต่างๆ อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้โดยนำมาต่อกับอุปกรณ์วัดความเร็วของของไหล เพื่อหาอัตราการไหลในกระบวนการผลิตได้



รูปที่ 2.6 Differential Pressure Transmitter Honeywell

2.6 โปรแกรมที่ใช้ในโรงงาน

2.6.1 Software WindLDR

Software WindLDR เป็นโปรแกรมที่ติดตั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ สำหรับเขียนคำสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับ PLC ของบริษัทไอเด็ค ออโตเมชัน โดยโปรแกรม WindLDR สามารถเขียนคำสั่งด้วยภาษา Ladder Diagram รองรับ IDEC PLC MicroSmart FC6A Plus และสามารถใช้ฟังก์ชัน Web Server และ Data Logging ได้ใน PLC รุ่นนี้

1) Web Server

Web Server เป็นฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม WindLDR ที่สามารถใช้ได้กับ IDEC PLC MicroSmart FC6A Plus และ โปรแกรม WindO/I-NV4 สำหรับหน้าจอ HMI Touch Screen โดยจะเชื่อมต่อ Port Ethernet ของ PLC กับอินเทอร์เน็ตของบริษัทผ่านทางสาย LAN ซึ่งผู้ใช้สามารถดูการ

แสดงผลข้อมูลของเครื่องจักร การบันทึกข้อมูลหรือการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์เพียงกรอก IP Address โดยการแสดงผลข้อมูลจะแสดงผลในรูปแบบของหน้าเว็บเพจที่ปรากฏบนหน้าจอมพิวเตอร์

2) Data Logging [13]

Data Logging เป็นฟังก์ชันสำหรับเขียนคำสั่งการทำงานของโปรแกรม WindLDR โดยจะรับค่าที่บันทึกแบบอนาล็อกจากตัวตรวจวัด แล้วทำการแปลงข้อมูลเป็นแบบดิจิทัล ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดความถี่ในการบันทึกข้อมูล และสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการอ่านข้อมูลที่บันทึกจาก SD Memory Card ที่ติดอยู่กับ PLC ซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลค่าของตัวตรวจวัดที่วัดได้ตามช่วงเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนด ให้สามารถบันทึกอย่างอัตโนมัติ และในส่วนของฮาร์ดแวร์ผู้ใช้งานสามารถเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการลงใน SD Card สามารถเรียกดูค่าที่เก็บไว้ได้ตลอดเวลาแบบ Real Time โดยไฟล์ที่ผู้ใช้งานเรียกดูจะถูกบันทึกเป็น CSV File (Comma Separated Variable) สามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel เปิดดูไฟล์ที่เป็น CSV File ได้ อีกทั้งยังสะดวกต่อผู้ใช้งานทุกประเภทเพื่อการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

2.6.2 Software WindOI-NV4 [14]

Software WindOI-NV4 เป็นโปรแกรมสำหรับออกแบบหน้าจอ HMI Touch Screen เพื่อใช้สำหรับแสดงผลการทำงานของเครื่องจักรภายในไลน์การผลิต ซึ่งจะใช้งานร่วมกับโปรแกรม WindLDR โดยโปรแกรม WindOI-NV4 มีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายเช่น Web Server, Data Logging เป็นต้น

2.6.3 Software JMP [16]

Software JMP เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับออกแบบการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยซอฟต์แวร์ JMP สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานหลากหลายประเภท เช่น Six Sigma, การควบคุมคุณภาพและวิศวกรรม, การออกแบบการทดลอง รวมถึงการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

เนื่องจากการจัดทำโครงการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ ด้วยระบบ SCADA จำเป็นต้องมีการศึกษากระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ ศึกษาอุปกรณ์เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้ในโครงการ รวมทั้งศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการดำเนินงานที่ถูกต้องและลดความผิดพลาดในการดำเนินงาน จึงได้มีการวางแผนและมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 แผนการดำเนินงานของโครงการ

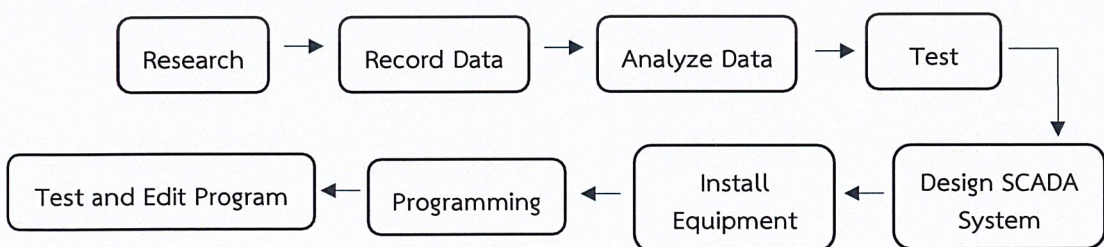
ตารางที่ 3.1 แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของโครงการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	พูดคุยเกี่ยวกับที่มาของความสำคัญในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์	↔			
2	ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องจักรโครงการ	↔			
3	ศึกษาพีแอลซีและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ	↔			
4	ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในโครงการ		↔		
5	วิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและออกแบบการทดลอง		↔		
6	ทดลองและเก็บรวบรวมผลการทดลองเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดในการปรับค่าตัวแปร		↔		
7	ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ		↔		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
8	ออกแบบหน้าเว็บเพจและทำการดึงค่าข้อมูลของอุปกรณ์การวัดมาแสดงผลบนหน้าเว็บเพจ			↔	
9	ออกแบบระบบ SCADA เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกค่าและการแสดงผลข้อมูล		↔		
10	ออกแบบหน้าจอ HMI Touch Screen			↔	
11	ทำการตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม			↔	↔
12	ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดความเร็วลมและอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง			↔	
13	จัดทำอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ			↔	
14	ออกแบบการทดลองและทดสอบเครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust				↔
15	วิเคราะห์ผลการทดลองของเครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศ				↔
16	จัดทำเอกสารการนำเสนอโครงการ			↔	↔
17	จัดทำวิทยานิพนธ์			↔	↔

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการดำเนินงานของโครงการ

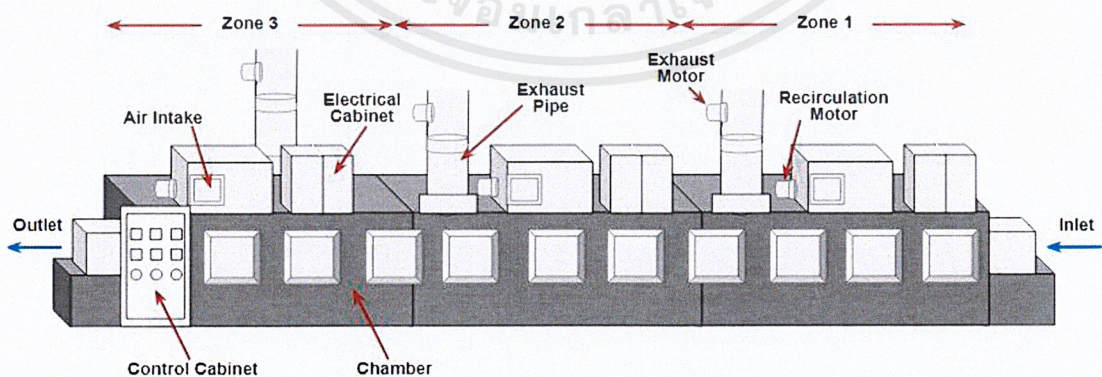
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดทำโครงการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA มีขั้นตอนในการดำเนินงาน 9 ขั้นตอนคือ 1) การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูล 4) การทดลองเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ 5) การออกแบบระบบ SCADA 6) การติดตั้งอุปกรณ์ 7) การเขียนโปรแกรม และ 8) การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

3.2.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

ทางผู้จัดทำได้ทำการศึกษาระบบการอบผิวหน้าเลนส์และศึกษาข้อมูลของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ จากการศึกษพบว่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์มีดังนี้

- 1) ค่าทางไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์
- 2) VSD (Variable Speed Drives) Parameter ของ Recirculation Motor
- 3) ตำแหน่งการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust
- 4) ตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake
- 5) ลักษณะของท่อ Exhaust
- 6) Parameter ของ Temperature Controller
- 7) ขนาดพื้นที่ปล่องทางเข้าและปล่องทางออกของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์
- 8) Specification ของ Recirculation Motor
- 9) Specification ของ Exhaust Motor
- 10) อัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust
- 11) อุณหภูมิในปล่องทางออกของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์



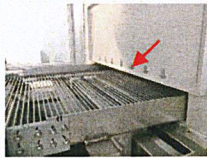
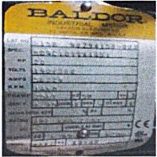



รูปที่ 3.2 แบบจำลองเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

3.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อทราบตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวน้ำเลนส์แล้ว จำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งทางผู้จัดทำทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละโซนของเครื่องอบผิวน้ำเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 1 ถึง 8 ดังตารางที่ 3..2

ตารางที่ 3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวน้ำเลนส์

ลำดับ	ตัวแปร	อุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูล	ลักษณะของข้อมูล	รูปภาพประกอบ
1	ค่าทางไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า	Power Quality Analyzer	ระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลคือ 1 ชม./โซน และความถี่ในการเก็บข้อมูลคือ 1 วินาที	
2	VSD Parameter ของ Recirculation Motor	-	ค่าความถี่ (เฮิรตซ์), แรงดันไฟฟ้า (โวลต์), กระแสไฟฟ้า (แอมป์), กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	
3	ตำแหน่งการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust	-	การเปิด Volume Damper (%)	
4	ตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake	-	ความยาวของก้านตั้ง (ซม.)	
5	ลักษณะของท่อ Exhaust	ตลับเมตร	ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ (นิ้ว), ความสูง (นิ้ว), มุมงอของท่อ (องศา)	
6	Parameter ของ Temperature Controller	-	ค่า PID (Proportional-Integral-Derivative)	

ลำดับ	ตัวแปร	อุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูล	ลักษณะของข้อมูล	รูปภาพประกอบ
7	ขนาดพื้นที่ของปล่องทางเข้าและปล่องทางออก	ตลับเมตร	ค่าความกว้าง (นิ้ว) และความยาว (นิ้ว)	
8	Specification ของ Recirculation Motor	-	ค่าแรงม้า, คลาส, ความถี่ (เฮิรตซ์), แรงดันไฟฟ้า (โวลต์), กระแสไฟฟ้า (แอมป์)	
9	Specification ของ Exhaust Motor	-	ค่าแรงม้า, คลาส, ความถี่ (เฮิรตซ์), แรงดันไฟฟ้า (โวลต์), กระแสไฟฟ้า (แอมป์)	
10	อัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust	Flow Meter	เก็บบันทึกค่าอัตราการไหล (ลบ.ฟุต/นาที่) และ ความเร็วของอากาศ (ฟุต/นาที่) จำนวน 30 ข้อมูล ความถี่ในการเก็บข้อมูลคือ 30 วินาที	
11	อุณหภูมิในปล่องทางออก	Temperature Recorder	ค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ จำนวน 11 ตัวแปร ดังตารางที่ 3.2 เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์มีจำนวนมาก ทางผู้จัดทำจึงได้สร้างเงื่อนไขขึ้นมา 3 เงื่อนไข เพื่อทำการคัดเลือกข้อมูลของตัวแปรก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- 1) เป็นตัวแปรที่สามารถทำการปรับปรุงและแก้ไขได้ง่าย
- 2) เมื่อทำการปรับตัวแปรจะต้องใช้ระยะเวลาในการทดลองและการติดตามผลน้อย
- 3) ผลของการปรับตัวแปรดังกล่าวจะต้องส่งผลให้มีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ได้

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางผู้จัดทำได้นำข้อมูลค่าทางไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่บันทึกด้วย Power Quality Analyzer มาใช้ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรด้วย จากเงื่อนไขดังกล่าวตัวแปรที่ตรงตามเงื่อนไขและนำมาวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1) ค่าความถี่ของ VSD ที่ใช้ควบคุม Recirculation Motor เนื่องจาก VSD เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ซึ่งความเร็วรอบของมอเตอร์มีความสัมพันธ์กับพลังงานไฟฟ้าและความถี่ เมื่อลดความเร็วรอบลงจะส่งผลให้การใช้กระแสของมอเตอร์ลดลง

2) ตำแหน่งการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust เนื่องจากเมื่อมีการดูดอากาศร้อนที่อยู่ภายในตู้ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ออกไปทางท่อ Exhaust เพื่อหมุนเวียนอากาศและรักษาอุณหภูมิภายในตู้ให้ตรงตามค่าที่ตั้งไว้ การเปิดวาล์วของท่อ Exhaust จึงมีความสำคัญ กล่าวคือถ้ามีการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust น้อย อัตราการไหลของอากาศที่ดูดออกมาจะมีการเคลื่อนที่ช้า ทำให้การถ่ายเทความร้อนของอากาศภายในตู้บ้น้อย อาจส่งผลให้เครื่องควบคุมอุณหภูมิทำงานมากขึ้นเนื่องจากต้องมีการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ให้ตรงตามค่าที่ตั้งไว้ เมื่อเครื่องควบคุมอุณหภูมิทำงานมากขึ้น จะส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตมากขึ้น

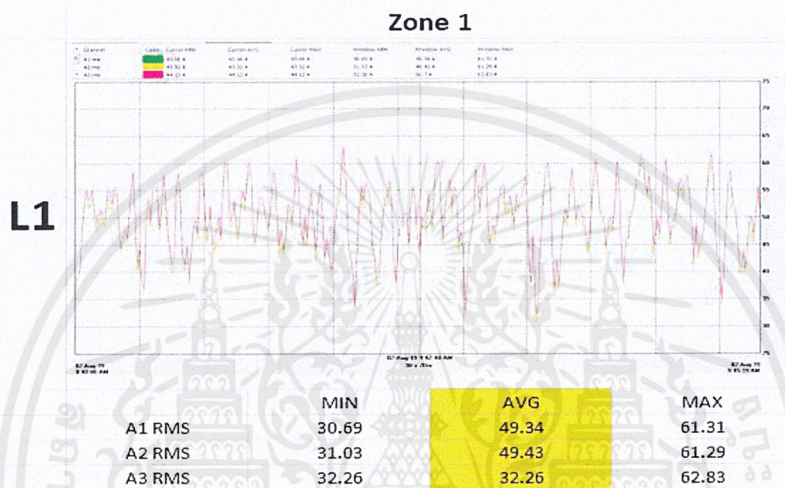
3) ตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลของอากาศที่ทางเข้าตู้บ ซึ่งหลักการทำงานของการทำงานของแผ่นกั้นของ Air Intake มีความคล้ายกันกับการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust แต่จะแตกต่างกันตรงที่แผ่นกั้นของ Air Intake เปิด เพื่อเอาอากาศเย็นจากภายนอกตู้บเข้าไปหมุนเวียนอากาศและรักษาอุณหภูมิภายในตู้บ ส่วนการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust จะเปิด เพื่อเอาอากาศร้อนจากภายในตู้บออกมา ซึ่งตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake และตำแหน่งการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust จะต้องมีความสัมพันธ์กัน เพื่อรักษาสมดุลอัตราการไหลของอากาศและอุณหภูมิภายในตู้บ

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลความถี่ของ VSD, ข้อมูลตำแหน่งการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust และข้อมูลตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake โชนที่ 1 ของ เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 1 ถึง 8

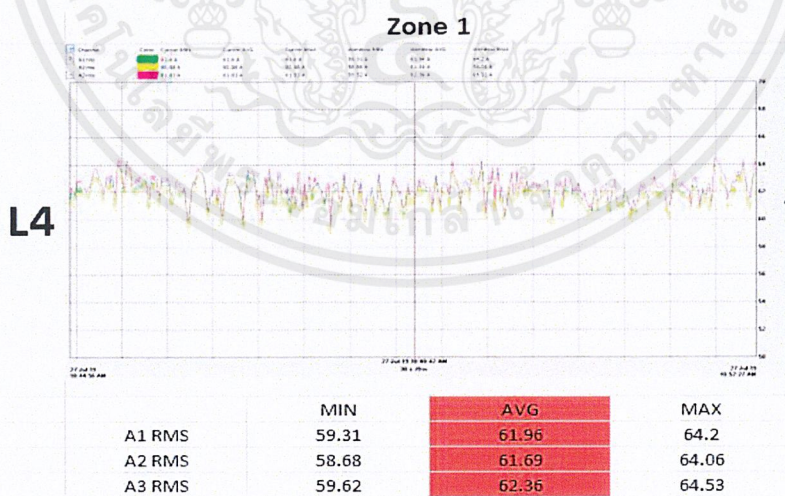
Line	Frequency (Hz)	Damper Valve Open (degree)	Damper Valve Open (%)	Air Intake Valve Open (cm)	Air Intake Valve Open (%)
1	-	40	44.4	14	77.42
2	51.1	11.25	12.5	8	38.71
3	35	10	11.1	14	77.42
4	44.7	45	50.0	14	77.42
5	45	0	0.0	13.5	74.19

6	50	15	16.7	4.75	17.74
7	45	0	0.0	2	0.00
8	48	-	-	-	-

หมายเหตุ: “-” หมายถึง การแสดงผลของอุปกรณ์มีปัญหาหรือไม่สามารถเก็บค่าข้อมูลส่วนนี้ได้



รูปที่ 3.3 ข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) โซนที่ 1 ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิต 1



รูปที่ 3.4 ข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) โซนที่ 1 ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิต 4

จากตารางที่ 3.3 ไลน์การผลิตที่มีการปรับค่าตัวแปรที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดคือ ไลน์การผลิตที่ 1 และ 4 เมื่อพิจารณาข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) ที่บันทึกด้วย Power Quality Analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 และ 3.4 ร่วมด้วยพบว่า โลว์การผลิตที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) มากกว่า โลว์การผลิตที่ 1 หรือโลว์การผลิตที่ 4 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตมากกว่าโลว์การผลิตที่ 1 จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้สามารถตั้งสมมุติฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ว่าการปรับตำแหน่งการเปิด วาล์วของท่อ Exhaust และตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake มีผลต่อการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าใน เครื่องอบผิวหน้าเลนส์

3.2.4 การทดลองปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

เมื่อทราบตัวแปรที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์แล้ว ขั้นตอนนี้เป็น การออกแบบตารางการทดลอง ซึ่งได้รับความช่วยเหลือจากวิศวกรผู้ดูแลโรงงานเป็นผู้ออกแบบตารางการ ทดลองให้ โดยกำหนดให้มีการทดลองตามเงื่อนไขเดิมซ้ำ เพื่อให้แน่ใจว่าเงื่อนไขดังกล่าวสามารถปรับใช้กับ กระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ได้จริงและใช้ระยะเวลาในการทดลองเงื่อนไขละ 15 นาที จากนั้นทำการทดลอง ปรับค่าของตัวแปร เพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ และ ไม่ส่งผลกระทบต่อเลนส์ในกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ โดยทำการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3.4 ตารางการปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้ พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในโลว์การผลิตที่ 6 โซน 1

ลำดับ	ความถี่ของ VSD (Hz)	Exhaust		Air intake		เวลาเริ่มต้นและ สิ้นสุดการ ทดลอง
		ความเร็วของ อากาศ (fpm)	สถานะการเปิด- ปิดวาล์ว	ความยาวของ ก้านตั้ง (cm)	สถานะการเปิด- ปิดวาล์ว	
1	35	1350	เปิด 50%	10.5	เปิด 50%	12.17-12.32 น.
2	35	700	ปิด	21	เปิด 100%	12.37-12.52 น.
3	35	2048	เปิด 100%	0	ปิด	12.57-13.10 น.
4	35	1174	เปิด 100%	0	ปิด	13.11-13.22 น.
5	35	2544	เปิด 100%	0	ปิด	13.24-13.39 น.
6	35	1626	ปิด	21	เปิด 100%	13.51-14.06 น.
7	35	2875	เปิด 100%	21	เปิด 100%	14.11-14.26 น.
8	35	1486	ปิด	21	เปิด 100%	14.33-14.48 น.
9	35	2003	เปิด 100%	21	เปิด 100%	14.49-15.04 น.

10	35	2105	เปิด 100%	21	เปิด 100%	15.05-15.19 น.
11	35	1532	ปิด	21	เปิด 100%	15.25-15.50 น.
12	35	1710	ปิด	0	ปิด	15.59-16.14 น.
13	35	1626	ปิด	10.5	เปิด 50%	10.35-11.30 น.

หมายเหตุ: 1) ค่าของตัวแปรก่อนทำการปรับค่าคือ ความถี่ของ VSD เท่ากับ 50 Hz, ความเร็วของอากาศภายในท่อ Exhaust เท่ากับ 1864 fpm (สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: ปิด), ความยาวของก้านดึง 10.5 cm (สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: เปิด 50%)

2) บันทึกค่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองด้วยเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า

3.2.5 การออกแบบระบบ SCADA

ระบบ SCADA สำหรับโครงการนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ รวมถึงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ โดยระบบ SCADA ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงาน 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้

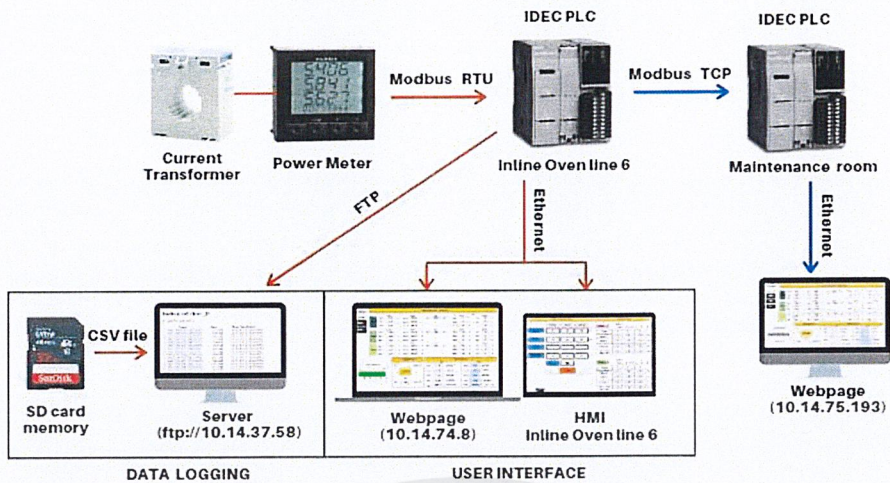
1) Monitoring เป็นการแสดงผลข้อมูลบนเว็บเบราว์เซอร์แบบเรียลไทม์ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับปริมาณไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ฯลฯ

2) History เป็นการเก็บข้อมูลไว้ในระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูประวัติข้อมูลย้อนหลังได้ เช่น ข้อมูลการปรับค่าของตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์

3) User Interface เป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ SCADA ของโครงการ เช่น สามารถรอกข้อมูลการปรับค่าของตัวแปร กรอกตัวเลขเพื่อคำนวณค่าไฟฟ้าผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์หรือหน้าจอ HMI Touch Screen

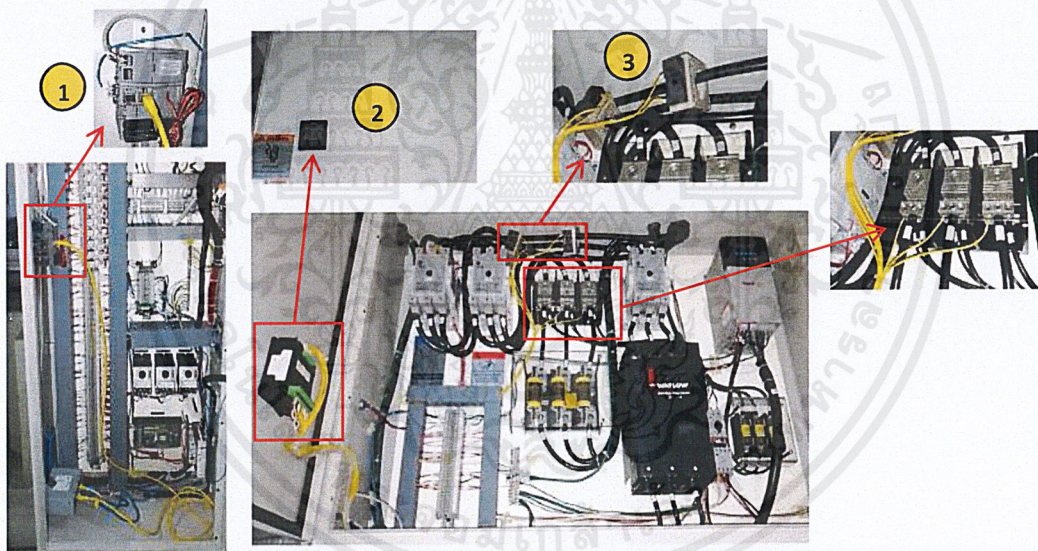
4) Data Logging เป็นการบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าหรือข้อมูลที่สำคัญไว้ใน SD Card และมีการนำข้อมูลที่บันทึกใน SD Card ไปเก็บไว้ที่คอมพิวเตอร์ Server ของบริษัทอย่างอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.5 ในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้มีการนำ Current Transformer และ Power Meter มาใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตและนำ IDEC PLC มาใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น การคำนวณค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ การแสดงผลข้อมูล และการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PLC ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 กับ PLC ในห้อง Maintenance เป็นต้น



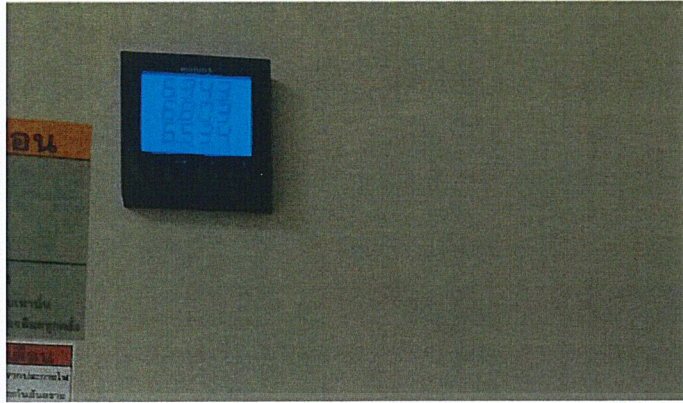
รูปที่ 3.5 โครงสร้างระบบ SCADA ของโครงการ

3.2.6 ติดตั้งอุปกรณ์ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6



รูปที่ 3.6 ติดตั้งอุปกรณ์ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6

จากรูปที่ 3.6 ทำการติดตั้งอุปกรณ์ได้แก่ 1) IDEC PLC 2) Power Meter Multitek M850 และ 3) Current Transformer สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า โดยติดตั้ง Current Transformer เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับเครื่องมือวัดและเพื่อความถูกต้องของค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ แล้วต่อเข้ากับ Power Meter สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้าต่างๆ ที่ตู้ไฟฟ้าโซนที่ 1, โซนที่ 2 และ โซนที่ 3 จากนั้นติดตั้ง IDEC PLC ที่ตู้ควบคุมของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์และทำการเดินสายไฟระหว่าง IDEC PLC กับ Power Meter ด้วยสาย RS-485 ซึ่งการรับข้อมูลผ่าน RS-485 ทำให้สามารถเขียนคำสั่งในโปรแกรมของ PLC เพื่อใช้ในการดึงค่าและบันทึกค่าทางไฟฟ้าจาก Power Meter ได้



รูปที่ 3.7 การแสดงผลค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter หลังจากติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

3.2.7 การเขียนโปรแกรม

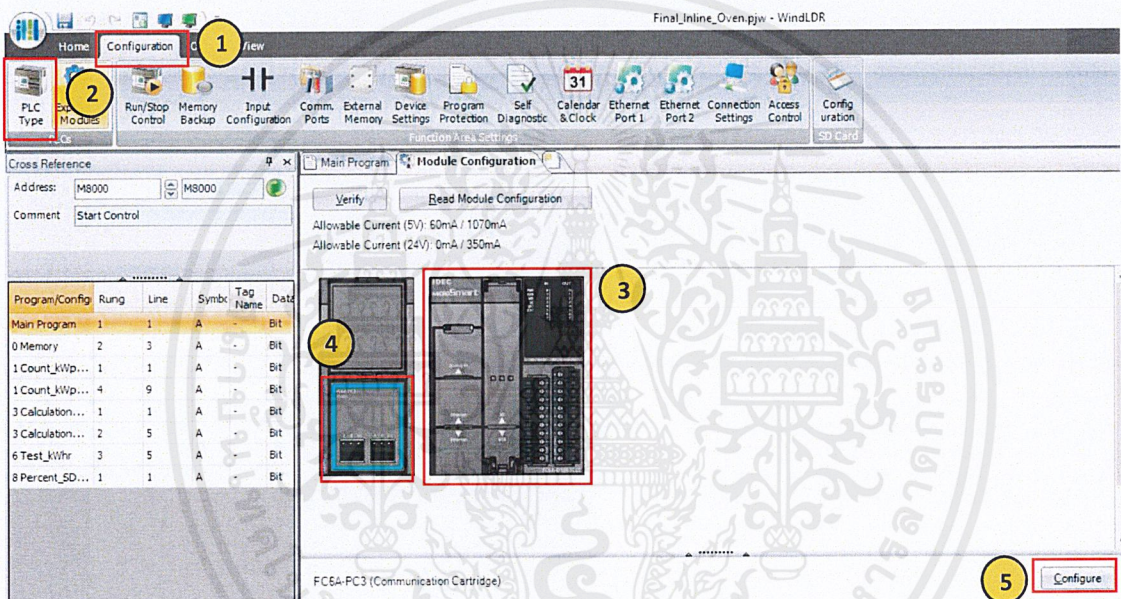
1. การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อดึงค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter Multitek M850

ตารางที่ 3.5 ตาราง Modbus RTU Address ของค่าทางไฟฟ้าที่ Power Meter วัดได้

3X Address	Register	4X Address	Register2	Measurement	M550/M560 V4.01	M850Standard	M850 dc Verion	Order No
30001	(0x0000)	42001	(0x07D0)	V L1-2	Yes	Yes	***	1
30003	(0x0002)	42003	(0x07D2)	V L2-3	Yes	Yes	***	2
30005	(0x0004)	42005	(0x07D4)	V L3-1	Yes	Yes	***	3
30007	(0x0006)	42007	(0x07D6)	V 1	Yes	Yes	Yes	4
30009	(0x0008)	42009	(0x07D8)	V 2	Yes	Yes	***	5
30011	(0x000A)	42011	(0x07DA)	V 3	Yes	Yes	***	6
30013	(0x000C)	42013	(0x07DC)	I 1	Yes	Yes	Yes	7
30015	(0x000E)	42015	(0x07DE)	I 2	Yes	Yes	***	8
30017	(0x0010)	42017	(0x07E0)	I 3	Yes	Yes	***	9
30019	(0x0012)	42019	(0x07E2)	kW Sum	Yes	Yes	Yes	10
30021	(0x0014)	42021	(0x07E4)	kVA Sum	Yes	Yes	***	11
30023	(0x0016)	42023	(0x07E6)	kVAR Sum	Yes	Yes	***	12
30025	(0x0018)	42025	(0x07E8)	PF Avg	Yes	Yes	***	13
30027	(0x001A)	42027	(0x07EA)	kWhr (Import)	Yes	Yes	Yes	14
30029	(0x001C)	42029	(0x07EC)	kVAHr (Import)	Yes	Yes	***	15
30031	(0x001E)	42031	(0x07EE)	Hz	Yes	Yes	***	16
30033	(0x0020)	42033	(0x07F0)	kW 1	Yes	***	***	17
30035	(0x0022)	42035	(0x07F2)	kW 2	Yes	***	***	18
30037	(0x0024)	42037	(0x07F4)	kW 3	Yes	***	***	19
30039	(0x0026)	42039	(0x07F6)	kVA 1	Yes	***	***	20
30041	(0x0028)	42041	(0x07F8)	kVA 2	Yes	***	***	21
30043	(0x002A)	42043	(0x07FA)	kVA 3	Yes	***	***	22
30045	(0x002C)	42045	(0x07FC)	kWd (Import)	Yes	Yes	Yes	23
30047	(0x002E)	42047	(0x07FE)	kVAd	Yes	Yes	***	24
30049	(0x0030)	42049	(0x0800)	Ad	Yes	Yes	Yes	25
30051	(0x0032)	42051	(0x0802)	Neutral Current	Yes	Yes	***	26
30053	(0x0034)	42053	(0x0804)	kVA 1	Yes	***	***	27
30055	(0x0036)	42055	(0x0806)	kVA 2	Yes	***	***	28
30057	(0x0038)	42057	(0x0808)	kVA 3	Yes	***	***	29
30059	(0x003A)	42059	(0x080A)	PF L1	Yes	***	***	30
30061	(0x003C)	42061	(0x080C)	PF L2	Yes	***	***	31
30063	(0x003E)	42063	(0x080E)	PF L3	Yes	***	***	32
30065	(0x0040)	42065	(0x0810)	kWhr (Export)	Yes	***	Yes	33
30067	(0x0042)	42067	(0x0812)	kVAHr (Export)	Yes	***	***	34
30069	(0x0044)	42069	(0x0814)	kVAHr	Yes	***	***	35
30071	(0x0046)	42071	(0x0816)	AHr	Yes	***	Yes	36
30073	(0x0048)	42073	(0x0818)	kWd (Export)	Yes	***	***	37
30075	(0x004A)	42075	(0x081A)	Max kWd (Import)	Yes	Yes	Yes	38
30077	(0x004C)	42077	(0x081C)	Max kWd (Export)	Yes	***	***	39
30079	(0x004E)	42079	(0x081E)	Max kVAd	Yes	Yes	***	40
30081	(0x0050)	42081	(0x0820)	Max Ad	Yes	Yes	Yes	41
30083	(0x0052)	42083	(0x0822)	Hours Run	***	* 52	***	42
30085	(0x0054)	42085	(0x0824)	THD V1	***	* 57	***	43
30087	(0x0056)	42087	(0x0826)	THD V2	***	* 57	***	44
30089	(0x0058)	42089	(0x0828)	THD V3	***	* 57	***	45
30091	(0x005A)	42091	(0x082A)	THD I1	***	* 57	***	46
30093	(0x005C)	42093	(0x082C)	THD I2	***	* 57	***	47
30095	(0x005E)	42095	(0x082E)	THD I3	***	* 57	***	48

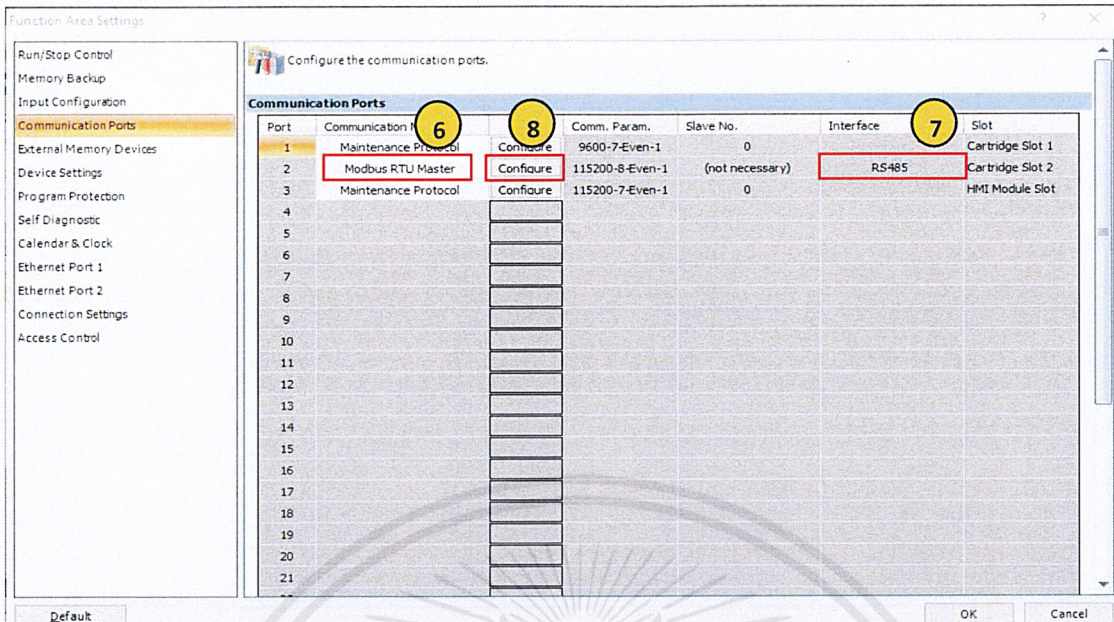
การตั้งค่าทางไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ Power Meter วัดได้ ทำได้โดยการตั้งค่าในโปรแกรม WindLDR ของ IDEC PLC ในส่วนของฮาร์ดแวร์คือการเชื่อมต่อผ่านสาย RS-485 และส่วนของซอฟต์แวร์ใช้โปรโตคอลในการสื่อสารคือ Modbus RTU ซึ่งการตั้งค่าในซอฟต์แวร์จะต้องทำการอ้างอิง Address ของค่าทางไฟฟ้าที่ Power Meter วัดได้จากตารางที่ 3.5 และการตั้งค่าสามารถทำได้ดังนี้

1.1) การเลือกประเภทของ PLC และ Module ใช้ในโครงการ ขั้นตอนแรกทำการเปิดโปรแกรม WindLDR > เลือก (1) Configuration > (2) PLC Type > เลือก (3) PLC ที่ใช้ในโครงการคือ FC6A-D16X1CEE > กด OK จากนั้นเลือก Module Configuration > เลือก (4) Module ที่ใช้ในโครงการคือ FC6A-PC3 สำหรับการเชื่อมต่อผ่าน RS-485 > (5) Configure



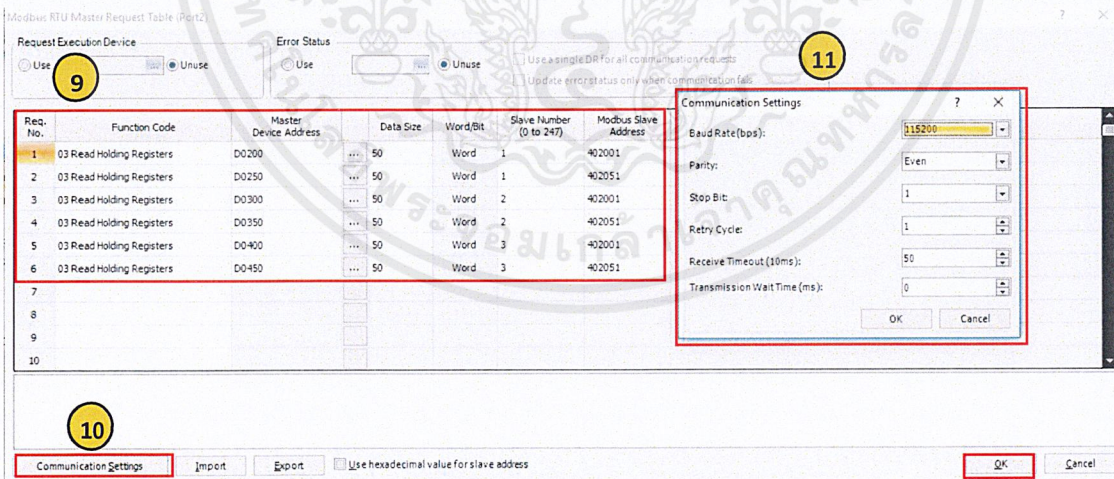
รูปที่ 3.8 การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อตั้งค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter (1)

1.2) ปรากฏหน้าจอ Communication Ports > Communication Mode เลือก (6) Modbus RTU Master เนื่องจากต้องการให้ PLC ดึงค่าจาก Power Meter > (7) Interface เลือก RS485 > (8) Configure



รูปที่ 3.9 การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อตั้งค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter (2)

1.3) ปรากฏหน้า Modbus RTU Request Table ในหน้านี้จะต้องกรอกค่า (9) Function Code, Master Device Address, Data Size, Slave Number และ Modbus Slave Address > (10) Communication Settings > ปรากฏหน้า (11) Communication Settings กำหนดค่าตามค่าเริ่มต้นของ Power Meter > กด OK จึงเสร็จสิ้นการตั้งค่าโปรแกรมเพื่อตั้งค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter



รูปที่ 3.10 การตั้งค่าโปรแกรม WindLDR เพื่อตั้งค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter (3)

หมายเหตุ: 1) Function Code: การกำหนดหน้าที่ของตัวแปร สำหรับขั้นตอนนี้ใช้ Function Code 03 Read Holding Registers คือคำสั่งสำหรับอ่านค่าข้อมูลประเภท Data Register จาก Power Meter

- 2) Master Device Address: กำหนด Address ที่นำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมของ PLC
- 3) Data Size: ขนาดข้อมูลของ Address ที่นำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมของ PLC
- 4) Slave Number: กำหนดลำดับของอุปกรณ์ที่ต่อกับ PLC สำหรับโครงงานนี้มี 3 ลำดับ คือ Power Meter ติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าโซนที่ 1, โซนที่ 2 และ โซนที่ 3
- 5) Modbus Slave Address: Address ของค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter ที่เชื่อมต่อกับ PLC ผ่าน RS-485 โดยใส่ Address อ้างอิงจากตารางที่ 3.5

ตัวอย่างเช่น ที่ Req. No.1 อ่านค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter จาก Address 402001 - 402050 แล้วนำค่าไปเก็บไว้ใน Address หรือ Tag D0200 - D0249 เพื่อนำไปใช้สำหรับเขียนคำสั่งในโปรแกรมของ PLC ต่อไป

2. การบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าให้เก็บที่ SD Card ของ PLC

การบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter ให้เก็บที่ SD Card ของ PLC ทำได้โดยการเขียนคำสั่ง DLOG หรือ Data Logging ในโปรแกรม WindLDR ดังนี้



รูปที่ 3.11 การเขียนโปรแกรมบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าให้เก็บที่ SD Card

จากรูปที่ 3.11 แสดงการเขียนโปรแกรมบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของ Power Meter ที่ติดตั้งไว้ในตู้ไฟฟ้าโซนที่ 1, โซนที่ 2 และโซนที่ 3 ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โดยใช้คำสั่ง DLOG เพื่อบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้า เช่น กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ฯลฯ ดังรูปที่ 3.12 ลงในตาราง Excel โดยจะเก็บในรูปแบบของ CSV file ไว้ในโฟลเดอร์ kW และคำสั่ง DLOG มีโหมดการทำงาน 2 แบบคือ Basic Mode กับ Advanced Mode สำหรับโครงงานนี้เลือกใช้ Advanced Mode เนื่องจากมีการใช้ Trigger เพื่อบันทึกไฟล์ใหม่ โดยกำหนดให้สัญญาณจาก M0106 เป็นตัว Trigger ตั้งค่า Advanced Mode ดังรูปที่ 3.13

DLOG (Data Logging) ? X

Devices Settings Options

S1 (Folder Name): kW

Tag Name	Device Address	Comment	Display Type	Repeat
D0218	D0218	Z1kWsum	DEC (F)	1
D0226	D0226	Z1kWhr	DEC (F)	1
D0318	D0318	Z2kWsum	DEC (F)	1
D0326	D0326	Z2kWhr	DEC (F)	1
D0418	D0418	Z3kWsum	DEC (F)	1
D0426	D0426	Z3kWhr	DEC (F)	1
D0212	D0212	Z111	DEC (W)	1
D0214	D0214	Z112	DEC (W)	1
D0216	D0216	Z113	DEC (W)	1
D0312	D0312	Z211	DEC (W)	1
D0314	D0314	Z212	DEC (W)	1
D0316	D0316	Z213	DEC (W)	1
D0412	D0412	Z311	DEC (W)	1
D0414	D0414	Z312	DEC (W)	1
D0416	D0416	Z313	DEC (W)	1

Logging data size: 157 bytes (MAX: 1024bytes)
 Remaining size: 867 bytes

OK Cancel

รูปที่ 3.12 การตั้งค่าคำสั่ง DLOG เพื่อบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้า (1)

DLOG (Data Logging) ? X

Devices Settings Options

Operation Mode

Basic mode
 Folder structure: (S1) Folder name\YYYYMMDD\ (File Name).csv
 File name: YYYYMMDD_#.csv
 Trigger of file switching: When the date has changed or the log data file size exceeds maximum file size.

Advanced mode
 Folder structure: (S1) Folder name\ (File Name).csv
 File name:
 Base file name: kW
 Specify Base file name by Value of Device Address:
 Add Device value to File Name:
 Suppress Zeros: 5 digits
 Add Timestamp: YY+MM+DD+HH+MM
 Trigger of file switching: M0106
 Set the maximum number of files: 30
 Store file path of csv file:

Common Settings

CSV file settings:
 Header output: Output Output only first line of file
 Header format:
 Label of date and time column: Optional: Time For web page editor
 Label of data column: Comment
 Character set: ASCII

OK Cancel

รูปที่ 3.13 การตั้งค่าคำสั่ง DLOG เพื่อบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้า (2)

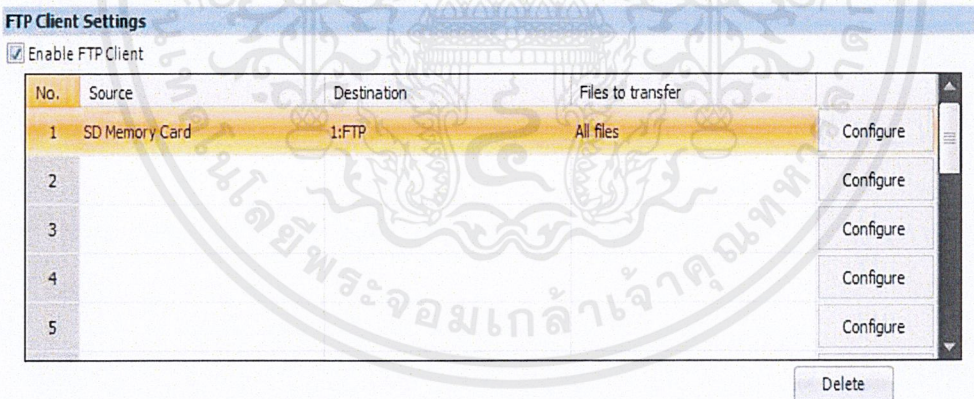
3. การส่งข้อมูลจาก SD Card ของ PLC ไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ด้วย FTP (File Transfer Protocol)

การส่งข้อมูลค่าทางไฟฟ้าที่อยู่ใน CSV File จาก SD Card ของ PLC ไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ทำได้โดยการตั้งค่าในโปรแกรม WindLDR ของ IDEC PLC และตั้งค่าในคอมพิวเตอร์ Server ซึ่งการตั้งค่าในคอมพิวเตอร์ Server ได้รับความช่วยเหลือจากผู้ดูแลในส่วนไอทีของแผนกซ่อมบำรุงเป็นผู้ดำเนินการให้



รูปที่ 3.14 การเขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลด้วย FTP

จากรูปที่ 3.14 แสดงการเขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลค่าทางไฟฟ้าที่อยู่ใน SD Card ของ PLC ไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ด้วย FTP โดยกำหนดให้สัญญาณจาก M0102 เป็นตัวสั่งให้ FTP ทำงานและ M0111 กำหนดให้เป็นตัว Trigger ในการส่งไฟล์ข้อมูลไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server สามารถตั้งค่า Trigger ได้ดังรูปที่ 3.18 และการตั้งค่าในโปรแกรม WindLDR สามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.15 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (1)

เลือกแถบเครื่องมือ Configuration > Ethernet Port 1 เลื่อนลงมาในส่วนของ FTP Client Setting > Configure

File Transfer Settings

General Trigger Condition

Source: SD Memory Card FTP Server Manager

Location:

 Folder Path: FCDATA01\DATALOG\kw

 Data Register:

Files to transfer:

 Specify conditions: All files

 Specify file name:

Destination: 1.FTP FTP Server Manager

Location:

 Folder Path: kw_1

 Data Register:

Operation:

 Copy:

 Move:

If the destination file exists: Overwrite

Store the error information when the transfer fails: D2002

Report when the transfer ends: M2002

OK Cancel

รูปที่ 3.16 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (2)

FTP Server No.1 Settings

FTP Server Settings:

FTP Server Name: [Field]

IP Address:

 IP Address: 10 . 14 . 37 . 58

 Host Name:

User Name: stj

Password: [Masked]

Port Number: 21

Transfer Mode:

 Pasv

 Active

Connection Timeout: 60 sec

Transfer Timeout: 60 sec

Use secure connection (SSL/TLS)

Advanced Settings:

Specify FTP Server Settings by values of device addresses

Top Device Address: [Field]

Copy the settings as default value to device address [Field]

OK Cancel

รูปที่ 3.17 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (3)

จากรูปที่ 3.16 ปรากฏหน้า File Transfer Settings กรอกข้อมูลดังรูปที่ 3.16 ซึ่งประกอบด้วย Source: ที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลที่ต้องการส่งข้อมูล

Location: ชื่อโพลเตอร์ของไฟล์ข้อมูลที่อยู่ใน SD Card Memory

Files to Transfer: กำหนดให้ส่งทุกไฟล์

Destination: ที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลที่ต้องการส่งข้อมูลไปเก็บไว้ สามารถตั้งค่าได้โดยการเลือก FTP

Server Manager ซึ่งการตั้งค่า FTP Server Manager สามารถกรอกข้อมูลดังรูปที่ 3.17 ซึ่งประกอบด้วย

- 1) FTP Server Name: ชื่อของ FTP Server โดยกรอกชื่อตาม FTP Server Name ที่ตั้งค่าไว้ในคอมพิวเตอร์ Server
- 2) IP Address: ที่อยู่ของ FTP Server
- 3) Username และ Password: ชื่อผู้ใช้และรหัสการลงชื่อเข้าใช้งานของคอมพิวเตอร์ Server
- 4) Transfer Mode: โหมดการถ่ายโอนของ FTP Server สำหรับส่วนนี้เลือกเป็น Passive Mode

Operation: เลือกว่าจะคัดลอกไฟล์ข้อมูลหรือย้ายไฟล์ข้อมูลจาก SD Card ไปไว้ที่คอมพิวเตอร์ Server

File Transfer Settings

General | Trigger Condition

Device:

Trigger Type: Rising Edge

Device Address: M0111

Cycle:

Day of the week:

Sunday Monday Tuesday Wednesday Thursday Friday Saturday

Triggered time (hh:mm):

00 : 00

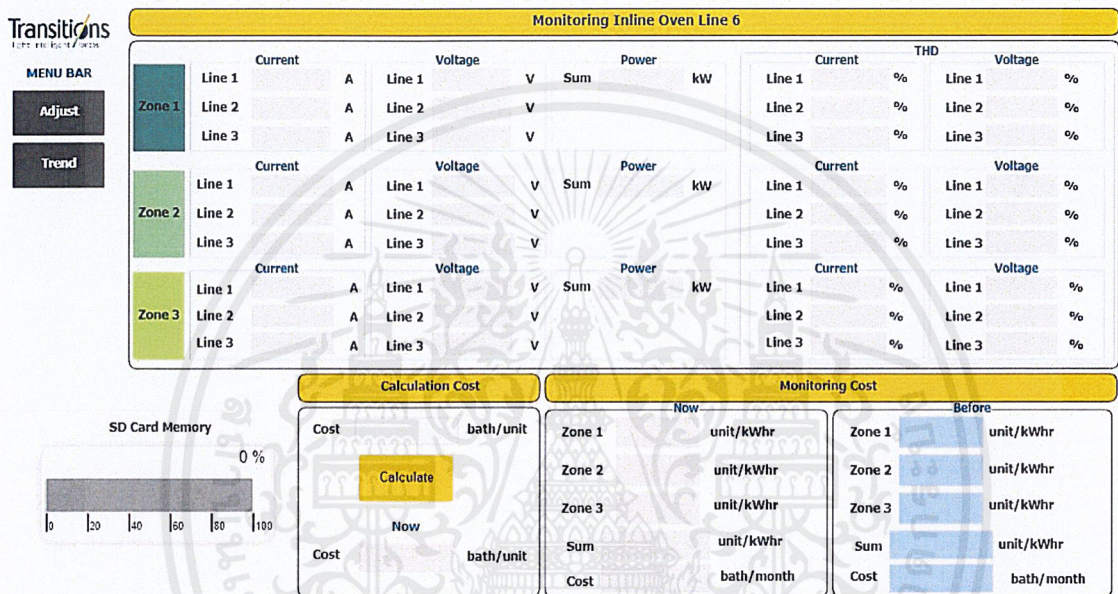
00 : 00

OK Cancel

รูปที่ 3.18 การตั้งค่าการส่งข้อมูลด้วย FTP (4)

4. การออกแบบหน้าเว็บเพจในโปรแกรม WindLDR

ขั้นตอนนี้เป็นกรออกแบบหน้าเว็บเพจ ซึ่งหน้าเว็บเพจของโครงการนี้ประกอบด้วย 4 หน้าคือ 1) หน้าเว็บเพจแสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าและการคำนวณค่าใช้จ่ายของการใช้พลังงานไฟฟ้า 2) หน้าเว็บเพจสำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ 3) หน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ และ 4) หน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบเรียลไทม์



รูปที่ 3.19 หน้าแรกของเว็บเพจที่แสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6

จากรูปที่ 3.19 หน้าแรกของเว็บเพจที่แสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1) แสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าประกอบด้วยค่ากระแสไฟฟ้า 3 เฟส, แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส, กำลังไฟฟ้รวม ฯลฯ ที่ดึงค่าจาก Power Meter ที่ติดตั้งไว้ในแต่ละโซนของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 มาแสดงผลแบบเรียลไทม์

2) โปรแกรมสำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายของการใช้ไฟฟ้า เมื่อผู้ใช้งานกรอกอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท/หน่วย) ซึ่งอ้างอิงตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงและกดปุ่มคำนวณ (Calculate) โปรแกรมจะคำนวณจำนวนหน่วยของค่าไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละโซน และคำนวณค่าใช้จ่ายของการใช้ไฟฟ้าแบบรายเดือนอย่างอัตโนมัติ

3) แสดงข้อมูลความจุของข้อมูลที่บันทึกไว้ใน SD Card ของ PLC ว่าขณะนี้มีการใช้ความจุในการเก็บข้อมูลกี่เปอร์เซ็นต์ และเมื่อข้อมูลใน SD Card ใกล้เต็ม จะปรากฏข้อความแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทำการล้างข้อมูลใน SD Card

4) แถบเมนู เป็นส่วนที่รวบรวมหน้าเว็บเพจทั้งหมดที่ใช้ในโครงการงานนี้ ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ชื่อเว็บเพจเพื่อเปิดไปยังหน้าแสดงผลของเว็บเพจนั้นตามความต้องการของผู้ใช้งาน

Adjust Parameters

	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Recirculation Motor	<input type="text"/> Hz	<input type="text"/> Hz	<input type="text"/> Hz
Intake	<input type="text"/> cm.	<input type="text"/> cm.	<input type="text"/> cm.
Exhaust	<input type="text"/> %	<input type="text"/> %	<input type="text"/> %
Differential Pressure	<input type="text"/> psi	<input type="text"/> psi	<input type="text"/> psi
Name:	<input type="text"/>		
	<input type="button" value="Save"/>		

Hlstory: Zone 1
Zone 2
Zone 3

Back

Monitoring

Now Name: Date: / / , :

Zone	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)
1				
2				
3				

Before Name: Date: / / , :

Zone	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)
1				
2				
3				

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปร ที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์

จากรูปที่ 3.20 หน้าเว็บเพจสำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1) การปรับค่าตัวแปร (Adjust Parameters) ซึ่งประกอบด้วย ค่าความถี่ (Hz) VSD ของ Recirculation Motor, ความยาวก้านดึงของ Air Intake (cm), เปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วของท่อ Exhaust (%) และค่าความดันแตกต่างภายในตู้อบ (psi) ผู้ใช้งานสามารถรอกค่าตัวแปรที่ได้กล่าวมาข้างต้น หลังจากทำการปรับค่าตัวแปรเหล่านี้ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์หน้างาน เมื่อกดบันทึก (Save) ข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ใช้งานกรอกจะถูกส่งไปยังส่วนแสดงผลข้อมูล (Monitoring)

2) แถบเมนูประวัติการปรับค่าตัวแปร เป็นส่วนที่รวบรวมหน้าเว็บเพจของประวัติการปรับค่าตัวแปรในแต่ละโซน ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ชื่อเว็บเพจเพื่อเปิดไปยังหน้าแสดงผลของเว็บเพจนั้น ดังรูปที่ 3.21, รูปที่ 3.22 และรูปที่ 3.23 ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งหน้าแสดงผลประวัติการปรับค่าตัวแปรจะแสดงข้อมูลที่ประกอบด้วย เวลาที่ทำการปรับค่า, ค่าตัวแปรที่ผู้ใช้ปรับ, จำนวนหน่วยของค่าไฟฟ้าที่ใช้ในขณะนั้น และชื่อของผู้ที่กรอกข้อมูล

- History
- Zone 1
- MENU BAR
- Zone 2
- Zone 3
- Adjust Page

No.	Time	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)	Unit Hour	Name
1	/ / , :						
2	/ / , :						
3	/ / , :						
4	/ / , :						
5	/ / , :						
6	/ / , :						
7	/ / , :						
8	/ / , :						
9	/ / , :						
10	/ / , :						
11	/ / , :						
12	/ / , :						
13	/ / , :						
14	/ / , :						
15	/ / , :						
16	/ / , :						
17	/ / , :						
18	/ / , :						
19	/ / , :						
20	/ / , :						

Back

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 1

- History
- Zone 2
- MENU BAR
- Zone 1
- Zone 3
- Adjust Page

No.	Time	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)	Unit Hour	Name
1	/ / , :						
2	/ / , :						
3	/ / , :						
4	/ / , :						
5	/ / , :						
6	/ / , :						
7	/ / , :						
8	/ / , :						
9	/ / , :						
10	/ / , :						
11	/ / , :						
12	/ / , :						
13	/ / , :						
14	/ / , :						
15	/ / , :						
16	/ / , :						
17	/ / , :						
18	/ / , :						
19	/ / , :						
20	/ / , :						

Back

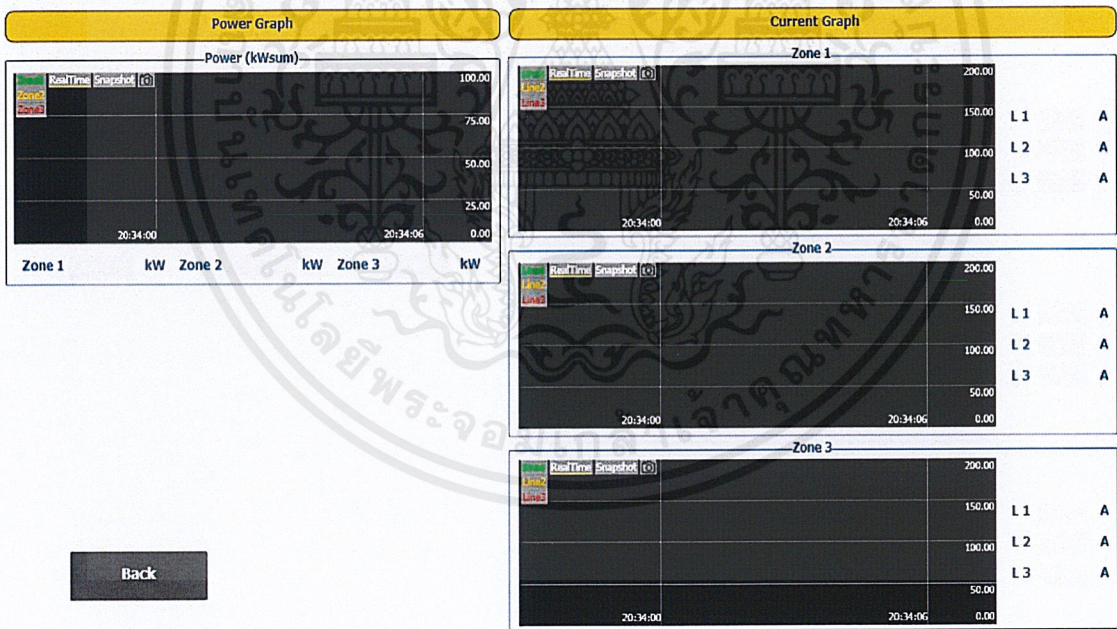
รูปที่ 3.22 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 2

No.	Time	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)	Unit:Hour	Name
1	/ / , :						
2	/ / , :						
3	/ / , :						
4	/ / , :						
5	/ / , :						
6	/ / , :						
7	/ / , :						
8	/ / , :						
9	/ / , :						
10	/ / , :						
11	/ / , :						
12	/ / , :						
13	/ / , :						
14	/ / , :						
15	/ / , :						
16	/ / , :						
17	/ / , :						
18	/ / , :						
19	/ / , :						
20	/ / , :						

- History
- Zone 3
- MENU BAR
- Zone 1
- Zone 2
- Adjust Page

Back

รูปที่ 3.23 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 3

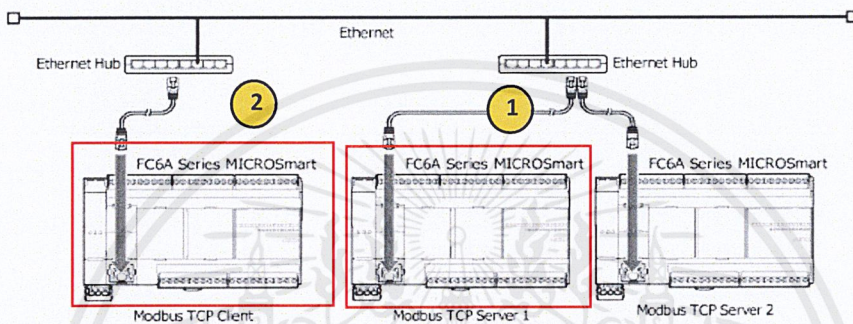


รูปที่ 3.24 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบเรียลไทม์

จากรูปที่ 3.24 หน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ โดยค่ากำลังไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าจะถูกนำมาแสดงผลในรูปแบบของแนวโน้ม (Trend) ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเปรียบเทียบค่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเฟสในขณะนั้นได้

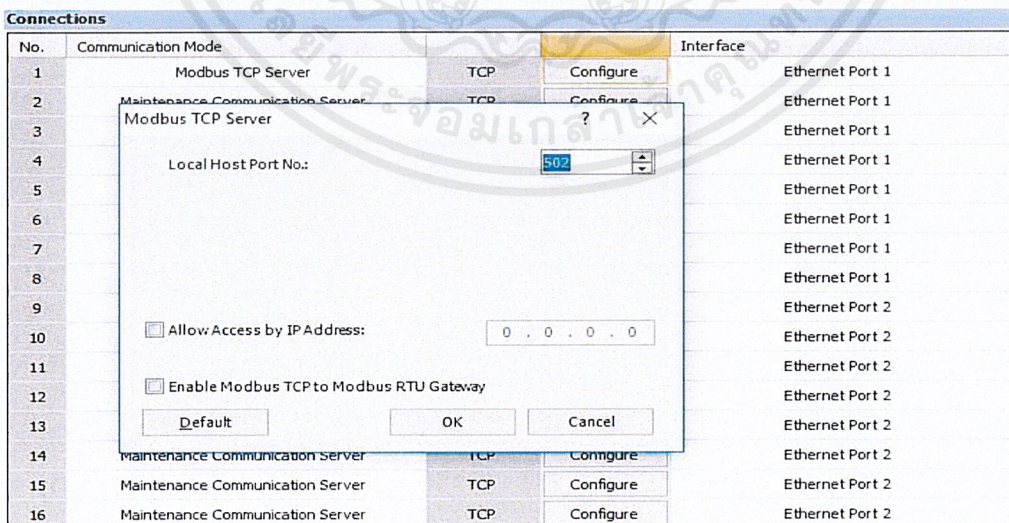
5. การรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PLC ของโรงงานกับ PLC ในห้อง Maintenance ด้วย Modbus TCP Communication

จากโครงสร้างระบบ SCADA ของโรงงานดังรูปที่ 3.5 ส่วนของฮาร์ดแวร์กำหนดให้ PLC ในห้อง Maintenance เป็นศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลค่าทางไฟฟ้าและข้อมูลอื่น ๆ ที่สำคัญจาก PLC ที่ติดตั้งไว้ที่ตู้ควบคุมของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 1 ถึง 8 เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการดูแลระบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งในโรงงานนี้จะเป็นการตั้งค่าการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PLC ของโรงงานกับ PLC ในห้อง Maintenance



รูปที่ 3.25 Modbus TCP Communication via Ethernet Communication

จากรูปที่ 3.25 ทำการสื่อสารกันระหว่าง PLC 2 เครื่องผ่านทาง Ethernet โดยใช้วิธีการสื่อสารแบบ Modbus TCP โดยจะตั้งค่า PLC ทั้ง 2 เครื่องให้เป็น Server กับ Client สำหรับโรงงานนี้ PLC (1) ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 (PLC ของโรงงาน) คือ Server และ PLC (2) ในห้อง Maintenance คือ Client สามารถตั้งค่าในโปรแกรม WindLDR ดังนี้



Communication Port of Modbus RTU Gateway and Pass-Through

1

รูปที่ 3.26 การตั้งค่า Modbus TCP Server

สำหรับการตั้งค่า Modbus TCP Server จะต้องกำหนด Communication Mode เป็น Modbus TCP Server จากนั้นตั้งค่า Local Host Port No. ซึ่งสามารถใช้ค่า Default ที่โปรแกรมกำหนด ดังรูปที่ 3.26 กด OK จึงเสร็จสิ้นการตั้งค่า Modbus TCP Server

No.	Communication Mode	TCP	Configure	Interface
1	Modbus TCP Client	TCP	Configure	Ethernet Port 1
2	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 1
3	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 1
4	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 1
5	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 1
6	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 1
7	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 1
8	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 1
9	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2
10	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2
11	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2
12	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2
13	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2
14	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2
15	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2
16	Maintenance Communication Server	TCP	Configure	Ethernet Port 2

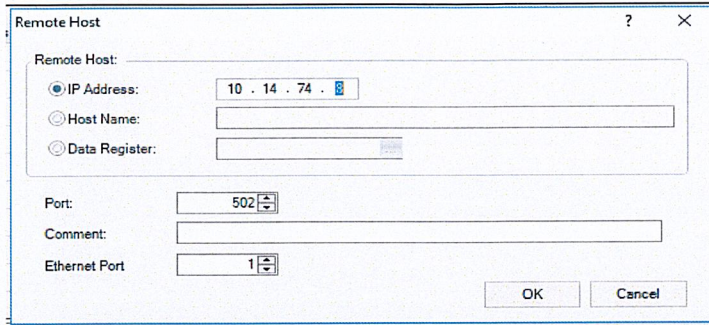
Communication Port of Modbus RTU Gateway and Pass-Through

รูปที่ 3.27 การตั้งค่า Modbus TCP Client (1)

สำหรับการตั้งค่า Modbus TCP Client จะต้องกำหนด Communication Mode เป็น Modbus TCP Client จากนั้นกรอกค่า Function Code, Master Device Address, Data Size, Remote Host No., Slave Number และ Modbus Slave Address กด OK จึงเสร็จสิ้นการตั้งค่า Modbus TCP Client

Req. No.	Function Code	Master Device Address	Data Size	Word/Bit	Remote Host No.	Slave Number (0 to 255)	Modbus Slave Address
1	03 Read Holding Registers	D5500	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400201
2	03 Read Holding Registers	D5502	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400203
3	03 Read Holding Registers	D5504	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400205
4	03 Read Holding Registers	D5506	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400213
5	03 Read Holding Registers	D5508	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400215
6	03 Read Holding Registers	D5510	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400217
7	03 Read Holding Registers	D5512	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400219
8	03 Read Holding Registers	D5514	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400285
9	03 Read Holding Registers	D5516	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400287
10	03 Read Holding Registers	D5518	2	Word	1: 10.14.74.8 (502)	1	400289

รูปที่ 3.28 การตั้งค่า Modbus TCP Client (2)



รูปที่ 3.29 การตั้งค่า Modbus TCP Client (3)

หมายเหตุ: 1) Function Code: การกำหนดหน้าที่ของตัวแปร สำหรับขั้นตอนี้ใช้ Function Code ทั้งหมด 4 Function คือ

01 Read Coil Status คือคำสั่งสำหรับอ่านค่าข้อมูลประเภท Internal Relay

03 Read Holding Registers คือคำสั่งสำหรับอ่านค่าข้อมูลประเภท Data Register

15 Force Multiple Coils คือคำสั่งสำหรับเปลี่ยนแปลงข้อมูลประเภท Internal Relay

16 Preset Multiple Registers คือคำสั่งสำหรับเปลี่ยนแปลงข้อมูลประเภท Data Register

2) Master Device Address: กำหนด Address ที่นำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมของ PLC

3) Data Size: ขนาดข้อมูลของ Address ที่นำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมของ PLC

4) Remote Host No.: การกำหนด IP Address ของ PLC ที่ต้องการรับ-ส่งข้อมูล ในส่วนนี้ กำหนด IP Address ของ PLC ที่กำหนดให้เป็น Server และกำหนด Ethernet Port ที่ใช้รับ-ส่งข้อมูลดังรูปที่ 3.29

5) Slave Number: กำหนดลำดับของอุปกรณ์ที่ต่อกับ PLC ของโรงงาน

6) Modbus Slave Address: Address ของค่าตัวแปรที่ต้องการรับ-ส่งข้อมูล สามารถดูได้จาก ตาราง Modbus TCP Address

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างตาราง Modbus TCP Address สำหรับใช้กับ IDEC PLC

FC5A MicroSmart Operand	Modbus Address (Decimal)	Communication Frame Address
D0000	400001	0000
D0001	400002	0001
D0002	400003	0002
D0003	400004	0003
D0004	400005	0004
D0005	400006	0005
D0006	400007	0006
D0007	400008	0007
D0008	400009	0008
D0009	400010	0009
D0010	400011	000A
D0011	400012	000B
D0012	400013	000C

3.3 การพัฒนาระบบ SCADA ของโครงการ

ในระบบ SCADA ของโครงการนี้ ทางผู้จัดทำได้ทำการสร้างโครงสร้างพื้นฐานของระบบ SCADA แล้ว สำหรับหัวข้อนี้กล่าวถึงการพัฒนาระบบ SCADA เพื่อเป็นแนวทางและเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานในอนาคต ซึ่งส่วนที่พัฒนาของระบบ SCADA สำหรับโครงการนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1) อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust 2) การเพิ่มฟังก์ชัน History Graph ของเว็บเพจสำหรับแสดงผลบนหน้าเว็บเบราว์เซอร์ และ 3) หน้าจอ HMI สำหรับติดตั้งที่เครื่องคอมพิวเตอร์ในไลน์การผลิตที่ 6

3.3.1 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust

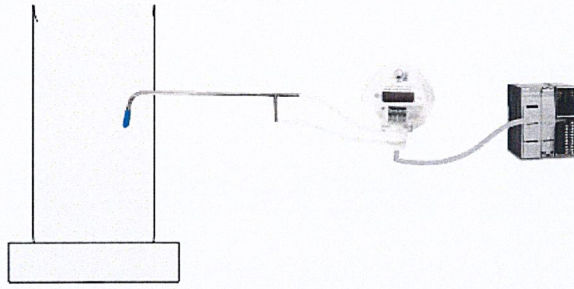
1. การออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

เป็นการนำอุปกรณ์ที่มีอยู่ในแผนกซ่อมบำรุงมาประยุกต์ใช้กับโครงการให้เกิดประโยชน์ โดยการนำอุปกรณ์วัดอัตราการไหล เพื่อนำมาใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust อีกทั้งอุปกรณ์นี้ยังสามารถดึงข้อมูลค่าที่อุปกรณ์วัดได้มาใช้เขียนโปรแกรมใน PLC เพื่อแสดงผลค่าอัตราการไหลและค่าความเร็วของอากาศอย่างอัตโนมัติ ซึ่งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลดังรูปที่ 3.30 ประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ชนิดคือ Differential Pressure Transmitter และ Pitot Tube



รูปที่ 3.30 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล

หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลคือ เมื่อวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ดังรูปที่ 3.31 Pitot Tube จะตรวจวัดผลต่างความดันของอากาศระหว่างค่าความดันผลรวม (ด้านที่เป็น High Pressure, +) และค่าความดันสถิต (ด้านที่เป็น Low Pressure, -) แล้ว Differential Pressure Transmitter จะทำการส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาในรูปแบบของสัญญาณมาตรฐาน 0-10 V ซึ่งจะต่อเข้ากับ PLC เพื่อดึงสัญญาณที่ได้ไปเขียนโปรแกรมการแสดงผลค่าอัตราการไหลและค่าความเร็วของอากาศที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหลทำการวัดได้ในขณะนั้น



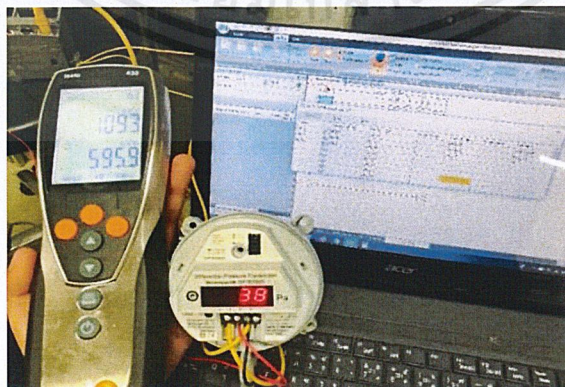
รูปที่ 3.31 แบบจำลองการวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

Device	Device Address	Monitor Type	Device Range	Current Value	Preset Value	Comment
D0010	D0010	DEC (F)	0	1371.964		flow_cfm
D0012	D0012	DEC (F)	0	2499.297		velocity_fpm
D0000	D0000	DEC (V)	0	104		Diff Pressure
		DEC (V)	0			

รูปที่ 3.32 การแสดงผลค่าอัตราการไหลและค่าความเร็วของอากาศที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

2. การสอบเทียบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

ขั้นตอนนี้เป็นการสอบเทียบอุปกรณ์วัดอัตราการไหลด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 เนื่องจากการวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ในแต่ละครั้ง เพื่อปรับสมดุลของอัตราการไหลของอากาศภายในตู้ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ วิศวกรผู้ดูแลไลน์การผลิตจะใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 ในการวัดอัตราการไหล ดังนั้นก่อนนำอุปกรณ์วัดอัตราการไหลมาใช้ในหน้างานจริง จึงต้องสอบเทียบอุปกรณ์ก่อนเพื่อการแสดงค่าการวัดที่ถูกต้องของอุปกรณ์



รูปที่ 3.33 เครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (ซ้าย) และอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (ขวา)

2.1) การทดลองวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust

ทำการทดลองวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (P) และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (F) โดยทำการทดลองเก็บบันทึกค่าทั้งหมด 3 การทดลองใหญ่ 6 การทดลองย่อย ในแต่ละการทดลองผู้จัดทำได้เก็บบันทึกค่าการวัดจำนวน 15 ค่าและใช้ความถี่ในการเก็บบันทึกค่าคือ 7 นาที ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การทดลองวัดอัตราการไหลภายในท่อ Exhaust ด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (P) และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (F)

Device	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P1	1628	2354	2504	1334	2094	2520	1616	1934	1790	1750	2023	2092	2209	1737	1473
F1	2232	1499	2113	2189	1681	1499	1756	1897	1706	1217	1602	1825	2456	2573	2857
P2	2693	3207	2905	3330	3329	3570	3740	3541	3390	3397	3391	2882	3139	2638	2466
F2	3447	3701	3659	4273	3216	2661	3257	3678	2818	3026	2973	2282	2723	3271	3141
P3	2595	2541	2498	2085	1955	2041	1450	2393	2668	3044	3164	3516	4157	3479	1924
F3	3254	3180	2716	2475	2770	2366	2710	3100	2816	2470	3160	2947	2324	2718	2434

หมายเหตุ: P1, F1 หมายถึง เก็บบันทึกค่าอัตราการไหลด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (P) และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (F) ในครั้งที่ 1

P2, F2 หมายถึง เก็บบันทึกค่าอัตราการไหลด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (P) และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (F) ในครั้งที่ 2

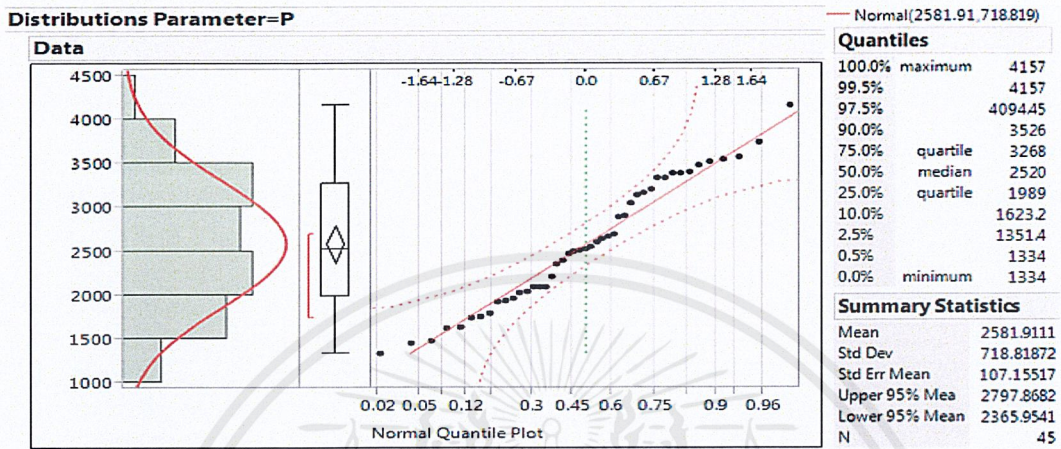
P3, F3 หมายถึง เก็บบันทึกค่าอัตราการไหลด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (P) และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 (F) ในครั้งที่ 3

2.2) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

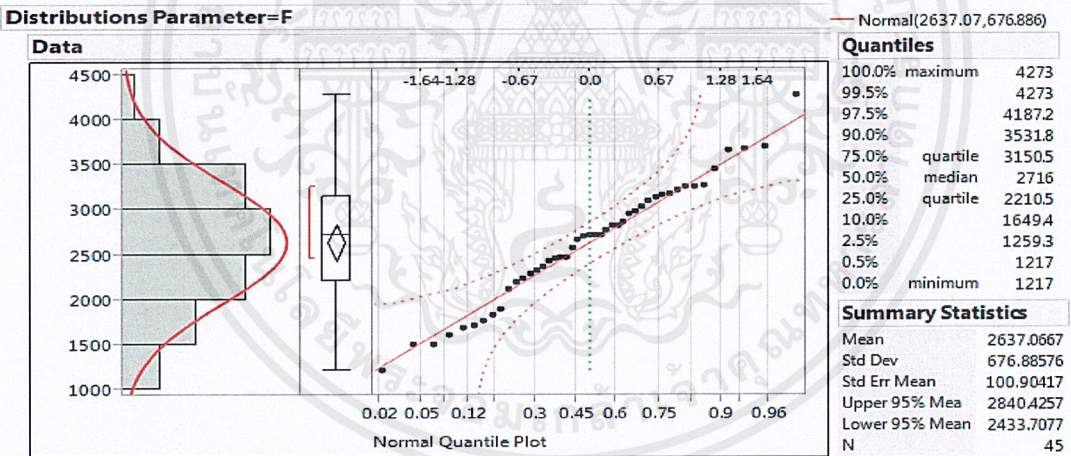
ขั้นตอนนี้เป็นกรนำข้อมูลของค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลได้รับความช่วยเหลือจากวิศวกรผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติเป็นผู้วิเคราะห์ข้อมูลให้ โดยการนำข้อมูลของค่าอัตราการไหลในตารางที่ 3.7 จำนวนอุปกรณ์ละ 45 ค่า มาวิเคราะห์ในซอฟต์แวร์ JMP ดังนี้

1) Histogram and Normal Quantile Plot

การวิเคราะห์ข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบ Normal Distribution หรือไม่



รูปที่ 3.34 Histogram and Normal Quantile Plot of Flow Measurement (P)

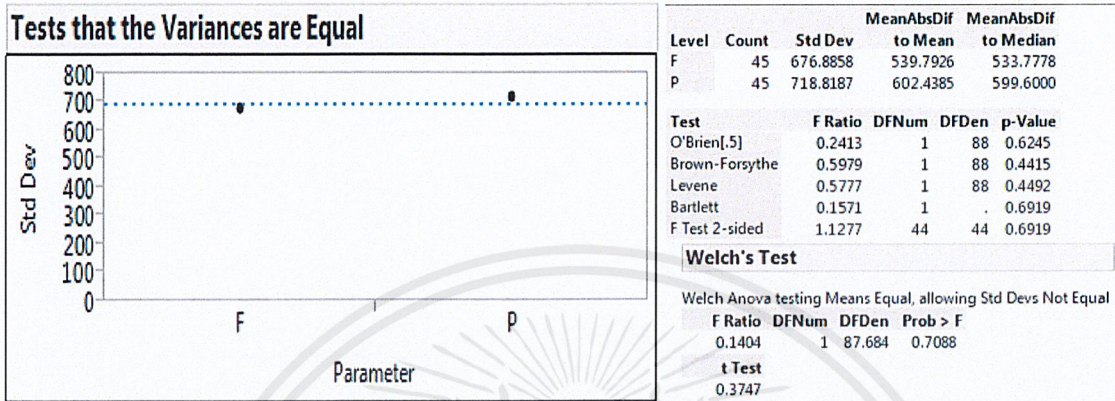


รูปที่ 3.35 Histogram and Normal Quantile Plot of Testo Flow Meter (F)

จากรูปที่ 3.34 และ 3.35 พบว่ากราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับค่า Z Quantiles ของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบ มีลักษณะการเรียงตัวของจุดตัดเป็นแนวเส้นตรง ซึ่งตรงตามลักษณะการเรียงตัวของจุดตัดของข้อมูลที่มีการกระจายเป็นแบบ Normal Distribution จึงสรุปได้ว่าข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองมีการกระจายเป็นแบบ Normal Distribution

2) Test that the Variances are Equal

การทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างข้อมูลของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบว่ามีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่

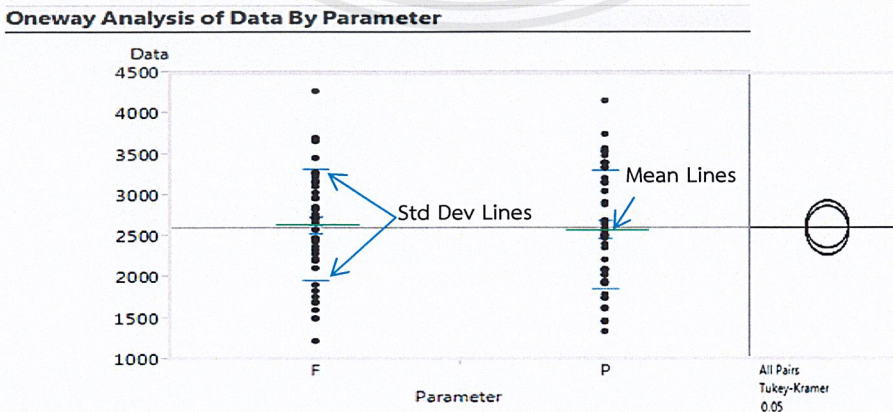


รูปที่ 3.36 Test that the Variances are Equal

จากรูปที่ 3.36 เมื่อนำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, Std Dev) ของข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบ มาพล็อตจุดเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบมีความแปรปรวนเท่ากัน

3) Oneway Analysis of Data by Parameter

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบทางเดียวของข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองว่า เครื่องมือวัดอัตราการไหลทั้ง 2 แบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่



รูปที่ 3.37 Oneway Analysis of Data by Parameter (1)

Means and Std Deviations						
Level	Number	Mean	Std Dev	Mean	Lower 95%	Upper 95%
F	45	2637.07	676.886	100.90	2433.7	2840.4
P	45	2581.91	718.819	107.16	2366.0	2797.9

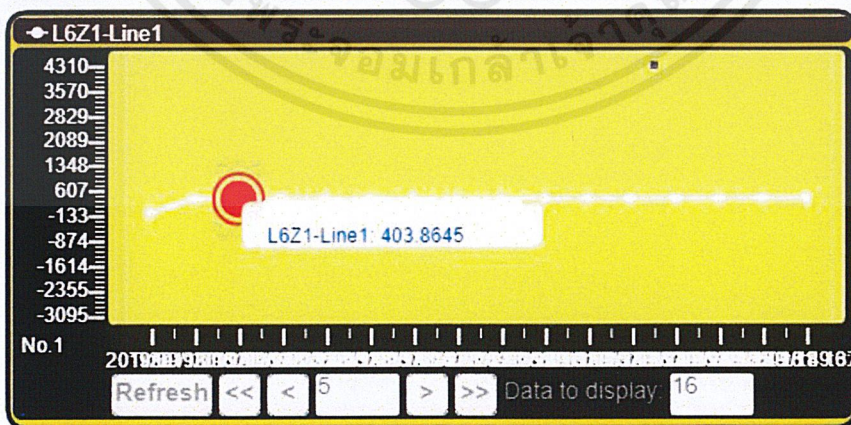
Means Comparisons						
Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD						
Confidence Quantile						
	q*	Alpha				
	1.98729	0.05				
LSD Threshold Matrix						
	Abs(Diff)-HSD	F	P			
F		-292.50	-237.35			
P		-237.35	-292.50			

รูปที่ 3.38 One-way Analysis of Data by Parameter (2)

จากรูปที่ 3.37 พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวที่คล้ายกันและจากวงกลมการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey-Kramer HSD พบว่าวงกลมค่าเฉลี่ยของเครื่องมือวัดอัตราการไหลทั้ง 2 แบบ มีการซ้อนทับกันเกือบทั้งหมด จึงสรุปได้ว่าข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3.3.2 ฟังก์ชัน History Graph ในหน้าเว็บเพจสำหรับการแสดงผลของระบบ SCADA

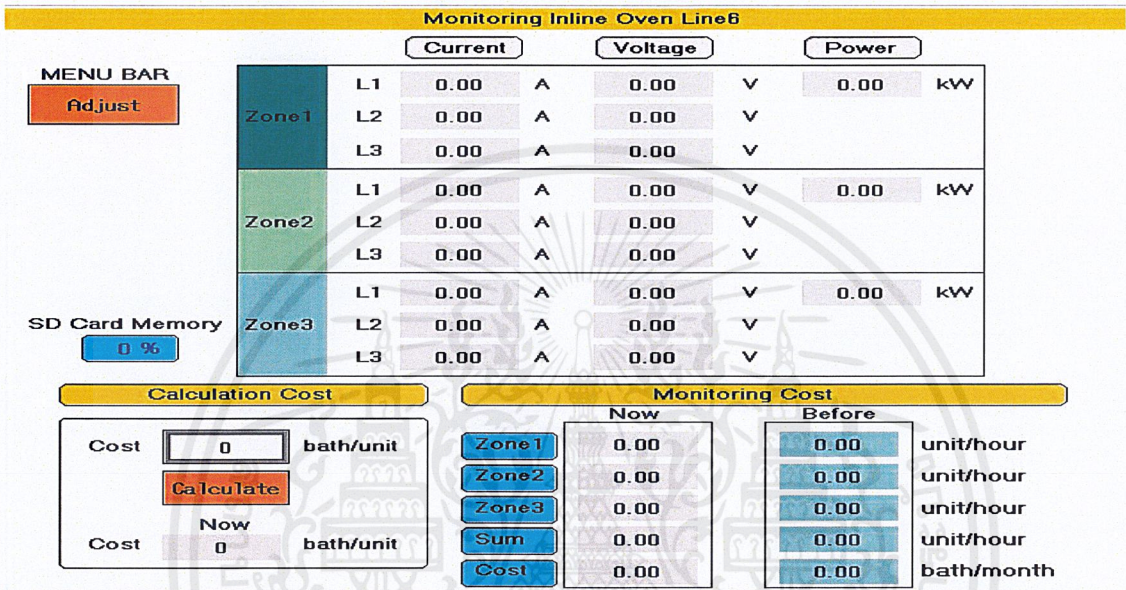
ฟังก์ชัน History Graph เป็นฟังก์ชันการดึงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ CSV File ที่เก็บไว้ใน SD Card มาแสดงผลเป็นกราฟเส้นหรือกราฟแท่ง สำหรับการพัฒนาระบบ SCADA ของโครงการ ฟังก์ชันนี้เป็นการนำ CSV File ข้อมูลค่าทางไฟฟ้าหรือข้อมูลที่สำคัญที่เก็บไว้ใน SD Card หรือคอมพิวเตอร์ Server มาแสดงผลเป็นกราฟเส้น ซึ่ง History Graph จะแตกต่างจากกราฟแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์ตรงที่ History Graph ผู้ใช้งานสามารถดึงประวัติข้อมูลย้อนหลังมาแสดงผลบนหน้าเว็บของระบบ SCADA อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถเลือกดูข้อมูลตามช่วงเวลาที่ต้องการได้



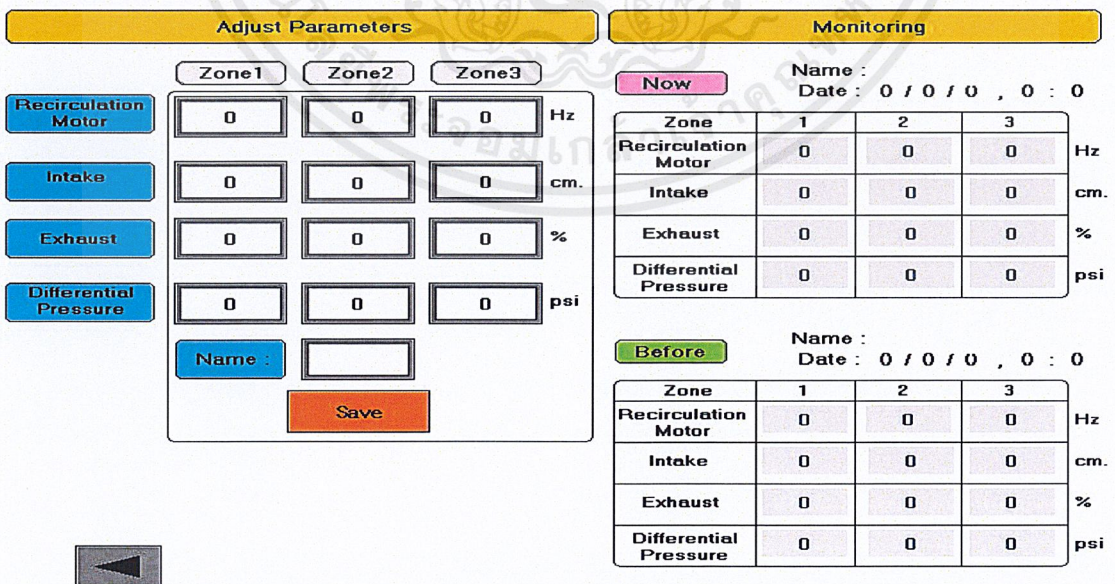
รูปที่ 3.39 ตัวอย่าง History Graph ที่แสดงผลข้อมูลค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 1

3.3.3 หน้าจอ HMI สำหรับติดตั้งที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6

การติดตั้งหน้าจอ HMI ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 เป็นการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูข้อมูลค่าทางไฟฟ้าหรือต้องการบันทึกข้อมูลการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ ผู้ใช้งานสามารถดูหรือบันทึกข้อมูลผ่านหน้าจอ HMI ที่ติดตั้งไว้ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ได้ เนื่องจากข้อมูลที่หน้าจอ HMI จะเชื่อมโยงกับข้อมูลที่แสดงผลบนหน้าเว็บของระบบ SCADA



รูปที่ 3.40 หน้าจอ HMI สำหรับแสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าและการคำนวณค่าใช้จ่ายของการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 3.41 หน้าจอ HMI สำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์

บทที่ 4

ผลการทดลองและผลการดำเนินงาน

หลังจากศึกษากระบวนการอบผิวน้ำเลนส์ เก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวน้ำเลนส์ จนนำไปสู่การทดลองหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และสร้างระบบ SCADA เพื่อนำมาใช้ในการแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองและผลการดำเนินงาน ในส่วนของผลการทดลองประกอบด้วย 1) ผลการทดลองการปรับค่าของตัวแปร เพื่อหาเงื่อนไขที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวน้ำเลนส์ 2) ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล และในส่วนของผลการดำเนินงานประกอบด้วย 1) ผลการดำเนินงานของระบบ SCADA และ 2) ผลการดำเนินงานของโครงการ

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 ผลการทดลองการปรับค่าของตัวแปร เพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวน้ำเลนส์

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลองปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวน้ำเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซน 1

ลำดับ	ความถี่ของVSD (Hz)	ความเร็วของอากาศ (fpm)	ความยาวของก้านดึง (cm)	A1 rms current	A2 rms current	A3 rms current	PT (W)	เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง
1	35	1350	10.5	75	76	76	38887	12.17-12.32 น.
2	35	700	21	56	56	56	27222	12.37-12.52 น.
3	35	2048	0	72	73	73	41006	12.57-13.10 น.
4	35	1174	0	79	80	80	44576	13.11-13.22 น.
5	35	2544	0	38	39	39	24495	13.24-13.39 น.
6	35	1626	21	55	56	56	26790	13.51-14.06 น.
7	35	2875	21	55	55	55	26517	14.11-14.26 น.
8	35	1486	21	52	53	53	23707	14.33-14.48 น.

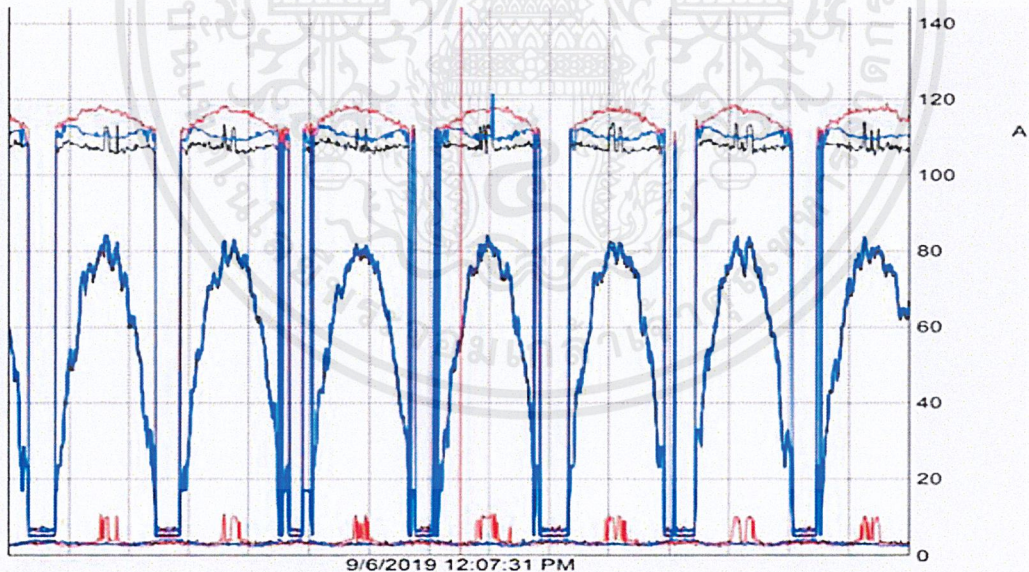
9	35	2003	21	88	90	89	52765	14.49-15.04 น.
10	35	2105	21	90	91	91	54335	15.05-15.19 น.
11	35	1532	21	53	54	54	24929	15.25-15.50 น.
12	35	1710	0	26	26	26	7987	15.59-16.14 น.
13	35	1626	10.5	47	48	48	20573	10.35-11.30 น.

หมายเหตุ: 1) สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว:

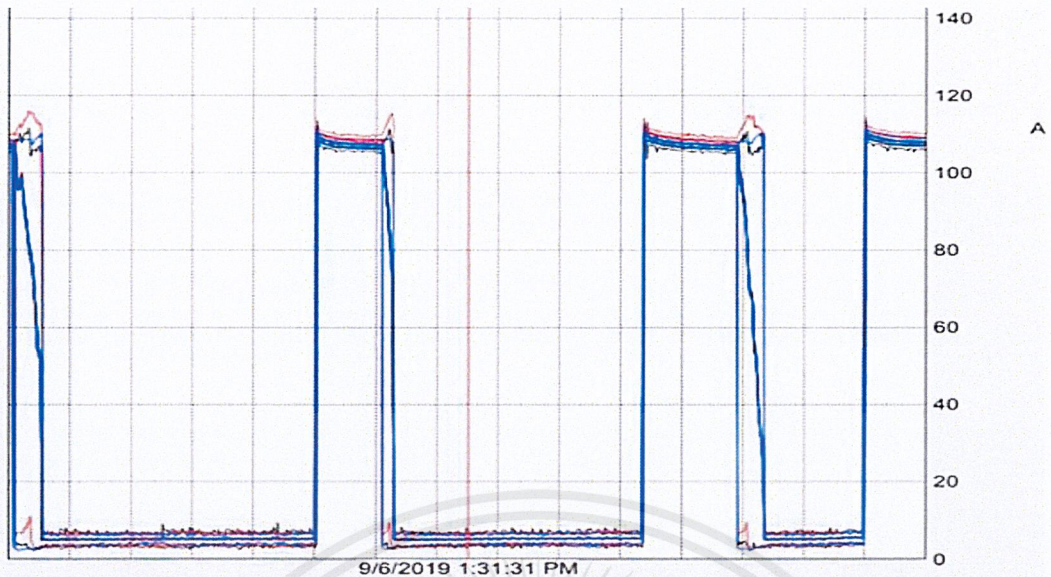
: ปิด
 : เปิด 50%
 : เปิด 100%

2) ค่าทางไฟฟ้าก่อนทำการทดลองปรับค่าของตัวแปร A1 rms เท่ากับ 60 A, A2 rms เท่ากับ 61 A, A3 rms เท่ากับ 61 A และ PT เท่ากับ 25403 W

3) A1 rms, A2 rms, A3 rms หมายถึงค่ากระแสไฟฟ้า 3 เฟส ด้านบ่อน้ำเข้าตู้ควบคุม ที่วัดด้วยเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า
PT หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงของระบบ



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) ก่อนทำการทดลองปรับค่าตัวแปร



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้ายังผล (I_{RMS}) หลังทำการทดลองปรับค่าตัวแปรในการทดลองลำดับที่ 5

หมายเหตุ: ■ : A1 rms ■ : A2 rms ■ : A3 rms

จากผลการทดลองปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ สามารถพิจารณาได้ดังนี้

- 1) จากตารางที่ 4.1 เมื่อนำข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้าที่มีผล (Effective Current) 3 เฟส ในแต่ละการทดลองมาเปรียบเทียบกับพบว่าการทดลองลำดับที่ 5 และ 12 มีการใช้กระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด และพิจารณาเงื่อนไขการปรับค่าของตัวแปรของการทดลองลำดับที่ 5 และ 12 คือ ค่าความเร็วของอากาศ, การเปิด-ปิดวาล์วของท่อ Exhaust, ค่าความยาวของก้านดึง และการเปิด-ปิดวาล์วของ Air Intake พบว่าเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองลำดับที่ 12 ไม่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ได้ เนื่องจากมีการปิดวาล์วของท่อ Exhaust และดันก้านดึงของ Air intake ให้ปิดสุด (ปิดวาล์วของ Air Intake) ทำให้ไม่มีการหมุนเวียนของอากาศภายในตู้อบ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในตู้อบสูงเกินค่า Set point ที่ตั้งไว้
- 2) จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 เปรียบเทียบกราฟค่ากระแสไฟฟ้าที่มีผล (Effective Current) ก่อนและหลังทำการทดลองปรับค่าของตัวแปรในการทดลองลำดับที่ 5 พบว่าหลังจากทำการทดลองปรับค่าของตัวแปรค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์มีค่าที่ลดลงจากเดิม และสังเกตได้จากกราฟว่าก่อนทำการทดลองมีความถี่ของการใช้กระแสไฟฟ้าค่อนข้างสูง แต่หลังจากทำการทดลองปรับค่าของตัวแปรนั้น ความถี่ของการใช้กระแสไฟฟ้ามีการลดลงอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

จากการพิจารณาข้อมูลของผลการทดลองข้างต้นนี้ สามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่าเงื่อนไขในการทดลองลำดับที่ 5 คือ ความถี่ของ VSD เท่ากับ 35 Hz, ความเร็วของอากาศภายในท่อ Exhaust เท่ากับ 2544 fpm

(สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: เปิด 100%), ความยาวของก้านดึงของ Air Intake เท่ากับ 0 cm (สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: ปิด) เป็นเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

4.1.2 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Histogram และ Normal Quantile Plot

พบว่าข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบ มีการกระจายเป็นแบบ Normal Distribution

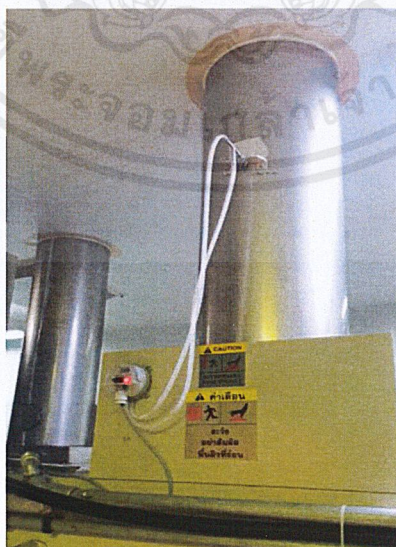
- 2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Test that the Variances are Equal

พบว่าข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบ มีความแปรปรวนเท่ากัน

- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Oneway Analysis of Data by Parameter

พบว่าข้อมูลค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองของเครื่องมือวัดทั้ง 2 แบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองวัดอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ Exhaust ด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล และเครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นสามารถนำอุปกรณ์วัดอัตราการไหลมาติดตั้ง เพื่อใช้วัดอัตราการไหลและความเร็วลมของอากาศภายในท่อ Exhaust ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ได้



รูปที่ 4.3 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ท่อ Exhaust ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

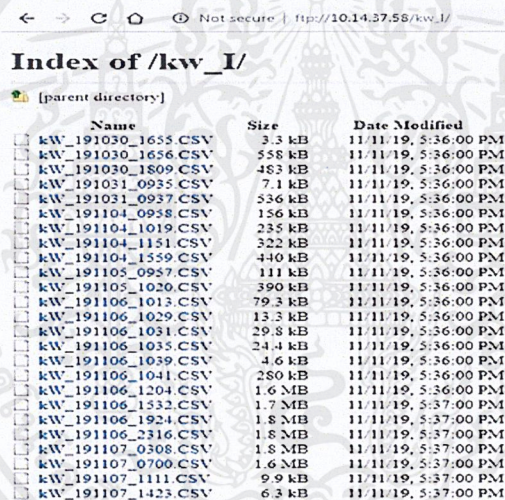
จากรูปที่ 4.3 ปัจจุบันวิศวกรผู้ดูแลโรงงาน ได้มีการนำอุปกรณ์วัดอัตราการไหลมาติดตั้ง เพื่อการวัดและเก็บค่าอัตราการไหลและความเร็วของอากาศที่ท่อ Exhaust ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์

4.2 ผลการดำเนินงาน

4.2.1. ผลการดำเนินงานของระบบ SCADA

1. การแสดงผลหน้าเบราร์เซอร์ของข้อมูลที่ถูกส่งมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ด้วย FTP

หลังจากดำเนินการตั้งค่า FTP Server และ FTP Client แล้ว ผู้ใช้งานสามารถเปิดหน้าเว็บเบราร์เซอร์ โดยการกรอก ftp:// ตามด้วย IP Address ที่ได้ตั้งค่าไว้ แล้วกด Enter จากนั้นปรากฏหน้า Login เพื่อให้กรอก User Name และ Password สำหรับเข้าใช้งาน เพื่อดูไฟล์ข้อมูลที่ถูกส่งมาทำการส่งข้อมูลจาก SD Card ของ PLC มาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server เมื่อผู้ใช้งาน Login สำเร็จแล้ว จะปรากฏหน้าเว็บแสดงผลข้อมูล ดังรูปที่ 4.4



Name	Size	Date Modified
[parent directory]		
kw_191030_1655.CSV	3.3 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191030_1656.CSV	558 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191030_1809.CSV	483 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191031_0935.CSV	7.1 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191031_0937.CSV	536 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191104_0958.CSV	156 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191104_1019.CSV	235 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191104_1151.CSV	322 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191104_1559.CSV	440 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191105_0957.CSV	111 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191105_1020.CSV	390 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1013.CSV	79.3 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1029.CSV	13.3 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1031.CSV	29.8 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1035.CSV	24.4 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1039.CSV	4.6 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1041.CSV	280 kB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1204.CSV	1.6 MB	11/11/19, 5:36:00 PM
kw_191106_1532.CSV	1.7 MB	11/11/19, 5:37:00 PM
kw_191106_1924.CSV	1.8 MB	11/11/19, 5:37:00 PM
kw_191106_2316.CSV	1.8 MB	11/11/19, 5:37:00 PM
kw_191107_0308.CSV	1.8 MB	11/11/19, 5:37:00 PM
kw_191107_0700.CSV	1.6 MB	11/11/19, 5:37:00 PM
kw_191107_1111.CSV	9.9 kB	11/11/19, 5:37:00 PM
kw_191107_1423.CSV	6.3 kB	11/11/19, 5:37:00 PM

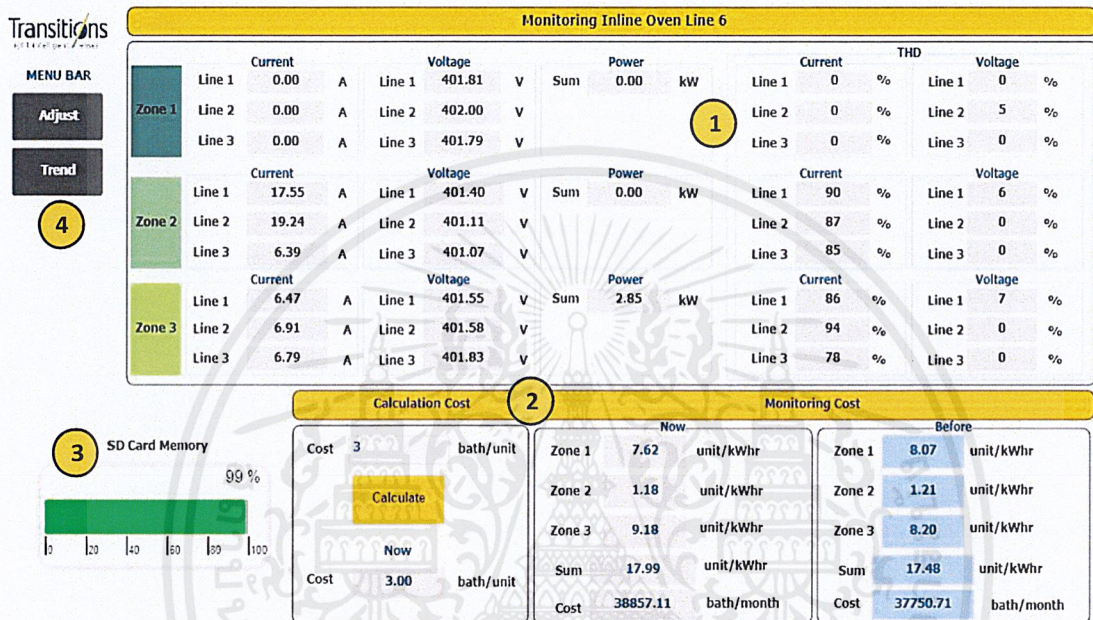
รูปที่ 4.4 หน้าเว็บเบราร์เซอร์แสดงผลข้อมูลที่ถูกส่งมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ด้วย FTP

จากรูปที่ 4.4 หน้าเว็บเบราร์เซอร์แสดงผลข้อมูลค่าทางไฟฟ้าที่อยู่ในรูปแบบ CSV file ใน SD Card ของ PLC ที่ถูกส่งไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ด้วย FTP (File Transfer Protocol) แบบอัตโนมัติ ซึ่งข้อมูลที่แสดงบนหน้าเว็บเบราร์เซอร์ ประกอบด้วย

- 1) Name: ชื่อของไฟล์ข้อมูล เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่ชื่อไฟล์ จะสามารถดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลค่าทางไฟฟ้ามาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ได้
- 2) Size: ขนาดของไฟล์ข้อมูล
- 3) Date Modified: เวลาที่ไฟล์มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเวลาจะเปลี่ยนเมื่อมีการส่งไฟล์ใหม่เข้ามา

2. การแสดงผลหน้าเว็บเพจของระบบ SCADA

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบ และแก้ไขหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงผลและเก็บบันทึกค่าของข้อมูลของระบบ SCADA เพื่อการแสดงผลที่ถูกต้องของข้อมูล และได้มีการทดสอบการใช้งานโดยผู้จัดการของแผนกซ่อมบำรุงและวิศวกรผู้ดูแลโครงการงาน ผลการทดสอบการแสดงผลหน้าเว็บเพจของระบบ SCADA มีดังนี้



รูปที่ 4.5 หน้าแรกของเว็บเพจที่แสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6

จากรูปที่ 4.5 ทดสอบการแสดงผลหน้าแรกของเว็บเพจที่แสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ โดยทำการทดสอบ 4 ส่วนคือ

- 1) ทดสอบการแสดงผลข้อมูลค่าทางไฟฟ้าที่มีผล (Effective Current) ประกอบด้วยค่ากระแสไฟฟ้า 3 เฟส, แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส, กำลังไฟฟ้ารวม ฯลฯ โดยทำการตรวจสอบค่าที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจกับค่าที่แสดงบน Power Meter ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 ซึ่งค่าที่ปรากฏจะต้องมีค่าที่ตรงกัน
- 2) ทดสอบโปรแกรมสำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายของการใช้ไฟฟ้า โดยการกรอกข้อมูลแล้วกดปุ่มคำนวณ หลังจากนั้นต้องปรากฏตัวเลขข้อมูลค่าใช้จ่ายของการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ
- 3) ทดสอบการแสดงผลข้อมูลความจุของข้อมูลที่บันทึกไว้ใน SD Card ของ PLC หน้าเว็บเพจจะต้องปรากฏค่าเปอร์เซ็นต์ความจุของข้อมูลใน SD Card ในขณะนั้น และการแสดงผลสถานะของค่าเปอร์เซ็นต์ความจุของข้อมูล ที่ 10% ถึง 100% จะต้องปรากฏเป็นสีเขียว, น้อยกว่า 10% จะต้อง

ปรากฏเป็นสีแดง พร้อมข้อความแจ้งเตือนว่า “Almost Full !!!” และระดับสถานะจะต้องลดลงตามค่าเปอร์เซ็นต์ความจุของข้อมูลด้วย

- ทดสอบแถบเมนูโดยการกดปุ่มชื่อเว็บเพจในแถบเมนู ถ้าปุ่มกดทำงานจะปรากฏหน้าต่างแสดงผลของเว็บเพจนั้น

1 Adjust Parameters

	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
Recirculation Motor	1	Hz	1	Hz	1	Hz
Intake	1	cm.	1	cm.	1	cm.
Exhaust	1	%	1	%	1	%
Differential Pressure	1	psi	1	psi	1	psi

Name: Save

History: Zone 1 Zone 2 Zone 3

3

Back

2 Monitoring

Now Name: CCC Date: 30/ 10/ 19 , 12 0

Zone	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)
1	3	3	3	3
2	3	3	3	3
3	3	3	3	3

Before Name: CCC Date: 30/ 10/ 19 , 16 59

Zone	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)
1	2	2	2	2
2	2	2	2	2
3	2	2	2	2

รูปที่ 4.6 หน้าเว็บเพจสำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์

จากรูปที่ 4.6 ทดสอบหน้าบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ โดยทำการทดสอบ 3 ส่วนคือ

- ทดสอบการปรับค่าตัวแปรโดยการกรอกข้อมูลค่าความถี่ (Hz) VSD ของ Recirculation Motor, ความยาวก้านดิ่งของ Air Intake (cm), เปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วของท่อ Exhaust (%), ค่าความดันแตกต่างภายในตู้อบ (psi) และชื่อผู้กรอกข้อมูล จากนั้นกดปุ่มเพื่อบันทึกข้อมูลการปรับค่าตัวแปร
- เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มบันทึกข้อมูล จากนั้นจะปรากฏข้อมูลการปรับค่าตัวแปรที่ส่วนของการแสดงผล (Monitoring) ซึ่งส่วนของการแสดงผลข้อมูลการปรับค่าของตัวแปรจะแสดงผลข้อมูลก่อนหน้า (Before) และข้อมูลล่าสุด (Now) ที่ผู้ใช้งานได้ทำการปรับค่าตัวแปร
- ทดสอบแถบเมนูประวัติการปรับค่าตัวแปร โดยการกดปุ่มชื่อเว็บเพจของประวัติการปรับค่าตัวแปรในแต่ละโซน ถ้าปุ่มกดทำงานจะปรากฏหน้าต่างแสดงผลของเว็บเพจนั้น

No.	Time	Recirculation Motor (Hz)	Intake (cm.)	Exhaust (%)	Differential Pressure (psi)	Unit/Hour	Name
1	30/10/19 , 16:59	2	2	2	2	8.66	CCC
2	30/10/19 , 16:59	1	1	1	1	8.66	BBB
3	30/10/19 , 15:14	5	5	5	5	8.66	GGG
4	30/10/19 , 15:13	4	4	4	4	10.54	FFF
5	30/10/19 , 15:13	3	3	3	3	10.54	DDD
6	30/10/19 , 15:12	2	2	2	2	10.54	CCC
7	30/10/19 , 15:11	1	1	1	1	10.54	BBB
8	30/10/19 , 15:11	1	1	1	1	10.54	BBB
9	30/10/19 , 14:27	35	0	0	1	10.54	Korn
10	30/10/19 , 14:27	35	1	1	1	10.54	Korn
11	30/10/19 , 13:51	1	1	1	1	10.54	BBB
12	30/10/19 , 13:14	1	1	1	1	8.68	AAA
13	30/10/19 , 11:39	1	1	1	1	8.68	TTT
14	30/10/19 , 10:39	5	5	5	5	8.66	EEE
15	30/10/19 , 10:38	1	1	1	1	7.73	TTT
16	30/10/19 , 10:38	1	1	1	1	7.73	TTT
17	30/10/19 , 10:37	4	4	4	4	7.73	DDD
18	30/10/19 , 10:37	4	4	4	4	7.73	DDD
19	30/10/19 , 10:36	3	3	3	3	7.73	CCC
20	30/10/19 , 10:35	2	2	2	2	7.73	BBB

รูปที่ 4.7 หน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปรของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โซนที่ 1

จากรูปที่ 4.7 ทดสอบหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปร โดยต้องปรากฏข้อมูลประวัติการปรับค่า คือ เวลาที่ทำการปรับค่า, ค่าตัวแปรที่ผู้ใช้ปรับ, จำนวนหน่วยของค่าไฟฟ้าที่ใช้ในขณะนั้น และชื่อของผู้ที่กรอกข้อมูล และผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มชื่อเว็บเพจของประวัติการปรับค่าตัวแปรในแต่ละโซน (โซน 2 และ โซน 3) เพื่อเปิดไปยังหน้าเว็บเพจนั้นได้



รูปที่ 4.8 หน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบเรียลไทม์

จากรูปที่ 4.8 ทดสอบการแสดงผลหน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า โดยการตรวจสอบค่าที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจกับค่าที่แสดงบน Power Meter ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ ในไลน์การผลิตที่ 6 ซึ่งค่าที่ปรากฏจะต้องมีค่าที่ตรงกัน และค่าที่อ่านได้จากกราฟจะต้องมีค่าที่ตรงกันกับค่าที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจด้วย



รูปที่ 4.9 หน้าเว็บเพจของระบบ SCADA บนจอ Touch Screen ในห้อง Maintenance

จากรูปที่ 4.9 ปัจจุบันผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุงและวิศวกรผู้ดูแลโรงงาน ได้มีการนำหน้าเว็บเพจของระบบ SCADA มาแสดงผลบนหน้าจอ Touch Screen ในห้อง Maintenance เพื่อดูข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โดยการเปิดหน้าเว็บเพจของระบบ SCADA ผ่านเว็บเบราว์เซอร์

4.2.2 ผลการดำเนินงานของโครงการ

ผลการดำเนินงานของโครงการ ส่วนของการทดลองปรับค่าของตัวแปรเพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ จากผลการทดลองสามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่าการทดลองลำดับที่ 5 มีเงื่อนไขการปรับค่าของตัวแปร คือ ความถี่ของ VSD เท่ากับ 35 Hz, ความเร็วของอากาศภายในท่อ Exhaust เท่ากับ 2544 fpm (สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: เปิด 100%), ความยาวของก้านดึงของ Air Intake เท่ากับ 0 cm (สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: ปิด) เป็นเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ จากนั้นทางผู้จัดทำได้มีการปรับค่าของตัวแปรที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 เพื่อทดลองใช้ในระบบการอบผิวหน้าเลนส์จริง และทำการ

เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมด้วย ซึ่งได้ทำการทดลองปรับค่าในเดือนกันยายนเป็นระยะเวลา 1 เดือน เมื่อครบระยะเวลาในการทดลอง ทางผู้จัดทำได้มีการนำข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องอบผิวหน้า เลนส์ก่อนและหลังทำการปรับค่า 1 เดือน คือเดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคมมาเปรียบเทียบกัน พบว่าในเดือนสิงหาคมมีการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 39,804.5 kWh และในเดือนตุลาคมมีการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 26,138.8 kWh โดยทั้ง 2 เดือนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน คือ 13,665.7 kWh สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ 34%



บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษา เรื่องการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ด้วยระบบ SCADA ทางผู้จัดทำสามารถสรุปผลการดำเนินงานเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ผลจากการศึกษาข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ที่สามารถทำการปรับปรุงและแก้ไขได้คือ 1) ค่าความถี่ของ VSD ที่ใช้ควบคุม Recirculation Motor 2) ตำแหน่งการเปิดวาล์วของท่อ Exhaust และ 3) ตำแหน่งการเปิดแผ่นกั้นของ Air Intake นำไปสู่การปรับค่าของตัวแปรที่เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 โดยใช้เงื่อนไขคือ ความถี่ของ VSD เท่ากับ 35 Hz, ความเร็วของอากาศภายในท่อ Exhaust เท่ากับ 2544 fpm (สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: เปิด 100%), ความยาวของก้านดึงของ Air Intake เท่ากับ 0 cm. (สถานะการเปิด-ปิดวาล์ว: ปิด) เพื่อทดลองใช้ในกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์จริงเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ก่อนปรับค่าและหลังปรับค่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกันคือ 13,665.7 kWh หรือกล่าวได้ว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ 34%

2) ผลจากการออกแบบและสร้างระบบ SCADA พบว่า การแสดงผลบนหน้าเว็บเบราว์เซอร์ของระบบ SCADA ในส่วนของหน้าเว็บเพจประกอบด้วยหน้าแสดงผล 4 หน้า ได้แก่ 1) หน้าเว็บเพจที่แสดงข้อมูลค่าทางไฟฟ้าของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 6 (หน้าแรก) 2) หน้าเว็บเพจสำหรับบันทึกการปรับค่าตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์ 3) หน้าเว็บเพจสำหรับแสดงข้อมูลประวัติการปรับค่าตัวแปร และ 4) หน้าเว็บเพจแสดงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ โดยมีรูปแบบของหน้าแสดงผลที่ง่ายต่อการใช้งานและมีการแสดงผลของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ในส่วนของการบันทึกข้อมูลค่าทางไฟฟ้าสามารถทำได้ 2 วิธีคือ บันทึกไว้ใน SD card ของ PLC กับ บันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ Server ด้วย FTP (File Transfer Protocol) และส่วนของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลสามารถนำมาติดตั้งที่ท่อ Exhaust ของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ เพื่อใช้สำหรับวัดอัตราการไหลและความเร็วของอากาศภายในท่อ Exhaust ได้

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1) ความไม่ชำนาญในการใช้งานอุปกรณ์และเครื่องมือวัด เช่น IDEC PLC, Power Meter, Power Quality Analyzer, เครื่องวัดอัตราการไหลของ Testo 435 เป็นต้น

2) ความรู้ความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรม WindLDR และ WindOI-NV4 เพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างระบบ SCADA ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทำงานของเครื่องอบผิวหน้าเลนส์ ทำให้การดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษาในช่วงแรกของผู้จัดทำมีความล่าช้า

5.2.2 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

1) หมั่นศึกษาหาข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ เพื่อความเข้าใจในอุปกรณ์ ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ และวิธีการใช้งานอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

2) หมั่นฝึกฝนและพัฒนาตนเองให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรมมากขึ้น เช่น ฝึกเขียนโปรแกรมคำสั่งใน PLC, ฝึกใช้เครื่องมือออกแบบในโปรแกรมออกแบบหน้าเว็บเพจของระบบ SCADA เพื่อให้มีรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้งานและมีการดำเนินงานที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

3) หากมีความสงสัยหรือไม่เข้าใจในการดำเนินงาน ให้หมั่นปรึกษาผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุง ผู้นิเทศงานหรือวิศวกรผู้ดูแลโครงการ เพื่อให้มีความเข้าใจในการดำเนินงานโครงการมากยิ่งขึ้นและเพื่อความถูกต้องในการดำเนินงาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ควรทำการชี้แจงอธิบายความเข้าใจหรือศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานก่อนทำการดำเนินงานเพื่อการดำเนินงานที่ถูกต้องและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2) สำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดที่ใช้ในโครงการ ควรมีการนำอุปกรณ์ไปสอบเทียบก่อนนำมาใช้งานและควรมีการสอบเทียบอุปกรณ์เป็นระยะเวลาทุก ๆ 1 ปี เพื่อความถูกต้องในการแสดงผลของข้อมูล

3) ควรมีความระมัดระวังและศึกษาหลักความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องจักรทุกครั้งก่อนเริ่มทำการดำเนินงาน

4) ควรมีการทดลองปรับค่าของตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการอบผิวหน้าเลนส์และมีการติดตามผลการทดลองคือ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องอบผิวหน้าเลนส์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและทำให้เครื่องอบผิวหน้าเลนส์ประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

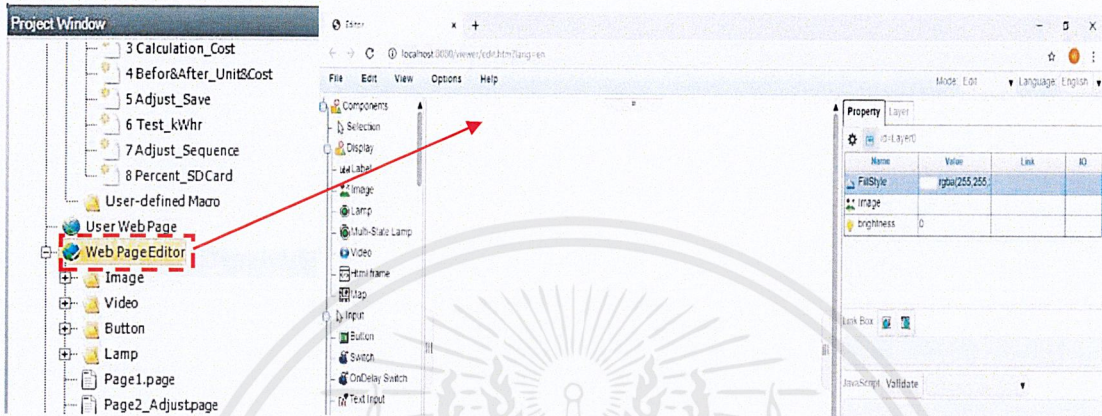
- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน; แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th/ewt_w3c/ewt_news.php?nid=680&filename= (สืบค้นวันที่ 19 พฤศจิกายน 2562)
- [2] Electricity & Industry Magazine; แหล่งที่มา: <http://www.technologymedia.co.th/article/detail.asp?arid=3008&pid=299> (สืบค้นวันที่ 19 พฤศจิกายน 2562)
- [3] บริษัท ริเวอร์พลัส จำกัด; SCADA System; แหล่งที่มา: <https://riverplus.com/scada-system/> (สืบค้นวันที่ 21 พฤศจิกายน 2562)
- [4] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ SCADA; แหล่งที่มา: <http://mechatronic2day.blogspot.com/2015/03/scada-1.html> (สืบค้นวันที่ 25 พฤศจิกายน 2562)
- [5] Advance Electronic Training Center; แหล่งที่มา: <http://www.advanceelectronic.com/blog/detail/113/th/PLC-คือ-อะไร.html> (สืบค้นวันที่ 25 พฤศจิกายน 2562)
- [6] Factomart; Power Meter คืออะไร; แหล่งที่มา: <https://www.factomart.com/th/main-power-meter/> (สืบค้นวันที่ 27 พฤศจิกายน 2562)
- [7] Factomart; Power Quality Analyzer; แหล่งที่มา: <https://www.factomart.com/th/factomart-blog/property-power-quality-analyzer/> (สืบค้นวันที่ 27 พฤศจิกายน 2562)
- [8] Factomart; Power Quality Analyzer คืออะไร; แหล่งที่มา: <https://www.factomart.com/th/power-quality-analyzer/> (สืบค้นวันที่ 27 พฤศจิกายน 2562)
- [9] TIC; Current Transformer; แหล่งที่มา: <http://www.tic.co.th/index.php?op=tipsdetail&id=166> (สืบค้นวันที่ 1 ธันวาคม 2562)
- [10] Automation Thailand; HMI Touch Screen; แหล่งที่มา: <https://www.automation-thailand.com/ทั่วไป/hmi-touch-screen/> (สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2562)
- [11] การวัดอัตราการไหลของของเหลว; แหล่งที่มา: <http://somsak.me.engr.tu.ac.th/download/flow%20rate.pdf> (สืบค้นวันที่ 1 พฤศจิกายน 2562)
- [12] Omega Measuring Instrument; Pitot Tube; แหล่งที่มา: <https://www.omi.co.th/th/article/pitot-tube> (สืบค้นวันที่ 1 พฤศจิกายน 2562)
- [13] Energy Scope; Data Logging; แหล่งที่มา: <http://www.energyscopethai.com/data-logging/> (สืบค้นวันที่ 3 ธันวาคม 2562)
- [14] Automation Organizer; WindOI-NV4 User's Manual; แหล่งที่มา: https://www.idec.com/language/chinese_s/AO/NV4UsersEN.pdf (สืบค้นวันที่ 20 กันยายน 2562)
- [15] กรมทรัพยากรน้ำ; ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม SCADA; แหล่งที่มา: http://mekhala.dwr.go.th/imgbackend/doc_file/document_161212.pdf (สืบค้นวันที่ 20 กันยายน 2562)

- [16] Wikipedia; JMP (statistical software); แหล่งที่มา: [https://en.wikipedia.org/wiki/JMP_\(statistical_software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/JMP_(statistical_software)) (สืบค้นวันที่ 19 พฤศจิกายน 2562)
- [17] ไอบีคอน; Protocol สำหรับ IoT Device; แหล่งที่มา: <http://blog.ibcon.com/?p=151> (สืบค้นวันที่ 6 ธันวาคม 2562)
- [18] การเลือกใช้ Communication Network แบบต่าง ๆ ในระบบ Automation; แหล่งที่มา: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=19155 (สืบค้นวันที่ 6 ธันวาคม 2562)
- [19] FTP คืออะไรและใช้งานอย่างไร; แหล่งที่มา: <https://www.facebook.com/notes/demasterstory/ftpคืออะไรและใช้งานอย่างไร> (สืบค้นวันที่ 8 ตุลาคม 2562)
- [20] บริษัท ไทนามิก จำกัด; แนะนำอุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์; แหล่งที่มา: <http://www.tinamics.com/s0116/index.php?tpid=0057&pgid=0111&menub=4> (สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2563)
- [21] Factomart; Temperature Controller คืออะไร; แหล่งที่มา: <https://www.factomart.com/th/what-is-a-temperature-controller.html> (สืบค้นวันที่ 20 สิงหาคม 2562)
- [22] TIC; Heater; แหล่งที่มา: <http://www.tic.co.th/index.php?op=productindex&cid=1&tid=3&bid=23> (สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2563)
- [23] เชียงใหม่แอร์แคร์เอ็นจิเนียริ่ง; ฮีตเตอร์ (Heater) คืออะไร; แหล่งที่มา: <http://www.chiangmaaircare.com/%E0%B8%AE%E0%B8%B5%E0%B8%95%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C-heater> (สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2563)

ภาคผนวก

1. Web Page Editor

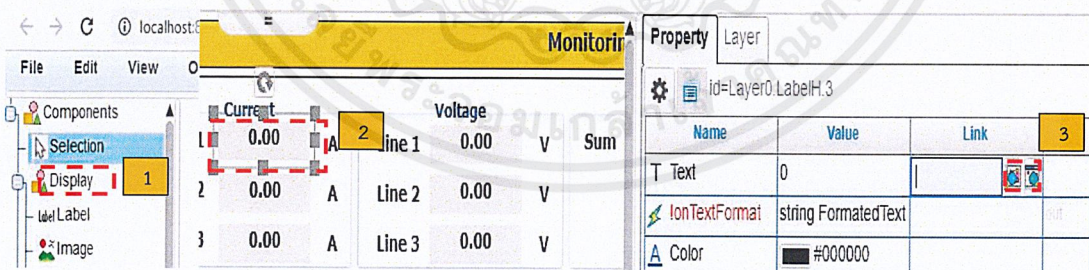
1.1 การสร้างหน้าเว็บเพจ



รูปที่ 1.1 การสร้างหน้าเว็บ

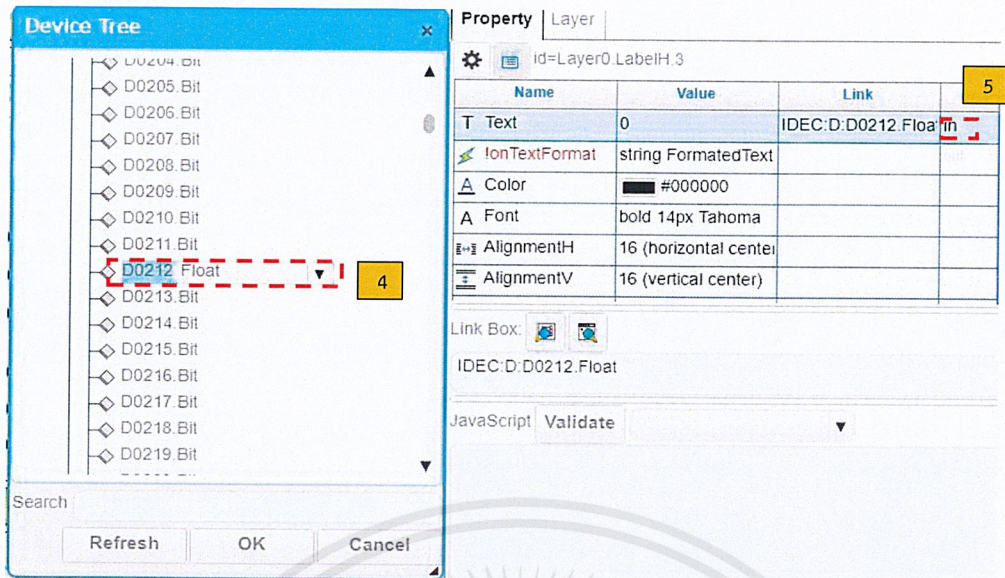
เปิดโปรแกรม WindLDR > New > Open Project > เลือกโปรเจกต์ที่ต้องการสร้างเว็บเพจ > Project Window > Web Page Editor > คลิกขวาแล้วเลือก New > จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Web Page Editor บนเว็บเบราว์เซอร์

1.2 การตั้งค่าของข้อมูลมาแสดงบนหน้าเว็บเพจ



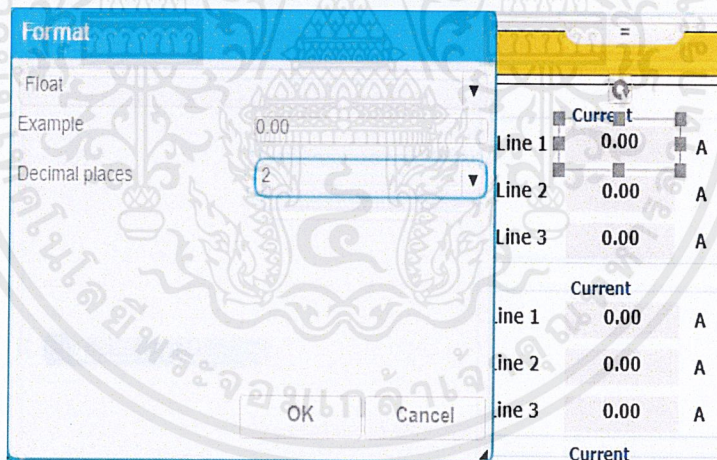
รูปที่ 1.2 การตั้งค่าของข้อมูลมาแสดงบนหน้าเว็บเพจ (1)

เปิด Web page editor > Display > เลือก Label (1) > วางบนหน้า editor (2) > Link: คลิก Device Tree (3) เพื่อ Add Tag จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 1.3 การตั้งค่าของข้อมูลมาแสดงบนหน้าเว็บเพจ (2)

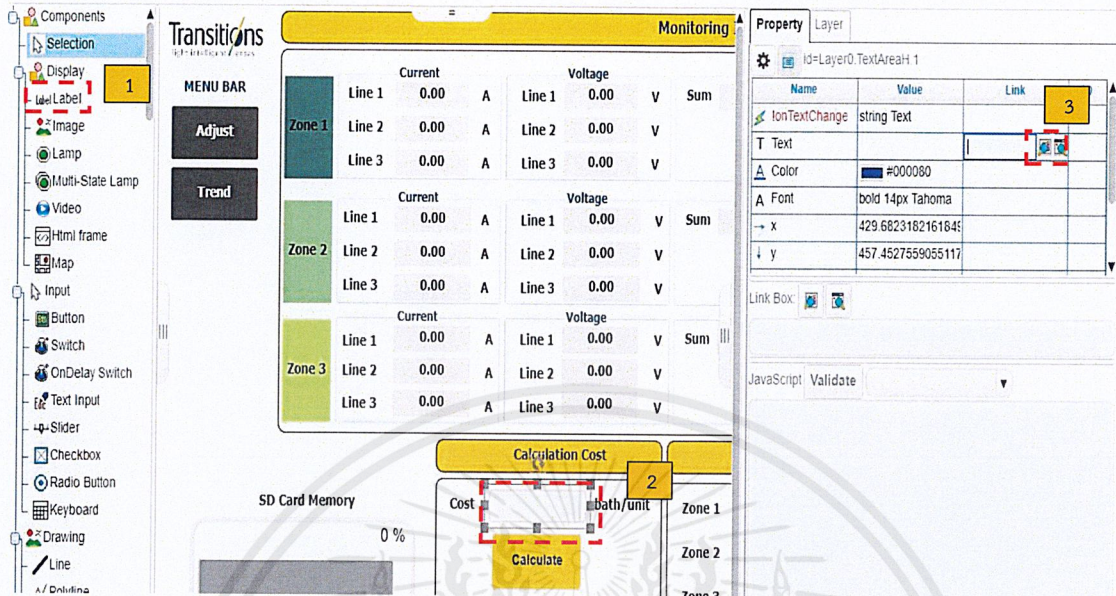
เลือก Tag ที่ต้องการให้แสดงผล (4) > เลือก Data Type (ในที่นี้คือ Float) > OK > สังเกตตรง Link จะมี Tag แสดง > IO: กำหนดให้เป็น in (5) เนื่องจากต้องการให้แสดงผลค่าของข้อมูลเท่านั้น



รูปที่ 1.4 การตั้งค่าของข้อมูลมาแสดงบนหน้าเว็บเพจ (3)

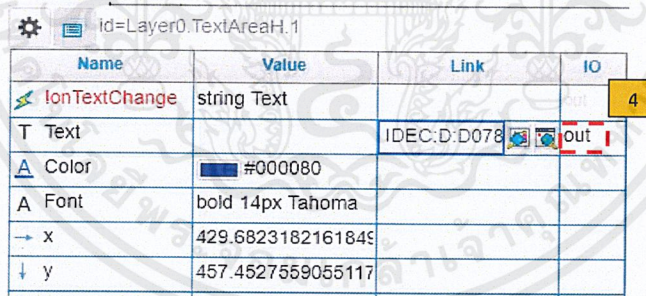
การกำหนดจำนวนตำแหน่งของทศนิยมสำหรับการแสดงผลค่าของข้อมูล (ในที่นี้กำหนดจำนวนตำแหน่งของทศนิยมคือ 2 ตำแหน่ง) > OK

1.3 การสร้างกล่องข้อความสำหรับกรอกข้อมูล



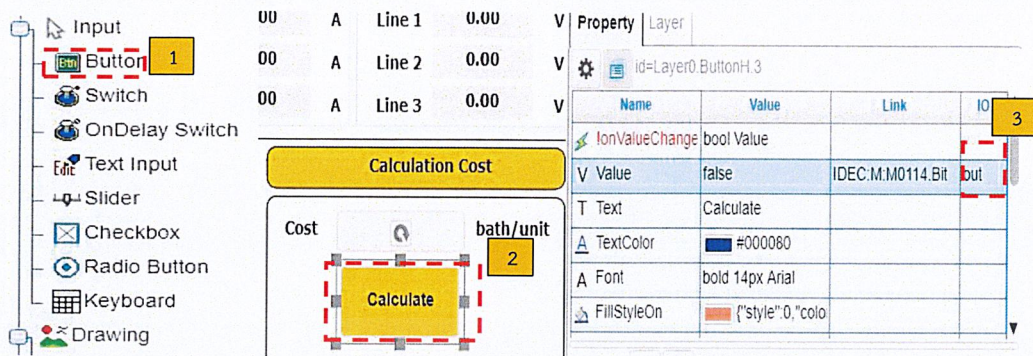
รูปที่ 1.5 การสร้างกล่องข้อความสำหรับกรอกข้อมูล (1)

ทำเหมือนหัวข้อที่ 1.2 แต่สำหรับหัวข้อที่ 1.3 ส่วน IO: ให้กำหนดเป็น out (4) เนื่องจากเป็นการกำหนดให้มีการป้อนข้อมูลเพื่อเก็บไว้ใน Tag ตั้งค่าไว้



รูปที่ 1.6 การสร้างกล่องข้อความสำหรับกรอกข้อมูล (2)

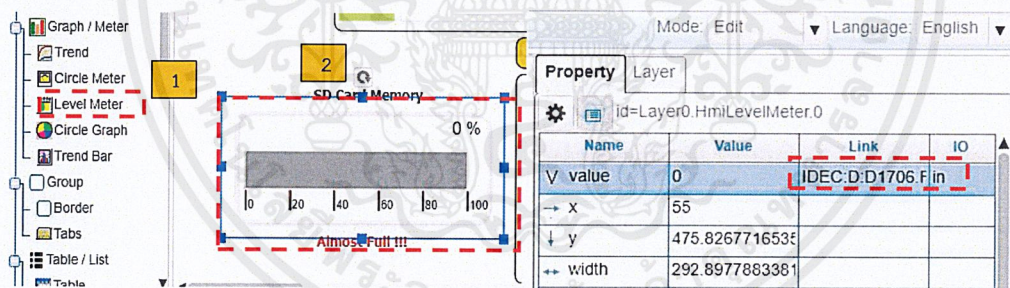
1.4 การสร้างปุ่มกดสำหรับกดบันทึกข้อมูล



รูปที่ 1.7 การสร้างปุ่มกดสำหรับกดบันทึกข้อมูล

Input > เลือก Button (1) > วางบนหน้า editor (2) > Text: กำหนดชื่อปุ่มกดเป็น Calculate > Link: คลิก Device Tree เพื่อ Add Tag และทำเหมือนหัวข้อ 1.2 แต่สำหรับหัวข้อ 1.4 IO: ให้กำหนดเป็น out (3) เนื่องจากเป็นการกำหนดให้มีการทำหน้าที่เป็นปุ่มกดสำหรับบันทึกข้อมูล

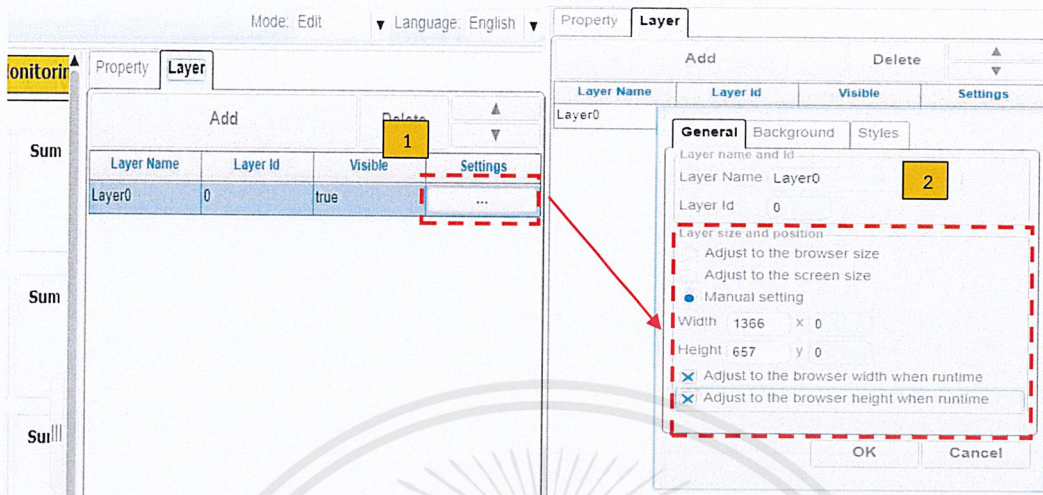
1.5 การ Add Level Meter สำหรับแสดงผลเปอร์เซ็นต์ SD card memory และการตั้งค่าแจ้งเตือนเมื่อ SD card memory ใกล้เคียงเต็ม



รูปที่ 1.8 การ Add Level Meter สำหรับแสดงผลเปอร์เซ็นต์ SD card memory (1)

เปิดหน้าเว็บเพจ เลือก Graph/Meter > Level Meter (1) > วางบนหน้า editor (2) > Link: คลิก Device Tree เพื่อ Add Tag

1.6 การตั้งค่าหน้าเว็บเพจให้มีการปรับขนาดหน้าจออัตโนมัติ



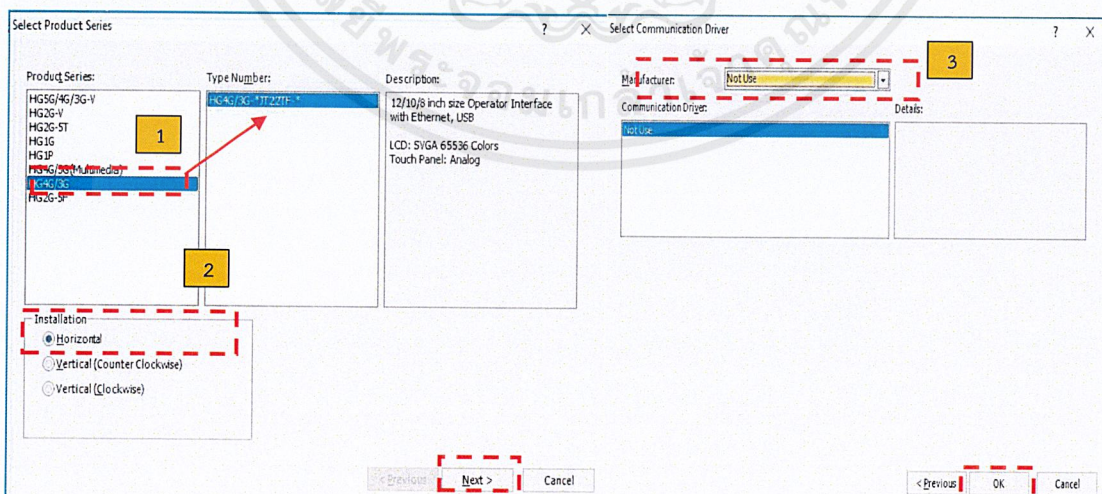
รูปที่ 1.11 การตั้งค่าหน้าเว็บเพจให้มีการปรับขนาดหน้าจออัตโนมัติ

เปิดหน้าเว็บเพจ เลือก Layer (1): Setting คลิก 1 ครั้งจะปรากฏหน้าต่างขึ้น > General (2): เลือก Manual Setting, Adjust to the browser width when runtime และ Adjust to the browser height when runtime > OK

2. HMI Touch Screen

สำหรับจอ HMI Touch screen ของ IDEC Model: HG3G-AJT22TF-B สามารถออกแบบหน้าจอ HMI โดยการเขียนโปรแกรม WinCC-NV4

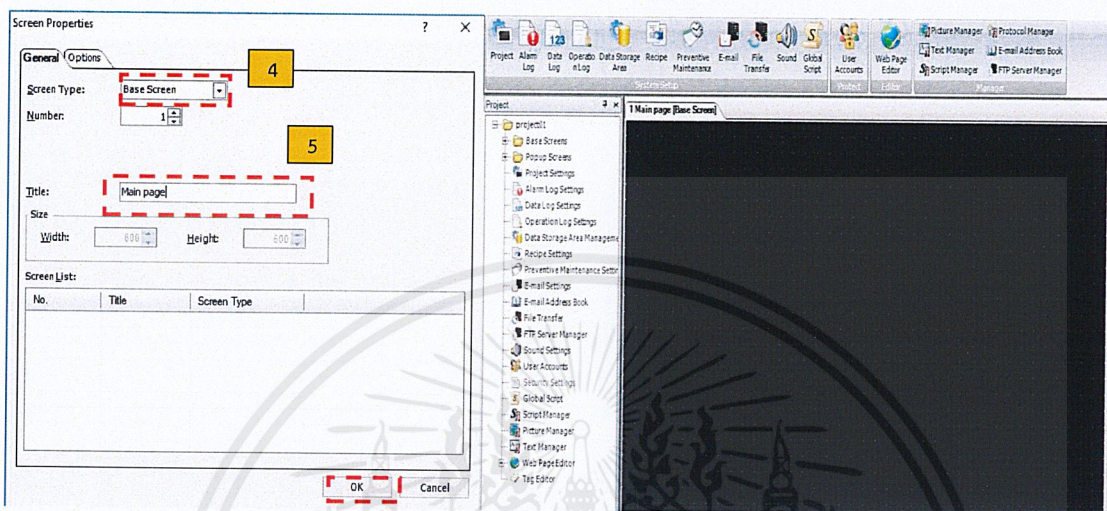
2.1 การ Create Project



รูปที่ 2.1 การ Create Project (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 67 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

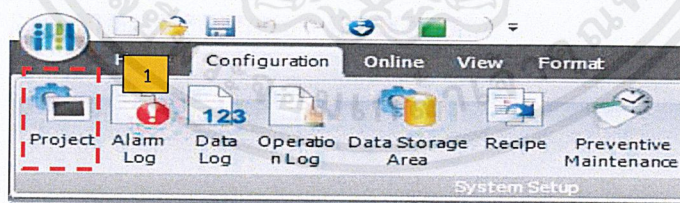
เปิดโปรแกรม WindO/I-NV4 > เลือก HMI Model (1) ที่ใช้ กรณีนี้เป็น Model HG4G/3G-*JT22TF-* > เลือกลักษณะการวางแนวของจอ HMI (2) กรณีนี้เลือกเป็น Horizontal > Next > Manufacture (3): Not Use > OK จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 2.2 การ Create Project (2)

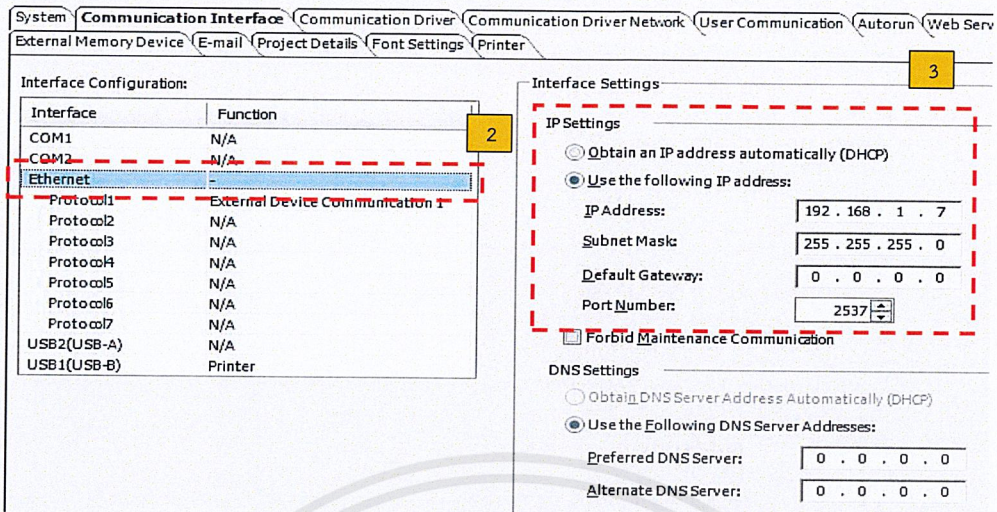
Screen properties: Screen Type (4) เลือกเป็น Base Screen > Title (5): ตั้งชื่อ screen ในที่นี้ตั้งเป็น Main page > OK > แสดง Screen สำหรับออกแบบหน้าจอ HMI

2.2 การ Configuration Project



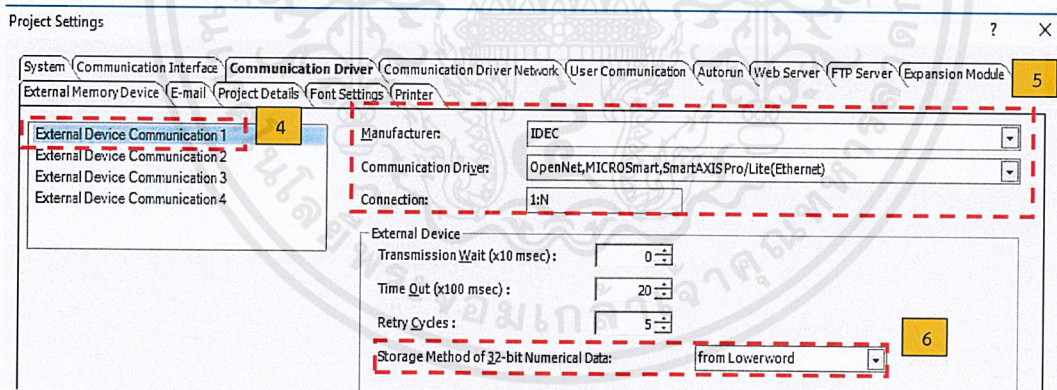
รูปที่ 2.3 การ Configuration Project (1)

เปิดแถบเครื่องมือ เลือก Configuration > คลิก Project (1) > แสดงหน้าต่าง Project Settings ดังนี้



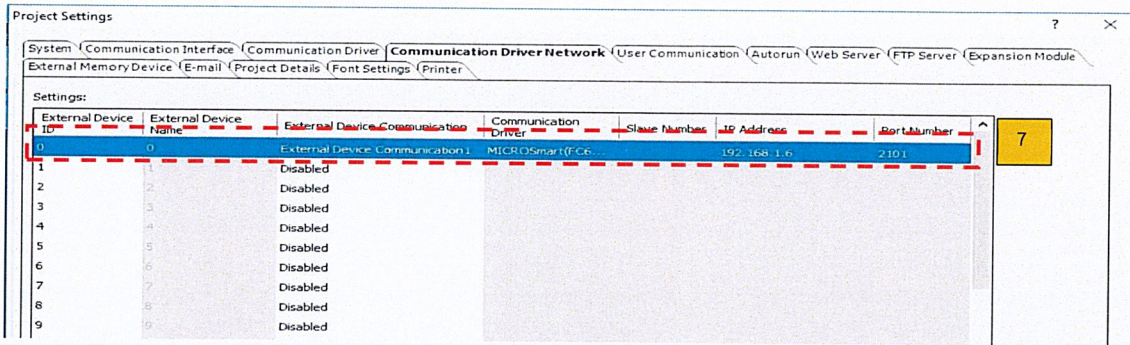
รูปที่ 2.4 การ Configuration Project (2)

คลิก Communication Interface > Interface Configuration (2): เลือก Ethernet จากนั้นจะปรากฏ หน้า Interface Settings (3) ทำการตั้งค่าดังนี้ IP Settings: ดึง Use the following IP address > IP Address: ใส่ IP ของจอ HMI ในที่นี้คือ 192.168.1.7 (วิธีการเปลี่ยน IP Address ของจอ HMI อยู่ในหัวข้อ ที่ 3) > Subnet Mask: 255.255.255.0 > Port Number: 2537



รูปที่ 2.5 การ Configuration Project (3)

คลิก Communication Driver > External Device Communication 1 จะปรากฏหน้าสำหรับให้ตั้งค่า (5) Manufacture เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในที่นี้คือ IDEC จากนั้น Communication Driver เลือก OpenNet, MICROSmart, SmartAXIS Pro/Lite(Ethernet), Connection เลือก 1:N, External Device: Storage Method of 32-bit Numerical Data เลือก (6) from Lowerword

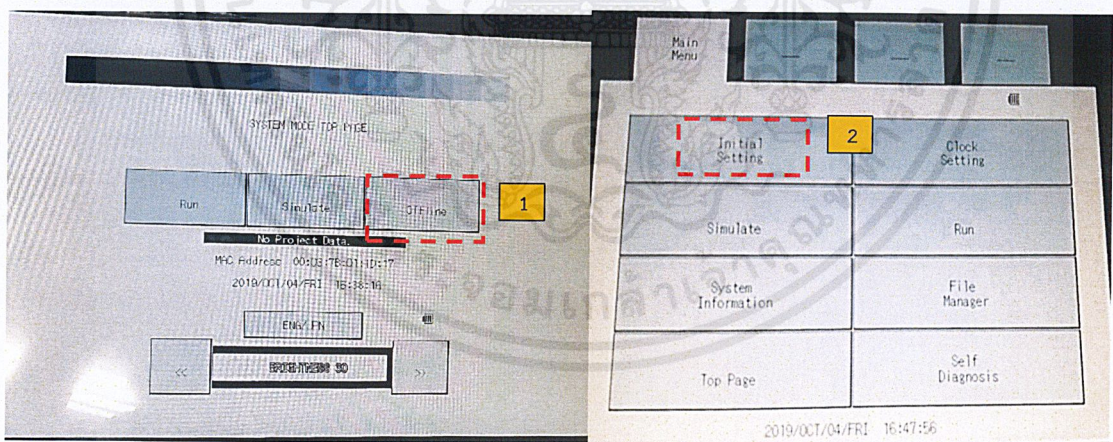


รูปที่ 2.6 การ Configuration Project (4)

ตั้งค่า Communication Driver Network (7) > External Device Communication ให้เลือก External Device Communication 1 จากนั้นจะแสดง Communication Driver, IP Address และ Port Number อัตโนมัติ ส่วนที่จะต้องแก้ไขคือ IP Address และ Port Number จะต้องแก้ไขให้เป็น IP Address ของ Port PLC ที่นำสาย LAN มาเชื่อมต่อระหว่างจอ HMI กับ PLC ซึ่งในที่นี้ตั้งค่า IP Address และ Port Number เป็น 192.168.1.6 และ 2101 > OK

3. การเปลี่ยน IP Address ของหน้าจอ HMI

กดค้างที่ปุ่มซ้ายบนของจอ HMI เป็นเวลา 3 วินาที จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างการตั้งค่าดังนี้



รูปที่ 3.1 การเปลี่ยน IP Address ของหน้าจอ HMI

กด Offline > ปรากฏหน้า Main Menu เลือก Initial Setting > Communication I/F > IP Address: ทำการเปลี่ยน IP Address > OK จึงเสร็จสิ้นการเปลี่ยน IP Address ของหน้าจอ HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 70 วัตถุประสงค์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาววิภาภรณ์ บุญกว้าง
วัน เดือน ปีเกิด : 25 พฤศจิกายน พ.ศ.2540
ภูมิลำเนา : 161 หมู่ที่ 8 ตำบลหนองไผ่ อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัด ศรีสะเกษ 33000
อีเมล : wipaporn.boonk@gmail.com

ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
: ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
: ระดับปริญญาตรี
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน : 3 มิถุนายน – 31 กรกฎาคม พ.ศ.2562
นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนก Maintenance
บริษัททรานซิชั่นส์ อีอพิทคัล (ประเทศไทย) จำกัด
: 5 สิงหาคม – 22 พฤศจิกายน พ.ศ.2562
นักศึกษาฝึกงาน แผนก Maintenance
บริษัททรานซิชั่นส์ อีอพิทคัล (ประเทศไทย) จำกัด