รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบตรวจสอบสภาวะการทำงานของแหล่งจ่ายไฟในเครื่องกำเนิดโคโรนา

Condition Monitoring System for Power Supply in a Corona Generator

นางสาวฑิตยา จ้อยทอง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบตรวจสอบสภาวะการทำงานของแหล่งจ่ายไฟในเครื่องกำเนิดโคโรนา

Condition Monitoring System for Power Supply in a Corona Generator

นางสาวฑิตยา จ้อยทอง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบตรวจสอบสภาวะการทำงานของแหล่งจ่ายไฟในเครื่องกำเนิดโคโรนา
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวฑิตยา จ้อยทอง
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.สมภพ ผลไม้
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายธนกร แสงพิมพ์
ชื่อสถานประกอบการ บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้นำเสนอการสร้างระบบตรวจสอบและบันทึกสัญญาณทางไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟสำหรับเครื่องผลิตโคโรนาในกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ เนื่องจากกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ได้รับผลกระทบจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในแหล่งจ่ายไฟที่ได้รับความเสียหายบ่อยครั้งกว่าปกติจากการเพิ่มกำลังการผลิตของไลน์การผลิตเป็นสองเท่า รายงานนี้เสนอระบบตรวจสอบสัญญาณซึ่งสั่งการและควบคุมโดยพีแอลซี ก่อนเริ่มโครงการนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีระบบมอนิเตอร์ผ่านระบบพีแอลซีเดิมอยู่แล้วโดยสามารถตรวจวัดสถานะการทำงานของแหล่งจ่ายไฟ และกำลังไฟฟ้าขาออก ในโครงการนี้ได้ทำการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าเอซีด้านเข้าของแหล่งจ่ายไฟโดยเชื่อมต่อกับพีแอลซีควบคุมผ่านทางพอร์ต RS485 การเชื่อมต่อพีแอลซีและคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันทางอีเทอร์เน็ตผ่านโปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์ ในพีแอลซีควบคุมค่าสัญญาณทางไฟฟ้าได้ถูกกำหนดขอบเขตความผิดปกติของสัญญาณไว้และทำการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรไว้ในการ์ดหน่วยความจำจัดเก็บข้อมูลตามช่วงเวลาที่ได้กำหนด โดยพารามิเตอร์ในส่วนของพีแอลซีควบคุมจะเชื่อมต่อไปยังเว็บเพจของโครงงาน ซึ่งในหน้าเว็บจะแสดงผลปริมาณทางไฟฟ้า การแจ้งเตือนสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีค่าผิดปกติและหน้าเว็บสำหรับการบันทึกสัญญาณข้อมูล ข้อมูลที่บันทึกได้สามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อหาความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อการวางแผนป้องกันหรือปรับปรุงอุปกรณ์ต่อไป

คำสำคัญ : การเขียนโปรแกรมพีแอลซี, การตรวจสอบสัญญาณของเครื่องจักร, การเชื่อมต่อสัญญาณของข้อมูล, การบันทึกข้อมูล, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Condition Monitoring System for Power Supply in a Corona Generator

Student Intern Name: Miss Dittaya Joitong

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Dr.Sompob Polmai

Mentor Name: Mr.Tanakorn Sangpim

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

ABSTRACT

This cooperative study report presents electrical signals monitor and recording system for power supply for a corona gas generator in lens surface treatment process. The lens surface treatment line has been affected by the unusual rate of broken electronic parts inside the power supply after 200% process throughput increment. This report proposes PLC-based monitoring system. Before this project, a PLC monitor system has been installed for monitoring the status of the power supply including generator status and output power. In this project energy meter has been installed to monitor the ac-side power quality. The energy meter is connected to a new controlled PLC via RS-485. The two PLCs and computer are connected via ethernet using protocol converter. In the controlled PLC the alarm levels for each electrical signal have been programed and the data is recorded into the memory card for the desired time interval. The parameters of the control PLC are sent to the project webpage including the electrical signal quantities display page, alarming page and data recording page. The recorded data can also be retrieved for analyzing the abnormality of the power supply for protection or improvement planning.

Keyword : Data communication, Electrical monitoring, PLC programming, recording data, generator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัททรานซิชั่น อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด ที่มอบโอกาสให้ผู้จัดทำได้ดำเนินโครงงาน และมีผู้ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินโครงงาน ทั้งแผนกซ่อมบำรุงรักษา แผนกสารสนเทศ และแผนกวิศวกร นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือจากฝ่ายเทคนิคของบริษัทเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ภายในโครงงาน กับบริษัทที่ติดตั้งระบบโคโรนา และด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.สมภพ ผลไม้ อาจารย์นิเทศ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังช่วยให้ความรู้ และคำแนะนำสำหรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินงานสหกิจศึกษา

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุนด้านการศึกษา การเงินและกำลังใจ รวมถึงเพื่อนร่วมงานทุกคนและผู้มีเกี่ยวข้องกับโครงงานสหกิจฉบับนี้ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ฑิตยา จ้อยทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูปภาพ VII

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (LIST OF ABBREVIATIONS) XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การบำรุงรักษา 4

2.2 กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ 7

2.3 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน 10

2.4 โปรแกรมที่ใช้ในโครงงาน 13

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 15

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ 15

3.2 แผนงานการดำเนินการ 16

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 32

4.1 ขอบเขตของสัญญาณทางไฟฟ้าในพีแอลซีของโครงงาน 32

4.2 ผลการทดลอง 33

4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง 56

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 58

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 58

5.2 ข้อควรระวังสำหรับการติดตั้งเครื่องมือการตรวจสอบกับไลน์การผลิต 58

5.3 ขอบเขตการใช้งาน 58

5.4 ข้อเสนอแนะ 59

เอกสารอ้างอิง 60

ภาคผนวก 62

ภาคผนวก ก 63

ภาคผนวก ข 73

ภาคผนวก ค 74

ภาคผนวก ง 84

ประวัติผู้เขียน 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงรายชื่ออุปกรณ์และหน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน 15

3.2 แผนการปฏิบัติการสหกิจศึกษาของโครงงานการตรวจสอบพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการเบรกดาวน์และสภาพของเครื่องจักร 16

3.3 แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของโครงงานการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้าของกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ 17

3.4 การใช้โปรแกรม iX developer เพื่อทำการทดสอบการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างพีแอลซีต่างชนิดกัน โดยจำลองใช้ระบบ SCADA 18

3.5 การตั้งค่าและเขียนโปรแกรมการดึงข้อมูลผ่าน MODBUS RS485 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 กระบวนการทรานส์บอนดิ้งภายในไลน์การผลิตของบริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด 1

2.1 ลำดับขั้นตอนการทำงานของบริเวณสายพานของเครื่องโคโรนา....8

2.2 รูปวงจรไฟฟ้าหลักภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ....8

2.3 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์....9

2.4 วงจรอินเวอร์เตอร์....10

2.5 โครงสร้างของพีแอลซี....11

2.6 โครงสร้างพื้นฐานของการเชื่อมต่อโปรโตคอล....12

2.7 การเชื่อมต่อข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ผ่านฮับ....12

3.1 การตั้งค่าเริ่มต้นสำหรับการทดสอบการเชื่อมต่อของพีแอลซีต่างชนิด....19

3.2 การตั้งค่าพีแอลซีในห้องปฏิบัติการ....20

3.3 การตั้งค่าพีแอลซีของโครงงาน....20

3.4 หน้าตาฟังก์ชันในส่วนของแท็กที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล....21

3.5 หน้าจอของ PC สำหรับการแสดงผล....21

3.6 แท็บของโปรแกรมสำหรับตรวจสอบพารามิเตอร์....22

3.7 วงจรไฟฟ้าหลักภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสที่มีพิกัดด้านออก 400 โวลต์ 15 กิโลเฮิรตซ์ 22

3.8 ค่าพารามิเตอร์ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถตรวจสอบได้....23

3.9 ตัวอย่างโปรแกรม WINDLDR ในส่วนของพารามิเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า....25

3.10 ตัวอย่างโปรแกรม RSLogix5000 ที่ทำการทดสอบ....25

3.11 การเขียนโปรแกรมตรวจสอบการส่งข้อมูลจากพีแอลซีทดลองไปยังพีแอลซีโครงงาน....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.12 ตำแหน่งที่อยู่ของพารามิเตอร์ในพาวเวอร์มิเตอร์เครือมัลติเทค 27

3.13 การตั้งค่ารับค่าพารามิเตอร์จากเพาเวอร์มิเตอร์ 28

3.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสลับค่าไบต์ต่ำ-ไบต์สูง 29

3.15 หน้าเว็บเพจที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้า 29

3.16 วงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในโครงงานที่ใช้ในการตรวจสอบ 31

4.1 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 14 พฤศจิกายน 2561 34

4.2 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 15 พฤศจิกายน 2561 36

4.3 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 16 พฤศจิกายน 2561 38

4.4 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 17 พฤศจิกายน 2561 40

4.5 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 29 พฤศจิกายน 2561 43

4.6 แรงดันไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆของระบบโคโรนา และกระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบ ในช่วงที่มีการดิสชาร์จในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561 45

4.7 กำลังไฟฟ้าขาเข้าระบบ และกำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในช่วงที่มีการดิสชาร์จในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561 45

4.8 แรงดันไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆของระบบโคโรนา และกระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบ ในช่วงที่ไม่มีการดิสชาร์จภายในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561 46

4.9 กำลังไฟฟ้าขาเข้าระบบ และกำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในช่วงที่ไม่มีการดิสชาร์จในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561 46

4.10 แรงดันไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆของระบบโคโรนา และกระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบ ในช่วงที่มีการเปิดวงจรการทำงานของระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561 47

4.11 กำลังไฟฟ้าขาเข้าระบบ และกำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในช่วงที่มีการเปิดวงจรการทำงานของระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.12 สัญญาณทางไฟฟ้าขาเข้า ขาออก และภายในวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 49

4.13 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนาที่บันทึกในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 ในช่วงที่มีการดิสชาร์จภายในระบบ 51

4.14 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนาที่บันทึกในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 ในช่วงหยุดการดิสชาร์จในระบบ 52

4.15 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนาที่บันทึกในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 ในช่วงที่มีการเปิดวงจรการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 53

4.16 สัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ที่มีการดิสชาร์จภายในระบบ ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 54

4.17 สัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ที่ไม่มีการดิสชาร์จภายในระบบ ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 55

4.18 สัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ในช่วงเปิดวงจรการทำงานของระบบ ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 55

ก.1 คำอธิบายการทำงานเพิ่มเติมของระบบโคโรนา 63

ก.2 ข้อมูลคุณสมบัติ การใช้งานต่างๆ ของมัลติเพาเวอร์ที่ใช้งาน 64

ก.3 ข้อมูลคุณสมบัติของโปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์ Box2 pro 67

ก.4 คุณสมบัติของพีแอลซี FC6A – D16R1CEE 69

ก.5 ฟังก์ชันการทำงานของพีแอลซี FC6A – D16R1CEE 70

ก.6 คุณสมบัติของ FC6A - HPH1 71

ก.7 ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลภายนอกเข้าพีแอลซีของ IDEC 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ข.1 ข้อมูลการเชื่อมต่อของเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า รุ่น C.A.8336 73

ค.1 แท็กและคอนโทรลเลอร์ภายในโปรแกรม iX developer 2.40 74

ค.2 แท็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้ทำการเพิ่มเข้าไปในระบบโคโรนา 75

ค.3 แสดงการเขียนโปรแกรม WindLDR V8 ในการสั่งการพีแอลซีของโครงงาน 76

ง.1 คำอธิบายฟังก์ชัน LOD (Load) และ LODN (Load Not) 84

ง.2 คำอธิบายฟังก์ชัน OUT (Output) และ OUTN (Output Not) 84

ง.3 ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชัน LOD (Load), OUT (Output) และ NOT 85

ง.4 คำอธิบายฟังก์ชัน LCAL (Label Call) 86

ง.5 คำอธิบายฟังก์ชัน SWAP (Data Swapl) 86

ง.6 คำอธิบายฟังก์ชัน CMP (Compare) 88

ง.7 คำอธิบายฟังก์ชัน MOV (Move) 91

ง.8 คำอธิบายฟังก์ชัน CVDT (Convert Data Type) 92

ง.9 คำอธิบายฟังก์ชัน Operation 94

ง.10 คำอธิบายฟังก์ชัน Timer 96

ง.11 คำอธิบายฟังก์ชัน LC (Load Compare) 98

ง.12 คำอธิบายฟังก์ชัน SOTU และ SOTD (Single Output Up and Down) 101

ง.13 คำอธิบายฟังก์ชัน DLOG (Data Logging) 102

ง.14 คำอธิบายฟังก์ชัน Counter 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (LIST OF ABBREVIATIONS)

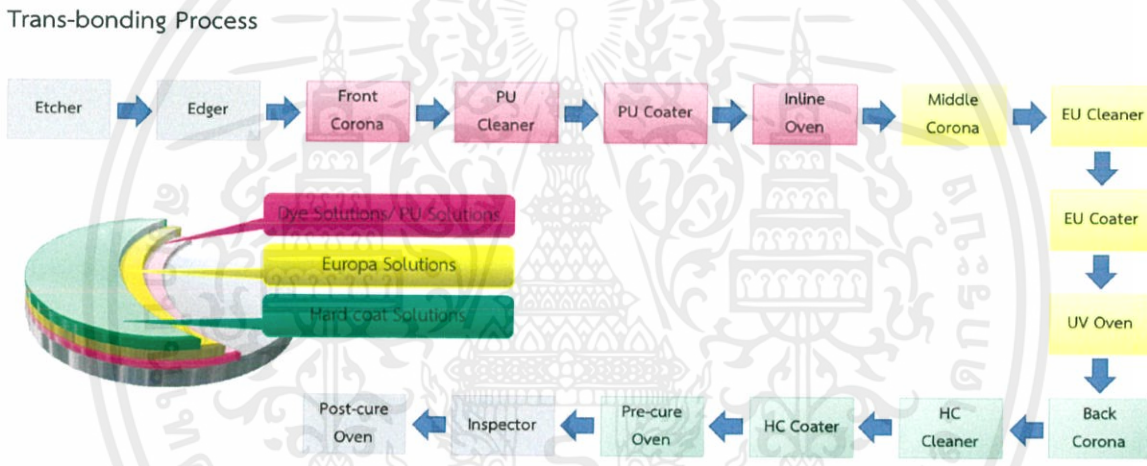
1. พีแอลซี (PLC ย่อมาจาก Programmable logic Control) เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม
2. ดาวน์ไทม์ (Downtime) คือ ค่าระยะเวลาที่ระบบเกิดขัดข้องทำให้ไม่สามารถทำงานต่อไปได้
3. ระบบโคโรนา หรือกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ เป็นกระบวนการขั้นหนึ่งของไลน์การผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด ดำเนินธุรกิจเคลือบผิวเลนส์ด้วยเทคโนโลยีโฟโตโครมิก ทำให้เลนส์มีคุณสมบัติพิเศษเมื่อสัมผัสกับแสงยูวี โมเลกุลโฟโตโครมิกหลายๆ ล้านโมเลกุลในเลนส์ จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทำให้เลนส์มีสีเข้มขึ้นตามปริมาณแสงที่ตกกระทบกับเลนส์ โดยมีกระบวนการในการเคลือบเลนส์ ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กระบวนการทรานส์บอนดิ้งภายในไลน์การผลิตของบริษัททรานซิชั่นส์ อ็อพทิคัล (ประเทศไทย) จำกัด

ขั้นแรกคือนำเลนส์เปล่าเข้าที่เครื่องสลักชื่อ และตรวจสอบค่าทางสายตาของเลนส์กับรายละเอียดของลูกค้าว่าตรงกันหรือไม่ เมื่อตรวจสอบเสร็จจะเป็นกระบวนการตัดขอบเลนส์เพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการ แล้วส่งไปที่เครื่องปรับผิวเลนส์เพื่อให้หน้าผิวเลนส์พร้อมสำหรับการเคลือบน้ำยา ส่งเข้าเครื่องทำความสะอาดเพื่อกำจัดฝุ่นผงละอองบริเวณผิวเลนส์ก่อนทำการเคลือบผิวเลนส์และทำการอบเลนส์ก่อนลำเลียงเข้าเครื่องปรับหน้าผิวเลนส์เพื่อทำการเคลือบน้ำยาในชั้นต่อๆไป ซึ่งในไลน์การผลิตจะทำการเคลือบน้ำยาทั้งหมด 3 ชนิด เมื่ออบเลนส์หลังเคลือบน้ำยาสุดท้าย จะมีการตรวจเช็คและอบเลนส์อีกครั้ง ก่อนส่งออกไปยังส่วนของการบรรจุหีบห่อ ซึ่งสามารถแบ่งกระบวนการการทำงานได้ 6 กระบวนการหลักๆ ดังนี้ 1.กระบวนการตัดขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลนส์ 2.กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ 3.กระบวนการทำความสะอาดเลนส์ 4.กระบวนการเคลือบเลนส์ 5.กระบวนการอบเลนส์ และ 6.กระบวนการตรวจสอบ โดยในไลน์การผลิตที่ 8 ได้มีการปรับแผนการทำงานของเครื่องจักรให้มีการทำงานที่เร็วขึ้นสองเท่าจากไลน์การผลิตเดิม ทำให้มีการติดตั้งเครื่องจักรเพิ่มเติม และมีการปรับพิกัดของเครื่องจักรในไลน์ให้มีค่าสูงขึ้น ซึ่งในปัจจุบันเกิดปัญหาความเสียหายของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของเครื่องโคโรน่ากระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ในไลน์การผลิตที่ 8 โดยยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด และเนื่องจากโดยปกติแผนกซ่อมบำรุงรักษาจะมีการตรวจสอบเครื่องจักรผ่านการมองเห็นและด้วยเครื่องมือการวัดเป็นรอบๆ ตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้อนกันที่กำหนด โดยจะแบ่งระยะเวลาการซ่อมบำรุงเป็น 4 รอบ คือ 1 เดือน, 3 เดือน, 6 เดือน และ 12 เดือน ในการซ่อมบำรุงแต่ละรอบ จะมีหัวข้อการตรวจสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งในบางครั้งเครื่องจักรอาจเกิดความขัดข้องก่อนถึงระยะเวลาการซ่อมบำรุงรักษาที่กำหนด ทำให้เกิดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงแก้ไขเกิดขึ้น ในบางครั้งอาจทำการซ่อมแซมได้ แต่เมื่อชิ้นส่วนของเครื่องจักรได้รับความเสียหายมากเกินกว่าจะแก้ไขได้ จะต้องทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรใหม่ จึงมีการสำรองชิ้นส่วนของเครื่องจักรไว้จำนวนหนึ่ง เพื่อไม่ให้เกิดดาวน์ไทม์ของเครื่องจักรมากเกินไป แต่ในกรณีที่อุปกรณ์เสียหายบ่อยกว่าปกติ จะทำให้ต้องทำการสำรองมากขึ้นกว่าปกติทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลังของแผนกซ่อมบำรุงรักษาสูงขึ้น

ดังนั้นโครงงานนี้จึงเป็นการสร้างเครื่องมือสำหรับดึงสัญญาณทางไฟฟ้าในกระบวนปรับผิวหน้าเลนส์มาวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์และสามารถวางแผนและควบคุมระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องจักรได้อย่างถูกต้อง แต่ด้วยระยะเวลาของสหกิจศึกษาค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่สามารถแก้ไขวิเคราะห์ปัญหาได้ทุกกรณีที่เป็นไปได้ ทางผู้จัดทำจึงได้เลือกวิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขาเข้าและขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ที่มีปัญหาอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งอุปกรณ์ที่ทางผู้จัดทำได้ออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับเครื่องจักรอื่นๆ ในไลน์การผลิต ซึ่งเป็นแนวทางให้กับทางแผนกซ่อมบำรุงรักษาได้นำมาพัฒนาสร้างระบบการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องจักรทั้งหมดภายในโรงงานได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อให้สามารถพยากรณ์สภาพเครื่องจักรจากสัญญาณทางไฟฟ้าได้

1.2.2 เพื่อให้มีการแจ้งเตือนกับแผนกซ่อมบำรุงรักษาโดยตรง เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น

1.2.3 เพื่อให้สามารถนำสัญญาณทางไฟฟ้าที่ผิดปกติมาวิเคราะห์ย้อนหลังได้

1.2.4 เพื่อประมาณการณ์ช่วงเวลาในการตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องจักรภายในไลน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตพื้นที่การทำโครงงาน

1.3.1.1 ห้องปฏิบัติการของแผนกซ่อมบำรุงรักษา

1.3.1.2 ทดลองใช้งานอุปกรณ์ที่กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ ในไลน์การผลิต ไลน์ที่ 8

1.3.2 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

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

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและสำรวจขั้นตอนการทำงานภายในไลน์การผลิต และปัญหาที่พบในแผนกซ่อมบำรุงรักษา เพื่อทำการวางแผนการดำเนินโครงงาน

1.4.2 ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อระบบในกระบวนการภายในไลน์ผลิต และพีแอลซีที่ใช้ควบคุมภายในกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ทั้งหมด

1.4.3 ทดลองใช้พีแอลซีรุ่นที่ใช้ควบคุมกระบวนการภายในไลน์ผลิตในห้องปฏิบัติการของแผนกซ่อมบำรุงรักษา อุปกรณ์เครื่องมือที่นำมาใช้ในโครงงาน และทำการเชื่อมต่อเครื่องมืออุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงงานกับพีแอลซีในห้องปฏิบัติการของแผนกซ่อมบำรุงรักษาโดยเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์

1.4.4 จัดหาเครื่องมือที่จะนำมาใช้ดึงสัญญาณทางไฟฟ้าจากเครื่องจักร และทำการทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในโครงงาน

1.4.5 ออกแบบหน้าเว็บเพจสำหรับแสดงผล เขียนโปรแกรมควบคุมการใช้งานเครื่องมือการตรวจสอบ และทดสอบการใช้งานภายในห้องปฏิบัติการ

1.4.6 จัดทำชุดเครื่องมือการตรวจสอบและนำไปใช้งานจริงภายในกระบวนปรับผิวหน้าเลนส์

1.4.7 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถพยากรณ์สภาพเครื่องจักรจากสัญญาณทางไฟฟ้าได้

1.5.2 มีการแจ้งเตือนกับแผนกซ่อมบำรุงรักษาโดยตรง เมื่อมีความผิดปกติของสัญญาณไฟฟ้า

1.5.3 สามารถนำสัญญาณทางไฟฟ้าที่ผิดปกติมาวิเคราะห์ย้อนหลังได้

1.5.4 สามารถประมาณการณ์ช่วงเวลาในการตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องจักรภายในไลน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การบำรุงรักษา [3], [6]

การบำรุงรักษา หมายถึง การพยายามรักษาสภาพของเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งานอยู่ตลอดเวลา

3.1.1 จุดมุ่งหมายของการบำรุงรักษา

3.1.1.1 เพื่อให้เครื่องมือใช้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล คือ สามารใช้เครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างเต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์ที่จัดหามามากที่สุด

3.1.1.2 เพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้มีสมรรถนะการทำงานสูง และช่วยให้เครื่องมือเครื่องใช้มีอายุการใช้งานยาวนาน เพราะเมื่อเครื่องมือได้ใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือซ่อมแซม เครื่องมืออาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหาย หรือทำงานผิดพลาดได้

3.1.1.3 เพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้มีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ คือ การทำให้เครื่องมือเครื่องใช้มีมาตรฐาน ไม่มีค่าความคลาดเคลื่อนใดๆ เกิดขึ้น

3.1.1.4 เพื่อความปลอดภัย ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญ เครื่องมือเครื่องใช้จะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน ถ้าเครื่องมือเครื่องใช้ทำงานผิดพลาด ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ และการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยลดความผิดพลาดลงได้

3.1.1.5 เพื่อลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ที่ชำรุดเสียหาย เก่าแก่ขาดการบำรุงรักษา จะทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มีฝุ่นละออง หรือไอของสารเคมีมีเสียงดัง ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.1.1.6 เพื่อประหยัดพลังงาน เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ส่วนมากจะทำงานได้ต้องอาศัยพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากเครื่องมือเครื่องใช้ได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพดีเดินราบเรียบไม่มีการรั่วไหลของน้ำมัน การเผาไหม้สมบูรณ์ ก็จะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยลง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้

3.1.2 ประเภทของการบำรุงรักษา

3.1.2.1 การบำรุงรักษาแบบแก้ไข คือ การบำรุงรักษาหลังเกิดการเสียหายหรือใช้งานจนกระทั่งเสียหาย ถือได้ว่าเป็นแนวคิดในงานการบำรุงรักษาที่เก่าแก่ที่สุด ในตำราบางเล่มให้นิยามวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บำรุงรักษาแบบนี้ว่า “ ดำเนินการโดยไร้การบำรุงรักษา” เพราะในความเป็นจริง ฝ่ายซ่อมบำรุงจะไม่ต้องปฏิบัติงานใด ๆ เลยจนกว่าจะมีรายงานว่าเครื่องจักรชำรุด ใช้งานต่อไปไม่ได้ เป็นเทคนิคการบำรุงรักษาที่ง่ายที่สุด แต่ในทุกอุตสาหกรรมยังใช้เทคนิคการบำรุงรักษาแบบนี้อยู่ โดยการซ่อมบำรุงประเภทนี้ยังมีใช้ในบางสถานการณ์ เช่น ในอาคารที่ไม่สลับซับซ้อน หรือมีอุปกรณ์อะไหล่ทดแทนพร้อมอยู่เสมอ หรือสามารถสั่งซื้อได้อย่างทันทีทันใด โดยที่ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการบำรุงรักษาประเภทนี้ ควรน้อยกว่าการประยุกต์ใช้วิธีการบำรุงรักษาแบบอื่น เช่น การบำรุงรักษาหลอดไฟฟ้าที่ปล่อยทิ้งไว้จนหลอดไฟขาด หรือก๊อกน้ำประปาชำรุด ข้อดีของการบำรุงรักษาแบบนี้คือได้ใช้ประโยชน์จากอายุการใช้งานของเครื่องจักรอย่างคุ้มค่า ไม่ต้องเสียกำลังคนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา แต่มีข้อเสียของการบำรุงรักษาประเภทนี้ คือ ไม่สามารถวางแผนและกำหนดเวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนได้ บางครั้งจำเป็นต้องรีบทำงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด ทำให้คุณภาพของการซ่อมแซมไม่ดีพอ และต้องเก็บชิ้นส่วนอะไหล่ไว้เป็นจำนวนมาก ซึ่งหมายความว่ามีค่าใช้จ่ายในการเก็บอะไหล่คงคลังสูง โดยปกติเมื่อเกิดความเสียหายมักจะเป็นผลให้มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูง มากไปกว่านั้นความเสียหายที่เกิดขึ้นอาจมีผลกระทบกับความปลอดภัย สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม

3.1.2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นการพัฒนางานทางด้านการบำรุงรักษาขึ้นมาจากข้อบกพร่องในการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข คือ จะเป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่หรือการโอเวอร์ฮอลเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น โดยทั่วไประยะเวลาในการทำงานสามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จากคู่มือของผู้ผลิตหรือจากแผนการบำรุงรักษาที่ใช้งานอยู่ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและกรองน้ำมัน, การเปลี่ยนกรองอากาศรถยนต์ ข้อดี คือ สามารถทำการวางแผนการบำรุงรักษาและแผนการใช้อุปกรณ์ได้ง่าย โดยทั่วไปมักจะปฏิบัติตามคู่มือผู้ผลิต ทำให้สามารถใช้งานได้มากกว่าการบำรุงรักษาแบบแก้ไข แต่อย่างไรก็ตามการชำรุดของอาคารและอุปกรณ์โดยไม่คาดฝันก็ไม่สามารถขจัดออกไปได้ เพราะว่าในทางสถิติแล้ว การชำรุดของอาคารและอุปกรณ์ไม่ได้เป็นการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอ หรือมีรูปแบบที่แน่นอน ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะเลือกช่วงการบำรุงรักษาตามแผนที่เหมาะสม ปัญหาหนึ่งที่พบเสมอในการทำการบำรุงรักษาตามระยะเวลา คือ ทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนบางชิ้นโดยไม่จำเป็น และในบางครั้งอาจเพิ่มความเสี่ยงให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหายหลังการบำรุงรักษา กล่าวคือ การบำรุงรักษาเป็นสาเหตุทำให้เกิดการชำรุดของสินทรัพย์ ซึ่งนับว่าเป็นผลเสียมากกว่าผลดี ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา จึงมีวิธีการบำรุงรักษาแบบใหม่ที่เรียกว่า การบำรุงรักษาเน้นความเชื่อถือได้

3.1.2.3 การบำรุงรักษาเน้นความเชื่อถือได้ เป็นวิธีการ กระบวนการ หรือ กรอบการทำงานที่เป็นมาตรฐานนานาชาติ ที่ใช้กำหนดแผนการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้และช่วยลดค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาสินทรัพย์ การบำรุงรักษาเน้นความเชื่อถือได้ จะประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 2) การบำรุงรักษาตามสภาพ 3) การค้นหาความเสียหาย 4) การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข และกลยุทธ์อื่นๆ ที่อยู่นอกเหนือการบำรุงรักษา โดยการบำรุงรักษาแบบนี้ จะเป็นการตรวจวิเคราะห์หาอุปกรณ์วิกฤติ การตรวจสอบตามระยะเวลาที่กำหนด ถอดออกเพื่อปรับสภาพหรือถอดเปลี่ยนอุปกรณ์วิกฤติ ในบางครั้งไม่สามารถหาวิกฤติของอุปกรณ์ได้ จะมีการใช้ต่อไปจนชำรุด และในบางกรณีอาจจำเป็นต้องทำการออกแบบอุปกรณ์บางชิ้นใหม่ ซึ่งมีข้อดี คือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนการบำรุงรักษา โดยทั่วไปสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา 40-70% กำหนดกรอบการพิจารณาที่ชัดเจนในการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษา เป็นมาตรฐานนานาประเทศ แต่มีข้อเสีย คือ ต้องลงทุนในการอบรมพนักงาน และต้องการทรัพยากรมากในช่วงเริ่มต้น มีวิธีการจำนวนมากกล่าวอ้างว่าเป็นการบำรุงรักษาเน้นความเชื่อถือได้แต่แท้จริงแล้วไม่ใช่

3.1.2.4 การบำรุงรักษาตามสภาพ หรือเรียกว่า การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ จะเป็นวิธีบำรุงรักษาอุปกรณ์หรือสินทรัพย์ตามสภาพของสินทรัพย์ การบำรุงรักษาตามสภาพจะใช้หลักการที่ว่าโดยทั่วไปเมื่อมีความเสียหายเกิดขึ้น อุปกรณ์หรือสินทรัพย์จะแสดงสัญญาณบางอย่างออกมา เมื่อสามารถทราบถึงลักษณะของการชำรุด จะสามารถจัดเตรียมการล่วงหน้าสำหรับแรงงาน ชิ้นส่วนอะไหล่ และกำหนดช่วงเวลาการทำงานที่ไม่ขัดกับแผนการผลิตหลักได้ ดังนั้นถ้าหากเราสามารถทำการตรวจจับสัญญาณที่แสดงออกมาได้ เราก็สามารถทำการบำรุงรักษาก่อนที่สินทรัพย์จะเสียหาย เช่น ความร้อน, เสียง การสั่นสะเทือน เศษผงโลหะต่างๆ การตรวจสอบสภาพสามารถทำได้โดย

1) การใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ เช่น ใช้มือสัมผัสความร้อน ใช้ตาตรวจดูการรั่วซึม ใช้หูฟังเสียง ใช้จมูกดมกลิ่น

2) เครื่องมือวัดที่มีอยู่ในสินทรัพย์ เช่น เกจวัดความความดัน ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ เครื่องบันทึกอัตราการไหล

3) การใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย เช่น การวัดความหนาของท่อหรือถัง การตรวจสอบรอยแยกหรือรอยแตก

4) การใช้เครื่องมือพิเศษในการตรวจสอบสภาพ เช่น เครื่องวัดการสั่นสะเทือน กล้องถ่ายภาพความร้อน การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น

ตัวอย่างการบำรุงรักษาตามสภาพ เช่น การเปลี่ยนยางรถยนต์โดยดูตามสภาพของดอกยางว่าสึกมากน้อยแค่ไหน แล้วจึงตัดสินใจเปลี่ยน การวิเคราะห์สัญญาณสั่นสะเทือนของเครื่องจักร การตรวจสอบความดันที่แตกต่างของตัวกรองอากาศหรือน้ำมัน การตรวจวัดอุณหภูมิของเครื่องจักร ข้อดี คือ ทำให้สามารถใช้งานสินทรัพย์ได้ถึงปลายอายุที่ใช้งานได้ สามารถบริหารและจัดการงานบำรุงรักษาได้ง่ายกว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เนื่องจากโดยทั่วสามารถทำการตรวจสอบ ขณะใช้งานสินทรัพย์ ช่วยลดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

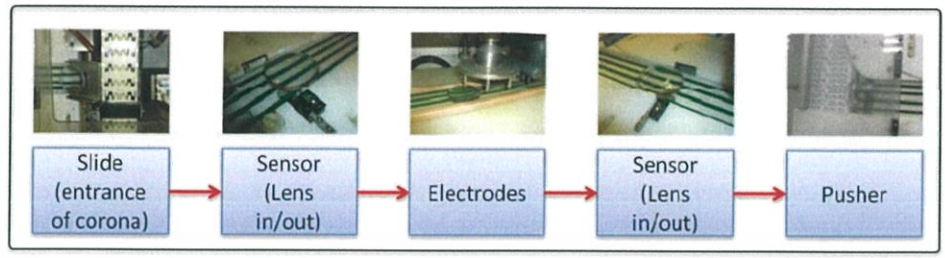
เสี่ยงจากการเสียหายหลังงานบำรุงรักษา โดยทั่วไปค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษาจะต่ำกว่าการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข แต่โดยทั่วไปจะต้องลงทุนซื้อเครื่องพิเศษหรือจ้างแรงงานจากภายนอกสำหรับการตรวจสอบสภาพ ต้องลงทุนในการอบรมพนักงานในการใช้เครื่องมือพิเศษ ต้องระมัดระวังความผิดพลาดในการวิเคราะห์สภาพจากการใช้เครื่องมือพิเศษ และหากใช้คนในการตรวจวัดจะเป็นข้อจำกัดในการตรวจสอบ เนื่องจากแต่ละคนมีประสาทสัมผัสที่แตกต่างกัน

2.1.2.5 การบำรุงรักษาเชิงรุก หรือเรียกว่า การบำรุงรักษาแบบป้องกันล่วงหน้า จะเป็นการวิเคราะห์รากของปัญหาเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการบำรุงรักษาหรือมาตรการอื่นๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้นมาอีกในอนาคต ตัวอย่างเช่น ในระบบไฮดรอลิค การที่มีสิ่งแปลกปลอมหลุดลอดเข้าไปในระบบ อาจจะเกิดจากการเติมน้ำมันที่สกปรกเข้าไปในระบบ การเสื่อมสภาพของไส้กรองอากาศ การชำรุดเสียหายของซีล ซึ่งสิ่งสกปรกดังกล่าวเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ระบบขาดความสมดุลย์ไป เมื่อผู้ชำนาญทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ก็จะทำการแก้ไขให้ระบบกลับคืนสู่สมดุลย์ เช่น ใช้ไส้กรองที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เปลี่ยนซีลที่ขาด หรือทำการกรองน้ำมันที่สงสัยว่ามีสิ่งสกปรกผสมอยู่ เป็นต้น ข้อดี คือ ลดข้อจำกัดของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาตามสภาพ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ที่รากของปัญหา แต่อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาเชิงรุกจำเป็นต้องใช้ทั้งเครื่องมือ และบุคลากรที่มีความชำนาญสูง ในการวิเคราะห์รากของปัญหา ซึ่งอาจจะมีต้นทุนที่สูงมากและอาจจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

2.2 กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์

กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ระบบโคโรนา มีหน้าที่ปรับสภาพผิวหน้าเลนส์ให้มีความสามารถในการยึดเกาะกับน้ำยาเคลือบเลนส์ให้ดียิ่งขึ้น โดยจะรับแรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ จากระบบไฟฟ้าหลัก จ่ายเข้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเพิ่มแรงดันและความถี่ให้มีค่า 400 โวลต์ 15 กิโลเฮิรตซ์ ก่อนจะส่งเข้าที่หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง 34 กิโลโวลต์ต่อด้านแรงดันต่ำ 400 โวลต์ จำนวน 2 เครื่อง ก่อนจ่ายแรงดันสูงให้กับอิเล็กโทรด ทำให้เกิดการไอออไนเซชันของอากาศเกิดเป็นโคโรน่าดิสชาร์จระหว่างอิเล็กโทรดกับฉนวนไฟฟ้า เมื่อลำโคโรน่าดิสชาร์จตกกระทบกับผิวเลนส์ และอิเล็กตรอนมีพลังงานในการทำลายพันธะโมเลกุลที่ผิวเลนส์มากพอ จะทำให้โมเลกุลเกิดการแตกตัวเป็นออกไซด์ออกมาจับตัวกับออกซิเจนบริเวณนั้นจนเกิดเป็นโอโซน ซึ่งในส่วนของการลำเลียงเลนส์จะมีสายพานลำเลียงเลนส์ผ่านเซนเซอร์ก่อนเข้าเครื่องโคโรนาดิสชาร์จและมีเซนเซอร์ตรวจสอบขาออกจากเครื่องโคโรนาอีกครั้ง โดยสายพานจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่คงที่

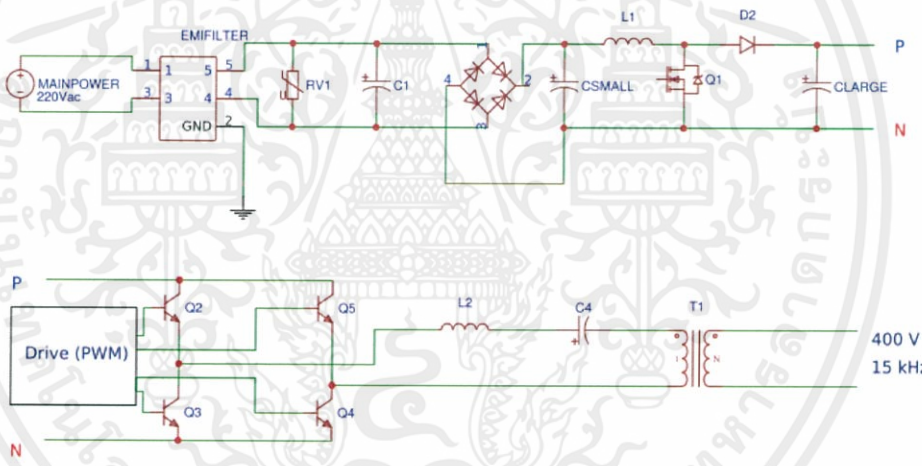
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ลำดับขั้นตอนการทำงานของบริเวณสายพานของเครื่องโคโรนา

2.2.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

2.2.1.1 วงจรไฟฟ้าภายในเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า



รูปที่ 2.2 รูปวงจรไฟฟ้าหลักภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

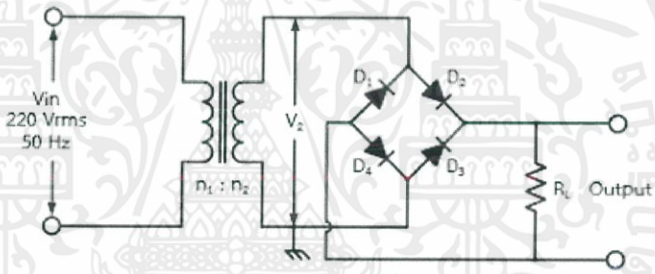
โดยจะมีอุปกรณ์หลักๆภายในวงจรดังต่อไปนี้

1) EMI Filter คือ ตัวกรองสัญญาณรบกวนจากปรากฏการณ์ทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายนอก

2) วาริสเตอร์ [4] คือ สารกึ่งตัวนำที่สามารถเปลี่ยนแปลงความต้านทานได้ตามระดับแรงดันของไฟฟ้า ซึ่งนับว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์เวลาเกิดไฟกระชาก หรือเมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าสูงเข้ามาในวงจรอย่างกระทันหัน เช่น ฟ้าผ่า วาริสเตอร์จะทำการปรับค่าความต้านทานภายในสูงขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายให้อุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ [9] มีลักษณะเหมือนวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น เพราะแรงดันขาออกที่ได้เป็นแบบเต็มคลื่น แตกต่างกันที่การต่อวงจรไดโอดแบบเต็มคลื่นจะใช้ไดโอด 2 ตัว แบบบริดจ์จะใช้ไดโอด 4 ตัว และหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้จะแตกต่างกัน โดยวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นธรรมดา ใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง มี 3 ขั้ว แต่แบบบริดจ์ใช้หม้อแปลง 2 ขั้วหรือ 3 ขั้วก็ได้ โดยหลักการทำงานของวงจร ไดโอดจะแบ่งช่วงการทำงานเป็นคลื่นบวกกับคลื่นลบ ในช่วงครึ่งคลื่นแรกถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขั้วบนของหม้อแปลงเป็นบวก จะทำให้ไดโอด D2 และ D4 ได้รับการไบอัสตรง เข้าสู่สภาวะนำกระแส กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านไดโอด D2 ผ่านไปยังตัวต้านทาน และผ่านไดโอด D4 ครบวงจรที่ขั้วล่างของหม้อแปลง ขณะที่ในอีกครึ่งคลื่นถัดมาแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วบนของหม้อแปลงจะเป็นลบ ทำให้ไดโอด D1 และ D3 ได้รับการไบอัสตรงและนำกระแสแทนไดโอด D2 และ D4 จึงทำให้เกิดเป็นวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่แรงดันขาออก



รูปที่ 2.3 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

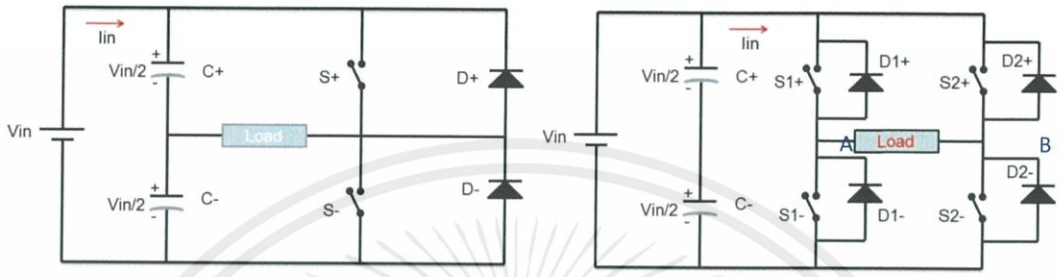
4) วงจรทบระดับแรงดันไฟฟ้าหรือวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ [19] คือ วงจรที่ทำการเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าขาออกให้สูงกว่าแรงดันไฟฟ้าขาเข้า

5) แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

6) วงจรอินเวอร์เตอร์เฟสเดียว [19] จะแบ่งเป็นสองชนิด คือ แบบฮาล์ฟบริดจ์ กับแบบฟูลบริดจ์ ในแบบฮาล์ฟบริดจ์ จะมีตัวเก็บประจุสองตัวต่อลำดับกันอยู่ระหว่างแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและหากตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากัน จะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุแต่ละตัวมีค่าครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้า ดังรูปที่ 2.4 (ก) ส่วนแบบฟูลบริดจ์เฟสเดียวจะประกอบไปด้วยสองกิ่ง คือ กิ่ง A และกิ่ง B ดังรูปที่ 2.4 (ข) โดยกำลังไฟฟ้าของวงจรอินเวอร์เตอร์แบบฟูลบริดจ์จะสูงกว่าแบบฮาร์ฟบริดจ์สองเท่า จึงเหมาะกับงานที่ต้องการการจ่ายกำลังไฟฟ้าโหลดสูง ซึ่งการสวิตชิ่วแรงดันไฟฟ้าจะมีสองแบบ คือ แบบไบโพลาร์และยูนิโพลาร์ การสวิตชิ่งแบบไบโพลาร์ จะเป็นการควบคุมให้สวิตช์แบบบริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานพร้อมกันเป็นคู่ ความถี่ของพัลส์ที่โหลดจะมีค่าเท่ากับความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ควบคุม ส่วนการสวิตชิ่งแบบยูนิโพลาร์กิ่ง A และ B จะแยกสัญญาณการควบคุมออกจากกัน ทำให้ความถี่ด้านออกจะมีค่าเป็นสองเท่าของความถี่สวิตชิ่ง



(ก) วงจรอินเวอร์เตอร์แบบฮาล์ฟบริดจ์ (ข) วงจรอินเวอร์เตอร์แบบฟูลบริดจ์

รูปที่ 2.4 วงจรอินเวอร์เตอร์

2.3 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

2.3.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ [8]

2.3.1.1 ความหมายของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

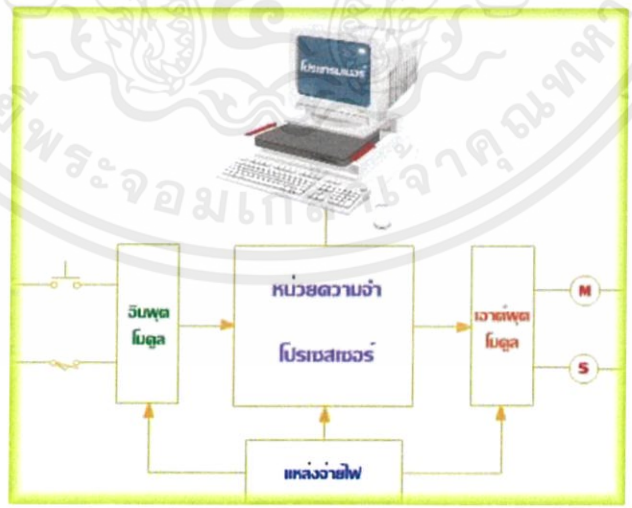
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ หรือ พีแอลซี เป็นอุปกรณ์ซนิดโซลิด-สเตทที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยภายในมีไมโครโพรเซสเซอร์เป็นสมองสั่งการและจะมีส่วนที่เป็นขาป้อนเข้าและขาส่งออกที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับขาป้อนเข้า ส่วนขาส่งออกจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปพีแอลซี นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด เครื่องพิมพ์ ซึ่งในปัจจุบันนพีแอลซีสามารถใช้งานได้ทั้งแบบเดี่ยว และสามารถต่อร่วมกับพีแอลซีตัวอื่นๆ เป็นเครือข่าย ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่าการใช้งานพีแอลซีมีความยืดหยุ่นมาก ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้พีแอลซีมากขึ้น การใช้พีแอลซีควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ระบบรีเลย์จะเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูงในการเดินสายไฟฟ้าใหม่ แต่สำหรับพีแอลซี การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้พีแอลซียังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งมีความน่าเชื่อถือมากกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.3.1.2 โครงสร้างของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม พีแอลซีขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดจะรวมกันในเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้ หน่วยความจำของพีแอลซี ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิดแรมและรอม หน่วยความจำชนิดแรม ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงในแรมทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ ส่วนรอม ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานตามโปรแกรมของผู้ใช้ รอมสามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้ นอกจากนี้ยังมีอีพีรอมหน่วยความจำชนิดนี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม และอีอีพีรอม หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับรอม นอกจากนั้นยังไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้งรอมและอีพีรอมเอาไว้ด้วยกัน

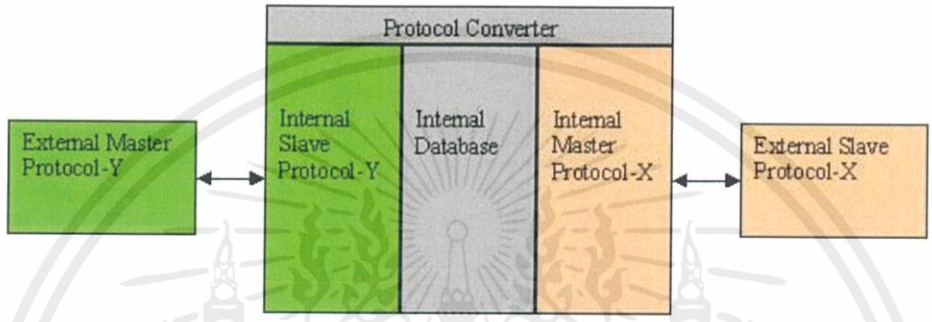


รูปที่ 2.5 โครงสร้างของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 โปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์ [18]

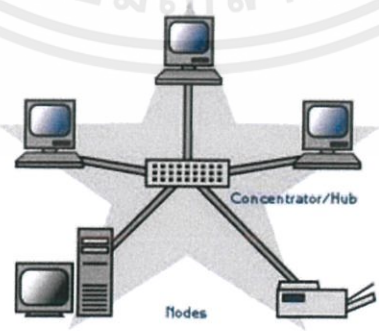
โปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนคุณสมบัติของโปรโตคอลของอุปกรณ์ชนิดหนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่งให้สามารถทำงานร่วมกันได้ โปรโตคอลเป็นซอฟแวร์ที่ติดตั้งบนเราท์เตอร์ สามารถแปลงรูปแบบของข้อมูล อัตราส่วนของข้อมูล และเครือข่ายโปรโตคอลหนึ่งเข้ากับเครือข่ายโปรโตคอลอื่นๆ โดยการใช้ข้อมูลในการเชื่อมต่อ



รูปที่ 2.6 โครงสร้างพื้นฐานของการเชื่อมต่อโปรโตคอล

2.3.3 ฮับ [7]

ฮับ เป็นอุปกรณ์ศูนย์กลางที่ใช้สำหรับเชื่อมโยงสัญญาณของอุปกรณ์เครือข่ายเข้าด้วยกัน การจะทำให้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ทางไฟฟ้าแต่ละเครื่องรู้จักกัน หรือส่งข้อมูลถึงกันได้จะต้องผ่านอุปกรณ์ตัวนี้ ปัจจุบันฮับถูกเปรียบเทียบกับสวิตช์ ซึ่งมีความสามารถสูงกว่า และถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่ใช้สำหรับเชื่อมโยงสัญญาณในระบบเครือข่าย โดยทั่วไปฮับจะมีลักษณะเหมือนกล่องสีเหลี่ยมแต่แบน มีความสูงประมาณ 1-3 นิ้ว แล้วแต่รุ่น มีช่องสำหรับเสียบสายแลนแต่ละเส้น



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ผ่านฮับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.1 การทำงานของฮับ

เมื่อใดที่มีคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายต้องการส่งข้อมูล ฮับจะทำหน้าที่ในการทำสำเนาข้อมูลและส่งไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครือข่าย ไม่ใช่แค่คอมพิวเตอร์ แต่รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ด้วย เช่น เครื่องพิมพ์ เป็นต้น เรียกว่าส่งข้อมูลไปทั้งหมด และถ้าข้อมูลนี้เป็นของอุปกรณ์ใด อุปกรณ์นั้นก็จะรับเองอัตโนมัติ แต่จุดด้อยของฮับที่ควรทราบ คือ เวลามีอุปกรณ์ใดส่งข้อมูลในเครือข่ายผ่านฮับ อุปกรณ์อื่นๆ จะต้องรอให้การส่งสมบูรณ์ก่อน ฮับนั้นทำงานในระดับชั้นที่ 1 ซึ่งเป็นชั้นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการส่งสัญญาณออกไปสู่สื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสาร รวมไปถึงเรื่องของการเข้ารหัสสัญญาณเพื่อที่จะส่งออกไปเป็นค่าต่างๆในทางไฟฟ้า และเป็นชั้นที่กำหนดถึงการเชื่อมต่อต่างๆ ที่เป็นไปในทางกายภาพของฮับนั้น จะทำงานในลักษณะของการทวนสัญญาณ หมายถึง จะทำการทำซ้ำสัญญาณนั้นอีกครั้งเพื่อส่งออกไปยังเครือข่ายที่เชื่อมต่ออยู่ โดยส่งออกไปยังทุกพอร์ต ยกเว้นพอร์ตที่เป็นตัวส่งสัญญาณออกมาและเมื่อปลายทางแต่ละจุดรับข้อมูลไปแล้ว จะต้องพิจารณาข้อมูลที่รับมา หากไม่ใช่ข้อมูลที่จะส่งมาถึงเครื่องนั้นก็จะไม่ทำการรับข้อมูลที่ส่งมา การทำงานในระดับนี้ จะเห็นว่าไม่มีการพิจารณาที่อยู่ปลายทางของข้อมูลที่จัดส่ง

1.1.4 เพาเวอร์มิเตอร์ [1] คือ อุปกรณ์ที่แสดงค่าพารามิเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังงานไฟฟ้าจริง, กำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ และ ฮาร์โมนิก เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงค่าทางไฟฟ้าในกระบวนการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ โดยส่วนใหญ่แล้วในภาคอุตสาหกรรม จะนำเพาเวอร์มิเตอร์ไปใช้ในการควบคุมหรือปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังเป็นการช่วยจัดการพลังงาน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ ISO 50001 โดยเพาเวอร์มิเตอร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ เพาเวอร์มิเตอร์แบบอนาล็อก (แบบเข็ม) และเพาเวอร์มิเตอร์แบบดิจิตอล (แบบหน้าจอแสดงผล)

1.1.5 เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า [2] หรือ มิเตอร์วิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า ที่ใช้กันในอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาให้เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์คุณภาพพลังงานไฟฟ้า ทำให้สามารถปรับปรุง ควบคุม ดูแลคุณภาพพลังงานไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ และช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าได้ ทำให้ลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบ หรือเครื่องจักร รวมถึงกระบวนการผลิต อีกทั้งยังประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการซ่อมบำรุงได้เป็นอย่างดี

2.4 โปรแกรมที่ใช้ภายในโครงงาน

2.4.4 RSLinx Classic [10] เป็นเซิร์ฟเวอร์การติดต่อสื่อสารให้กับอุปกรณ์จากโรงงาน โดยรองรับการใช้งานหลายๆ แอพพลิเคชั่นในเวลาเดียวกัน การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายบนเครือข่ายต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถใช้ได้หลากหลายโปรแกรมของ Rockwell Software เช่น โปรแกรม RSLogix 5/500/5000, RSView32, FactoryTalk View Site Edition และ FactoryTalk Transaction Edition นอกจากนี้ยังสามารถใช้กับหน้าจอการแสดงผล การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และแอพพลิเคชั่นอื่นๆของบริษัทอื่นได้

2.4.5 RSLogix series [17] เป็นชุดโปรแกรมลอจิกลอจิกของตระกูล RSLogix ช่วยให้ผู้ใช้งานได้ประสิทธิภาพสูงสุดประหยัดเวลาในการพัฒนาโครงการและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งรูปแบบของโปรแกรมนั้นมีคุณลักษณะการแก้ไขที่ยืดหยุ่นและใช้งานง่าย

2.4.5.1 RSLogix 500 เป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยที่เขียนด้วยโปรแกรม Rockwell Software DOS สำหรับเครื่องประมวลผลในตระกูล SLC 500 และ MicroLogix ทำให้การบำรุงรักษาโปรแกรมบนแพลตฟอร์มฮาร์ดแวร์สะดวกและง่ายดาย

2.4.5.2 RSLogix 5000 หรือ Studio 5000 Logix Designer เป็นหนึ่งในแอพพลิเคชันที่กำหนดค่า เขียนโปรแกรมและบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์คอนโทรลเลอร์ตระกูล Allen-Bradley® Logix 5000 ทั้งหมดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.4.6 WindLDR [14] เป็นโปรแกรมที่ติดตั้งในวินโดว์สำหรับพีแอลซีของ IDEC เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมแบบแลดเดอร์ที่ใช้งานง่ายที่สุด WindLDR รองรับพีแอลซีของ OpenNet, MicroSmart (FC4A, FC5A, FC6A) และ SmartAXIS (FT1A) โดยสามารถใช้ฟังก์ชันเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ในพีแอลซีของ MicroSmart รุ่น FC6A

2.4.7 Web Server [13] เป็นฟังก์ชั่นการทำงานที่สามารถใช้ได้กับพีแอลซีของ MicroSmart รุ่น FC6A โดยสามารถต่อเข้าพอร์ต Ethernet 1 ของโมดูล Plus CPU และต่อพอร์ต HMI-Ethernet สำหรับ HMI ซึ่งเว็บเบราเซอร์บนคอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบสถานะ หรือเปลี่ยนข้อมูลของอุปกรณ์ได้ ซึ่งสามารถดาวน์โหลดข้อมูลเว็บเพจที่สร้างขึ้นได้อย่างอิสระ และสามารถสร้างเว็บไซต์ในการทำโครงการต่างๆ ได้ง่าย โดยสามารถเลือกที่จัดเก็บเว็บเพจได้ ในส่วนของโมดูล Plus CPU สามารถเก็บได้ คือ เก็บที่หน่วยความจำภายในพีแอลซี หรือเก็บที่การ์ดความจำจากภายนอก และหน่วยความจำภายในของโมดูล HMI ได้

2.4.8 iX developer 2.40 [12] ใช้ในการกำหนดค่าแผงควบคุม iX และแอพพลิเคชั่นควบคุมระบบปฏิบัติการของ PC รวมถึงแอพพลิเคชั่นสำหรับอุตสาหกรรม สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัตโนมัติได้หลายประเภท เช่น พีแอลซี, เซอร์โวและไดรฟ์ และมีไดรเวอร์ การสื่อสารสำหรับตัวควบคุมและอุปกรณ์ระบบอัตโนมัติจำนวนมาก โดยโปรแกรมนี้สามารถแปลงข้อมูลของอุปกรณ์หนึ่งไปอีกอุปกรณ์หนึ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน โดยเริ่มจากเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน แผนการทำงาน และขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยละเอียด

3.1. เครื่องมือและอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 แสดงรายชื่ออุปกรณ์และหน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	หน้าที่
1	Multitek Power Meter Type M850-LCDN-RS–PO	วัดสัญญาณทางไฟฟ้าทางด้านป้อนเข้าของระบบและด้านป้อนเข้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2	Allen-Bradley Ethernet Hub 1783 – US08T	เชื่อมต่อการแลกเปลี่ยนสัญญาณของพีแอลซีในไลน์การผลิตกับอุปกรณ์โครงงาน (พีแอลซี โปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์ และโน้ตบุ๊ค)
3	Box2 Pro (Protocol Converter)	เปลี่ยนคุณสมบัติโปรโตคอลของพีแอลซีในไลน์การผลิตให้สามารถทำงานร่วมกับพีแอลซีของโครงงานได้ (ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างพีแอลซีต่างชนิดกัน)
4	FC6A – D16R1CEE (CPU Module)	พีแอลซีของโครงงาน เป็นตัวสั่งการของระบบการตรวจสอบ
5	FC6A - HPH1 (Cartridge Base Module)	อุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มเติมความสามารถการเชื่อมต่อของพีแอลซีกับอุปกรณ์ภายนอก
6	FC6A – PC3 (RS485 Communication Cartridge)	เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างพีแอลซีของโครงงานกับอุปกรณ์ภายนอก โดยในที่นี้จะเชื่อมต่อกับเพาเวอร์มิเตอร์ เพื่อดึงสัญญาณข้อมูลจากเพาเวอร์มิเตอร์
7	Current Transformer CP62/30 Ratio 50/5 A	วัดค่ากระแสไฟฟ้าให้กับเพาเวอร์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	หน้าที่
8	Allen-Bradley Circuit Breaker 1492 – SP C16	ใช้เปิด-ปิด และตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจร
9	Traco Industrial Power Supply TSL120 – 124	แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์เป็นแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 โวลต์ ให้กับอุปกรณ์โครงงาน
10	Power Quality Control C.A.8336	วัดสัญญาณทางไฟฟ้า โดยในที่นี้จะใช้วัดค่าทางไฟฟ้าทั้ง แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าทั้งหมด ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และค่าความผิดเพี้ยนของฮาร์โมนิก
11	โน้ตบุ๊ค	ใช้เขียนโปรแกรม สร้างเว็บเพจ แสดงผลการวัดค่า และเป็นหน้าจอสั่งการพีแอลซีสำหรับการบันทึกค่า

3.2. แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.2 แผนการปฏิบัติการสหกิจศึกษาของโครงงานการตรวจสอบพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการเบรกดาวน์และสภาพของเครื่องจักร

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	พูดคุยเกี่ยวกับสโคปของโครงงาน				
2	ศึกษาการใช้อุปกรณ์เครื่องมือและหาพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่สนใจ				
3	ศึกษาคำจำกัดความต่างๆของรายละเอียดโครงงาน				
4	ศึกษาพารามิเตอร์ในไลน์การผลิตที่ส่งผลต่อสภาพของเครื่องจักร				
5	ทดลองใช้พีแอลซี				
6	ศึกษาวิธีการและทดลองเชื่อมต่อพีแอลซีของโครงงานกับเครื่องจักร				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
7	จัดทำการจำลองสัญญาณจากเครื่องจักร																
8	จัดเตรียมและนำเสนอชุดการจำลอง																
9	ออกแบบเว็บเพจและทำการเชื่อมต่อระหว่างจอมินิเตอร์กับพีแอลซี																
10	ดึงข้อมูลจากพีแอลซีของเครื่องจักร																
11	จัดทำเครื่องมือการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร																
12	จัดเตรียมและนำเสนอเครื่องมือการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร																
13	ทำการตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม																
14	จัดทำวิทยานิพนธ์																
15	นำเสนอโครงงานครั้งสุดท้าย																

ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม ทางผู้นิเทศได้มีการแบ่งขอบเขตการทำโครงงานใหม่ จึงมีการจัดทำแผนการดำเนินงานใหม่ ดังตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของโครงงานการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้าของกระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	ศึกษาการเชื่อมต่อระหว่างโปรโตคอลกับพีแอลซีของเครื่องจักร			
2	ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ภายในโครงงาน			
3	ตั้งค่าโปรแกรมและทำการเชื่อมต่อโปรโตคอลกับพีแอลซีรุ่นเดียวกับเครื่องจักร			
4	ศึกษาการดึงสัญญาณที่วัดได้จากเครื่องมือวัดออสซิโลสโคปและเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า			
5	ค้นหาเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการดึงสัญญาณทางไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่นำมาช่วยแก้ปัญหาความเสียหายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า			
6	ทดสอบสัญญาณต่างๆของเครื่องจักร			
7	ออกแบบเว็บเพจ			
8	เขียนโปรแกรม			
9	จัดทำชุดการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องจักร			
10	ทดสอบเครื่องมือการตรวจสอบของโครงงานกับเครื่องจักรในไลน์การผลิตที่ 8			
11	จัดทำวิทยานิพนธ์			
12	เตรียมตัวและจัดทำการนำเสนอโครงงาน			
13	จัดทำคู่มือการใช้งานชุดอุปกรณ์การตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้า			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

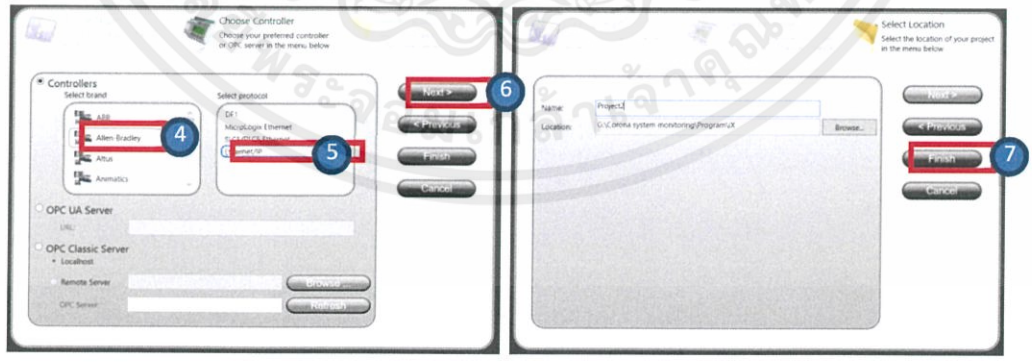
3.3. ขั้นตอนการดำเนินการ

3.3.1. ศึกษาวิธีการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างพีแอลซีต่างชนิดกัน โดยจะทำการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านโปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์ Box2 Pro

ตารางที่ 3.4 การใช้โปรแกรม iX developer เพื่อทำการทดสอบการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างพีแอลซีต่างชนิดกัน โดยจำลองใช้ระบบ SCADA

ขั้นตอนการทำงาน
1. เปิดโปรแกรม iX developer 2.40 > (1) Create New Project > (2) PC (ใช้สำหรับดูการแลกเปลี่ยนข้อมูลของพีแอลซี) > (3) Next > เลือก Controller : (4) Allen-Bradley > Select Protocol : (5) Ethernet/ IP > (6) Next > ตั้งชื่อไฟล์และที่จัดเก็บ > (7) Finish

(ก) หน้าแรกของโปรแกรม (ข) เลือกเป้าหมายการทำงาน

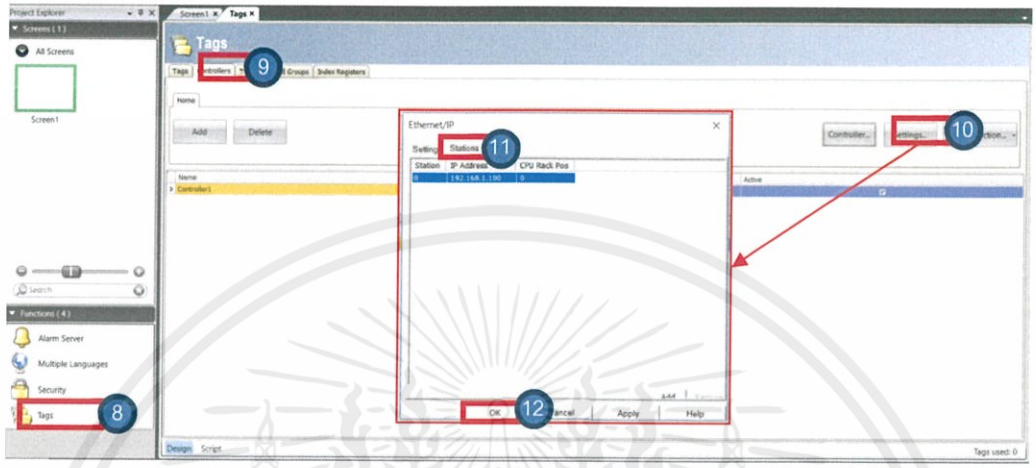


(ค) เลือกคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งาน (ง) ตั้งชื่อไฟล์และที่จัดเก็บ

รูปที่ 3.1 การตั้งค่าเริ่มต้นสำหรับการทดสอบการเชื่อมต่อของพีแอลซีต่างชนิด

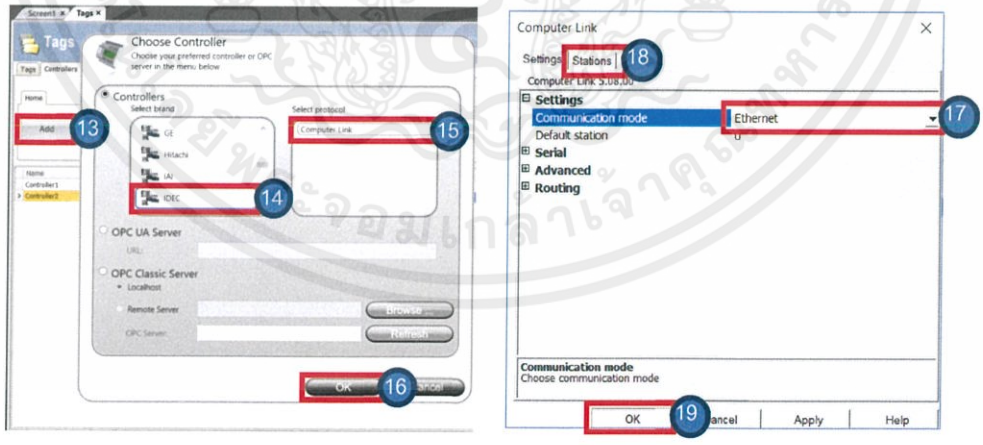
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือก (8) Tag > (9) Controller > (10) Setting > (11) Stations > ใส่ค่า IP Address ของพีแอลซีในห้องปฏิบัติการ 192.168.1.100 > (12) OK



รูปที่ 3.2 การตั้งค่าพีแอลซีในห้องปฏิบัติการ

3. กด (13) Add > Select brand: (14) IDEC > Select protocol: (15) Computer Link > (16) OK > Setting > Communication mode : (17) Ethernet > (18) Stations ทำการเปลี่ยน IP Address 192.168.1.5 (พีแอลซีที่ใช้ในโครงงาน) > (19) OK

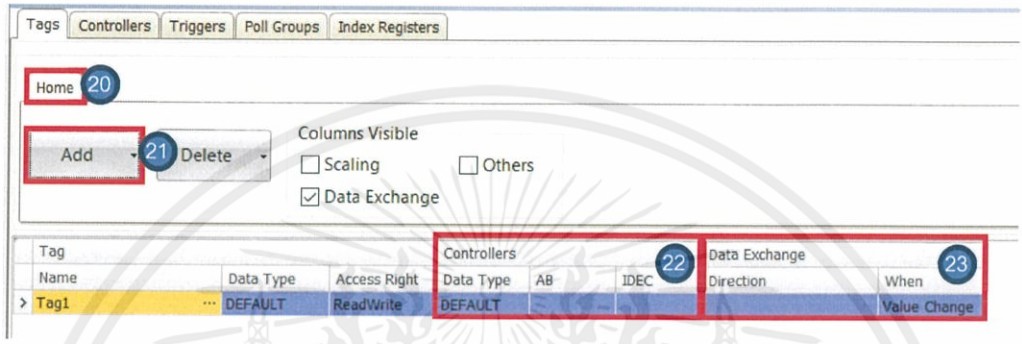


(ก) การเพิ่มคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งาน (ข) การตั้งค่าการเชื่อมต่อกับพีแอลซี

รูปที่ 3.3 การตั้งค่าพีแอลซีของโครงงาน

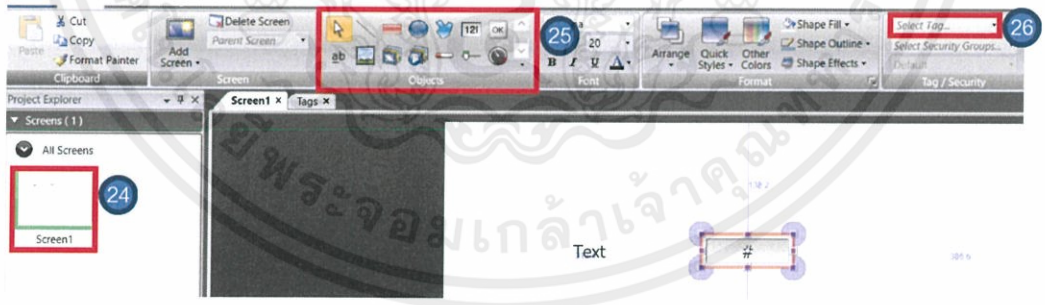
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือก (20) Tag > (21) Add สำหรับการเพิ่มพารามิเตอร์ที่ต้องการทำการแลกเปลี่ยน โดยในส่วนของ (22) Controller จะเป็นการใส่ตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรมพีแอลซีแต่ละตัว และในส่วนของ (23) Data Exchange > Direction จะเป็นการเลือกพีแอลซีที่ทำการส่ง-รับค่า โดยในที่นี้จะเลือก From : พีแอลซีในห้องปฏิบัติงาน > To : พีแอลซีของโครงงาน



รูปที่ 3.4 หน้าตาฟังก์ชันในส่วนของแท็กที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

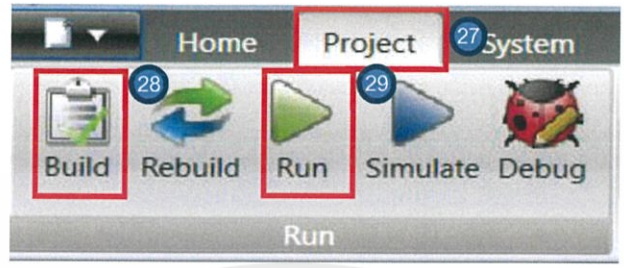
5. เลือก (24) Screen1 เพื่อตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่ทำการดึงจากพีแอลซี โดยทางคณะผู้จัดทำจะใช้ Text และ Analog Numeric โดยสามารถเชื่อมต่อข้อมูลของพีแอลซีในแท็ก กับ (25) Objects โดยเลือกที่ (26) Select Tag เลือกแท็กที่ต้องการ



รูปที่ 3.5 หน้าจอของ PC สำหรับการแสดงผล

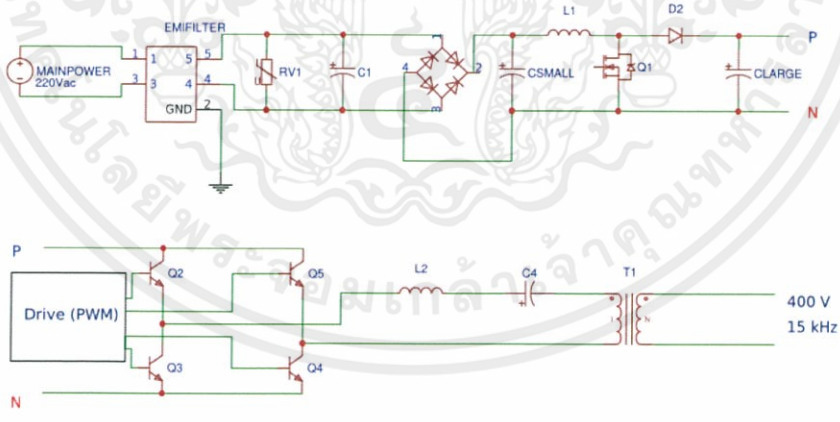
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เลือก (27) Project > (28) Build เพื่อทำการตรวจสอบ > (29) Run จะมีหน้าจอที่ออกแบบไว้ปรากฏขึ้น



รูปที่ 3.6 แท็บของโปรแกรมสำหรับตรวจสอบพารามิเตอร์

3.3.2. ศึกษาค่าทางไฟฟ้าของระบบโคโรนาที่สนใจ และสามารถดึงข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ โดยทำการศึกษาวงจรภายในของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลักๆ ตามรูปที่ 3.7 ประกอบกับพารามิเตอร์ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถทำการเชื่อมต่อผ่าน Modbus RS232/RS485 ซึ่งทางผู้รับผิดชอบในส่วนของไลน์การผลิตได้ทำการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ RS232 เข้ากับ Anybus Communicator EtherNet/IP ก่อนส่งเข้าพีแอลซีของเครื่องโคโรนา โดยสามารถดูรายละเอียดข้อมูลที่สามารถตรวจสอบได้ตามรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 วงจรไฟฟ้าหลักภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ที่มีพิกัดด้านออก 400 โวลต์ 15 กิโลเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.0 MODBUS communication commands

The table shows the MODBUS commands. All values are 16bit (0 to 65535). Command 40001 to 40024 are writing and 40025 to 40044 are reading.

MODBUS – Commands Read/Write

Address	Name	Function	Size	Values	Read/Write
40001	Treat/Stop	Treat/Stop	Word	0 = Stop	R/W
				1 = Treat	
40002	Voltage Set	Set the output Voltage	Word	0-1000 (0.0 - 100.0%)	R/W
40003	Voltage Alarm	Alarm Set voltage	Word	0-1000 (0.0 - 100.0%)	R/W
40004	Power Set	Set the output Power	Word	0-1000 (0.0 - 100.0%)	R/W
40005	Power Alarm	Alarm Set Power	Word	0-1000 (0.0 - 100.0%)	R/W
40006	Transformer type	Set the transformer type	Word	0 - 99KV in 1KV step	R/W
40007	Timer	Set the timer mode	Word	0 = No timer	R/W
				1 = Retrigger-able	
				2 = Delayed start	
				3 = Delayed stop	
				4 = Roller guard	
				5 = Max time	
40008	Timer value	Set the timer value, millisecond	Word	20-65535 (0,02-65,535 Second)	R/W
40009	Arc. Detect	Setting of arc detection n=arc's / time	Word	0 = No restart	R/W
				1 = Auto restart	
				2 = Limited restart	
40010	Analogue output	Setting the mode of the analogue output	Word	0 = Voltage	R/W
				1 = Power	
40011	Not used				
40012	Generator voltage	Voltage store in 0,1KV	Word	0 – 999 (0-99,9KV)	R/W
40013	Alarm voltage	Voltage store in 0,1KV	Word	0 – 999 (0-99,9KV)	R/W
40014	Electrode matching	Set the ratio of the output(only the displayed values are allowed)	Word	1 = 70%	R/W
				2 = 80%	
				3 = 90%	
				4 = 100%	
				0 = 0% Disable output	
40015	Alarm settings	500mS alarm hold on bus system	Word	Bit 0 = High (500mS) (xxxx.xxxx.xxxx.xxx0)	R/W
	Alarm stop	Stop alarm. Set if Intermittent and 40001 = 0		Bit 1 = High (Activ) (xxxx.xxxx.xxxx.xx0x)	
40016-17	Not used		Word		R/W
40018	Watt density set	Watt density	Word	10-100	R/W
40019	Watt density set	Roller diameter	Word	20-200 (in mm)	R/W
40020	Watt density set	Pulse pr. rotation	Word	1-200	R/W
40021	Watt density set	Electrode width	Word	10-3000 (in mm)	R/W
40022	Watt density set	Min power	Word	10-Generator max	R/W
40023	Watt density set	Max Power	Word	Max	R/W
40024	Watt density set	Watt density select	Word	0 = Off	R/W
				1 = Web	
				2 = Parts/min	
				3 = Speed	
				4 = KICK start	

(ก) ข้อมูลที่สามารถทำการแก้ไขได้ เป็นการตั้งค่าค่าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODBUS – Commands Read

Address	Name	Function	Size	Values	Read/Write
40025	Status	Generator status	Word	0 = Stop (40001=0 and PIN8=0)	R
				1 = StandBy (40001=1 and PIN8=0)	
				2 = Treat (40001=1 and PIN8=1)	
				3 = I-Open (safety loop PIN3 = 0)	
40026	Actual voltage	The measured output voltage	Word	0 – 1000 (0-100,0%)	R
40027	Alarm	Alarm bit = true	Word	1) Bit 0 Voltage	R
				2) Bit 1 Watt	
				4) Bit 2 Current	
				8) Bit 3 Arc Alarm	
				16) Bit 4 Arc Stop	
				32) Bit 5 PFC drop out	
				64) Bit 6 Stop alarm	
40028	Actual Power	The measured output power	Word	0 – 1000 (0-100,0%)	R
40029	Alarm Power	Alarm Power	Word	0 = No alarm	R
				1 = Alarm	
40030	Not used				
40031	Generator type	The output power types	Word	200, 1000, 2000	R
40032	Limit type		Word	0 = No limitation	R
				1 = Voltage limitation	
				2 = Power limitation	
				4 = Current limitation	
				8 = High Voltage Off	
40033	Output frequency	Output frequency	Word	In 0,1KHz	R
40034	Interop speed	Intermittent incoming speed	Word	1/10 Hz	R
40035	Input voltage	Mains AC Voltage at turn on of generator	Word	Normal 90 to 260Vac	R
40036	Serial No.	Reads the serial number.	Word	0-65535	R
40037	Gen. soft no.	Generator software number	Word	0.00 – 10.00	R
40038	Bus voltage	Bus voltage from PFC when opperatin	Word	0-450 (in volt ac)	R
40039		Powerstage soft ver	Word	0-99.99	R
40040		Corona=0 plasma=1 spot=2	Word	0-2	R
40041		Bit 4=front panel lock bit 3..0 = antal dyser	Word	Bit 3..0 antal dyser	R
				Bit 4 (16)frontpanel lock	
40042 - 40056	Do not use				
40057	Store modbus data	Set register to 12345 and the values from 1 to 24 are stored in generator.	Word		R
40058 – 40064	Modbus build date		Word		R

(ข) ข้อมูลแสดงผล

รูปที่ 3.8 ค่าพารามิเตอร์ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถตรวจสอบได้

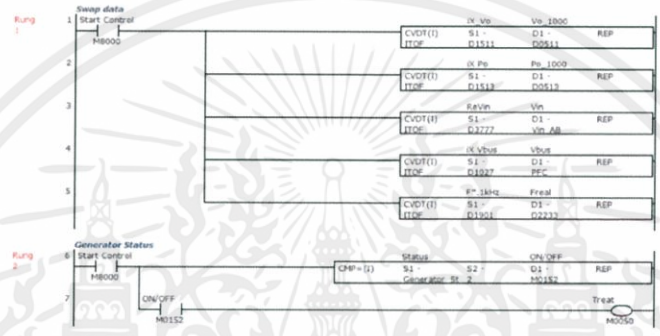
(ที่มา: Tantec. “HV-X users manual GB ver 1-14.pdf”)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบทำให้พารามิเตอร์ที่ทางผู้จัดทำสนใจจะอยู่ในส่วนของรูปที่ 3.1 (ข) เนื่องจากทางวิศวกรของไลน์การผลิตจะมีการเป็นกังวลในส่วนของพารามิเตอร์ที่แก้ไขได้ จึงมีการพิจารณาแค่ตรวจสอบค่าในส่วนของการแสดงค่า

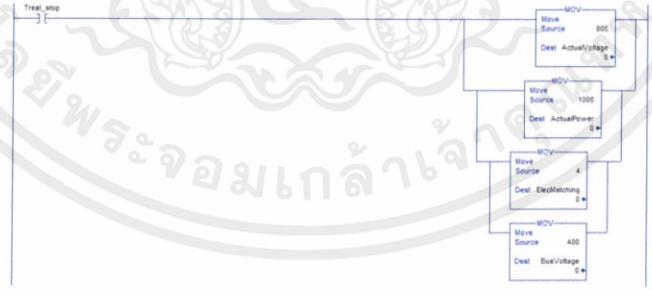
3.3.3. ทดสอบการเชื่อมต่อของพีแอลซีในห้องปฏิบัติการของแผนกซ่อมบำรุงรักษากับพีแอลซีที่ใช้ในโครงงาน โดยการเขียนโปรแกรมจำลองการรับ-ส่งสัญญาณทางไฟฟ้าผ่านทางอินเทอร์เน็ต

3.3.3.1. เขียนโปรแกรม WINDLDR V8 สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในโครงงาน



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรม WINDLDR ในส่วนของพารามิเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

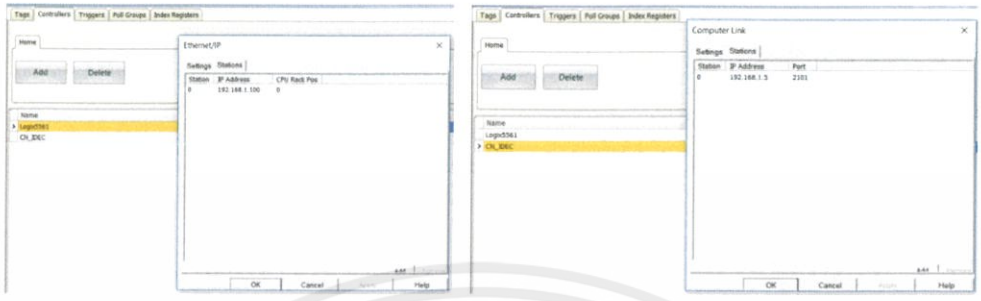
3.3.3.2. เขียนโปรแกรม RSLogix5000 โดยให้มีพารามิเตอร์ที่ต้องการตรวจสอบ ในที่นี้จะใช้พีแอลซีภายในห้องปฏิบัติการในการทดสอบโปรแกรม



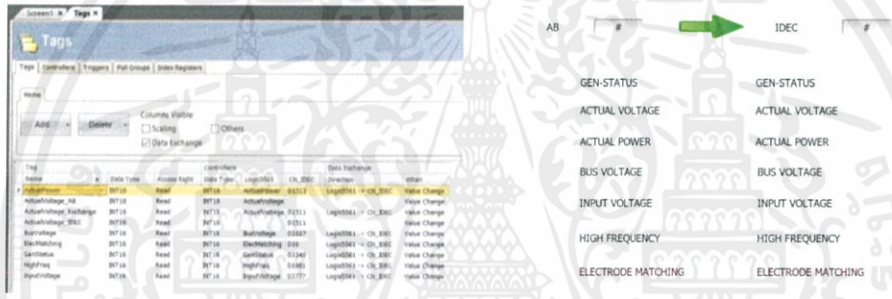
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างโปรแกรม RSLogix5000 ที่ทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.3. ตั้งค่าและกำหนดแท็กภายใน Box2 pro ผ่านโปรแกรม iX developer2.40



(ก) (ข)



(ค) (ง)

รูปที่ 3.11 การเขียนโปรแกรมตรวจสอบการส่งข้อมูลจากพีแอลซีทดลองไปยังพีแอลซีโครงงาน
(ก) การตั้งค่า IP Address พีแอลซีในห้องปฏิบัติการ (ข) การตั้งค่า IP Address พีแอลซีของโครงงาน
(ค) แท็กที่ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลของพีแอลซี (ง) หน้าจอแสดงผลค่าพารามิเตอร์ที่ทำการแลกเปลี่ยน

3.3.4. ศึกษาหลักการดึงสัญญาณทางไฟฟ้าของออสซิโลสโคป เครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าและเพาเวอร์มิเตอร์

3.3.4.1. จากการศึกษาออสซิโลสโคปของทางแผนก พบว่าสามารถเก็บค่าทางไฟฟ้าได้ภายในเครื่องแต่การเชื่อมต่อเข้ากับพีแอลซีของโครงงานยังไม่สามารถเชื่อมต่อค่าแบบเรียลไทม์ได้

3.3.4.2. จากการศึกษาเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า รุ่น C.A. 8336 สามารถเก็บบันทึกค่าได้หลากหลาย มีฟังก์ชันการใช้งานมาก แต่ไม่สามารถส่งค่าเข้าไปยังเว็บเพจของโครงงานได้โดยตรงสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า ทางผู้จัดทำได้นำมาใช้ในการเก็บค่าทางไฟฟ้าเปรียบเทียบกับค่าสัญญาณทางไฟฟ้าที่ใช้เครื่องมือในโครงงานตรวจวัด

3.3.4.3. เพาเวอร์มิเตอร์ M850-LCD สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าในส่วนของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้ารวม 3 เฟส และค่าประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งสามารถเชื่อมต่อผ่าน RS485 ทำให้สามารถดึงค่าทางไฟฟ้าเข้าพีแอลซีของโครงงานได้ โดยพีแอลซี FC6A-D16R1CEE ได้มีการต่อส่วนขยาย FC6A - HPH1 (Cartridge Base Module)ประกอบกับ FC6A – PC3 (RS485 Communication Cartridge) เพื่อให้สามารถรับค่าด้วย MODBUS RS232 และ RS485 ได้ โดยในส่วนของซอฟแวร์จะมีการอ้างอิงที่อยู่ของพารามิเตอร์ต่างๆ ในพาวเวอร์มิเตอร์จากรูปที่ 3.12 และการตั้งค่าการดึงค่าจากเพาเวอร์มิเตอร์ของโปรแกรม WINDLDR จะแสดงในตารางที่ 3.4

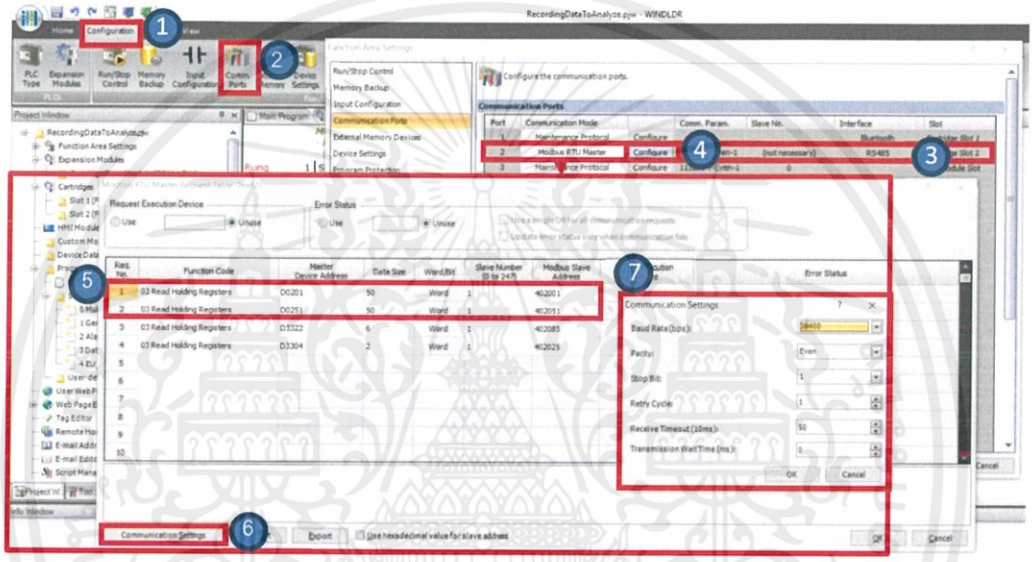
3X Address	Register	4X Address	Register	Measurement	M550/M560 V4.01	M850-MP1 Standard	M850-LTHD	M850 dc Version	Order No
30001	(0x0000)	42001	(0x07D0)	VL1-2	Yes	Yes	Yes	***	1
30003	(0x0002)	42003	(0x07D2)	VL2-3	Yes	Yes	Yes	***	2
30005	(0x0004)	42005	(0x07D4)	VL3-1	Yes	Yes	Yes	***	3
30007	(0x0006)	42007	(0x07D6)	V1	Yes	Yes	Yes	Yes	4
30009	(0x0008)	42009	(0x07D8)	V2	Yes	Yes	Yes	***	5
30011	(0x000A)	42010	(0x07DA)	V3	Yes	Yes	Yes	***	6
30013	(0x000C)	42013	(0x07DC)	I1	Yes	Yes	Yes	Yes	7
30015	(0x000E)	42015	(0x07DE)	I2	Yes	Yes	Yes	***	8
30017	(0x0010)	42017	(0x07E0)	I3	Yes	Yes	Yes	***	9
30019	(0x0012)	42019	(0x07E2)	kW Sum	Yes	Yes	Yes	Yes	10
30021	(0x0014)	42021	(0x07E4)	kVA Sum	Yes	Yes	Yes	***	11
30023	(0x0016)	42023	(0x07E6)	kVAR Sum	Yes	Yes	Yes	***	12
30025	(0x0018)	42025	(0x07E8)	PF Avg	Yes	Yes	Yes	***	13
30027	(0x001A)	42027	(0x07EA)	kWHr (Import)	Yes	Yes	Yes	Yes	14
30029	(0x001C)	42029	(0x07EC)	kVArHr (Import)	Yes	Yes	Yes	***	15
30031	(0x001E)	42031	(0x07EE)	Hz	Yes	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)	kVAr 1	Yes	***	***	***	20
30041	(0x0028)	42041	(0x07F8)	kVAr 2	Yes	***	***	***	21
30043	(0x002A)	42043	(0x07FA)	kVAr 3	Yes	***	***	***	22
30045	(0x002C)	42045	(0x07FC)	kWd (Import)	Yes	Yes	Yes	Yes	23
30047	(0x002E)	42047	(0x07FE)	kVAd	Yes	Yes	Yes	***	24
30049	(0x0030)	42049	(0x0800)	Ad	Yes	Yes	Yes	Yes	25
30051	(0x0032)	42051	(0x0802)	Neutral Current	Yes	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)	kVArHr (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	Yes	38
30077	(0x004C)	42077	(0x081C)	Max kWd (Export)	Yes	***	***	***	39
30079	(0x004E)	42079	(0x081E)	Max kVAd	Yes	Yes	Yes	***	40
30081	(0x0050)	42081	(0x0820)	Max Ad	Yes	Yes	Yes	Yes	41
30083	(0x0052)	42083	(0x0822)	Hours Run	***	*S2	*S2	***	42
30085	(0x0054)	42085	(0x0824)	THD V1	***	*S7	Yes	***	43
30087	(0x0056)	42087	(0x0826)	THD V2	***	*S7	Yes	***	44
30089	(0x0058)	42089	(0x0828)	THD V3	***	*S7	Yes	***	45
30091	(0x005A)	42091	(0x082A)	THD I1	***	*S7	Yes	***	46
30093	(0x005C)	42093	(0x082C)	THD I2	***	*S7	Yes	***	47
30095	(0x005E)	42095	(0x082E)	THD I3	***	*S7	Yes	***	48

รูปที่ 3.12 ตำแหน่งที่อยู่ของพารามิเตอร์ในพาวเวอร์มิเตอร์เครือมัลติเทค [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 การตั้งค่าและเขียนโปรแกรมการดึงข้อมูลผ่าน MODBUS RS485

ขั้นตอนการทำงาน
1. เลือก (1) Configuration > (2) Comm. Ports > Modbus RTU Master โดยเลือก Interface : (3) RS485 > (4) Configure จะปรากฏหน้า Modbus RTU Master Request Table > (5) กรอกค่าต่างๆ ตาม Req. No. 1-2* > (6) Communication Settings > ตั้งค่าตามค่าเริ่มต้นของเพาเวอร์มิเตอร์ โดยในที่นี้เลือกตามที่แสดงใน (7) Communication Settings pop-up และกด OK ทุก pop-up



รูปที่ 3.13 การตั้งค่ารับค่าพารามิเตอร์จากเพาเวอร์มิเตอร์

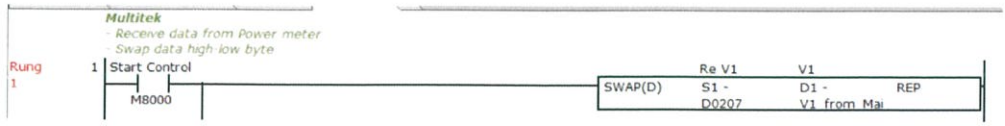
* อธิบายเพิ่มเติมสำหรับช่องตารางพารามิเตอร์ใน Modbus RTU Master Request Table

- Function Code สำหรับเลือกฟังก์ชันคำสั่งการป้อนเข้า
- Master Device Address ใช้กำหนดค่าแท็กของพีแอลซีของโครงงาน
- Data Size เป็นขนาดของข้อมูลของแท็กในพีแอลซี
- Slave Number คือการกำหนดลำดับที่ของอุปกรณ์ภายนอกที่นำมาต่อเข้ากับพีแอลซี
- Modbus Slave Address คือที่อยู่ของพารามิเตอร์ที่ต้องการเชื่อมต่อกับพีแอลซีผ่าน RS485 ในที่นี้จะเป็นที่อยู่พารามิเตอร์ของเพาเวอร์มิเตอร์

ตัวอย่างเช่น Req. No.1 จะมีการรับข้อมูลจาก 402001 – 402050 เก็บไว้ในแท็ก D0201 – D0250

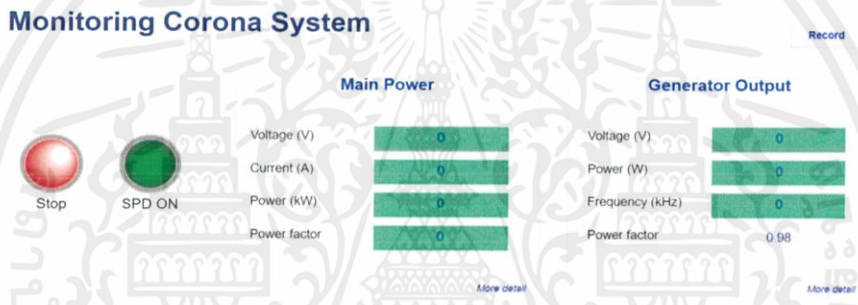
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมเพื่อสลับไบต์ต่ำ – ไบต์สูงของแท็กที่ทำการดึงข้อมูลมา



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสลับค่าไบต์ต่ำ-ไบต์สูง

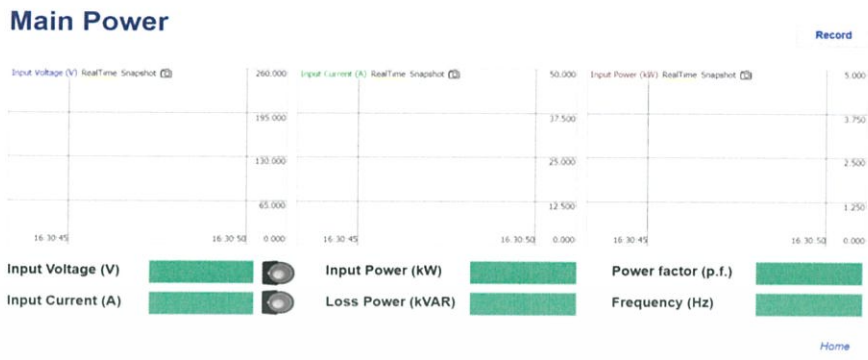
3.3.5. ออกแบบหน้าเว็บเพจที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้า



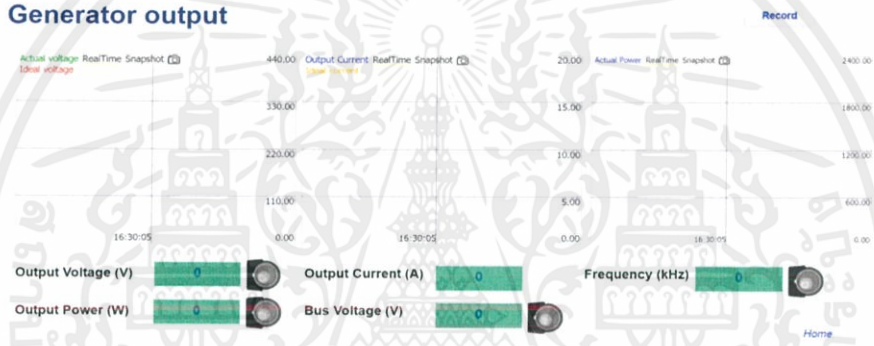
(ก) หน้าแรกของเว็บเพจที่จะแสดงผลค่าทางไฟฟ้าและสถานะของระบบ

(ข) หน้าเว็บเพจสำหรับการตั้งค่าการบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) หน้าเว็บเพจแสดงข้อมูลทางไฟฟ้าเพิ่มเติมทางด้านป้อนเข้า



(ง) หน้าเว็บเพจแสดงข้อมูลทางไฟฟ้าจากวัดได้จากพีแอลซีและกราฟจากการคำนวณที่ควรจะเป็นของเครื่องจักรเทียบกับค่าจริง

รูปที่ 3.15 หน้าเว็บเพจที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้า

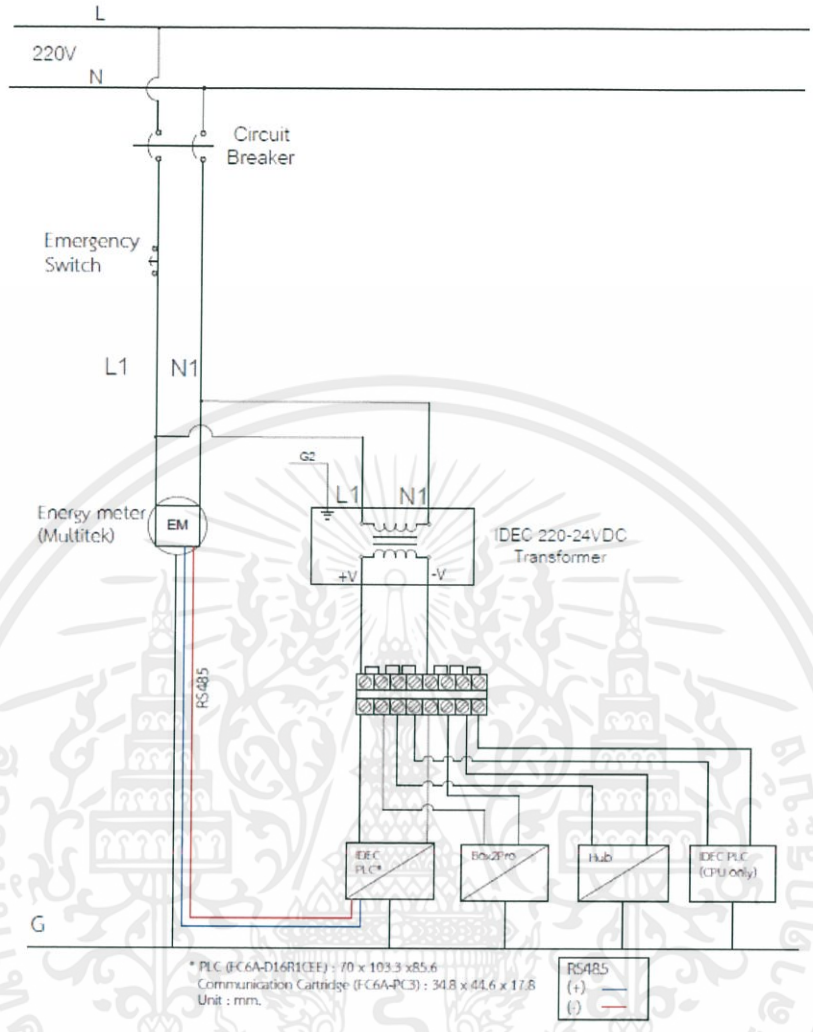
3.3.6. เขียนโปรแกรมการแจ้งเตือนความผิดปกติของเครื่องจักร และการเก็บบันทึกค่าเข้า SD Memory Card

3.3.7. เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรม WINDLDR กับหน้าเว็บเพจ

3.3.8. ทดสอบการทำงานของเว็บเพจ และทำการแก้ไขโปรแกรม

3.3.9. ออกแบบเครื่องมือการตรวจสอบค่าทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 วงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในโครงงานที่ใช้ในการตรวจสอบ

3.3.10. ทำการประกอบชุดการทดลอง

3.3.11. ศึกษา IP Address ภายในไลน์การผลิต (สามารถดูได้ที่ภาคผนวก)

3.3.12. ทดสอบการเชื่อมต่อข้อมูลกับเครื่องจักรภายในไลน์การผลิตที่ 8 กระบวนการปรับผิวหน้าเลนส์ โดยจะการทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบสองส่วน คือ เปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าจากทางด้านป้อนเข้ากับขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเปรียบเทียบค่าสัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาภายในไลน์การผลิตที่ 8 ว่ามีค่าใกล้เคียงหรือมีแนวโน้มไปทางเดียวกันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะแสดงถึงขอบเขตของสัญญาณทางไฟฟ้าที่ทางผู้จัดทำได้ทำการโปรแกรมให้กับเครื่องมือและกราฟของสัญญาณทางไฟฟ้าและข้อมูลทางไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ได้มีการบันทึกไว้ในเครื่องมือการตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าและเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกราฟในช่วงที่เครื่องโคโรนามีการดิสชาร์จ ช่วงการพักเปลี่ยนชนิดของเลนส์ ช่วงของการหยุดการทำงานของเครื่องจักร และภาพรวมการทำงานของเครื่องจักร โดยผู้จัดทำได้ทำการทดลองเก็บบันทึกค่าในช่วงวันที่ 14-29 พฤศจิกายน 2561 ซึ่งทางผู้จัดทำได้การวัดค่าในส่วนของการป้อนเข้า 2 จุดการวัด คือ ทำการวัดใต้เบรกเกอร์หลักของระบบโคโรนา กับก่อนเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และรับค่าจากพีแอลซีของเครื่องจักร และทดลองวัดค่าที่ขาออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

4.1. ขอบเขตของสัญญาณทางไฟฟ้าในพีแอลซีของโครงงาน

4.1.1. แรงดันไฟฟ้าขาเข้าจากเพาเวอร์มิเตอร์ มีการกำหนดขอบเขตให้อยู่ในช่วง 200 – 252 โวลต์ โดย 252 โวลต์กำหนดจากร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์

4.1.2. ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจากเพาเวอร์มิเตอร์ มีการกำหนดให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.8 ในกรณีที่เครื่องมีการดำเนินการอยู่

4.1.3. แรงดันไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีการกำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 360 – 440 โวลต์ เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่า 400 โวลต์

4.1.4. กำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีการกำหนดให้อยู่ในช่วง 1900 – 2100 วัตต์ เนื่องจากทางไลน์การผลิตจะมีการกำหนดให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ของกำลังไฟฟ้าที่ต้องการใช้งาน (2000 วัตต์)

4.1.5. ความถี่ไฟฟ้าขาออก มีการกำหนดให้ไม่เป็นศูนย์และไม่เกิน 16 กิโลเฮิรตซ์ เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการทำงานอยู่ (มีการดิสชาร์จของอิเล็กโทรด) และในสภาวะที่ไม่มีการดิสชาร์จต้องไม่ให้มีความถี่ไฟฟ้าขาออกเกิดขึ้น

4.1.6. แรงดันไฟฟ้าขาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีการกำหนดให้อยู่ในช่วง 90 -260 โวลต์ ตามที่บริษัทออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7. แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงภายในระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีการกำหนดให้อยู่ในช่วง 380 - 450 โวลต์ ตามที่บริษัทออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำหนด

4.2. ผลการทดลอง

4.2.1. การเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าที่วัดจากสัญญาณขาเข้าตู้คอนโทรลระบบโคโรนากับค่าที่รับจากพีแอลซีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยตัวย่อของสัญญาณไฟฟ้าในกราฟมีดังนี้

ข้อมูลจากเพาเวอร์มิเตอร์

- V1 หมายถึง แรงดันไฟฟ้าด้านป้อนเข้าตู้คอนโทรล
- I1 หมายถึง กระแสไฟฟ้าด้านป้อนเข้าตู้คอนโทรล
- p.f. หมายถึง ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบ
- P (kW) หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงของระบบ
- Q (kVar) หมายถึง กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟของระบบ

ข้อมูลจากพีแอลซีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบโคโรนา

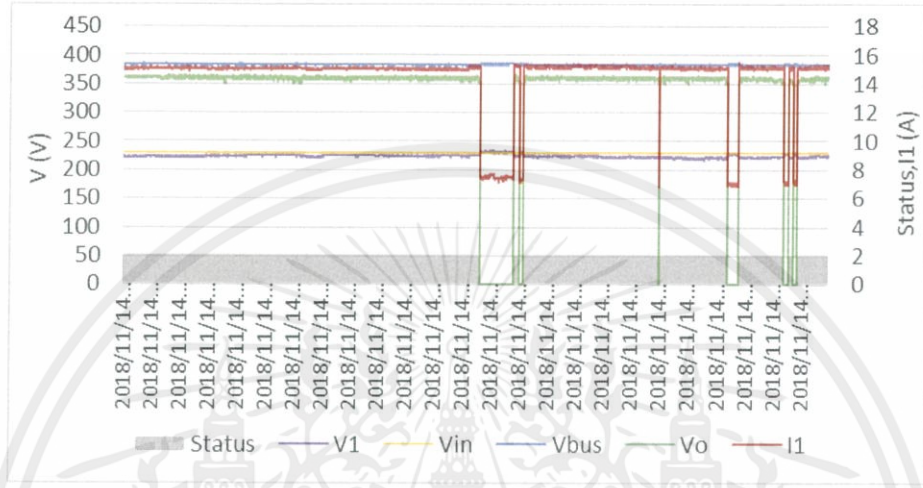
- Status หมายถึง สถานการณ์ทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vin หมายถึง แรงดันไฟฟ้าด้านป้อนเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vbus หมายถึง แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขาออกจากวงจรแปลงระดับแรงดันภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vo หมายถึง แรงดันไฟฟ้าขาออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Po (kW) หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

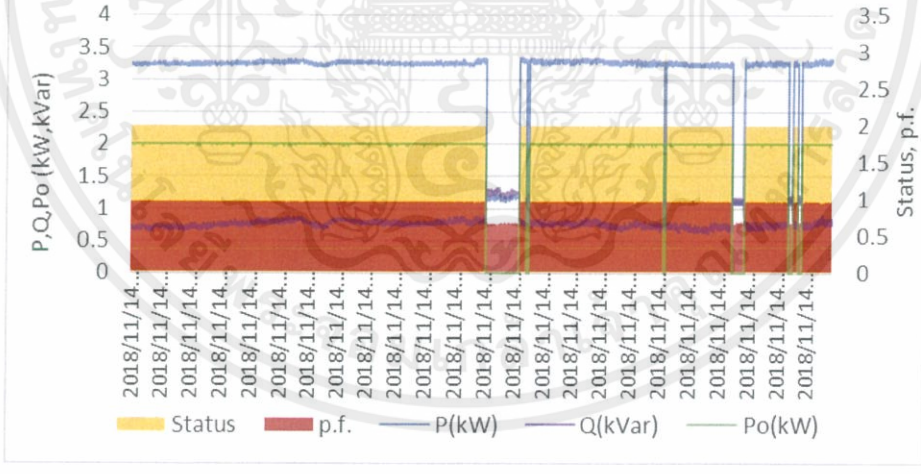
- A1 THDr หมายถึง ค่าบ่งบอกฮาร์โมนิกของกระแสไฟฟ้าป้อนเข้าระบบ
- V1 THDr หมายถึง ค่าบ่งบอกฮาร์โมนิกของแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าระบบ
- V1 rms หมายถึง แรงดันไฟฟ้าด้านป้อนเข้าตู้คอนโทรล
- A1 rms หมายถึง กระแสไฟฟ้าด้านป้อนเข้าตู้คอนโทรล
- P1 (W) หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงของระบบ
- Q1 (var) หมายถึง กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟของระบบ
- PF1 หมายถึง ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.1. ภาพรวมการทำงานของเครื่องโคโรนาในแต่ละช่วงเวลา

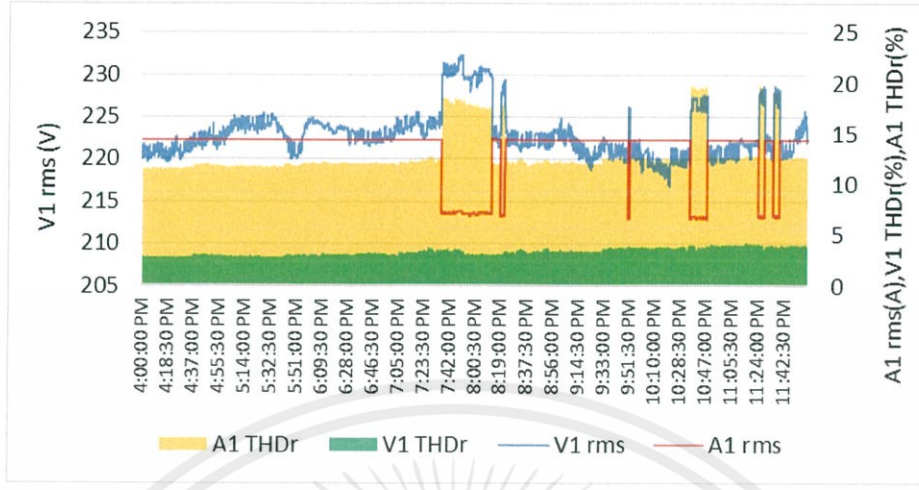


(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า

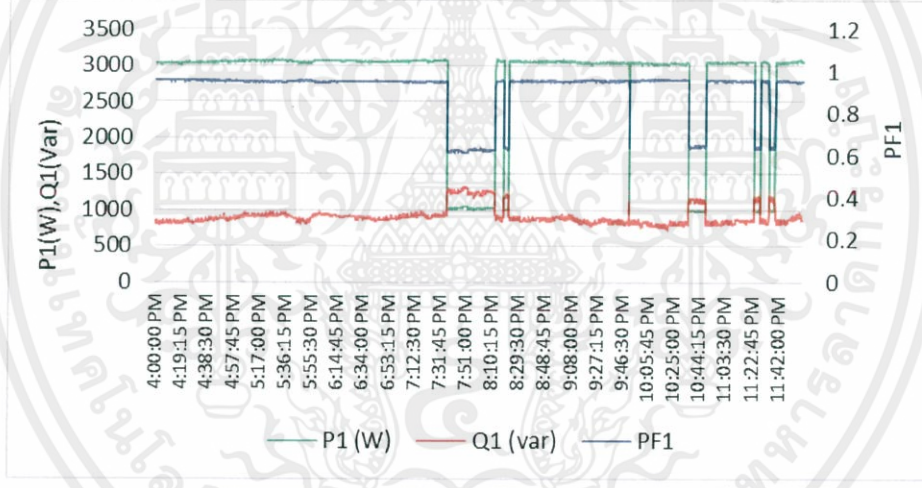


(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ THD ขาเข้าของระบบโคโรนาที่วัดจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า



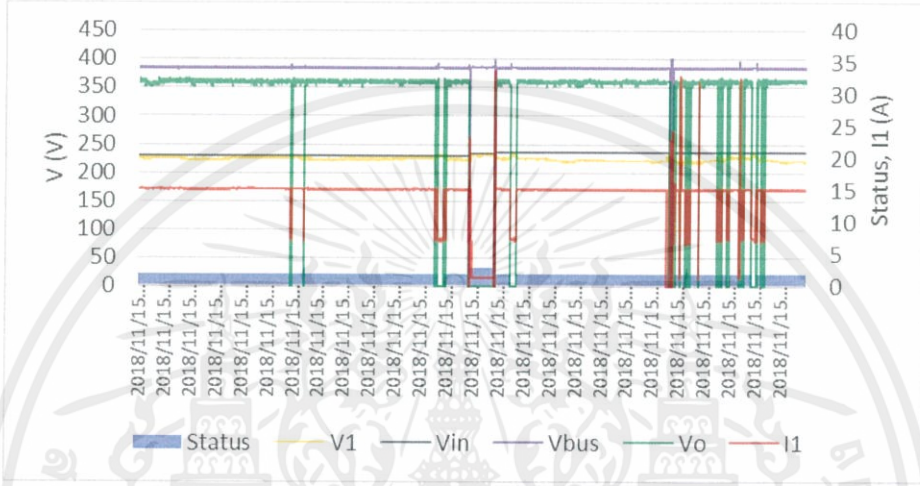
(ง) ค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้งานภายในระบบโคโรนาที่วัดจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

รูปที่ 4.1 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 14 พฤศจิกายน 2561

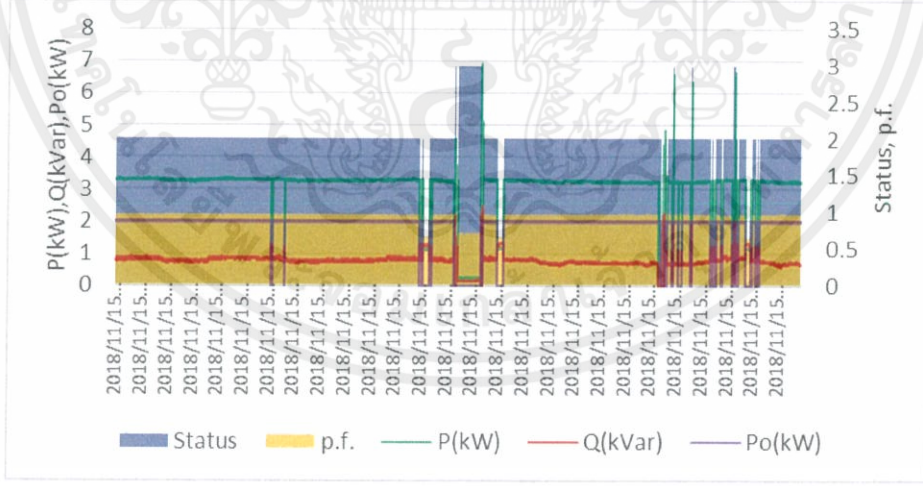
ในช่วงที่อิเล็กโทรดไม่มีการดิสชาร์จ จะเห็นความสัมพันธ์แปรผันตามกันของค่ากระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบกับค่าแรงดันไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากกราฟรูปที่ 4.1 (ก) ซึ่งเมื่อกระแสไฟฟ้ามีค่าลดลงจะส่งผลให้ค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิกของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น แต่ยังคงเป็นค่าที่ระบบยังรับได้ และในส่วนของกำลังไฟฟ้าจะมีการแปรผกผันกับกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ ซึ่งจากกราฟในรูปที่ 4.1 (ข) จะเห็นว่าเมื่อไม่มีการส่งกำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะทำให้ค่ากำลังไฟฟ้ารวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของระบบลดต่ำลง กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟมีค่าสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าลดลงด้วย เมื่อเปรียบเทียบสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องมือการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้าของโครงงานรูปที่ 4.1 (ก) และรูปที่ 4.1 (ข) กับสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าในรูปที่ 4.1 (ค) และรูปที่ 4.1 (ง) จะเห็นว่าสัญญาณทางไฟฟ้ามีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

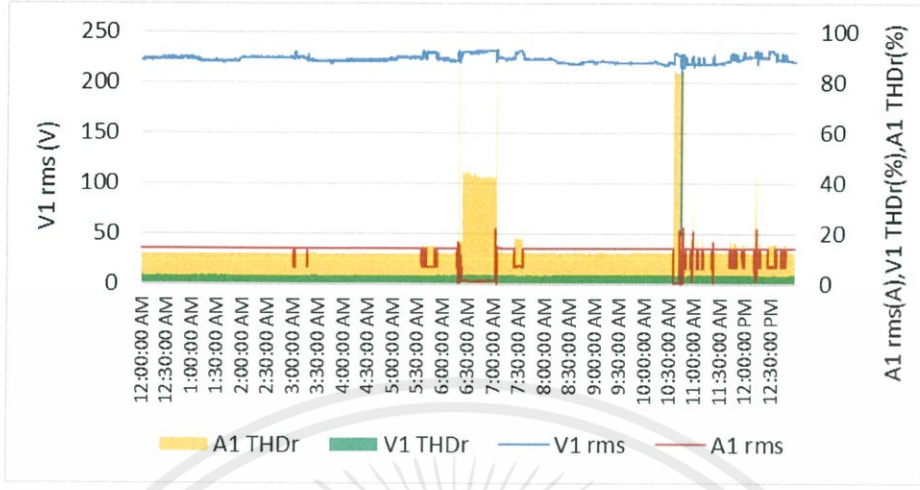


(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า

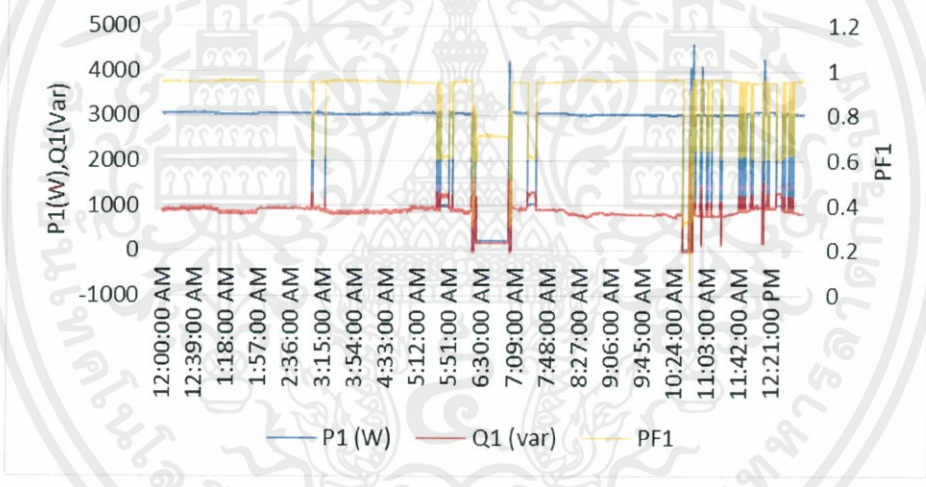


(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ THD ขาเข้าของระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

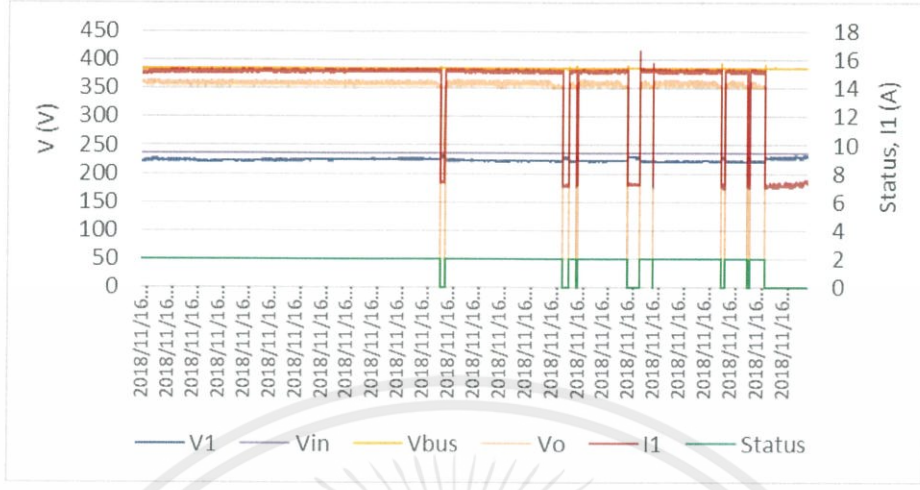


(ง) ค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้งานภายในระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

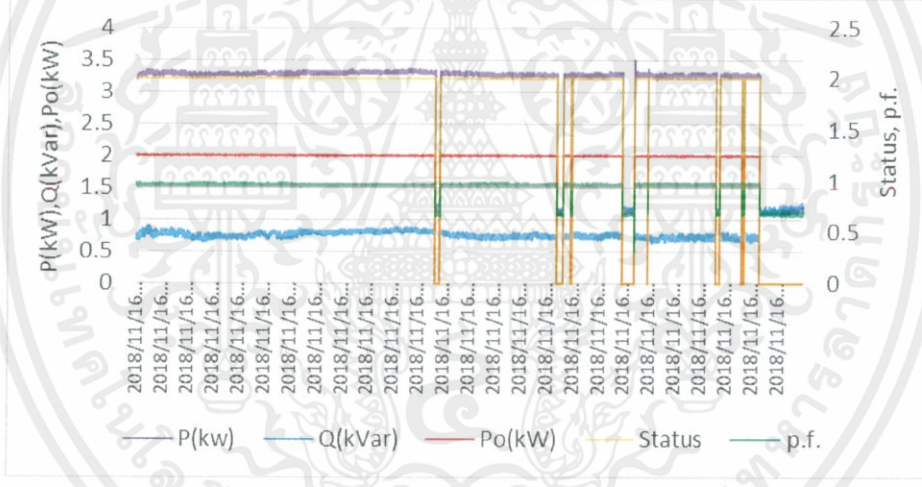
รูปที่ 4.2 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 15 พฤศจิกายน 2561

มีการกระชากของกระแสไฟฟ้าเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการเปลี่ยนสถานะและในช่วงที่มีการกระชากของกระแสไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีค่าสูงขึ้น แต่ในส่วนนี้ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าเกิดจากส่วนไหน เนื่องจากภายในกระบวนปรับผิวหน้าเลนส์ มีเครื่องจักรมากกว่า 1 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

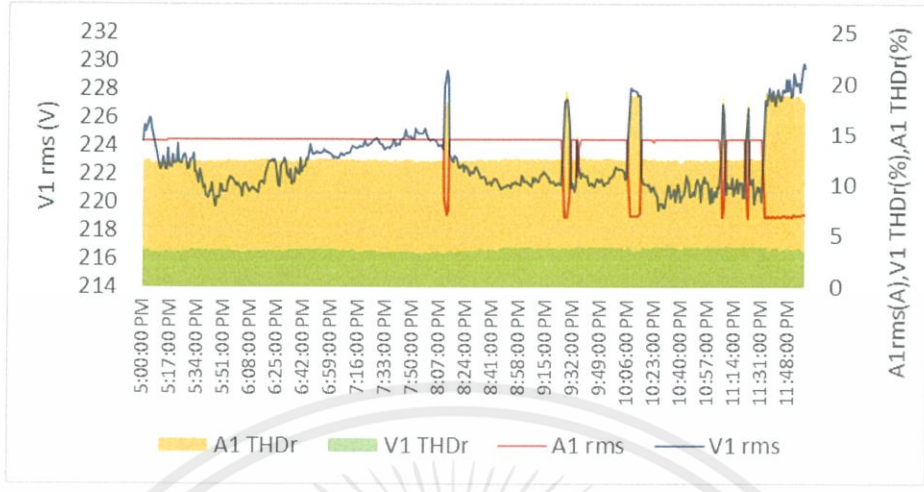


(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า

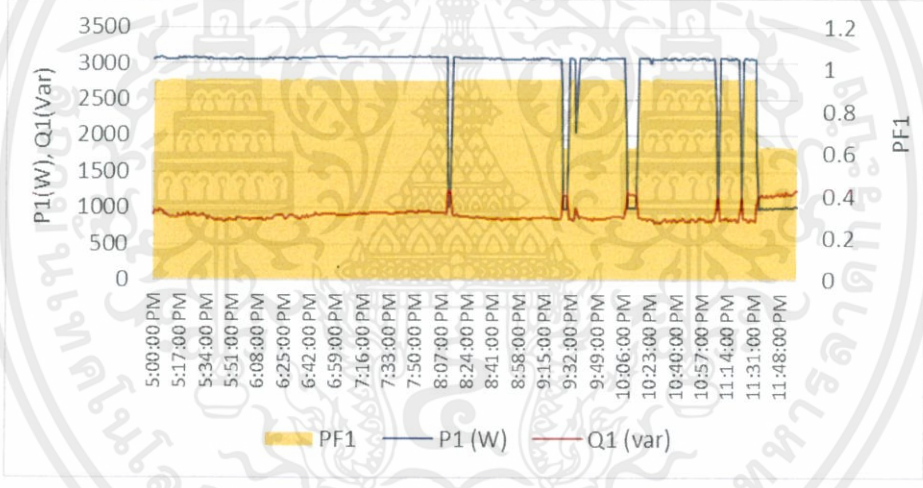


(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ THD ขาเข้าของระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

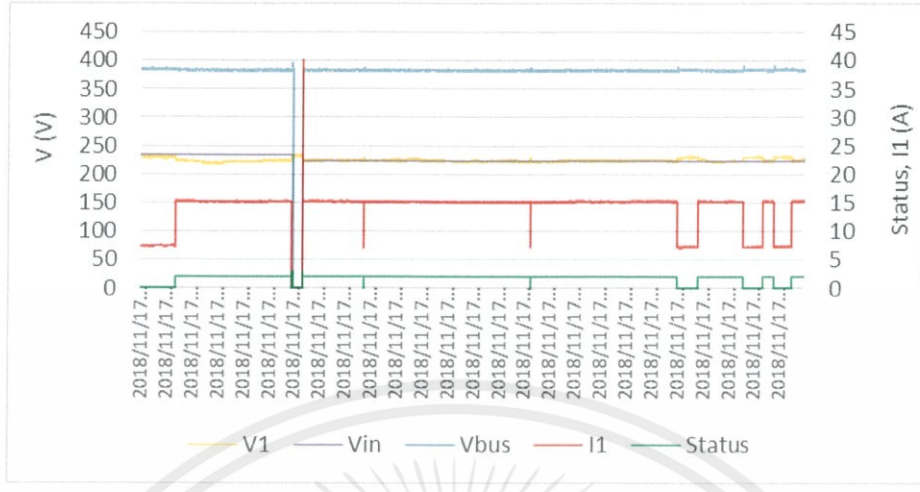


(ง) ค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้งานภายในระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

รูปที่ 4.3 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 16 พฤศจิกายน 2561

สัญญาณทางไฟฟ้าในรูปที่ 4.3 มีค่าอยู่ในช่วงปกติของการทำงานตามสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งค่าสัญญาณทางไฟฟ้าของระบบที่วัดจากเพาเวอร์มิเตอร์ที่ต่อเข้าเครื่องมือการตรวจสอบกับเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า มีแนวโน้มการเกิดแบบเดียวกับรูปที่ 4.1

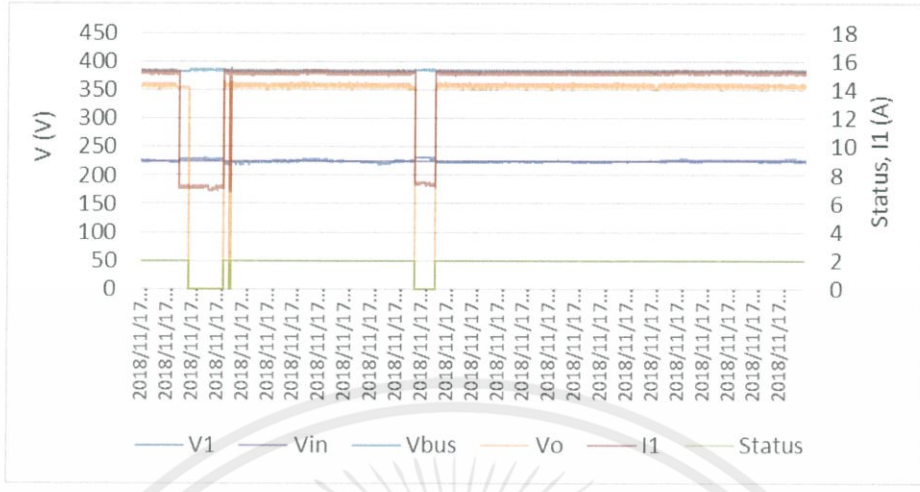
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า ช่วงที่ 1

(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ ช่วงที่ 1

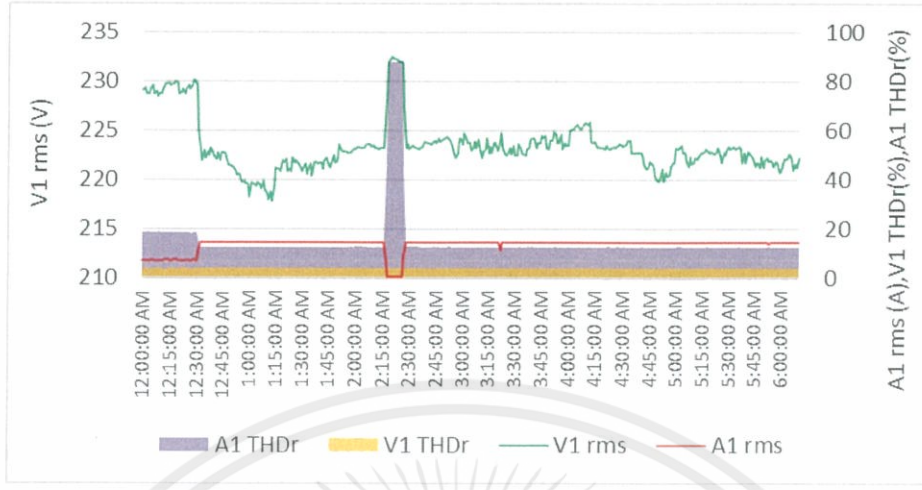
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



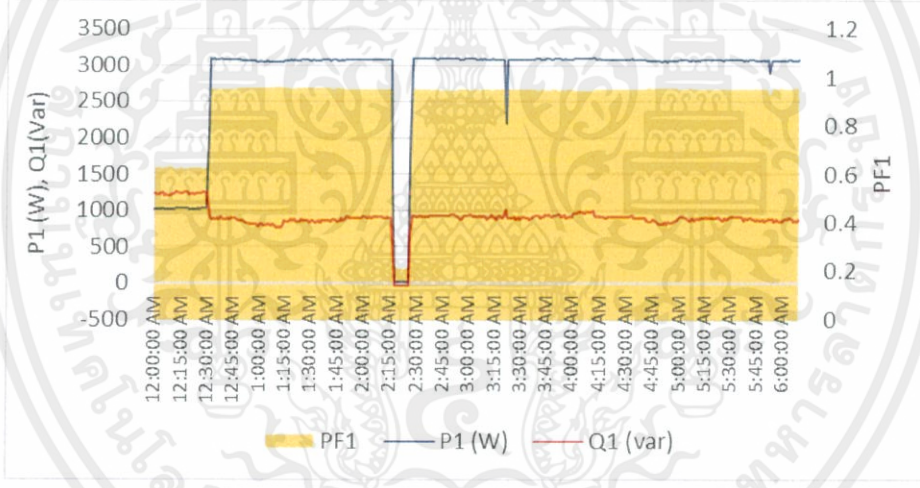
(ค) แรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า ช่วงที่ 2

(ง) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ ช่วงที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ THD ขาเข้าของระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า



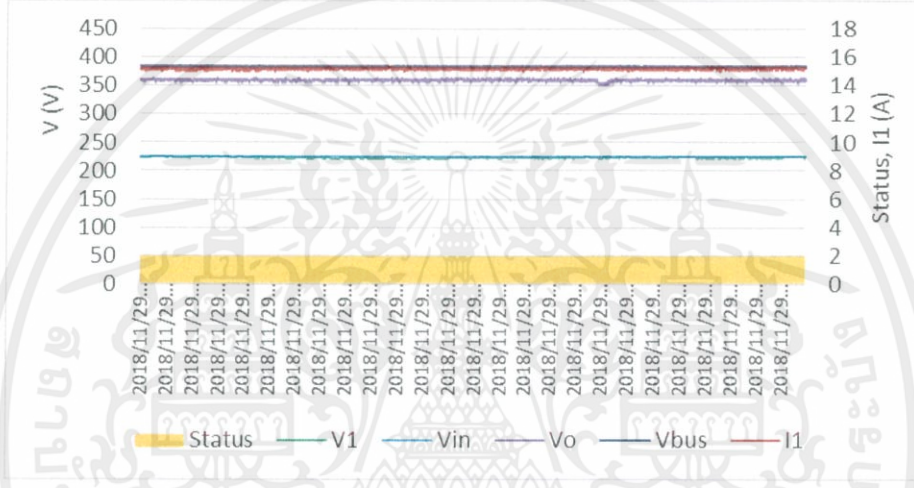
(ฉ) ค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้งานภายในระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

รูปที่ 4.4 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 17 พฤศจิกายน 2561

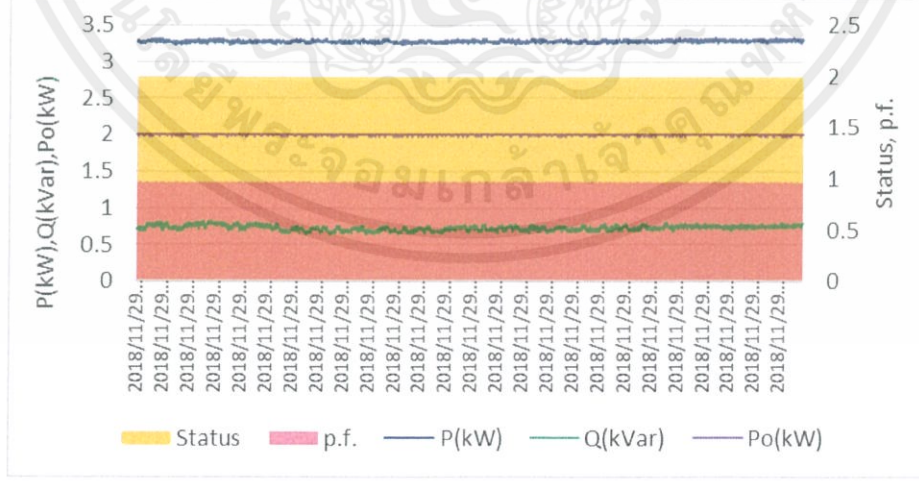
จากรูปที่ 4.4 (ก) ในช่วงที่แรงดันไฟฟ้าขาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่อยู่ภายในวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ด้วย ซึ่งเมื่อพิจารณาที่สัญญาณทางไฟฟ้าที่ระบบโคโรนาจากเครื่องมือการตรวจสอบพบว่าทุกค่าสัญญาณมีค่าเป็นศูนย์ ยกเว้นแรงดันไฟฟ้าขาเข้าระบบและความถี่ขาเข้า แต่ในช่วงขณะหนึ่งก่อนจะมีการดิสชาร์จอีกครั้ง ค่าสัญญาณทางไฟฟ้าทางด้านป้อนเข้าระบบมีค่าสูงขึ้นก่อนจะกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงที่ 2 รูปที่ 4.5 (ค) และ (ง) มีการตกลงของกระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบก่อนการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากที่ระบบมีการดิสชาร์จเป็นการหยุดดิสชาร์จ ซึ่งผลของการตกลงของกระแสไฟฟ้า ส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าจริงมีค่าลดลง แต่กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าลดลงตามไปด้วย เมื่อพิจารณาสัญญาณทางไฟฟ้าจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า พบว่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิกของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นถึง 80% และค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดมีแนวโน้มเดียวกับค่าสัญญาณจากเครื่องมือการตรวจสอบของโครงงาน

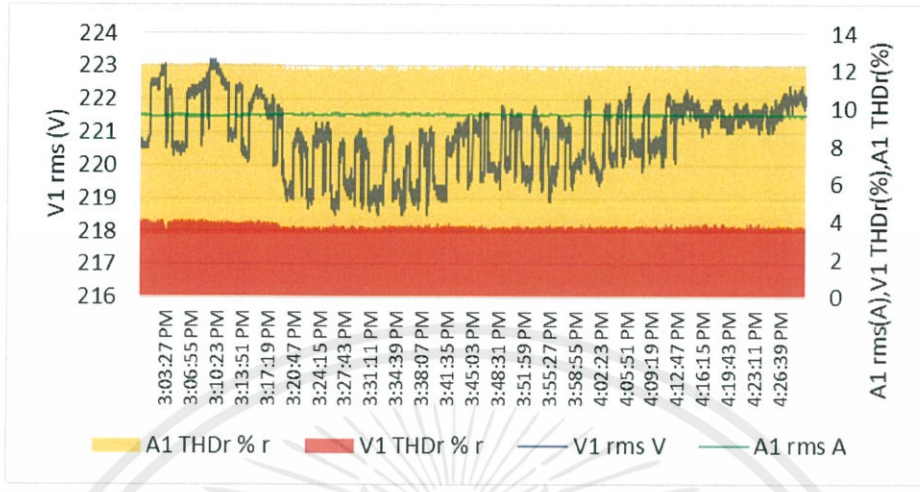


(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า

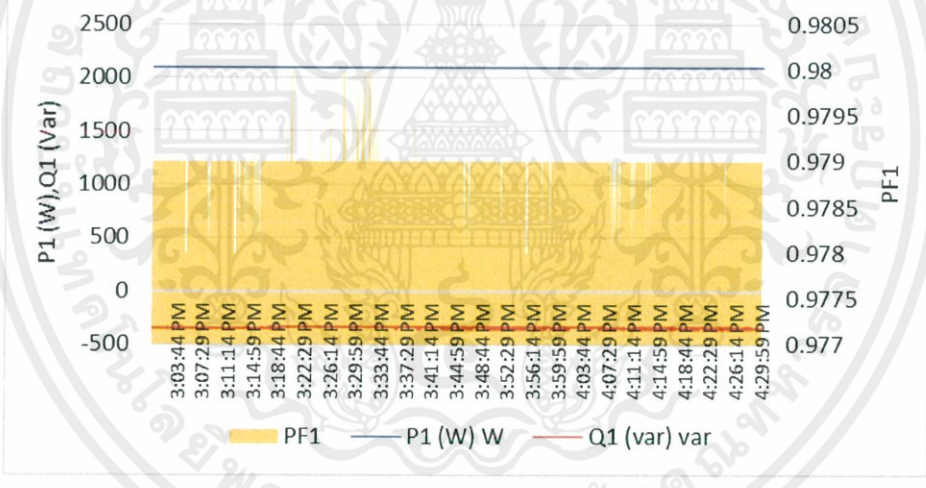


(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ THD ขาเข้าของระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า



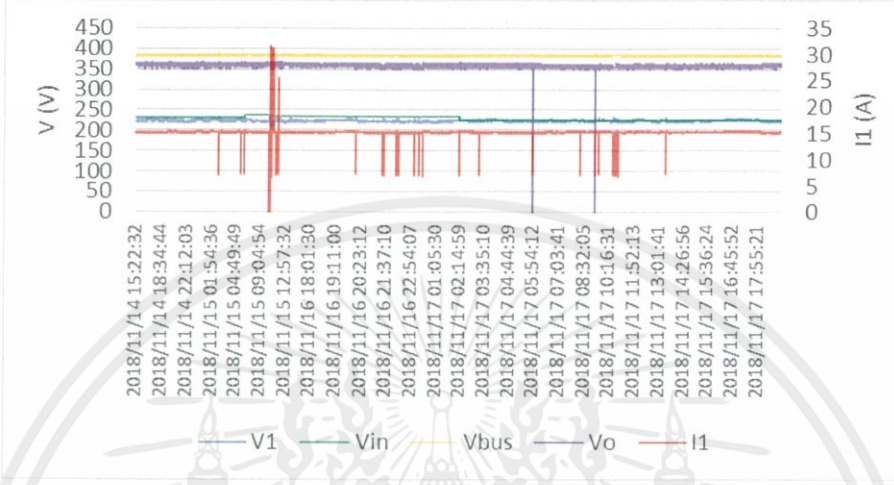
(ง) ค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้งานภายในระบบโคโรนาจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

รูปที่ 4.5 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนา ในวันที่ 29 พฤศจิกายน 2561

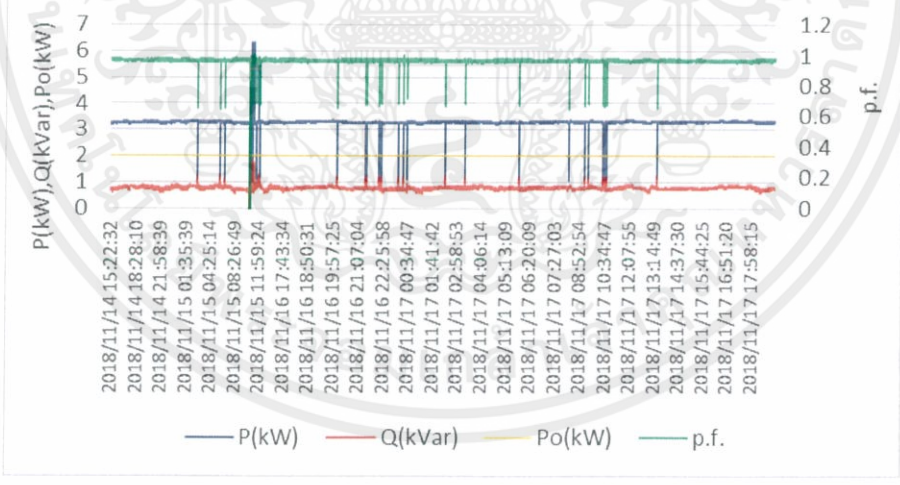
สัญญาณทางไฟฟ้าในรูปที่ 4.5 จะแสดงสัญญาณทางไฟฟ้าในช่วงที่มีการดิสชาร์จภายในระบบ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงปกติของการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2. กราฟในช่วงที่ระบบโคโรนามีการทำงาน โดยการดิสชาร์จที่หัวอิเล็กโทรดเพื่อทำการปรับสภาพผิวหน้าเลนส์ (Status = 2)



รูปที่ 4.6 แรงดันไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆของระบบโคโรนา และกระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบ ในช่วงที่มีการดิสชาร์จในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561

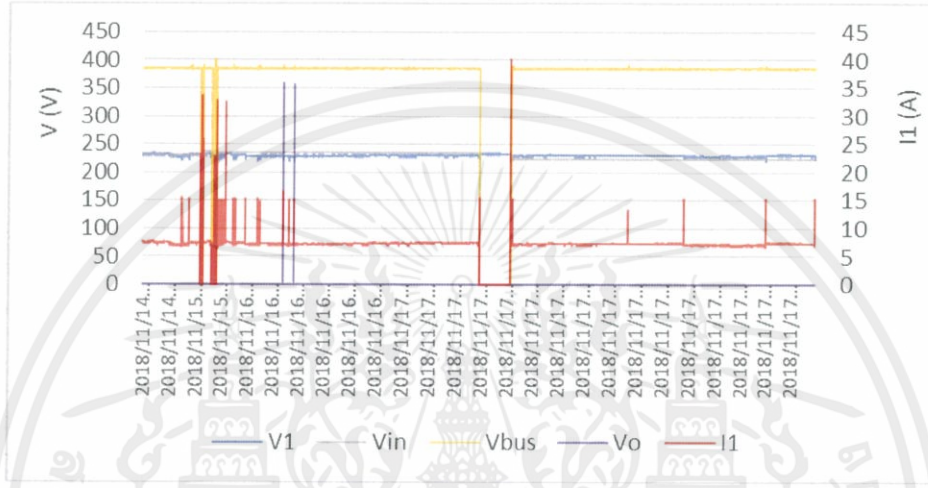


รูปที่ 4.7 กำลังไฟฟ้าขาเข้าระบบ และกำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในช่วงที่มีการดิสชาร์จในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561

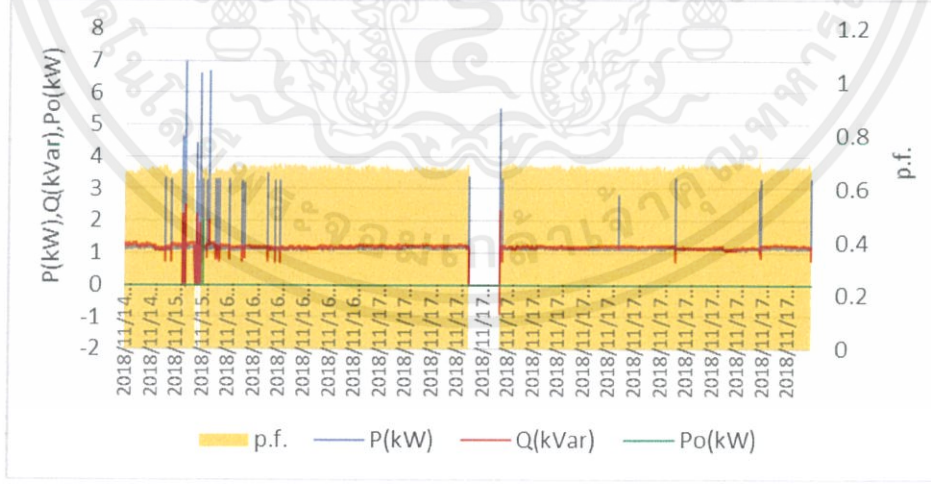
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่ามีค่าผิดปกติที่เกิดขึ้นที่แรงดันไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยปกติในสถานะนี้จะเป็นช่วงที่มีการดิสชาร์จภายในระบบ ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าขาออกไม่ควรมีค่าเป็นศูนย์

4.1.1.3. กราฟแสดงสัญญาณในช่วงที่อิเล็กโทรดมีการหยุดทำงาน (Status = 0)



รูปที่ 4.8 แรงดันไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆของระบบโคโรนา และกระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบ ในช่วงที่ไม่มีการดิสชาร์จภายในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561

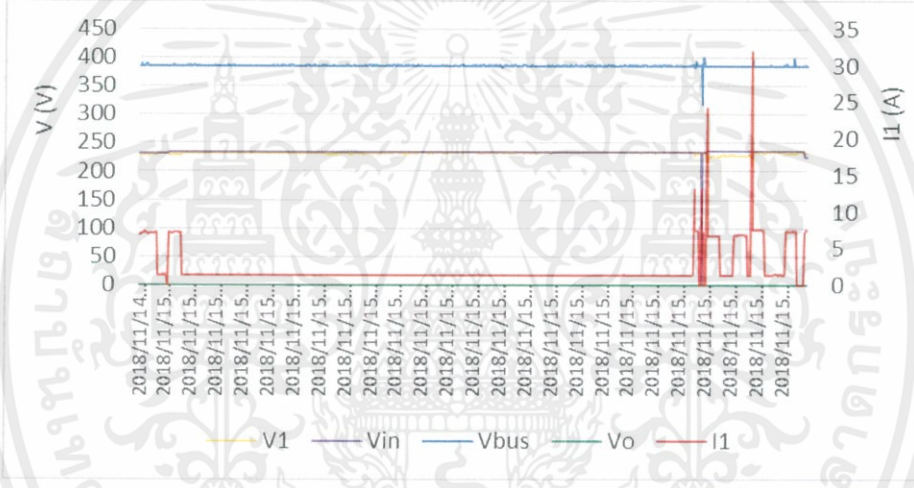


รูปที่ 4.9 กำลังไฟฟ้าขาเข้าระบบ และกำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในช่วงที่ไม่มีการดิสชาร์จในระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

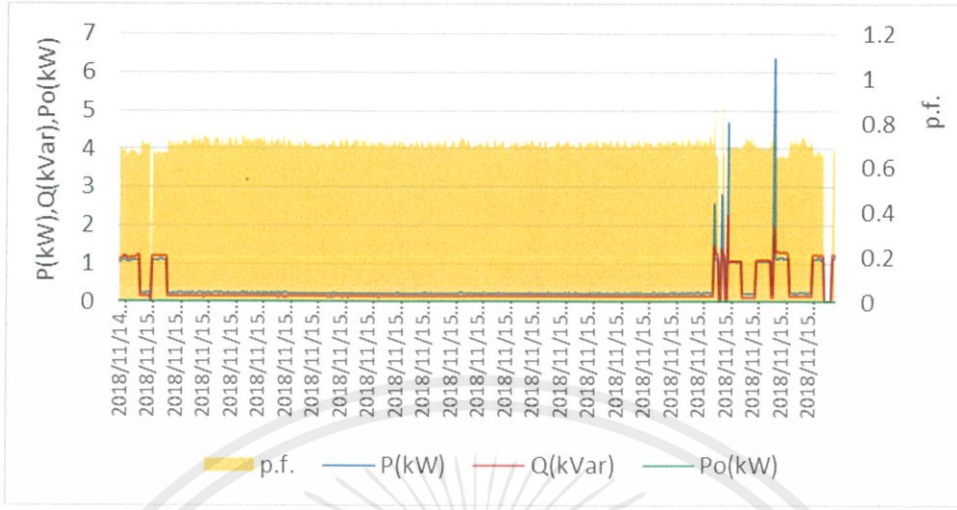
ช่วงที่มีสัญญาณผิดปกติจะมี 2 กรณี คือในช่วงที่แรงดันไฟฟ้าขาออกมีค่าเกิดขึ้นเสมือนมีการทำงานของระบบ และในช่วงที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงภายในวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งจากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าในช่วงที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกลงจะมีกระแสไฟฟ้ากระชากที่สูงส่งผลต่อกำลังไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า แต่จากข้อมูลดังกล่าวยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการที่แรงดันไฟฟ้าตกลงจะส่งผลให้กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของระบบเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากภายในระบบมีเครื่องจักรอื่นๆอีกด้วย

4.1.1.4. กราฟในช่วงเปิดวงจรการทำงานของระบบ (Status = 3)



รูปที่ 4.10 แรงดันไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆของระบบโคโรนา และกระแสไฟฟ้าขาเข้าระบบ ในช่วงที่มีการเปิดวงจรการทำงานของระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กำลังไฟฟ้าขาเข้าระบบ และกำลังไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในช่วงที่มีการเปิดวงจรการทำงานของระบบ เป็นค่าที่บันทึกในช่วงวันที่ 14 – 29 พฤศจิกายน 2561

ในช่วงที่แรงดันไฟฟ้าขาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าตกลง ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงภายในวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตกลงด้วย ซึ่งไม่ได้พบความผิดปกติในสถานะนี้

4.2.2. การเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าที่วัดจากสัญญาณขาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับค่าที่รับจากพีแอลซีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นการเก็บบันทึกค่าในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 โดยตัวย่อของสัญญาณไฟฟ้าในกราฟมีดังนี้

ข้อมูลจากเพาเวอร์มิเตอร์

- V1 หมายถึง แรงดันไฟฟ้าด้านป้อนเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- I1 หมายถึง กระแสไฟฟ้าด้านป้อนเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- p.f. หมายถึง ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- P (kW) หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Q (kVar) หมายถึง กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข้อมูลจากพีแอลซีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบโคโรนา

- Status หมายถึง สถานการณ์ทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vin หมายถึง แรงดันไฟฟ้าด้านป้อนเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

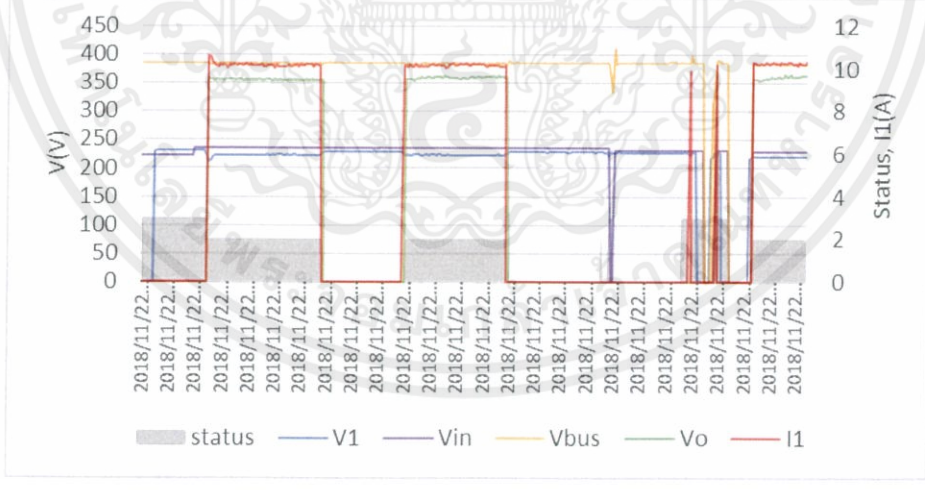
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Vbus หมายถึง แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขาออกจากวงจรแปลงระดับแรงดันภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vo หมายถึง แรงดันไฟฟ้าขาออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Po (kW) หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

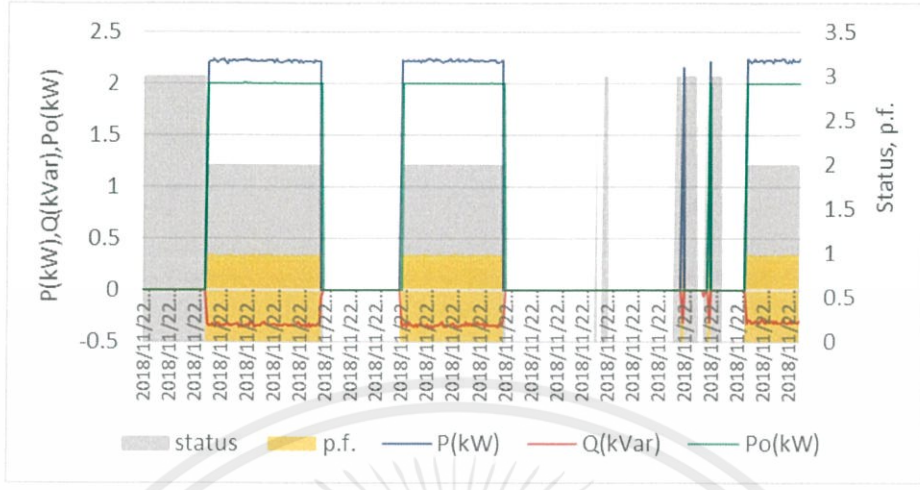
- A1 THDr หมายถึง ค่าบ่งบอกฮาร์โมนิกของกระแสไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- V1 THDr หมายถึง ค่าบ่งบอกฮาร์โมนิกของแรงดันไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- V1 rms หมายถึง แรงดันไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- A1 rms หมายถึง กระแสไฟฟ้าขาออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- P1 (W) หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงที่วัดด้านออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Q1 (var) หมายถึง กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่วัดด้านออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- PF1 หมายถึง ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่วัดด้านออกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.2.2.1. ภาพรวมการทำงานของเครื่องโคโรนาในแต่ละช่วงเวลา

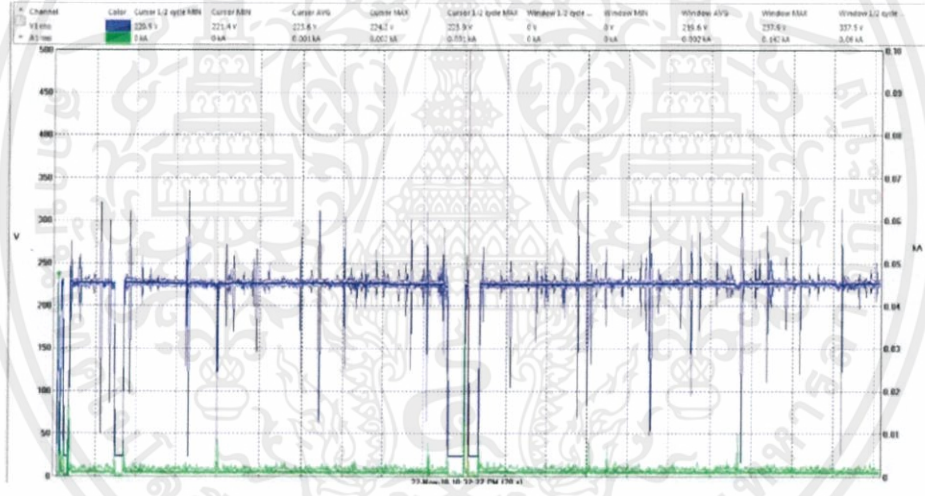


(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ



(ค) ค่าสัญญาณทางไฟฟ้าขาออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

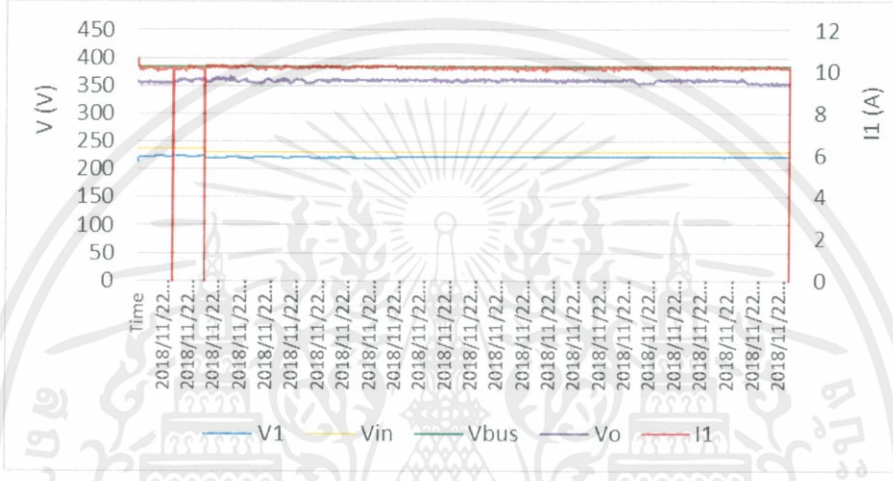
รูปที่ 4.12 สัญญาณทางไฟฟ้าขาเข้า ขาออก และภายในวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561

จากรูปที่ 4.12 (ก) เมื่อแรงดันไฟฟ้าขาเข้ามีค่าตกลงจะส่งผลให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าตกลงเช่นกัน ซึ่งความผิดปกติที่พบจากรูปมี 2 กรณี คือ แรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่วัดจากเพาเวอร์มิเตอร์มีค่าเป็นศูนย์ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าขาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่รับค่าจากพีแอลซีของระบบยังคงมีค่าการทำงานปกติ และอย่างที่สองคือในช่วงที่ไม่มีการดิสชาร์จในระบบ ค่ากระแสไฟฟ้าควรเป็นศูนย์ แต่ในช่วงเวลาหนึ่งค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น และตกลงเป็นศูนย์ในเวลาต่อมา ซึ่งค่า

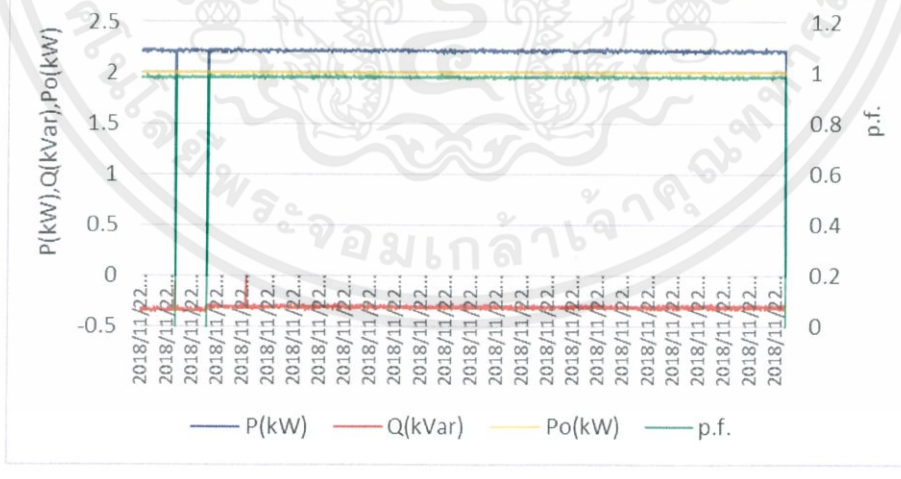
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้าดังกล่าวส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าในรูปที่ 4.12 (ข) แนวโน้มการทำงานของกำลังไฟฟ้าจริงทางด้านป้อนเข้ามีทิศทางไปทางเดียวกับกระแสไฟฟ้า แต่มีทิศสวนทางกับกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ

4.2.2.2. กราฟในช่วงที่ระบบโคโรนามีการทำงาน โดยการดิสชาร์จที่หัวอิเล็กโทรดเพื่อทำการปรับสภาพผิวหน้าเลนส์ (Status = 2)



(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า



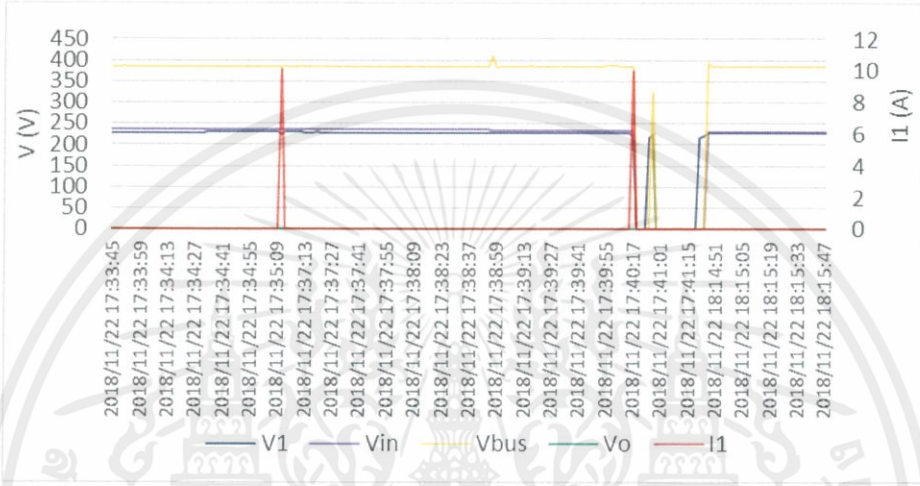
(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ

รูปที่ 4.13 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนาที่บันทึกในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 ในช่วงที่มีการดิสชาร์จภายในระบบ

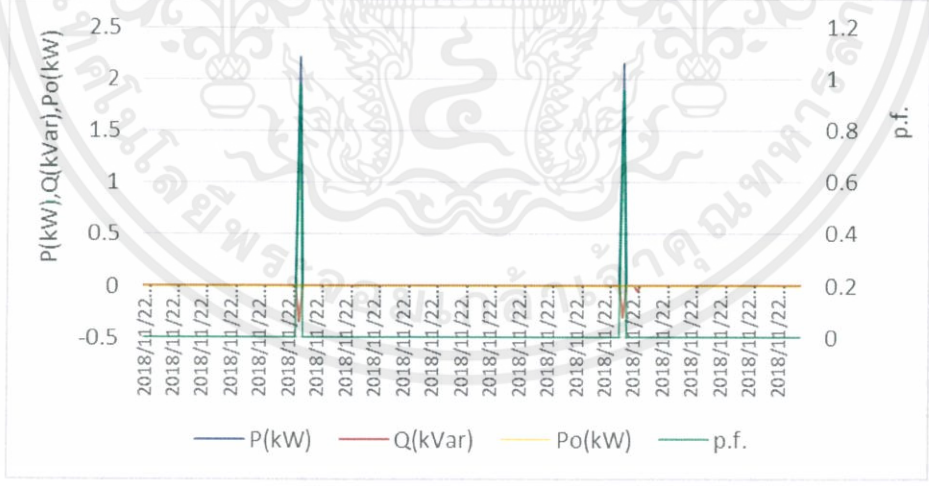
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในรูปที่ 4.13 พบว่ากระแสไฟฟ้ามีเป็นศูนย์ในช่วงหนึ่ง ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าจริงด้านป้อนเข้าและตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าต่ำลง

4.2.2.3. กราฟแสดงสัญญาณในช่วงที่อิเล็กโทรดมีการหยุดการทำงาน (Status = 0)



(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า



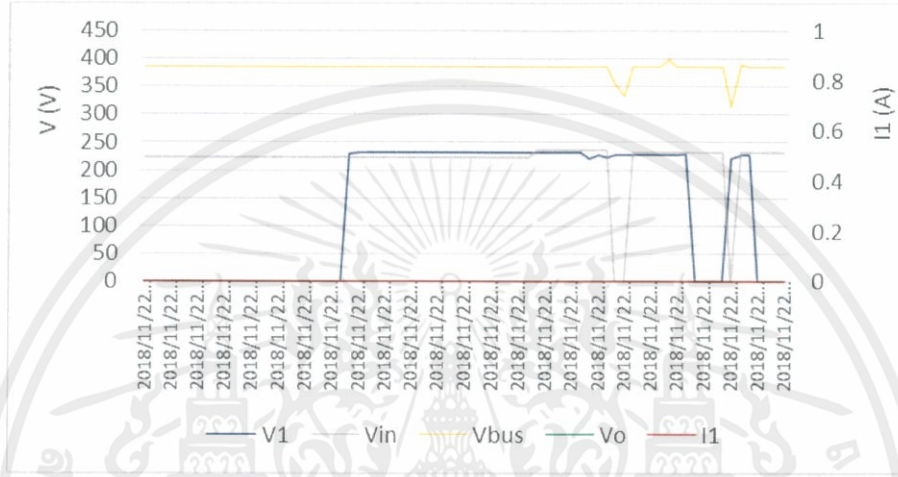
(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ

รูปที่ 4.14 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนาที่บันทึกในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 ในช่วงหยุดการดิสชาร์จในระบบ

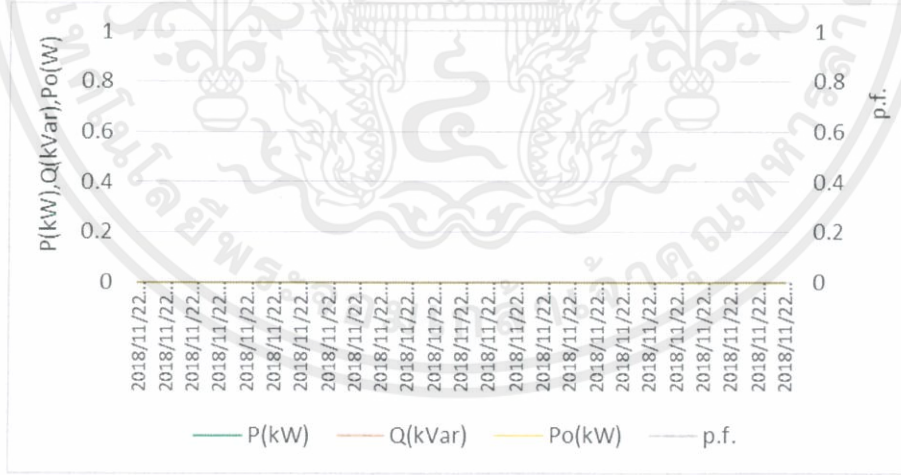
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.14 พบความผิดปกติที่แรงดันไฟฟ้าขาเข้ามีการลดต่ำลงเป็นศูนย์ และการที่กระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นขณะหนึ่ง ซึ่งส่งผลให้มีค่ากำลังไฟฟ้าภายในระบบขึ้น

4.2.2.4. กราฟในช่วงเปิดวงจรการทำงานของระบบ (Status = 3)



(ก) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในระบบ กับกระแสไฟฟ้าขาเข้า



(ข) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในระบบ

รูปที่ 4.15 สัญญาณทางไฟฟ้าของระบบโคโรนาที่บันทึกในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561 ในช่วงที่มีการเปิดวงจรการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

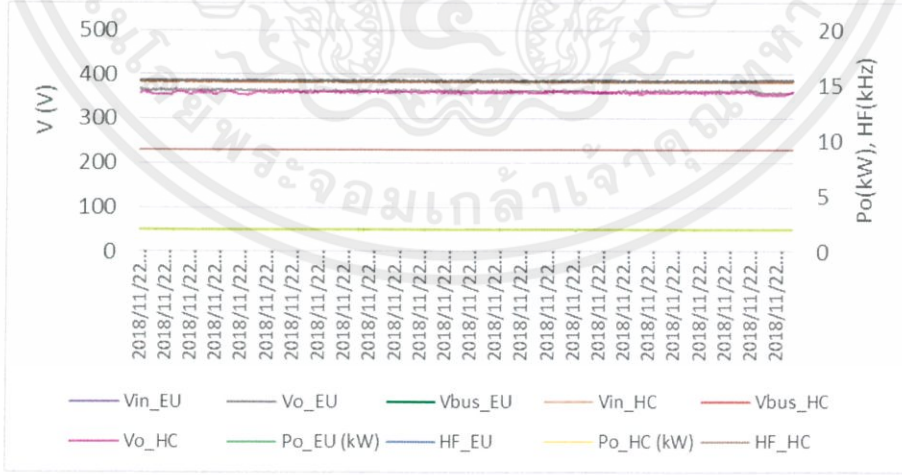
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.15 (ก) จะเห็นว่ามีช่วงที่แรงดันไฟฟ้าขาเข้าจากการวัดของเพาเวอร์มิเตอร์กับที่รับจากพีแอลซีไม่ไปในทางเดียวกัน ตามทฤษฎีทั้งสองค่าควรมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

4.1.3. การเปรียบเทียบค่าสัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาเครื่องที่ 2 และ 3 ในไลน์การผลิตที่ 8 โดยมีตัวย่อของสัญญาณที่ใช้กำกับภายในกราฟอยู่ 8 ตัวหลักๆ คือ

- Status หมายถึง สถานการณ์ทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vin หมายถึง แรงดันไฟฟ้าด้านป้อนเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vbus หมายถึง แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขาออกจากวงจรแปลงระดับแรงดันภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Vo หมายถึง แรงดันไฟฟ้าขาออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Po (kW) หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริงขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- HF หมายถึง ความถี่ด้านออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- EU หมายถึง น้ำยาเคลือบเลนส์ชั้นที่ 2 (ใช้กำกับเครื่องโคโรนา เครื่องที่ 2)
- HC หมายถึง น้ำยาเคลือบเลนส์ชั้นที่ 3 (ใช้กำกับเครื่องโคโรนา เครื่องที่ 3)

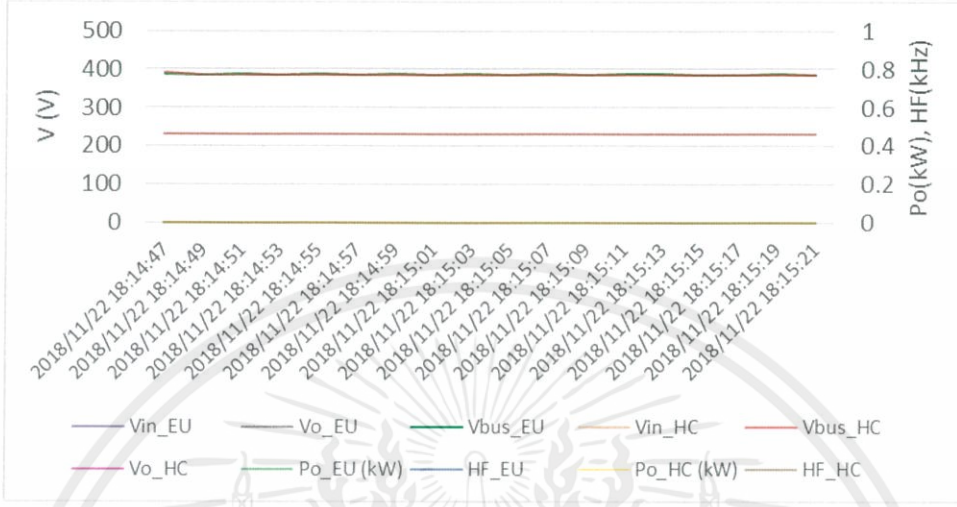
4.1.3.1. กราฟในช่วงที่ระบบโคโรนามีการทำงาน โดยการดิสชาร์จที่หัวอิเล็กโทรดเพื่อทำการปรับสภาพผิวหน้าเลนส์ (Status = 2)



รูปที่ 4.16 สัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ที่มีการดิสชาร์จภายในระบบ ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561

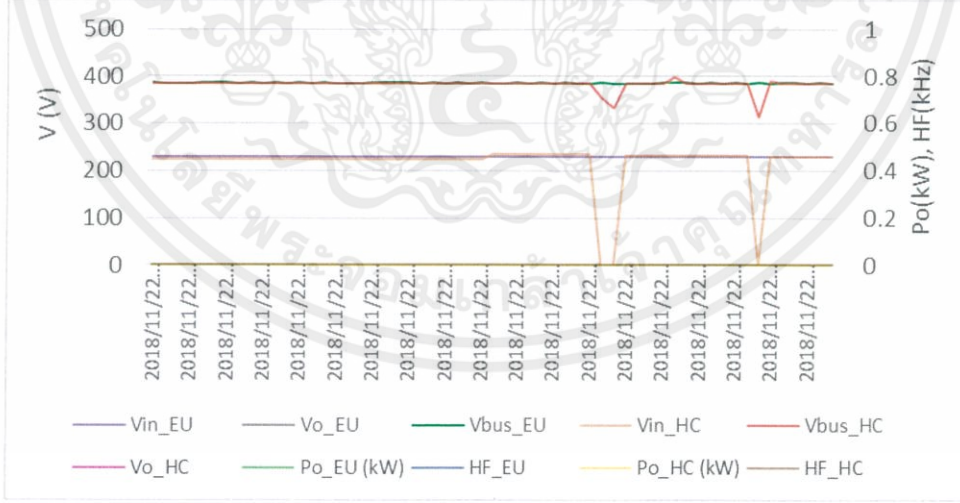
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2. กราฟแสดงสัญญาณในช่วงที่อิเล็กโทรดมีการหยุดดิสชาร์จ (Status = 0)



รูปที่ 4.17 สัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ที่ไม่มีการดิสชาร์จภายในระบบ ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561

4.1.3.3. กราฟในช่วงที่เปิดวงจรการทำงานของเครื่องโคโรนา (Status = 3)



รูปที่ 4.18 สัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนาเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ในช่วงเปิดวงจรการทำงานของระบบ ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 ถึงรูปที่ 4.18 จะเห็นว่าค่าสัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่สำหรับเครื่องที่ 3 ในรูปที่ 4.18 จะพบค่าความผิดปกติของแรงดันไฟฟ้าขาเข้าในช่วงตอนปลายของรูป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าขาเข้าส่งผลต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในวงจรภายในของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.3. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากข้อมูลที่ผู้จัดทำได้เก็บรวบรวม ผลของข้อมูลที่มีการแจ้งเตือนส่วนใหญ่จะมาจากแรงดันไฟฟ้าขาออกที่มีค่าต่ำกว่า 360 โวลต์เล็กน้อย เนื่องจากในระบบที่วัดค่าได้นั้นมีค่าอยู่ในช่วง 360 โวลต์ ทำให้ข้อมูลการแจ้งเตือนในส่วนนี้มีมาก และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นในส่วนของความถี่ขาออก เนื่องจากเครื่องมือสามารถจับค่าความถี่ได้ในช่วงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ได้มีการทำงาน และจากการทดลองเก็บบันทึกค่าของระบบโคโรนา จะแบ่งส่วนในการวิเคราะห์ใหญ่ๆ 3 หัวข้อ คือ 1.การเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้าระบบโคโรนาจากเพาเวอร์มิเตอร์และจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้ากับค่าที่ได้จากพีแอลซีของระบบ 2. การเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้าระบบโคโรนาจากเพาเวอร์มิเตอร์ สัญญาณทางไฟฟ้าด้านออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า และสัญญาณจากพีแอลซีของระบบ และ 3. การเปรียบเทียบค่าภายในระบบโคโรนาเครื่องที่ 2 กับเครื่องที่ 3 ในไลน์การผลิตที่ 8

สำหรับการเปรียบเทียบสัญญาณที่ป้อนเข้าระบบโคโรนาจากเพาเวอร์มิเตอร์และจากเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้ากับค่าที่ได้จากพีแอลซีของระบบ เมื่อมองภาพรวมของข้อมูลที่บันทึก ในการเปลี่ยนสถานะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามักจะส่งผลต่อกระแสไฟฟ้า ซึ่งจากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่ากราฟของเพาเวอร์มิเตอร์และเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าจะเห็นว่ามีแนวโน้มค่อนข้างไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อกระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าจริง กับตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าลดลง แต่จะทำให้กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ กับค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิกของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น ในบางครั้งค่าของกระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าจะมีค่าสูงมากกว่าปกติในช่วงการเปลี่ยนสถานะจากการเปิดวงจรการทำงานของระบบเป็นช่วงการดิสชาร์จของอิเล็กโทรด ซึ่งจากผลที่ได้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นนั้นเกิดจากการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากภายในระบบมีอุปกรณ์อื่นที่ติดตั้งอยู่ภายใน จากการทดลองทางผู้จัดทำได้ทำการแบ่งช่วงการเกิดสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาพิจารณาดูค่าสัญญาณทางไฟฟ้าในแต่ละช่วง ซึ่งแบ่งเป็น 3 สถานะ คือ ช่วงที่ระบบทำงานมีการดิสชาร์จของอิเล็กโทรด ในบางครั้งจะพบการแกว่งของค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ และมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ซึ่งในบางครั้งส่งผลให้ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าขาออกมีค่าลดลง ในสถานะต่อมา คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่มีการดิสชาร์จ แต่ยังคงมีการเลี้ยงระบบทางเข้าของเครื่องกำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้า โดยพิจารณาได้จากการที่แรงดันไฟฟ้าขาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงภายในระบบ ที่ยังคงมีค่าแสดงออกมา ในช่วงนี้กระแสไฟฟ้าจะลดลงจากการทำงานปกติ แต่อาจเกิดการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าได้ ซึ่งจะส่งผลให้แนวโน้มของกำลังไฟฟ้าจริงกับตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตาม และในบางครั้งจะส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟมาการแกว่งขึ้นลง ซึ่งส่วนใหญ่เมื่อกำลังไฟฟ้าจริงมีค่าสูงขึ้น กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟจะมีค่าต่ำลง ทำให้ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูงขึ้น แต่หากค่าแรงดันไฟฟ้าขาเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าเป็นศูนย์ จะส่งผลให้ทุกๆ พารามิเตอร์มีค่าเป็นศูนย์ทั้งหมด และในสถานะสุดท้าย คือช่วงที่ระบบหยุดการทำงาน จะเป็นช่วงที่กระแสไฟฟ้ามีค่าค่อนข้างแกว่ง แต่ในช่วงนี้กราฟของกำลังไฟฟ้าทั้งสองตัวจะมีแนวโน้มเดียวกับกระแสไฟฟ้า

สำหรับการเปรียบเทียบในขั้นที่ 2 จะพิจารณาเจาะลึกลงไปที่ด้านป้อนเข้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เทียบค่าสัญญาณทางไฟฟ้าจากพีแอลซีของเครื่องโคโรนา เมื่อมองกราฟภาพรวมจะเห็นว่าในช่วงที่เครื่องการเปิดวงจรของระบบในช่วงที่แรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่วัดจากเพาเวอร์มิเตอร์ที่ค่าเป็นศูนย์ก่อนจะมีแนวโน้มเดียวกับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่เก็บค่าจากพีแอลซี เนื่องจากในช่วงตอนต้นเป็นช่วงที่ทำการติดตั้งเครื่องและเป็นช่วงที่ทำการเปลี่ยนข้อมูลโปรแกรมในพีแอลซี จึงอาจเกิดความผิดเพี้ยนในตอนต้นได้ เมื่อพิจารณากราฟจะเห็นว่าค่าแรงดันไฟฟ้าขาเข้าจะเท่ากับศูนย์ เมื่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าตกลงและเมื่อมีค่าเป็นศูนย์ ค่าแรงดันไฟฟ้าขาเข้าจากเพาเวอร์มิเตอร์จะมีค่าเป็นศูนย์ด้วย เมื่อพิจารณาตามสถานะต่างๆของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าในช่วงที่ระบบมีการทำงาน ในบางครั้งกระแสไฟฟ้าตกลงเป็นศูนย์ ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าตกลงเป็นศูนย์ตามไปด้วย แต่พารามิเตอร์อื่นๆยังคงมีค่าคงที่ตามเดิม และเมื่อพิจารณาในกรณีที่ไม่มีการดิสชาร์จของอิเล็กโทรด พบว่าโดยปกติพารามิเตอร์ที่มีค่าเท่ากับศูนย์คือกระแสไฟฟ้าขาเข้า แรงดันไฟฟ้าขาออก และพารามิเตอร์ในส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ได้ทำการวัดทั้งหมด ส่วนแรงดันไฟฟ้าขาเข้าและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะมีค่าคงที่ในตำแหน่งเดียวกับช่วงที่มีการทำงาน แต่ในบางครั้งเมื่อกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าสูงขึ้นเป็นบวก และกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟมีค่าเพิ่มขึ้นในด้านลบ ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวทำให้เกิดค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าขึ้น

ในส่วนของเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าที่ได้นำไปวัดค่าทางด้านขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าไม่สามารถเก็บค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงได้ เนื่องจากค่าความถี่ที่ออกมาสูงเกินขอบเขตความสามารถของเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

ในการทดลองเปรียบเทียบข้อมูลขั้นสุดท้าย จะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลภายในพีแอลซีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่ารูปสัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องที่ 2 มีค่าอยู่ในขอบเขตและไม่พบการแกว่งของสัญญาณทางไฟฟ้า ต่างจากค่าสัญญาณทางไฟฟ้าในเครื่องที่ 3 ในช่วงที่ระบบมีการหยุดการทำงาน ค่าของแรงดันไฟฟ้าขาเข้าและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีการตกลงจากค่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการดำเนินงาน

จากขอบเขตของสัญญาณทางไฟฟ้าที่ทางผู้จัดทำได้ตั้งค่าไว้ในพีแอลซีของโครงงานนั้น อาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับเครื่องจักรภายในไลน์การผลิต โดยในส่วนนี้จะต้องมีการพัฒนาต่อไป เนื่องจากทางบริษัทไม่มีสถิติ หรือผลการสำรวจข้อมูลที่สามารถนำมาอ้างอิงได้ และจากผลการวิเคราะห์แนวโน้มของสัญญาณทางไฟฟ้า ที่สามารถสรุปข้อมูลได้ คือ

5.1.1. กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจริงมีแนวโน้มการเกิดสัญญาณแบบเดียวกัน ทั้งในส่วนขาเข้าของระบบและขาเข้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5.1.2. แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงภายในระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าขาออกมีค่าแปรผันตามกัน

5.1.3. เมื่อกระแสไฟฟ้ามีค่าลดลงจากปกติ จะส่งผลให้ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์โมนิกของกระแสไฟฟ้าสูงขึ้น

5.1.4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบโคโรนา เครื่องที่ 2 มีสภาวะการทำงานที่เสถียรมากกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบโคโรนา เครื่องที่ 3

5.2. ข้อควรระวังสำหรับการติดตั้งเครื่องมือการตรวจสอบกับไลน์การผลิต

5.2.1.1. การติดตั้งเครื่องมือวัดจะต้องติดตั้งเมื่อมีการหยุดการทำงานของเครื่องจักรก่อน เนื่องจากหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าที่ใช้เป็นแบบสอด

5.2.1.2. ภายในไลน์การผลิตมีการเชื่อมต่อโดยใช้เครือข่ายแบบไร้สาย และมีหลายวงการเชื่อมต่อ ทำให้ในการเลือกใช้ IP Address ให้กับเครื่องมือในโครงงาน จะต้องทำการตรวจสอบให้แน่ชัดก่อนใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3. ขอบเขตการใช้งาน

5.3.1. พีแอลซีมีข้อจำกัดในการบันทึกข้อมูล

5.3.1.1. ขนาดของข้อมูลทั้งหมดที่เก็บบันทึก

5.3.1.2. ความเร็วของการบันทึกข้อมูล

5.3.1.3. การใช้งานคำสั่ง Data Logging สามารถใช้งานได้ทีละ 1 คำสั่ง ในช่วงเวลา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เนื่องจากพีแอลซีไม่สามารถบันทึกข้อมูลหลายโฟลเดอร์พร้อมกันได้

5.3.2. เพาเวอร์มิเตอร์ที่ใช้งานไม่สามารถแยกเฟสของค่ากำลังไฟฟ้าได้ และทางแผนกซ่อมบำรุงรักษามีเพาเวอร์มิเตอร์ที่ไม่ได้ใช้งานเพียง 1 เครื่อง ทำให้สามารถจุดการเก็บข้อมูลมีจำกัด

5.4. ข้อเสนอแนะ

5.4.1. ควรจัดทำป้ายบ่งชี้ให้กับอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบให้ชัดเจน

5.4.2. ติดตั้งไฟสำรองให้กับเครื่องมือการตรวจสอบ

5.4.3. ใช้เพาเวอร์มิเตอร์ที่สามารถดึงสัญญาณไฟฟ้าแยกทั้ง 3 เฟสได้ เพื่อให้ประหยัดงบประมาณส่วนของการติดตั้งเพาเวอร์มิเตอร์ในไลน์การผลิต

5.4.4. พีแอลซีของโครงงานสามารถรับข้อมูลทางตรงจาก RS485 ได้หลายเครื่อง โดยการกำหนด Slave number ให้กับเครื่องมือที่ต่อเพิ่ม และสามารถต่ออุปกรณ์เครื่องมือวัดหรือการดึงข้อมูลจากพีแอลซีจากเครื่องจักรอื่นๆ ผ่าน Ethernet port2 ได้

5.4.5. ควรเก็บข้อมูลของเครื่องโคโรนาในไลน์การผลิตที่ 8 เพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบค่าของสัญญาณทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละสภาวะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 3 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. “Power meter คืออะไร.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://www.factomart.com/th/main-power-meter/ (4 ตุลาคม 2561)

[2] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. “Power Quality Analyzer คืออะไร.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://www.factomart.com/th/power-quality-analyzer/ (4 ตุลาคม 2561)

[3] บริษัทออยเซิร์ฟ จำกัด. “ประเภทการบำรุงรักษา.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก http://www.oilservethai.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539679359&Ntype=11 (1 ตุลาคม 2561)

[4] พีรณัฐ พงศ์ภคเธียร และทีมงาน. 2558. “Metal Oxide Varistor (MOV).” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://embed58.learninginventions.org/หัวข้อนำเสนอ/g2-3 (4 ตุลาคม 2561)

[5] ลีโอนิคส์. “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Surge Protector.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/surge_knowledge.php (10 กันยายน 2561)

[6] วิกิพีเดีย. 2561. “การบำรุงรักษา.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://th.wikipedia.org/wiki/การบำรุงรักษา (1 ตุลาคม 2561)

[7] ศศิกานต์ สุทธินันทรัตน์และทีมงาน. “ฮับและสวิตช์.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://sites.google.com/site/kangtan75/mk-pants/habelea-switch-1 (2 ตุลาคม 2561)

[8] ศูนย์ฝึกอบรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แอดวานด์ อิเล็กทรอนิกส์ เทรนนิ่ง เซ็นเตอร์. 2560. “PLC คืออะไร.” สืบค้นมาจาก http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC-คือ-อะไร.html (2 ตุลาคม 2561)

[9] Ake-electronic. 2559. “วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ - วงจรแปลงไฟ เบื้องต้น”. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://phukphan.blogspot.com/2017/02/blog-post_6.html (4 ตุลาคม 2561)

[10] AutomationWiki. 2551. “Rockwell Automation Software/RSLinx.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก http://automationwiki.com/index.php/Rockwell_Automation_Software/RSLinx (15 ตุลาคม 2561)

[11] Beijer Electronics. “BoX2 pro High-performance protocol converter/IoT gateway/edge controller.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นจาก https://www05.beijerelectronics.com/en/Products/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Protocol___converters___-___IoT___gateways___-___edge___controllers/BoX2___pro (8 สิงหาคม 2561)

[12] Beijer Electronics. "Reference manual for iX Developer." [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก http://beijerinc.com/pdf/iX_Developer_2 _2 0 _Reference_Manual_MAEN8 3 1 P.pdf (8 สิงหาคม 2561)

[13] IDEC Corporation. "FC6A-D16R1CEE PLC 16IO 24VDC Relay." [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก http://us.idec.com/Catalog/ProductDetails.aspx?ProductId=FC6A-D16R1CEE&FamilyName=Family&SeriesName=FC6A_MicroSmart (8 สิงหาคม 2561)

[14] IDEC Corporation. "WindLDR." [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://www.idec.com/caen/products/Catalogs/Software/WindLDR/information.html (15 ตุลาคม 2561)

[15] Multitek. "Multipower Mutifunction power meterM850-LCD." [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก www.multitek-ltd.com/pdf-files/M850-LCD-brochure.pdf (12 กันยายน 2561)

[16] Multitek. 2556. "M850-LTHN MultiPower Installation and Operation Manual (Revision 1.0.0)." [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://www.hobut.co.uk/images/M8 5 0 % 2 0 LTHN %20RS%20PO%20User%20manual%20rev%204%20%20-%20SP%20compressed%2010-10-14.pdf (12 กันยายน 2561)

[17] Rockwell Automation. "Rockwell Software." [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/products/rslogix.page (15 ตุลาคม 2561)

[18] Wikipedia. 2561. "Protocol Converter." [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://en. wikipedia.org /wiki/Protocol_converter (2 ตุลาคม 2561)

[19] วีรเชษฐ์ ขันเงินและวุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์. 2547. **อิเล็กทรอนิกส์กำลัง** (Power Electronics). กรุงเทพมหานคร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ. พริ้นติ้ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Corona (PU/EU/HC)

Section Five: Coating

How It Works

In order for a coating to coat and adhere to a substrate it must be able to wet the surface of the material. Wettability depends on one specific property of the surface: Surface energy, often referred to as surface tension. Surface energy, like surface tension is measured in mN/m. or in dynes/cm. The surface energy of the solid substrate directly affects how well a liquid wets the surface. The wettability, in turn, is easily demonstrated by contact angle measurements.

The contact angle is the angle between the tangent line at the contact point and the horizontal line of the solid surface. When a liquid droplet is set on a smooth solid horizontal surface, it may spread out over substrate and the contact angle will approach zero if complete wetting takes place. Conversely, if wetting is partial, the resulting contact angle reaches equilibrium in the range 0 to 180 degrees.

Surface Wettability

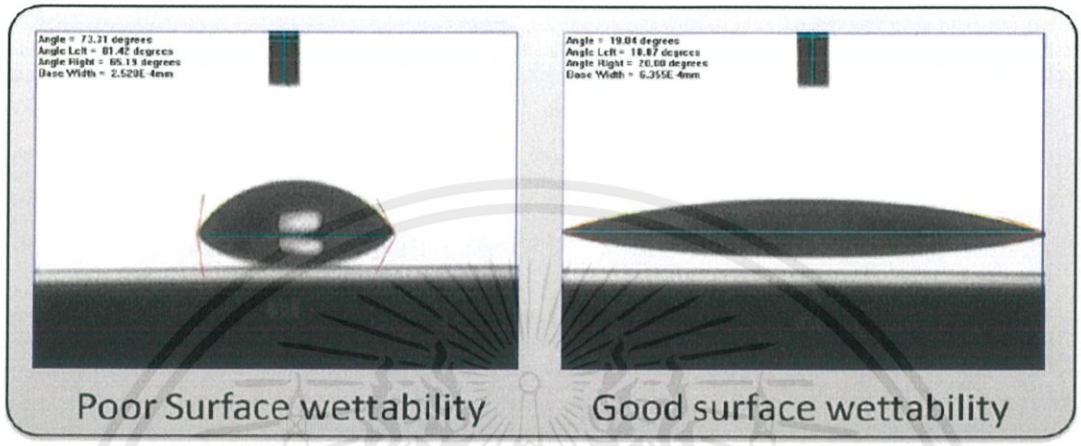
The diagram below illustrates the difference between good and poor wettability. The higher the surface energy of the solid substrate in relation to the surface tension of the liquid, the better its wettability, and the smaller the contact angle. In order for a proper bond to exist between a liquid and a substrate surface, the substrate's surface energy should exceed the liquid's tension by about 2-10 mN/m.

For example, in the current photochromic solution for the Trans-bonding process the surface tension of the solution is in the mid 40 mN/m. However for barrier coated polycarbonate the surface energy is in the mid 30's mN/m. Following the rule above that the substrate needs to exceed the liquid's surface tension by about 2 mN/m and we can see that we are going to have problems with the Photochromic solution wetting the barrier coated polycarbonate. In order to overcome this problem, the lenses are exposed to the corona treatment to raise the surface energy of the barrier coated polycarbonate. Following treatment here in Transitions the barrier coated lenses have increased their surface energy to over 70 mN/m following the corona treatment and hence is capable of been wetted by the photochromic solution.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The poor wettability of substrates presents the problem of spreading and bonding. Surface treatment can improve wettability of the material by raising the material's surface energy and positively affect adhesive characteristics by creating bonding sites. Corona is a very successful technique in raising surface energy and the treatment is based on a principle of high voltage discharge in air.



A diagram highlighting the difference between poor surface wettability and good surface wettability.

รูปที่ ก.1 คำอธิบายการทำงานเพิ่มเติมของระบบโคโรนา

คุณสมบัติของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ภายในโครงงาน

4. Multitek Power Meter Type M850-LCDN-RS–PO

MultiPower

The M850-LCD (MultiPower LCD) is a complete 3 phase digital universal metering system in a standard 96 x 96 mm DIN case. It can be used on any voltage system with a wide range of inputs. It incorporates a universal AC or DC auxiliary power supply.
The one unit covers the majority of applications without any modification required, making the M850-LCD ideal for stocking.
The M850-LCD has a unique LCD display with user selectable options of Blue, Green or White back-lighting.

Parameters Measured

- *Phase Voltage (V)*
- *Phase to Neutral (V)*
- *Phase Current (I)*
- *Frequency (Hz)*
- *Active Power (W)*

Controls & Programming

The four front control buttons are used for scrolling up or down through the parameters being measured and displayed. These buttons also allow programming of different Current and Voltage transformer ratios, Demand times, Baud rates etc.

Display

The unique 3 colour option LCD FSTN display is designed to be read in a variety of conditions over wide viewing angles and distances. There are 3 colour options of the back lighting available Blue, Green or White which are user selectable through the front control buttons.

Plug in options

Both the RS485 option and pulsed output options are versatile plug in units that can be purchased with the MultiPower meter or can be retrofitted when required

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

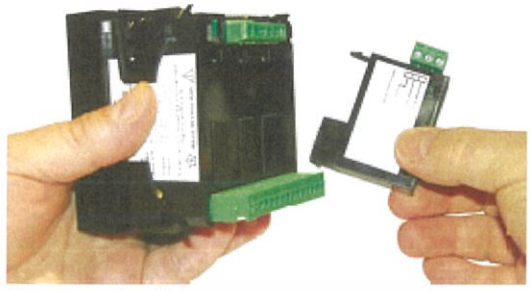
* Reactive Power (Var)
* Apparent Power (VA)
* Active Energy (W.h)
* Reactive Energy (Var.h)
* Power Factor (P.F.)
* Instantaneous Demand Amp
* Instantaneous Demand Active Power
* Instantaneous Demand Apparent Power
* Maximum Demand Amps
* Maximum Demand Active Power
* Maximum Demand Apparent Power
* Neutral Current
* THD Voltage Option
* THD Current Option

Accuracy

Volts & Amps	0.5% of reading ± 2 digits
Frequency	0.1Hz ± 1 digit
Active Power	1% of reading ± 2 digits
Reactive Power	1% of reading ± 2 digits
Apparent Power	1 % of reading ± 2 digits
Power Factor	1% of range
Energy	IEC 1036 class 1

System Types

The M850-LCD can be used on the following measuring systems without any changes apart from wiring configuration.
Single Phase,
Single Phase 3 wire
3 Phase 3 Wire Balanced Load
3 Phase 4 Wire Balanced Load
3 Phase 3 Wire Unbalanced Load
3 Phase 4 Wire Unbalanced Load



Communications

The optional RS485 plug-in module enables the MultiPower to communicate with up to 31 other meters or controllers.
Two protocols are offered: the popular Modbus RTU and BACnet MS/TP.
The protocols allow the MultiPower to be used with PC, PLC, RTU, Data loggers and Scada programs

Pulsed Output

An option of a plug in pulsed output via a relay is offered. The pulsed output can be assigned to W.h, and VAr.h

Memory

Current ratios, demand time periods and calibration data is stored in non volatile eeprom. In power down (power loss) conditions this data is retained.

General Specification

INPUT	
Rated Un	28V to 330V L.N. 48V to 570V L.L. (280V L.N. nominal)
Overload	800V continuous
Burden	0.5VA
Cut Off Point	2% Un nominal
Rated In	0.5A to 6A (5A nominal) via C.T.
Overload	10In for 1 sec
Burden	0.5VA per phase
Cut Off Point	2% In nominal

Auxiliary Voltage

100 to 440V AC 100 to 420V DC
45 to 65Hz, burden < 10VA

Insulation

Installation category	III (480 VAC ph/ph)
Degree of pollution	2

Environmental

Working Temperature	-20 to +70 deg C
Storage Temperature	-30 to +80 deg C
Relative Humidity	0-95% non condensing
Shock	30G in 2 planes

Enclosure

Standard DIN case	DIN 96x96x
Panel mount	Via 4 retaining brackets
Panel cutout	92 + 0.8 mm x 92 + 0.8 mm
Material	Black Polycarbonate
Terminals	Current 6mm² All others 2.5mm²
IP rating front	IP52 / Nema
IP rating case	IP30 / Nema
Weight	0.25kg / 0.66lb

Case Dimensions

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rated impulse withstand voltage IEC 60947-1-V imp: 4kV

Meters Front	*Class II*
Electrical security	*IEC 61010-1*
Inputs + Aux to case:	*4 kV rms 50 Hz for 1 min*
Inputs + Aux to RS485 port:	*3kV rms 50 Hz for 1 min*
Inputs + Aux to relay output:	*1k5V rms 50 Hz for 1 min*
Low voltage dc Aux to Inputs:	*1k5V rms 50 Hz for 1 min*

Electromagnetic compatibility

Immunity to :

electrostatic discharges:	*IEC 61000-4-2-Level III*
radiated radio-Hz fields:	*IEC 61000-4-3-Level III*
electrical fast transient/brusts:	*IEC 61000-4-4-Level III*
impulse waves:	*IEC 61000-4-5-Level III*
conducted disturbances:	*IEC 61000-4-6-Level III*
voltage dips & short interruptions:	*IEC 61000-4-11*

Emissions to:

Conducted and radiated	*CISPR11-Class A*

Approvals

UL File No . 337752-1

Display

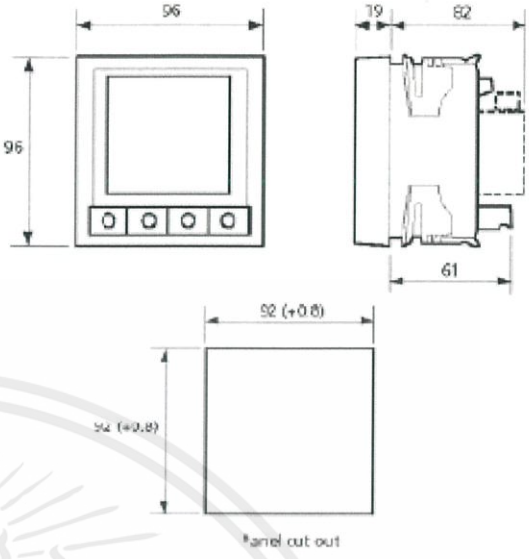
Custom	*LCD*
Backlight	*Blue, Green or White*
Update time	*1 second*

Response Time

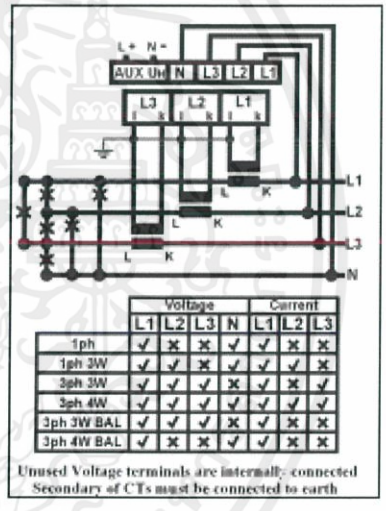
RS 485 Modbus *Less than 10mS*

Options

1. *Plug in RS485 module (Modbus or BACnet)*
   Baud Rates:76800,57600,38400,19200,9600,4800
   Parity :Odd, Even, No Parity
2. *Plug in pulsed-output relay module*
   W.h or VAr.h
3. *Low voltage dc auxiliary (19V-69V)*
4. *1 Amp input*
5. *Plug in double pulsed-output relay module*
   W.h and VAr.h
6. *THD option*



Connection Diagram



รูปที่ ก.2 ข้อมูลคุณสมบัติ การใช้งานต่างๆ ของมัลติเพาเวอร์ที่ใช้งาน [15]

5. Allen-Bradley Ethernet Hub 1783 – US08T

Stratix 2000™ Unmanaged Ethernet Switch, Type: Industrial-Grade, Port: 8, Power Supply: 20 VAC, 24 VDC, Network: RJ45 Connector According To IEC 60603-7, 2-Pair or 4-Pair Category 5e Minimum Cable According To TIA 568-B.1 Or Category 5 Cable According To ISO/IEC 24702, Isolation Voltage: 30 V, Inrush Current: 2.2 A, Enclosure: IP20, Mounting: DIN Rail, Length: 127 MM, Width: 1.78 IN, Height: 4-1/4 IN, Temperature Rating: 0 - 60 DEG C, Environmental Conditions: Non Operating Temperature: -40 To 85 DEG C (-40 To 185 DEG F), Relative Humidity: 5 - 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Non-Condensing), Vibration: 2 G At 10 - 500 HZ, Shock: Operating 15 G, Nonoperating 30 G, Torque Rating: 7 LB-IN, Current Consumption: 400 MA At 10 VDC, Power Consumption: 4 W

Specification

Item Name: Unmanaged Ethernet Switch Type: Industrial-Grade

Sub Brand: Stratix 2000™ Port: 8

Power Supply: 20 VAC, 24 VDC

Network: RJ45 Connector According To IEC 60603-7, 2-Pair or 4-Pair Category 5e Minimum Cable According To TIA 568-B.1 Or Category 5 Cable According To ISO/IEC 24702

Isolation Voltage: 30 V Inrush Current: 2.2 A

Enclosure: IP20 Mounting: DIN Rail

Length: 127 MM Width: 1.78 IN

Height: 4-1/4 IN Temperature Rating: 0 - 60 DEG C

Environmental Conditions: Non Operating Temperature: -40 To 85 DEG C (-40 To 185 DEG F), Relative Humidity: 5 - 95% (Non-Condensing), Vibration: 2 G At 10 - 500 HZ, Shock: Operating 15 G, Nonoperating 30 G

Torque Rating: 7 LB-IN

Power Consumption: 4 W

Current Consumption: 400 MA At 10 VDC

6. Box2 Pro (Protocol Converter)

Parameter	BoX2 pro
Dimensions, W × H × D	128 × 101 × 39 mm
Sealing	IP 20
Frame material	Powder-coated aluminum
Weight	0.4 kg
CPU	i.MX 6DualLite Dual ARM Cortex-A9 Core 1.0 GHz 512 kB L2 cache

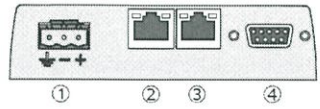
(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial ports	Standard D-sub (9 Pin, female) **COM1:** RS-232 with RTS/CTS **COM2:** RS-422/RS-485 **COM3:** RS-485
Ethernet LAN A	10/100 Mbit Base-T (shielded RJ45 with LEDs)
Ethernet LAN B	10/100 Mbit Base-T (shielded RJ45 with LEDs)
USB	1 × USB Host 2.0, max output current 500 mA Supports up to USB 2.0 High Speed
External storage media	1 × SD card
Flash memory (application memory)	1.5 GB SSD (eMMC)
Memory RAM	1 GB DDR3
NVRAM	128 kB
Real time clock	Yes
Battery	BR 2032 lithium battery, replaceable
Power consumption at rated voltage	5 W
Fuse	Internal DC fuse, 3.14 AT, 5 × 20 mm
Power supply	+24 V DC (18-32 V DC) **CE:** The power supply must conform with the requirements according to EN/IEC 60950 and EN/IEC 61558-2-4. **UL and cUL:** The power supply must conform with the requirements for class 2 power supplies.
Operating temperature	-10°C to +60°C
Storage temperature	-20°C to +70°C
Relative humidity in operation	5% - 85% non-condensation
Vibration	1g, according to EN/IEC 60068-2-6, Test Fc
Mechanical shock	15g, half-sine, 11ms according to EN/IEC60068-2-27
Approvals and certifications	CE / FCC / KC Information is available on *www.beijerelectronics.com*

(ก) ข้อมูลเชิงเทคนิคของ Box2 pro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Pos.	Connector	Description
1	Power supply	+24 V DC (18-32 V DC)
2	LAN A	1×10/100 Base-T (shielded RJ45)
3	LAN B	1×10/100 Base-T (shielded RJ45)
4	COM	Serial communication port

(ข) ช่องการเชื่อมต่อของ Box2 pro

รูปที่ ก.3 ข้อมูลคุณสมบัติของโปรโตคอลคอนเวอร์เตอร์ Box2 pro

7. IDEC device

7.1. FC6A – D16R1CEE (CPU Module)

Specifications

Part No.	FC6A–D16R1CEE FC6A–D16P1CEE FC6A–D16K1CEE	FC6A–D32P3CEE FC6A–D32K3CEE
Rated Power Voltage	24V DC	
Allowable Voltage Range	20.4 to 28.8V DC (including ripple)	
Maximum Power Consumption (CPU module)	FC6A–D16R1CEE: 2.88W (24V DC) FC6A–D16P1CEE: 2.88W (24V DC) FC6A–D16K1CEE: 2.88W (24V DC) FC6A–D32P3CEE: 3.36W (24V DC) FC6A–D32K3CEE: 3.36W (24V DC)	
Inrush Current	35A maximum	
Allowable Momentary Power Interruption	10 ms (at rated voltage)	
Operating Temperature	–10 to +55°C (no freezing)	
Storage Temperature	–25 to +70°C (no freezing)	
Relative Humidity	Level RH1 (IEC 61131-2) 10 to 95% (no condensation)	
Altitude	Operation: 0 to 2,000m, 1,013 to 795 hPa, Transport: 0 to 3,000m, 1,013 to 701 hPa	
Pollution Degree	2 (IEC 60664-1)	
Corrosion Immunity	Free from corrosive gases	
Dielectric Strength	Between power and FE terminals: 500V AC, 1 minute Between transistor output and FE terminals: 500V AC, 1 minute Between power and input terminals: 500V AC, 1 minute Between power and relay output terminals: 2,300V AC, 1 minute Between input and relay output terminals: 2,300V AC, 1 minute	Between input and FE terminals: 500V AC, 1 minute Between relay output and FE terminals: 2,300V AC, 1 minute Between power and transistor output terminals: 500V AC, 1 minute Between input and transistor output terminals: 500V AC, 1 minute
Insulation Resistance	Between power and FE terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger) Between transistor output and FE terminals: 100MΩ or higher (500V DC megger) Between power and input terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger) Between power and relay output terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger) Between input and relay output terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger)	Between input and FE terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger) Between relay output and FE terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger) Between power and transistor output terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger) Between input and transistor output terminals: 100 MΩ or higher (500V DC megger)
Noise Resistance	AC/DC power terminals: 1kV, 50 ns to 1 µs I/O terminals (coupling clamp): 1.5kV, 50ns to 1µs coupling adapter	
Vibration Resistance	5 to 8.4 Hz amplitude 3.5 mm 8.4 to 150 Hz acceleration 9.8 m/s² (1G), 2 hours per axis on each of three mutually perpendicular axes (IEC 61131-2)	
Shock Resistance	147 m/s² (15G), 11 ms duration, 3 shocks per axis on three mutually perpendicular axes	
Degree of Protection	IP20 (IEC 60529)	
Power Supply Wire	UL1007 AWG24-16, UL2464 AWG24-16, UL1015 AWG20-16	
Grounding Wire	UL1007 AWG16	
Ground	D-type ground (Class 3 ground)	
Mounting	DIN rail or panel mounting	
Weight (approx.)	FC6A-D16R1CEE: 290g FC6A-D16P1CEE: 275g FC6A-D16K1CEE: 275g	FC6A-D32P3CEE: 255g FC6A-D32K3CEE: 255g

รูปที่ ก.4 คุณสมบัติของพีแอลซี FC6A – D16R1CEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function Specifications

Note: Limited number of output points can be turned on.

Part No.		FC6A–D16R1CEE FC6A–D16P1CEE (*4) FC6A–D16K1CEE (*4)	FC6A–D32P3CEE (*4) FC6A–D32K3CEE (*4)
Control System		Stored program system	
Instruction Words	Basic	42	
	Advanced	130	
Program Capacity (*1)		800KB (100,000 steps)	
User Program Download		1,000 times	
Processing Time	Basic Instruction	21μs/1,000 steps	
	END Processing (*2)	1ms maximum	
I/O Points	Input	8 points	16 points
	Output	8 points	16 points
Expansion Module	Expandable Modules	7 modules (*3)	
	Expandable I/O Points	224 points	
Expansion Interface Module	Unibody Type Expandable Modules	8 modules	
	Unibody Type Expandable I/O Points	256 points	
	Separate Type Expandable Modules (*5)	63 modules (separate type master: 1 module maximum, separate type slave: 10 modules maximum)	
	Separate Type Expandable I/O Points (*5)	2,016 points	
Internal Relay		15,400 points	
Special Internal Relay		1,600 points	
Shift Register		256 points	
Data Register		60,000 points	
Non-Retentive Data Register		200,000 points	
Special Data Register		900 points	
Counter		512 points	
Timer (1ms, 10ms, 100ms,1s)		2,000 points	
Clock		Clock accuracy: ±30 sec/month (typical) at 25°C	
RAM Backup	Backup Data	Internal relay, shift register, counter, data register, timer, special data register, special internal relay, clock data	
	Battery	Lithium primary battery (BR2032)	
	Battery Life	Approx. 4 years	
	Replaceability	Possible (*6)	
Self-diagnostic Function		Keep data, user program (ROM) CRC check, timer/counter preset value change check, user program syntax check, user program execution check, watchdog timer check, user program download check, power failure, clock error, data link connection check, expansion bus initialization check, system check, SD memory card transfer check, SD memory card access check	
Input Filter		0 ms (without filter), 3 to 15ms (selectable in increments of 1ms) I14, I15, I16, I17: 3ms	
Catch Input/Interrupt Input		Six inputs I0, I1, I3, I4, I6, I7 (Minimum turn on pulse width: 5μs max./Minimum turn off pulse width: 5μs max.)	
High-speed Counter	Maximum Counting Frequency and High-speed Counter Points	Total 6 points Single/two-phase selectable: 100 kHz (single-phase: 6 points, two-phase: 3 points)	
	Counting Range	0 to 4,294,967,295 (32 bits)	
	Operation Mode	Rotary encoder mode, adding counter mode, frequency measurement mode	
Analog Potentiometer	Quantity	1 point	
	Data Range	0 to 1,000	
Analog Voltage Input	Quantity	1 point	
	Input Voltage Range	0 to 10V	
	Input Impedance	Approx. 100KΩ	
	Digital Resolution	Approx. 4,000 steps (12 bits)	
Pulse Output (transistor output model only)	Quantity	4 points	
	Maximum Output Pulse Frequency	Q0, Q2, Q4, Q6: 100kHz	
	Reversible Control	Single-pulse output mode: 4 axis (Q0-Q7), Dual-pulse output mode: 4 axis (Q0-Q7)	
	PWM Output	Duty cycle 0.1 to 100.0% (increments of 0.1%), Output pulse frequency 15 to 5,000 Hz (increments of 1 Hz): 4 points (Q0, Q2, Q4, Q6) (Adjust 5μs minimum as ON time and 15μs minimum as OFF time.)	
USB Port		USB mini-B (maintenance communication)	
Ethernet Port 1		Maintenance communication (server), user communication TCP (server/client), user communication UDP, Modbus TCP (server/client), Email, Web Server, PING, SNTP, FTP server/client, BACnet/IP (*7)	
Ethernet Port 2		Maintenance communication (server), user communication TCP (server/client), user communication UDP, Modbus TCP (server/client), PING	
Cartridge (option)		Two cartridges can be added (when using FC6A–HPH1)/One cartridge can be added (when using FC6A–PH1)	
SD Card Slot		Embedded	
HMI Module (option)		Yes	

รูปที่ ก.5 ฟังก์ชันการทำงานของพีแอลซี FC6A – D16R1CEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2. FC6A - HPH1 (Cartridge Base Module)

Part No.	FC6A-HPH1
No. of Connectable Cartridges	2
Connectable Cartridges	Communication cartridge, digital I/O cartridge, analog I/O cartridge
No. of Connectable CPU	Plus: 1
Weight (approx.)	95g

รูปที่ ก.6 คุณสมบัติของ FC6A - HPH1

7.3. FC6A – PC3 (RS485 Communication Cartridge)

Communication Cartridges

Package Quantity: 1

Name	Connectable CPU Module			Part No.
	Plus	All-in-One	CAN J1939 All-in-One	
RS232C	Yes (*1)	Yes	Yes	FC6A-PC1
RS485	Yes (*1)	Yes	Yes	FC6A-PC3
Bluetooth	Yes (*1)	Yes	Yes	FC6A-PC4

(ก) ชนิดของอุปกรณ์เชื่อมต่อพีแอลซีของ IDEC

Serial Communication

Part No.		FC6A-PC1	FC6A-PC3
Standards		EIA RS232C	EIA RS485
Maximum Baud Rate		115,200 bps	
Maintenance Communication		Possible	Possible
User Communication		Possible	Possible
Data Link Communication		Possible	Possible
Modbus RTU		Possible	Possible
Half-duplex Communication		—	Possible
Maximum Cable Length		5m	200m
Quantity of Slave Stations		—	31
Isolation between Internal Circuit and Communication Port		Not isolated	
RS485 Cable	Recommended Cable	0.2mm² shielded 3-core cable	0.3mm² shielded twisted pair cable (2P)
	Conductor Resistance	—	85 Ω/km maximum
	Shield Resistance		20 Ω/km maximum

(ข) ข้อจำกัดของการเชื่อมต่อแบบ RS232C และ RS485

รูปที่ ก.7 ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลภายนอกเข้าพีแอลซีของ IDEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Current Transformer CP62/30

VOLT : 600V AC

FREQUENCY : 50/60Hz

Ratio : 50/5A

Conductor through : 1T

Burden VA : 2.5VA, 5VA

Class : 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเชื่อมต่อข้อมูลทางไฟฟ้า

1. Power Quality Control C.A.8336

13. DATA EXPORT SOFTWARE

The PAT2 (*Power Analyser Transfer 2*) data export software supplied with the device is used to transfer the data recorded in the device to a PC.

To install it, load the installation CD in the CD drive of your PC, then follow the instructions on screen.

Then connect the device to the PC using the USB cord supplied, after removing the cover that protects the USB port on the device.

Switch the device on by pressing the key and wait for your PC to detect it.

The PAT2 transfer software automatically defines the communication rate between the PC and the device.

Note: All measurements recorded in the device can be transferred to the PC via the USB link, using the PAT2 program. The transfer does not erase the recorded data unless the user explicitly asks it to.

The data stored in the memory card can also be read on a PC, using an SD card reader and the PAT2 program. For an explanation of how to withdraw the memory card, refer to §17.5.

For directions for using the data export software, use its Help function or refer to its user manual.

รูปที่ ข.1 ข้อมูลการเชื่อมต่อของเครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า รุ่น C.A.8336

2. Multitek Power Meter Type M850-LCDN-RS–PO

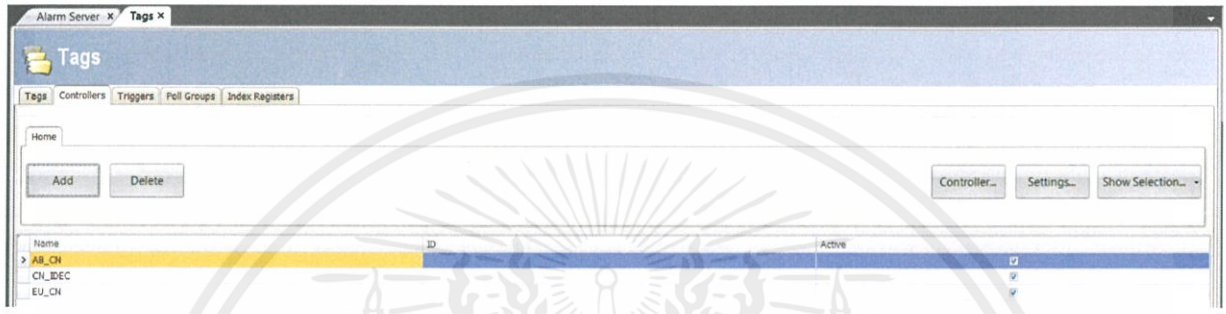
The optional RS485 plug-in module enables the MultiPower to communicate with up to 31 other meters or controllers. Two protocols are offered: the popular Modbus RTU and BACnet MS/TP. The protocols allow the MultiPower to be used with PC, PLC, RTU, Data loggers and SCADA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การเขียนโปรแกรม

1. โปรแกรม iX developer 2.40

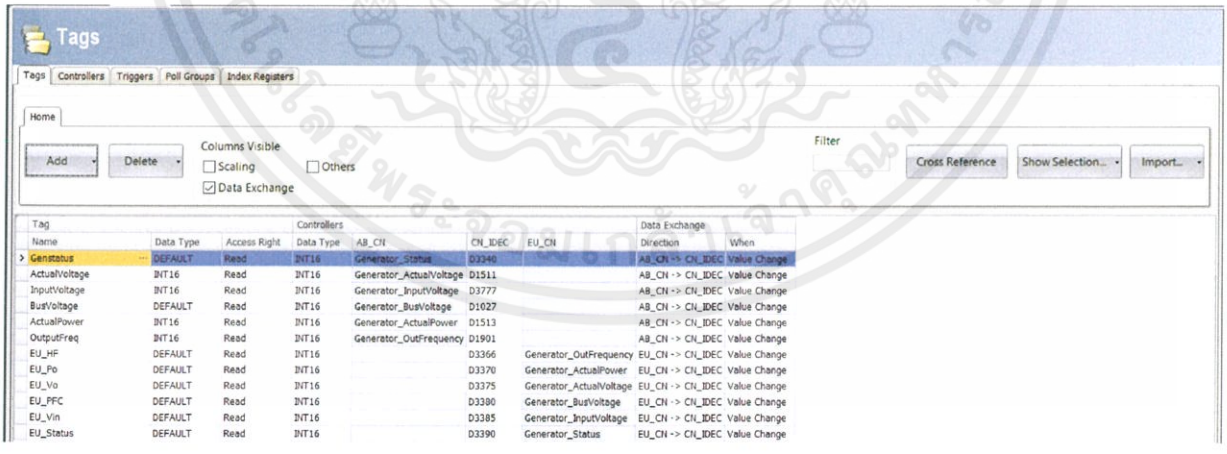


(ก) แสดงหน้าตาคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานของโปรแกรม iX developer 2.40

โดย AB_CN : พีแอลซีของเครื่องโคโรนาที่ 3 ในไลน์การผลิตที่ 8 (IP Address : 10.14.75.41)

EU_CN : พีแอลซีของเครื่องโคโรนาที่ 2 ในไลน์การผลิตที่ 8 (IP Address : 10.14.75.5)

CN_IDEC : พีแอลซีที่ใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้าของเครื่องโคโรนา (IP Address : 10.14.75.75)



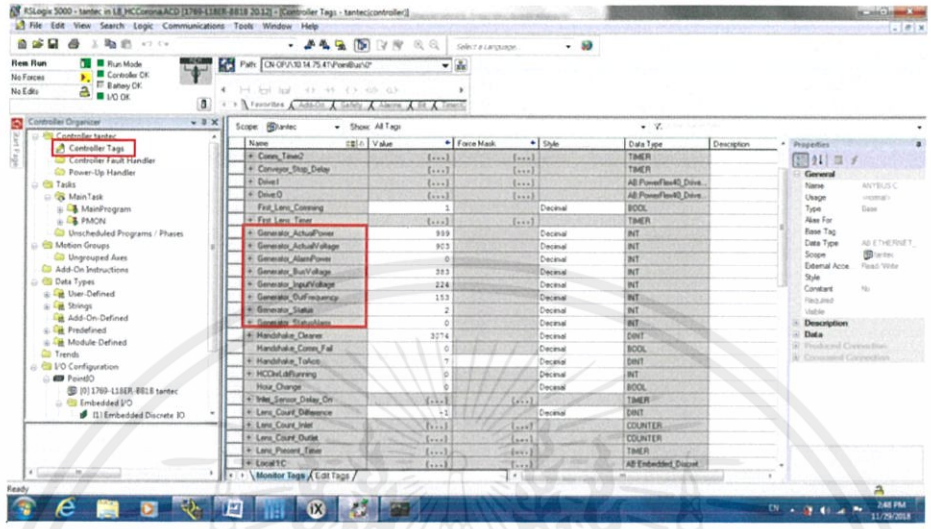
(ข) แสดงแท็กภายในโปรแกรม iX developer 2.40 ที่ใช้ในโครงงาน

โดยจะเชื่อมต่อแท็กของพีแอลซีของเครื่องจักรภายในไลน์การผลิตกับพีแอลซีที่ใช้ในโครงงาน

รูปที่ ค.1 แท็กและคอนโทรลเลอร์ภายในโปรแกรม iX developer 2.40

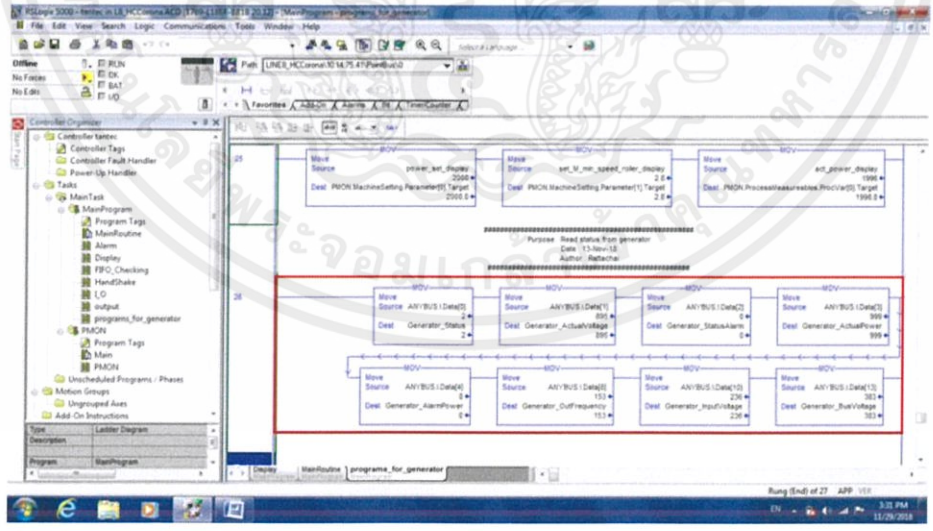
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรม RSLogix5000



(ก) แสดงหน้าคอนโทรลเลอร์แท็กของพีแอลซีในระบบโคโรนา

ในส่วนของพีแอลซีในระบบโคโรนา ไลน์การผลิตที่ 8 ได้มีการเพิ่มแท็กในส่วนของคอนโทรลเลอร์แท็ก เพื่อให้สามารถส่งค่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามายังพีแอลซีของโครงงานได้ เนื่องจาก Box 2 pro ไม่สามารถรับค่าจากแท็กในส่วนของแท็กย่อย หรือรับจากข้อมูลขาเข้า/ขาออกโดยตรงได้

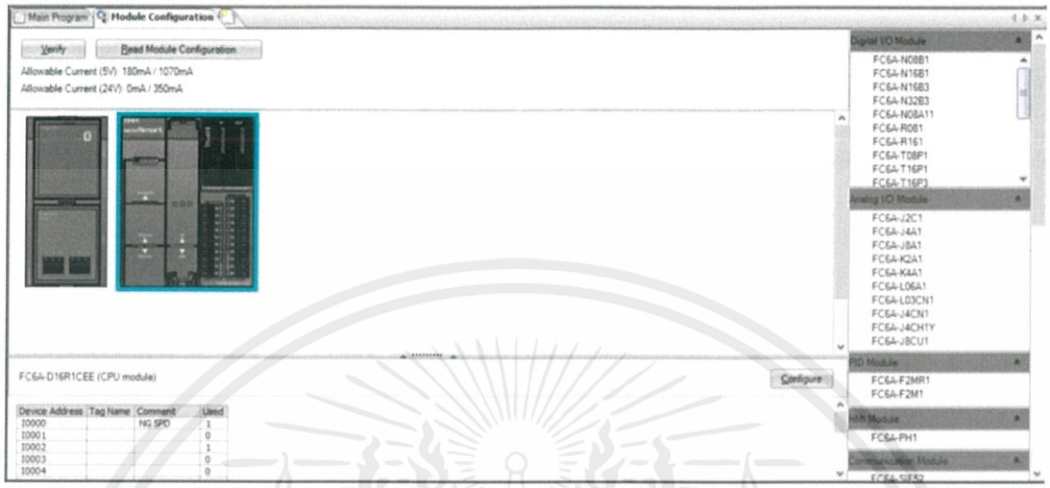


(ข) แลดเดอร์การส่งย้ายค่าจาก Anybus ไปยังแท็กที่ทางผู้จัดทำได้ขอให้ทางวิศวกรเพิ่มเข้าไปในระบบ

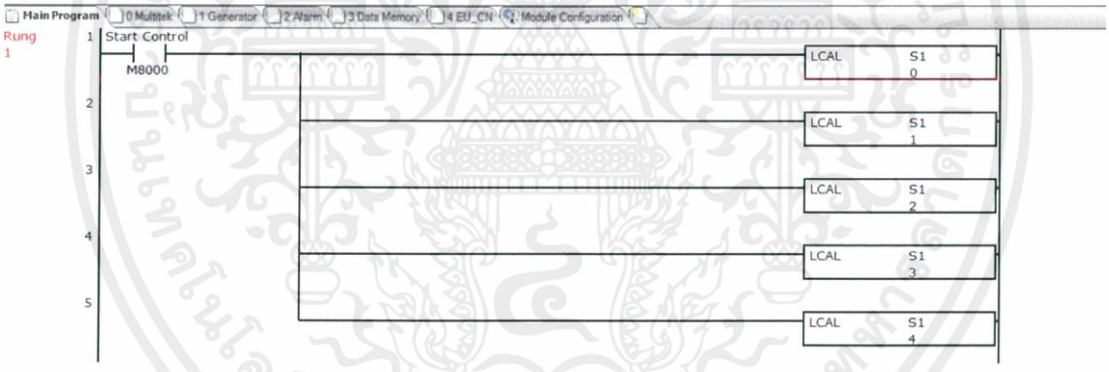
รูปที่ ค.2 แท็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้ทำการเพิ่มเข้าไปในระบบโคโรนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรแกรม WindLDR V8

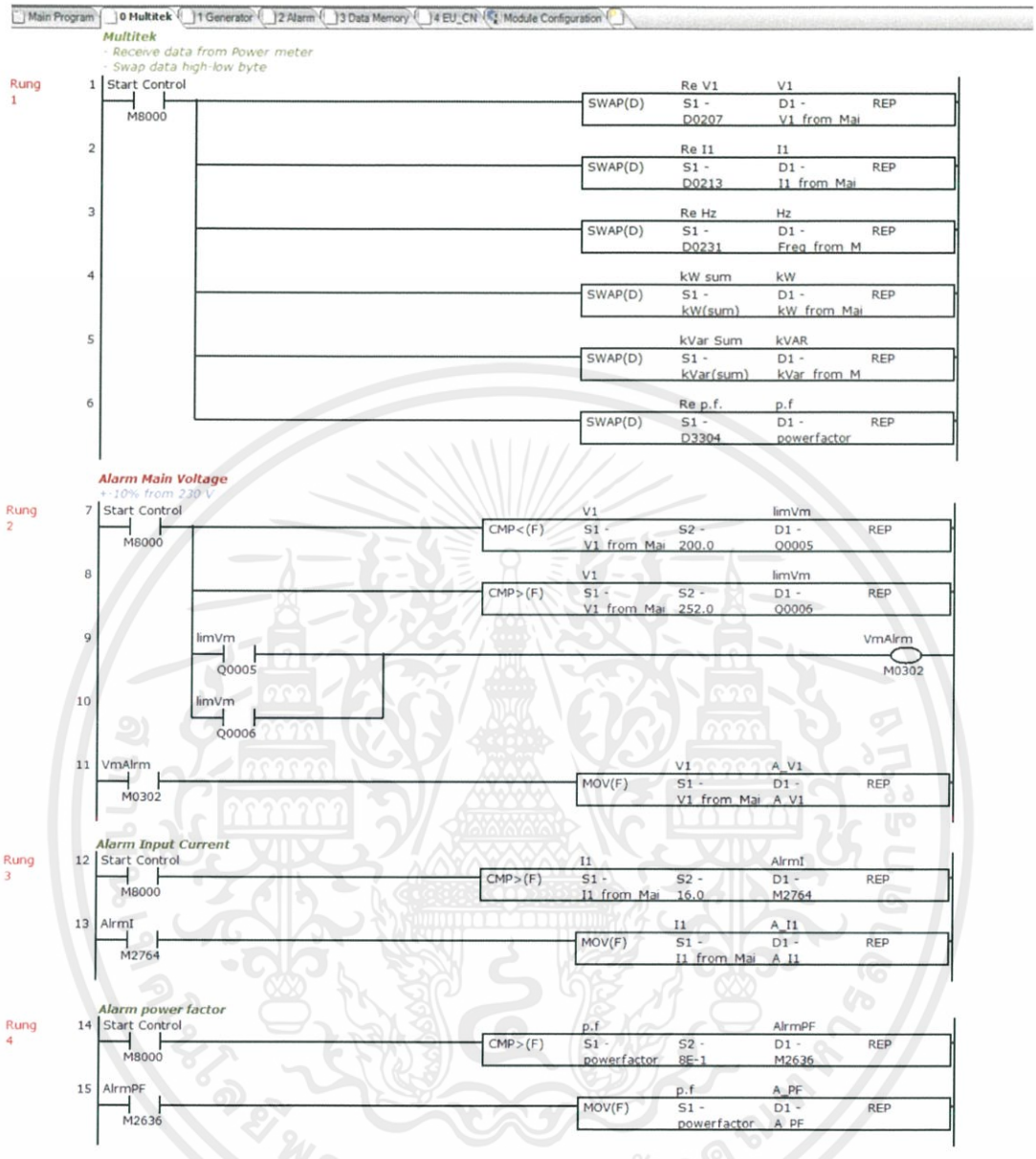


(ก) แสดงหน้าจอการตั้งค่าในส่วนของอุปกรณ์ IDEC ที่มีการใช้งาน



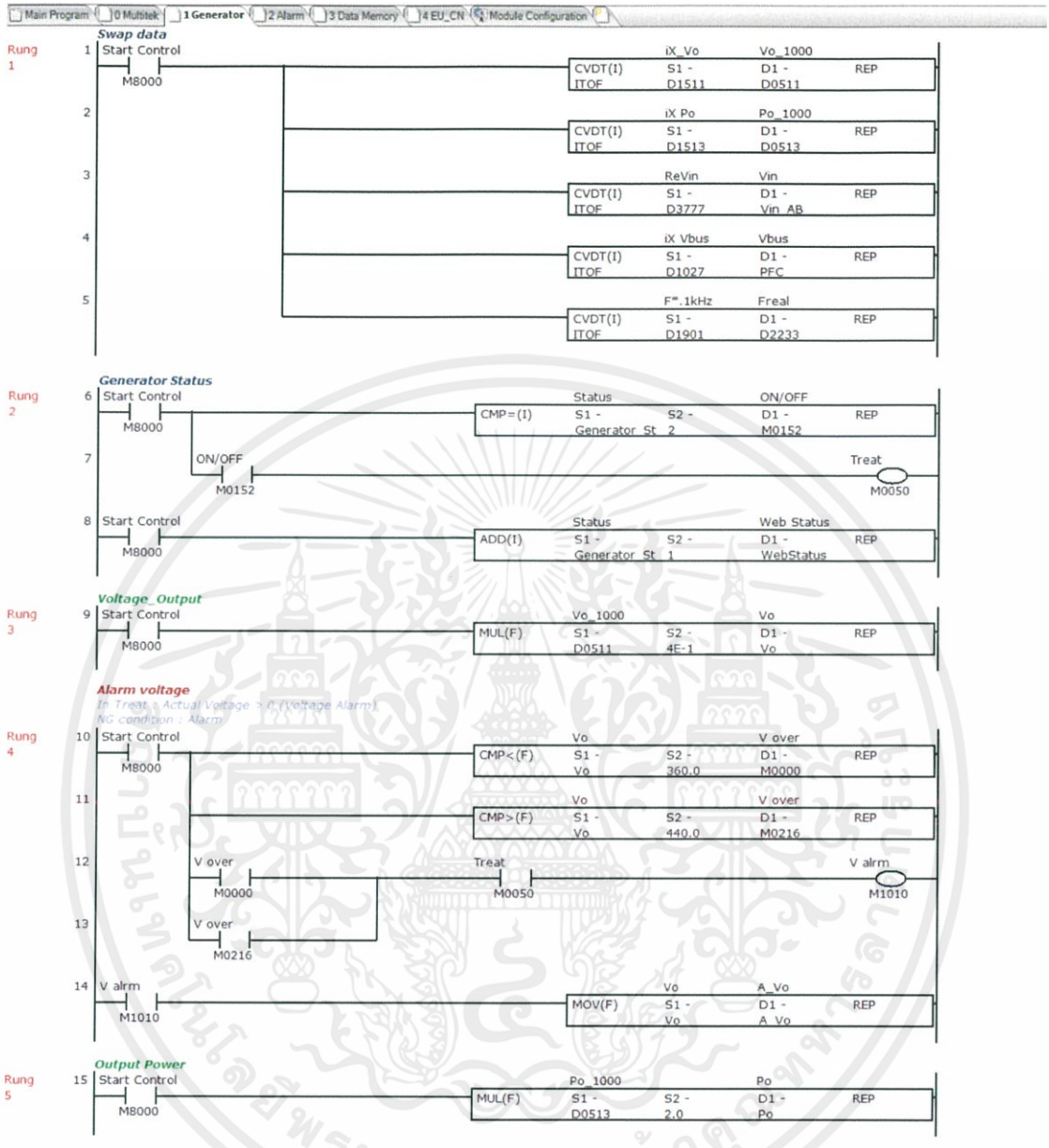
(ข) การเขียนแลดเดอร์ในส่วนของ Main Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



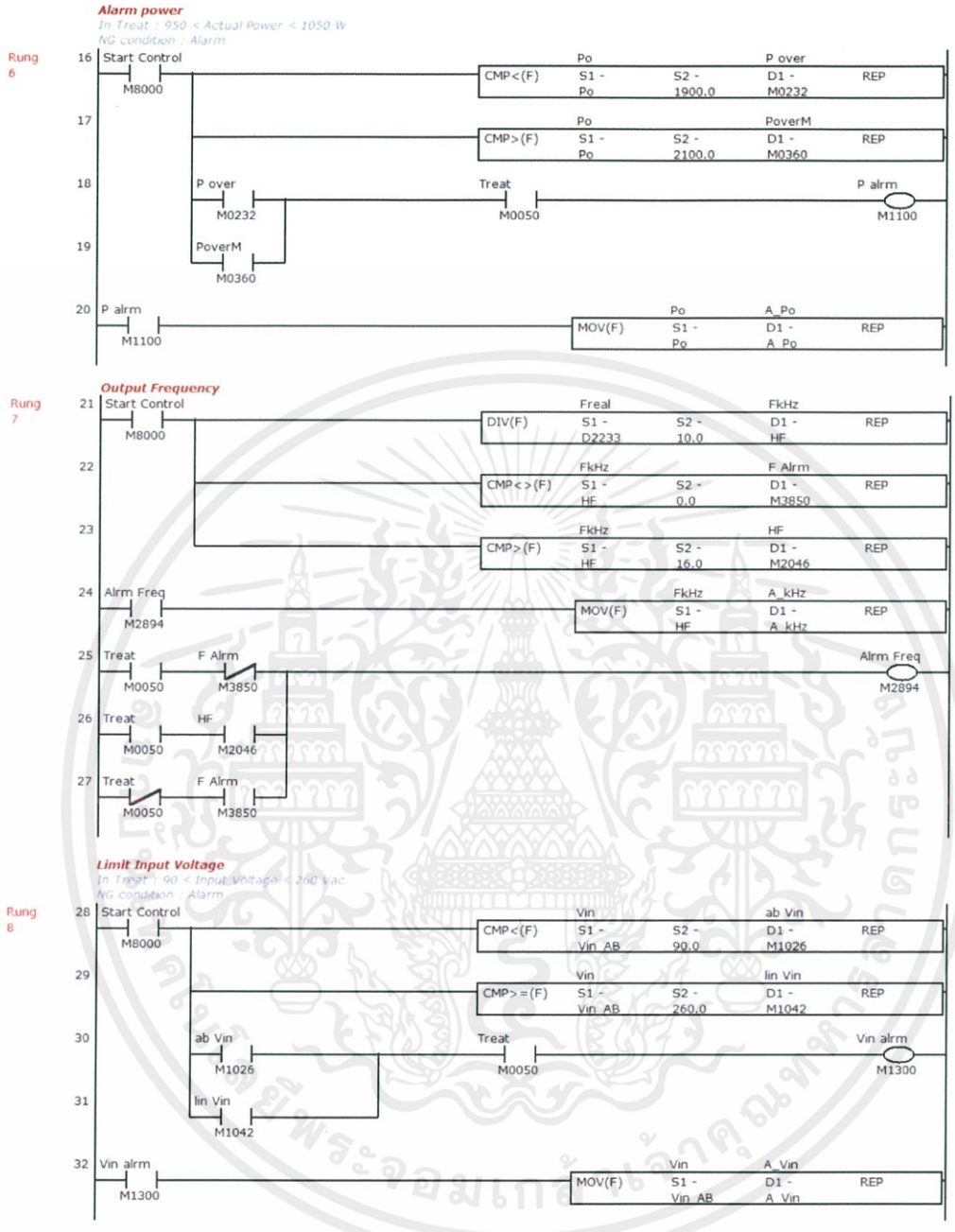
(ค) การเขียนแลดเดอร์โปรแกรมในส่วนของเพาเวอร์มิเตอร์ เป็นแลดเดอร์ใน Subroutine 0 Multitek

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



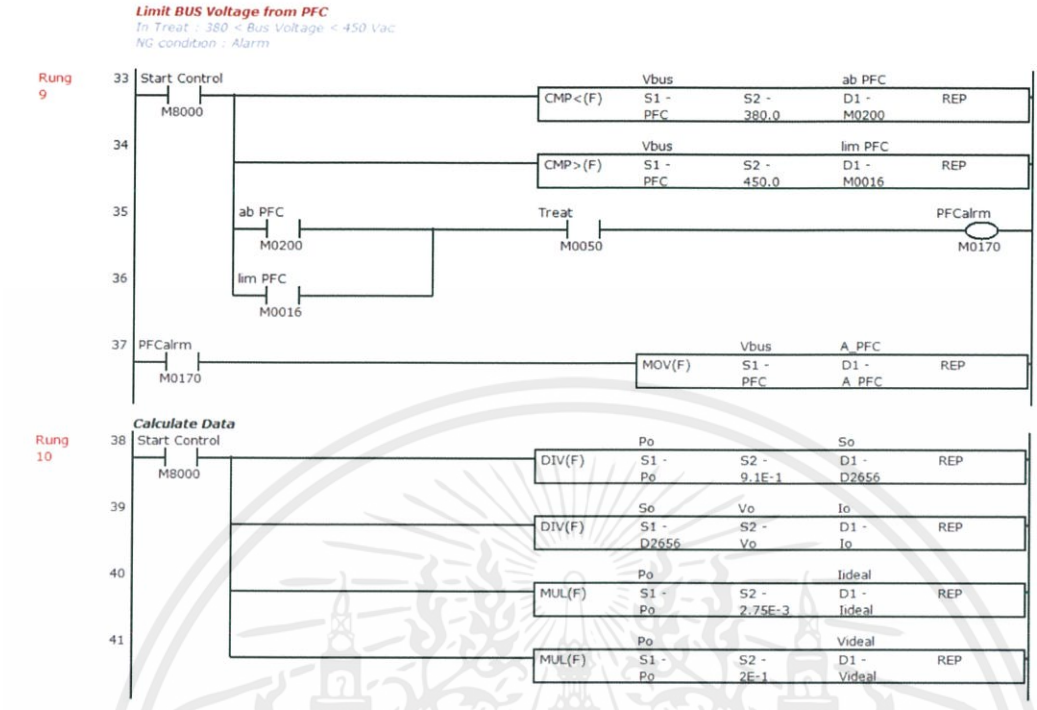
(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

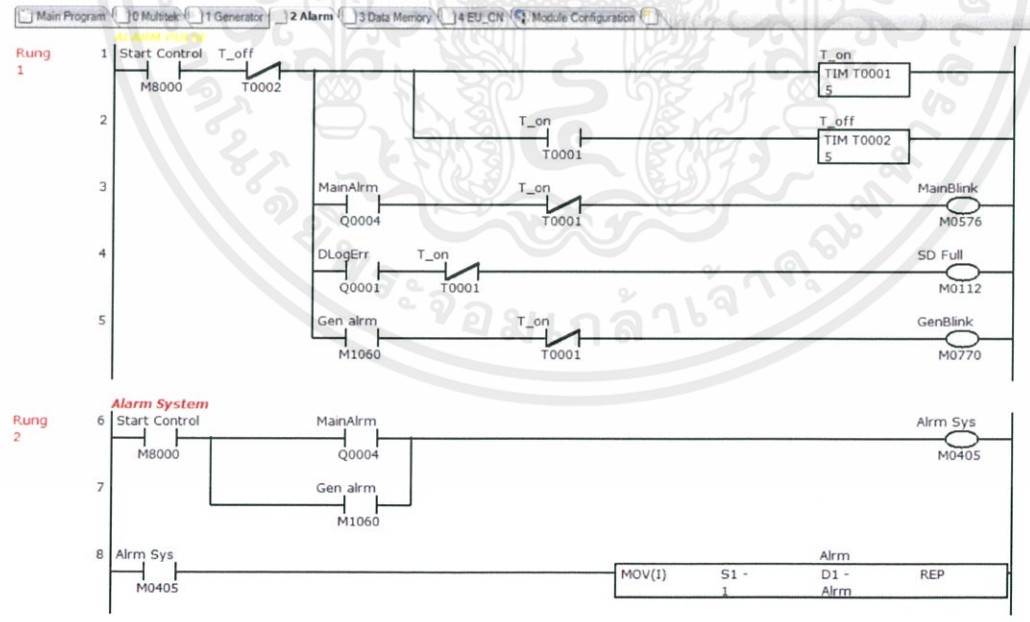


(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

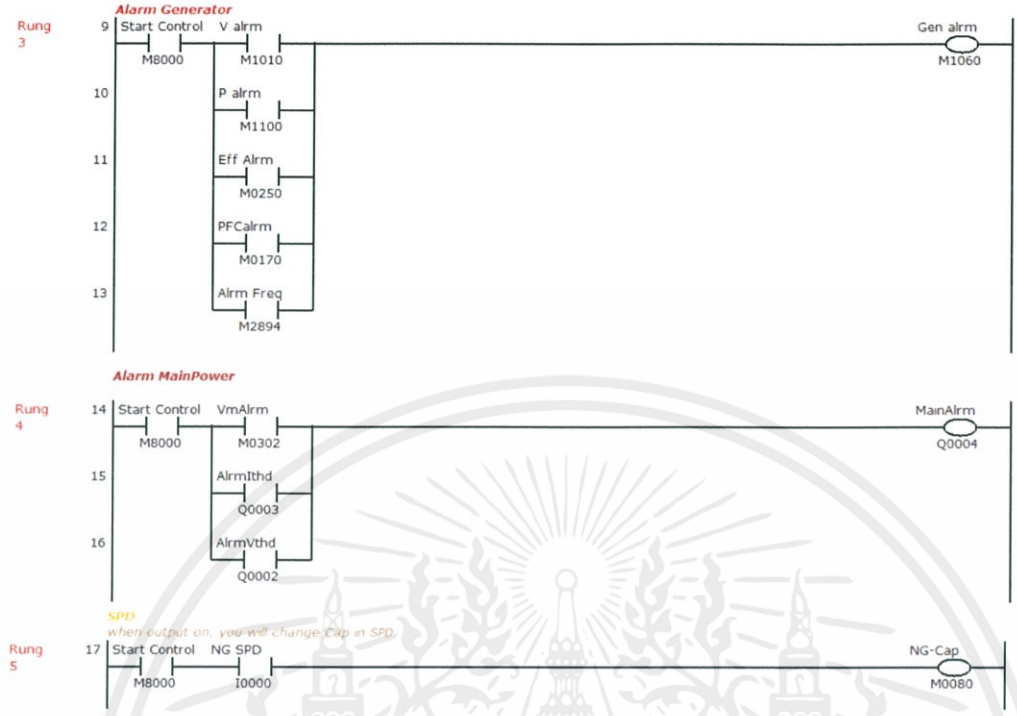


(ง) การเขียนแลดเดอร์โปรแกรมในส่วนของค่าภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ดึงข้อมูลมาจากพีแอลซี ในระบบโคโรนา เครื่องที่ 3 ผ่านทาง Box2 pro เป็นแลดเดอร์ใน Subroutine 1 Generator

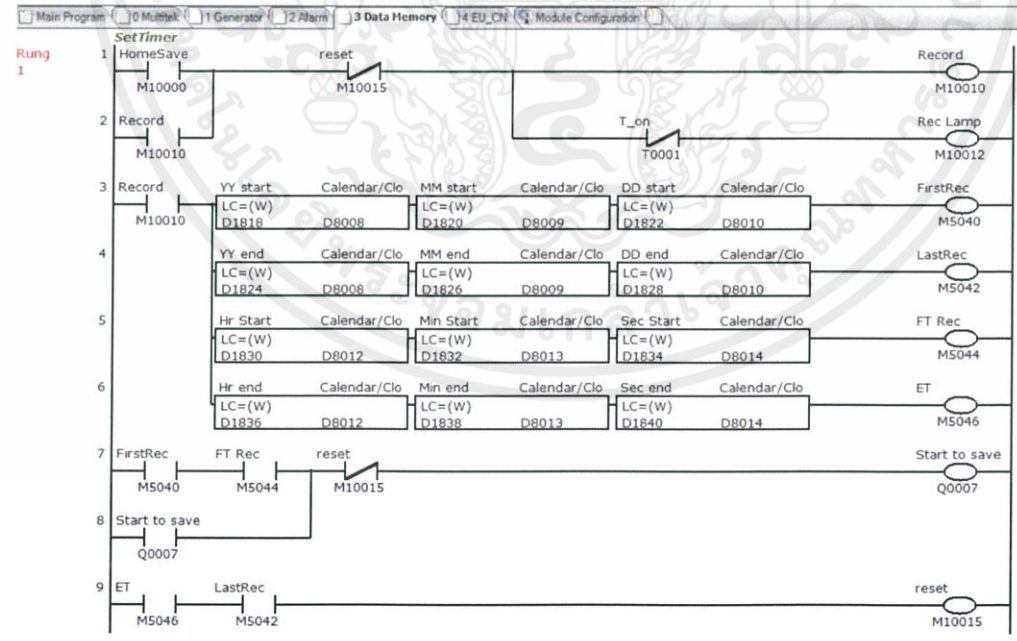


(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

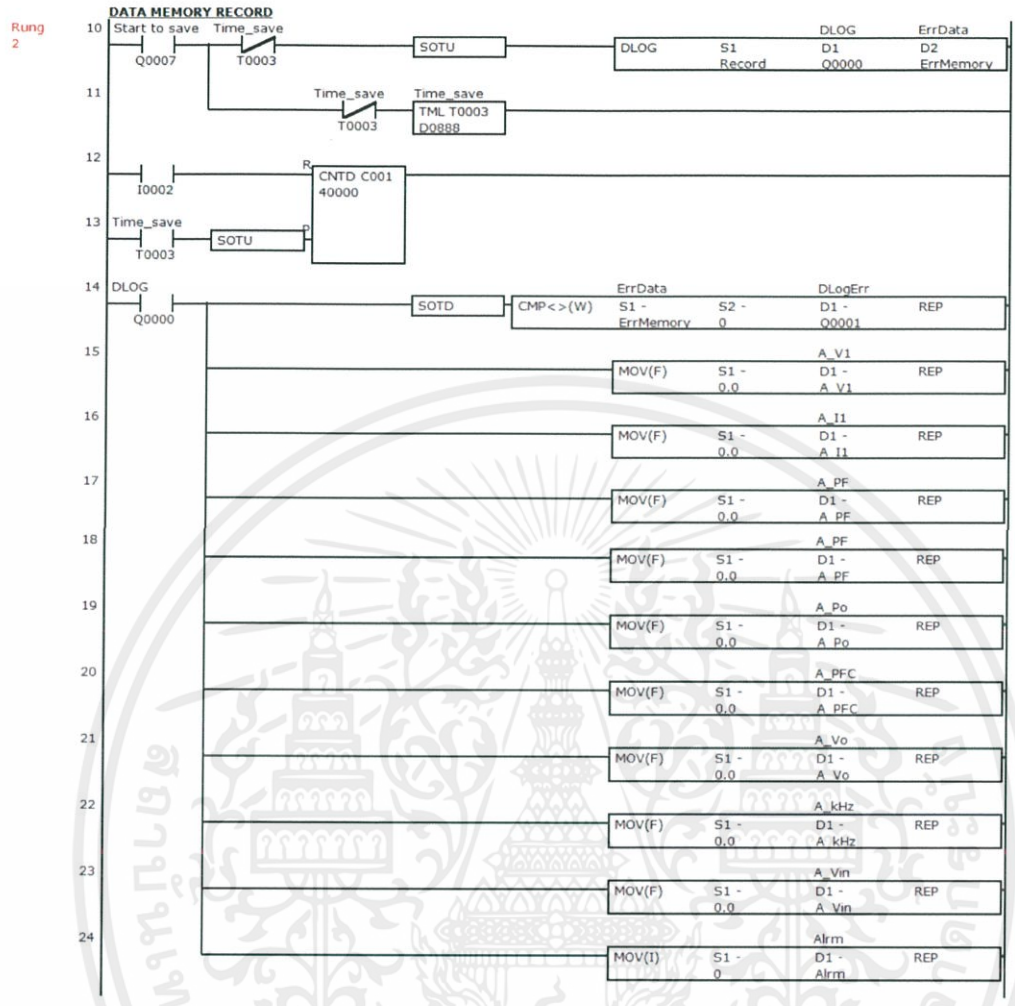


(จ) การเขียนแลดเดอร์โปรแกรมในส่วนของการแจ้งเตือนค่าทางไฟฟ้าที่เกินจากขอบเขตที่กำหนด เป็นแลดเดอร์ใน Subroutine 2 Alarm



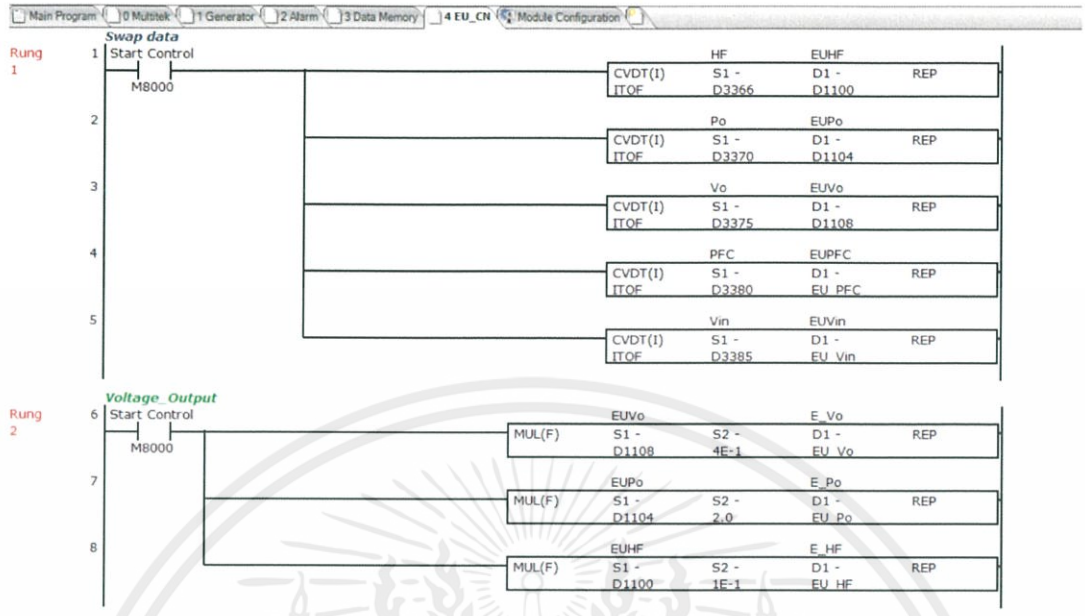
(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ฉ) การเขียนแลดเดอร์โปรแกรมในส่วนของการบันทึกข้อมูล เป็นแลดเดอร์ใน Subroutine 3 Data Memory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ช) การเขียนแลดเดอร์โปรแกรมในส่วนของค่าภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ดึงข้อมูลมาจากพีแอลซีในระบบโคโรนา เครื่องที่ 2 ผ่านทาง Box2 pro เป็นแลดเดอร์ใน Subroutine 1 Generator

รูปที่ ค.3 แสดงการเขียนโปรแกรม WindLDR V8 ในการสั่งการพีแอลซีของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

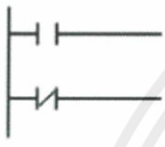
ภาคผนวก ง

คำสั่งของโปรแกรม WindLDR ที่มีการใช้งานในโครงงาน

LOD (Load) and LODN (Load Not)

The LOD instruction starts the logical operation with a NO (normally open) contact. The LODN instruction starts the logical operation with a NC (normally closed) contact.
A total of eight LOD and/or LODN instructions can be programmed consecutively.

Ladder Diagram



Valid Devices

Instruction	I	Q	M	T	C	R	D	P
LOD LODN	0-27 30- 10597	0-17 30- 10597	0-7997 10000- 21247	0- 1999	0- 511	0- 225	0.0-7999.15 10000.15- 61999.15	—

The valid device range depends on the FC6A Series MICROSmart type. For details, see "Device Addresses".

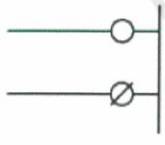
Specify the bit by inserting a "." between the data register number and the bit position.

รูปที่ ง.1 คำอธิบายฟังก์ชัน LOD (Load) และ LODN (Load Not)

OUT (Output) and OUTN (Output Not)

The OUT instruction outputs the result of bit logical operation to the specified device. The OUTN instruction outputs the inverted result of bit logical operation to the specified device.

Ladder Diagram



Valid Devices

Instruction	I	Q	M	T	C	R	D	P
OUT OUTN	—	0-17 30- 10597	0-7997 10000- 21247	—	—	—	0.0-7999.15 10000.15- 61999.15	—

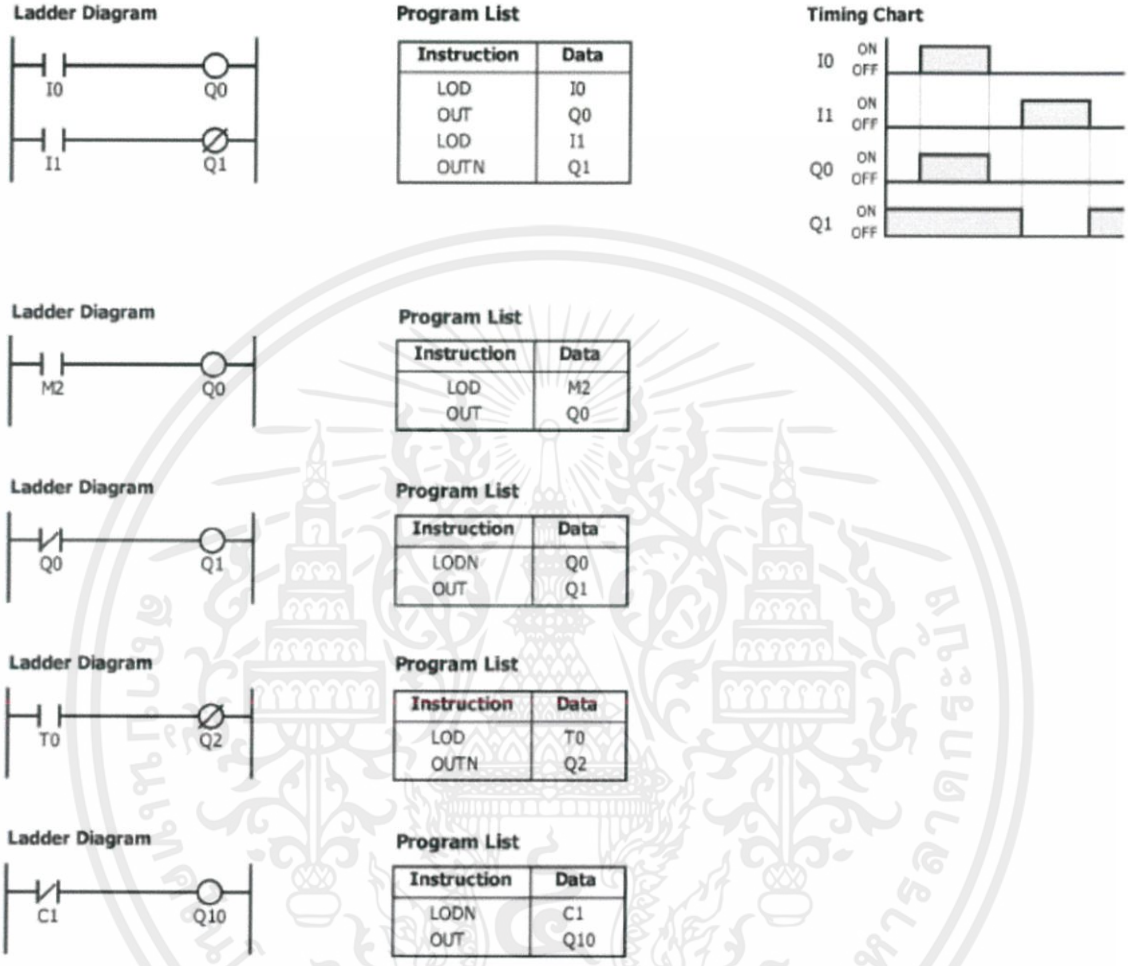
The valid device range depends on the FC6A Series MICROSmart type. For details, see "Device Addresses".

Specify the bit by inserting a "." between the data register number and the bit position.

รูปที่ ง.2 คำอธิบายฟังก์ชัน OUT (Output) และ OUTN (Output Not)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

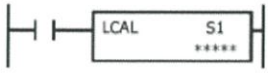
Examples: LOD (Load), OUT (Output), and NOT



รูปที่ ง.3 ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชัน LOD (Load), OUT (Output) และ NOT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LCAL (Label Call)



When input is on, the address with label 0 through 255 assigned by S1 is called. When input is off, no call takes place, and program execution proceeds with the next instruction.

The LCAL instruction calls a subroutine, and returns to the main program after the branch is executed. A LRET instruction (see below) must be placed at the end of a program branch which is called, so that normal program execution resumes by returning to the instruction following the LCAL instruction.

Note: The END instruction must be used to separate the main program from any subroutines called by the LCAL instruction.

A maximum of four LCAL instructions can be nested. When more than four LCAL instructions are nested, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and the ERR LED on the FC6A Series MICROSmart.

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
S1 (Source 1)	Label number to call	—	—	—	—	—	—	X	—	0-255	—

For valid device address ranges, see "Device Addresses".

Since the LCAL instruction is executed in each scan while input is on, a pulse input from a SOTU or SOTD instruction should be used.

Note: Make sure that a LABEL instruction of the label number used for a LCAL instruction is programmed. When designating S1 using other than a constant, the value for the label is a variable. When using a variable for a label, make sure that all probable LABEL numbers are included in the user program. If a matching label does not exist, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and the ERR LED on the FC6A Series MICROSmart.

รูปที่ ง.4 คำอธิบายฟังก์ชัน LCAL (Label Call)

SWAP (Data Swap)

S1 → D1

When input is on, upper and lower byte- or word-data of a word- or double-word-data assigned by S1 are exchanged, and the result is stored to destination assigned by D1.

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
S1 (Source 1)	Binary data to swap	—	—	—	—	—	—	X	—	—	1-99
D1 (Destination 1)	Destination to store conversion result	—	—	—	—	—	—	X	—	—	1-99

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For valid device address ranges, see "Device Addresses".

Since the SWAP instruction is executed in each scan while input is on, a pulse input from a SOTU or SOTD instruction should be used.

Valid Data Types

W (word)	X
I (integer)	—
D (double word)	X
L (long)	—
F (float)	—

When a D (data register) is assigned as the source or destination, 1 point (word data) or 2 points (double-word data) are used. When repeat is assigned, the quantity of device words increases in 1- or 2-point increments.

Examples: SWAP

- **Data Type: W (word)**

When input I0 is turned on, upper- and lower-byte data of the 16-bit data in data register D10 assigned by source device S1 are exchanged, and the result is stored to data register D20 assigned by destination device D1.

- **Data Type: D (double-word)**

When input I1 is turned on, upper- and lower-word data of the 32-bit data in data registers D10 and D11 assigned by source device S1 are exchanged, and the result is stored to data registers D20 and D21 assigned by destination device D1.

รูปที่ ง.5 คำอธิบายฟังก์ชัน SWAP (Data Swapl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CMP= (Compare Equal To)

Data type W or I: S1 = S2 → D1 on

Data type D, L, or F: S1·S1+1 = S2·S2+1 → D1 on

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source devices S1 and S2 are compared. When S1 data is equal to S2 data, destination device D1 is turned on. When the condition is not met, D1 is turned off.

(ก) คำอธิบายฟังก์ชัน CMP= (Compare Equal To)

CMP<> (Compare Unequal To)

Data type W or I: S1≠ S2 → D1 on

Data type D, L, or F: S1·S1+1 ≠ S2·S2+1 → D1 on

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source devices S1 and S2 are compared. When S1 data is not equal to S2 data, destination device D1 is turned on. When the condition is not met, D1 is turned off.

(ข) คำอธิบายฟังก์ชัน CMP<> (Compare Unequal To)

CMP< (Compare Less Than)

Data type W or I: S1 < S2 → D1 on

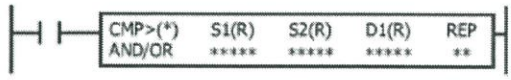
Data type D, L, or F: S1·S1+1 < S2·S2+1 → D1 on

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source devices S1 and S2 are compared. When S1 data is less than S2 data, destination device D1 is turned on. When the condition is not met, D1 is turned off.

(ค) คำอธิบายฟังก์ชัน CMP< (Compare Less Than)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CMP> (Compare Greater Than)



Data type W or I: S1 > S2 → D1 on

Data type D, L, or F: S1·S1+1 > S2·S2+1 → D1 on

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source devices S1 and S2 are compared. When S1 data is greater than S2 data, destination device D1 is turned on. When the condition is not met, D1 is turned off.

(ง) คำอธิบายฟังก์ชัน CMP> (Compare Greater Than)

CMP<= (Compare Less Than or Equal To)

Data type W or I: S1 ≤ S2 → D1 on

Data type D, L, or F: S1·S1+1 ≤ S2·S2+1 → D1 on

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source devices S1 and S2 are compared. When S1 data is less than or equal to S2 data, destination device D1 is turned on. When the condition is not met, D1 is turned off.

(จ) คำอธิบายฟังก์ชัน CMP<= (Compare Less Than or Equal To)

CMP>= (Compare Greater Than or Equal To)

Data type W or I: S1 ≥ S2 → D1 on

Data type D, L, or F: S1·S1+1 ≥ S2·S2+1 → D1 on

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source devices S1 and S2 are compared. When S1 data is greater than or equal to S2 data, destination device D1 is turned on. When the condition is not met, D1 is turned off.

(ฉ) คำอธิบายฟังก์ชัน CMP>= (Compare Greater Than or Equal To)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
Repeat Result	Logical AND or OR operation	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S1 (Source 1)	Data to compare	X	X	X	X	X	X	X	—	X	1-99
S2 (Source 2)	Data to compare	X	X	X	X	X	X	X	—	X	1-99
D1 (Destination 1)	Comparison output	—	X	▲	—	—	—	—	—	—	1-99

For valid device address ranges, see "Device Addresses".

When only S1 and/or S2 is repeated, the logical operation type can be selected from AND or OR.

▲ Special internal relays cannot be designated as D1.

When T (timer) or C (counter) is used as S1 or S2, the timer/counter current value (TC or CC) is displayed.

When F (float) data is selected, only data register and constant can be designated as S1 and S2.

When F (float) data is selected and S1 or S2 does not comply with the normal floating-point format, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. For user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

Valid Data Types

W (word)	X
I (integer)	X
D (double word)	X
L (long)	X
F (float)	X

When a bit device such as I (input), Q (output), M (internal relay), or R (shift register) is assigned as the source, 16 points (word or integer data) or 32 points (double-word or long data) are used. When repeat is assigned for a bit device, the quantity of device bits increases in 16- or 32-point increments.

When a word device such as T (timer), C (counter), or D (data register) is assigned as the source, 1 point (word or integer data) or 2 points (double-word, long, or float data) are used. When repeat is assigned for a word device, the quantity of device words increases in 1- or 2-point increments.

When an output or internal relay is assigned as the destination, only 1 point is used regardless of the selected data type. When repeat is assigned for the destination, outputs or internal relays as many as the repeat cycles are used.

(ซ) คำอธิบายเกี่ยวกับพารามิเตอร์ในฟังก์ชัน CMP (Compare)

รูปที่ ง.6 คำอธิบายฟังก์ชัน CMP (Compare)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOV (Move)

S1 → D1
When input is on, 16- or 32-bit data from device assigned by S1 is moved to device assigned by D1.

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
S1 (Source 1)	First device address to move	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1-99
D1 (Destination 1)	First device address to move to	—	X	▲	X	X	X	X	X	—	1-99

For valid device address ranges, see "Device Addresses".

▲ Special internal relays cannot be designated as D1.

When T (timer) or C (counter) is used as S1, the timer/counter current value (TC or CC) is displayed. When T (timer) or C (counter) is used as D1, the data is written in as a preset value (TP or CP) which can be 0 through 65,535.

When F (float) data is selected, only data register and constant can be designated as S1, and only data register can be designated as D1.

When F (float) data is selected and S1 does not comply with the normal floating-point format, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. For user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

P (index register) can be used only when the data type is L (long).

Valid Data Types

W (word)	X
I (integer)	X
D (double word)	X
L (long)	X
F (float)	X

When a bit device such as I (input), Q (output), M (internal relay), or R (shift register) is assigned as the source or destination, 16 points (word or integer data) or 32 points (double-word or long data) are used. When repeat is assigned for a bit device, the quantity of device bits increases in 16- or 32-point increments.

When a word device such as T (timer), C (counter), or D (data register) is assigned as the source or destination, 1 point (word or integer data) or 2 points (double-word, long, or float data) are used. When repeat is assigned for a word device, the quantity of device words increases in 1- or 2-point increments.

รูปที่ ง.7 คำอธิบายฟังก์ชัน MOV (Move)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CVDT (Convert Data Type)

S1 → D1

When input is on, the data type of the 16- or 32-bit data assigned by S1 is converted and stored to the destination assigned by device D1.

Data types can be assigned for the source and destination, separately

Data Type	W, I	D, L, F
Source	S1	S1·S1+1
Destination	D1	D1·D1+1

When the same data type is assigned for both source and destination, the CVDT instruction has the same function as the MOV instruction.

Unless F (float) data is selected for both source and destination, only the integral number is moved, omitting the fraction.

When the source data exceeds the range of destination data, the destination stores a value closest to the source data within the destination data.

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
S1 (Source 1)	First device address to convert data type	X[*1]	X[*1]	X[*3]	X[*3]	X[*2,*4]	X[*2]	X	—	X	1-99
D1 (Destination 1)	First device address to store converted data	—	X[*1]	X[*1,*3]	X[*3]	X[*2,*4]	X[*2,*4]	X	—	—	1-99

For valid device address ranges, see "Device Addresses".

*1 Cannot be used with data type F (float).

*2 When T/C is used as S1, this is the current value area.

*3 Special internal relays cannot be designated as D1.

*4 When T (timer) or C (counter) is used as S1, the timer/counter current value (TC or CC) is displayed. When T (timer) or C (counter) is used as D1, the data is written in as a preset value (TP or CP) which can be 0 through 65,535.

When a user program execution error occurs, the execution of the instruction is canceled. The value of D1 is left unchanged and the next instruction is executed. For user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Valid Data Types

W (word)	X
I (integer)	X
D (double word)	X
L (long)	X
F (float)	X

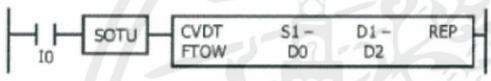
When a bit device such as I (input), Q (output), M (internal relay), or R (shift register) is assigned as the source or destination, 16 points (word or integer data) or 32 points (double-word, long, or float data) are used. When repeat is assigned for a bit device, the quantity of device bits increases in 16- or 32-point increments.

When a word device such as T (timer), C (counter), or D (data register) is assigned as the source or destination, 1 point (word or integer data) or 2 points (double-word, long, or float data) are used. When repeat is assigned for a word device, the quantity of device words increases in 1- or 2-point increments.

Examples: CVDT

- **Data Type: Either S1 or D1 is not F (float)**

Unless F (float) data is selected for both source and destination, only the integral number is moved, omitting the fraction.

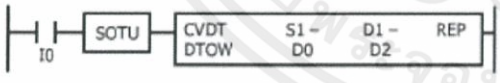


Device	Data Type	Value
Source	F	3.141593
Destination	W	3

When input I0 is turned on, 3 is stored to data register D2.

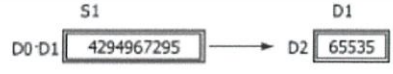
- **Data Type: S1 has a larger data range than D1**

When the source data exceeds the range of destination data type, the destination stores a value closest to the source data within the destination data type.



Device	Data Type	Value
Source	D	4,294,967,295
Destination	W	65,535

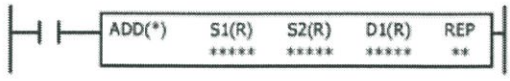
When input I0 is turned on, 65,535 is stored to data register D2.



รูปที่ ง.8 คำอธิบายฟังก์ชัน CVDT (Convert Data Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADD (Addition)



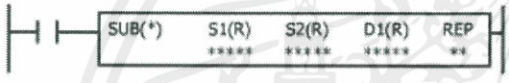
Data type W or I: S1 + S2 → D1, CY

Data type D, L, or F: S1·S1+1 + S2·S2+1 → D1·D1+1, CY

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source devices S1 and S2 are added together. The result is set to destination device D1 and internal relay M8003 (carry or borrow).

(ก) คำอธิบายฟังก์ชัน ADD (Addition)

SUB (Subtraction)



Data type W or I: S1 − S2 → D1, BW

Data type D, L, or F: S1·S1+1 − S2·S2+1 → D1·D1+1, BW

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source device S2 is subtracted from 16- or 32-bit data assigned by source device S1. The result is set to destination device D1 and internal relay M8003 (carry or borrow).

(ข) คำอธิบายฟังก์ชัน SUB (Subtraction)

MUL (Multiplication)

Data type W or I: S1 × S2 → D1·D1+1

Data type D, L, or F: S1·S1+1 × S2·S2+1 → D1·D1+1

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source device S1 is multiplied by 16- or 32-bit data assigned by source device S2. The result is set to destination device D1.

When the result exceeds the valid range for data types D or L, the ERR LED and special internal relay M8004 (user program execution error) are turned on.

(ค) คำอธิบายฟังก์ชัน MUL (Multilication)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIV (Division)

Data type W or I:	S1 ÷ S2 → D1 (quotient), D1+1 (remainder)
Data type D or L:	S1·S1+1 ÷ S2·S2+1 → D1·D1+1 (quotient), D1+2·D1+3 (remainder)
Data type F:	S1·S1+1 ÷ S2·S2+1 →D1·D1+1 (quotient)

When input is on, 16- or 32-bit data assigned by source device S1 is divided by 16- or 32-bit data assigned by source device S2. The quotient is set to 16- or 32-bit destination device D1, and the remainder is set to the next 16- or 32-bit data. Data type F does not generate a remainder.

When S2 is 0 (dividing by 0), the ERR LED and special internal relay M8004 (user program execution error) are turned on.

A user program execution error also occurs in the following division operations.

Data type I: –32768 ÷ (–1)
Data type L: –2147483648 ÷ (–1)

(ง) คำอธิบายฟังก์ชัน DIV (Division)

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
S1 (Source 1)	Data for calculation	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1-99
S2 (Source 2)	Data for calculation	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1-99
D1 (Destination 1)	Destination to store results	—	X	▲	X	X	X	X	X	—	1-99

For valid device address ranges, see "Device Addresses".

▲ Special internal relays cannot be designated as D1.

When T (timer) or C (counter) is used as S1 or S2, the timer/counter current value (TC or CC) is displayed. When T (timer) or C (counter) is used as D1, the data is written in as a preset value (TP or CP) which can be 0 through 65,535.

When F (float) data is selected, only data register and constant can be designated as S1 and S2.

When F (float) data is selected and S1 or S2 does not comply with the normal floating-point format, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. For user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

P (index register) can be used when ADD, SUB, or MUL is programmed with the data type L (long).

Since the binary arithmetic instructions are executed in each scan while input is on, a pulse input from a SOTU or SOTD instruction should be used.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Valid Data Types

W (word)	X
I (integer)	X
D (double word)	X
L (long)	X
F (float)	X

When a bit device such as I (input), Q (output), M (internal relay), or R (shift register) is assigned as the source, 16 points (word or integer data) or 32 points (double-word, long, or float data) are used. When repeat is assigned for a bit device, the quantity of device bits increases in 16- or 32-point increments.

When a word device such as T (timer), C (counter), or D (data register) is assigned as the source, 1 point (word or integer data) or 2 points (double-word, long, or float data) are used. When repeat is assigned for a word device, the quantity of device words increases in 1- or 2-point increments.

Using Carry or Borrow Signals

When the D1 (destination) data exceeds the valid data range as a result of any binary arithmetic operation, a carry or borrow occurs, and special internal relay M8003 is turned on.

Data Type	Carry/borrow Occurs when D1 Exceeds the Range between
W (word)	0 and 65,535
I (integer)	–32,768 and 32,767
D (double word)	0 and 4,294,967,295
L (long)	–2,147,483,648 and 2,147,483,647
F (float)	-3.402823×10^{38} and -1.175495×10^{-38} 1.175495×10^{-38} and 3.402823×10^{38}

(จ) คำอธิบายเกี่ยวกับพารามิเตอร์ในฟังก์ชัน Operation

รูปที่ ง.9 คำอธิบายฟังก์ชัน Operation

TML, TIM, TMH, and TMS (Timer)

Four types of on-delay timers are available: 1-s timer TML, 100-ms timer TIM, 10-ms timer TMH, and 1-ms timer TMS. A total of 2,000 on- and off-delay timers can be programmed in a user program. Each timer must be allocated to a unique number T0 through T1999.

Timer	Device Address	Range	Increments	Preset Value	
TML (1-s timer)	T0 to T1999	0 to 65,535 s	1 s	Constant:	0 to 65,535
TIM (100-ms timer)	T0 to T1999	0 to 6,553.5 s	100 ms	Data registers:	D0 to D7999 D10000 to D61999
TMH (10-ms timer)	T0 to T1999	0 to 655.35 s	10 ms		
TMS (1-ms timer)	T0 to T1999	0 to 65.535 s	1 ms		

For details about device ranges, see "Device Addresses".

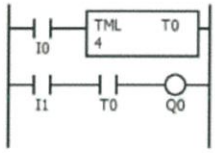
To indirectly specify the value, specify it with a data register number, and specify the value of the data register in the range of 0 to 65,535.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TML (1-s Timer)

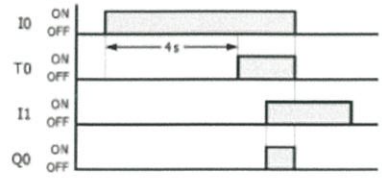
Ladder Diagram (TML)



Program List

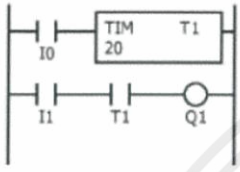
Instruction	Data
LOD	I0
TML	T0
	4
LOD	I1
AND	T0
OUT	Q0

Timing Chart



TIM (100-ms Timer)

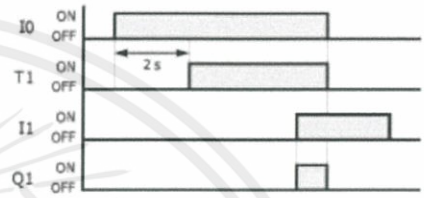
Ladder Diagram (TIM)



Program List

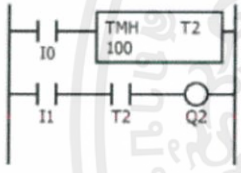
Instruction	Data
LOD	I0
TIM	T1
	20
LOD	I1
AND	T1
OUT	Q1

Timing Chart



TMH (10-ms Timer)

Ladder Diagram (TMH)



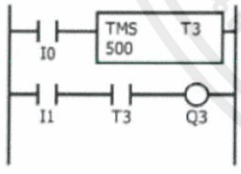
Program List

Instruction	Data
LOD	I0
TMH	T2
	100
LOD	I1
AND	T2
OUT	Q2

Timing Chart

TMS (1-ms Timer)

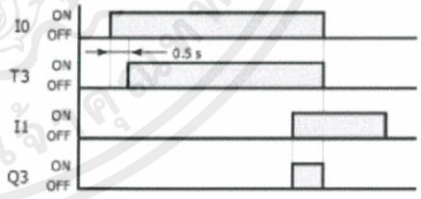
Ladder Diagram (TMS)



Program List

Instruction	Data
LOD	I0
TMS	T3
	500
LOD	I1
AND	T3
OUT	Q3

Timing Chart



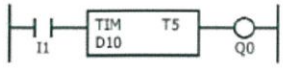
(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timer Circuit

The preset value 0 through 65,535 can be designated using a data register; then the data of the data register becomes the preset value. Directly after the TML, TIM, TMH, or TMS instruction, the OUT, OUTN, SET, RST, TML, TIM, TMH, TMS, TMLO, TIMO, TMHO, or TMSO instruction can be programmed.

Ladder Diagram



Program List

Instruction	Data
LOD	I1
TIM	T5
	D10
OUT	Q0

Note: For restrictions on ladder programming of timer instructions, see ?Restriction on Ladder Programming? on page 40.

- Countdown from the preset value is initiated when the operation result directly before the timer input is on.
- The timer output turns on when the current value (timed value) reaches 0.
- The current value returns to the preset value when the timer input is off.
- Timer preset and current values can be changed using WindLDR without downloading the entire program to the CPU again. From the WindLDR menu bar, select **Online** > **Monitor** > **Monitor**, then **Online** > **Custom** > **New Custom Monitor**.
- If a timer preset value is changed during countdown, the timer remains unchanged for that cycle. The change will be reflected in the next time cycle.

- If a timer preset value is changed to 0, then the timer stops operation, and the timer output is turned on immediately.
- If a current value is changed during countdown, the change becomes effective immediately.
- For data movement when changing, confirming, and clearing preset values, see "Changing, Confirming, and Clearing Preset Values for Timers and Counters". Preset values can also be changed and confirmed using the LCD screen and pushbuttons.
- WindLDR ladder diagrams show TP (timer preset value) and TC (timer current value) in advanced instruction devices.
- The timer instructions (TML, TIM, TMH, TMS) and off-delay timer instructions (TMLO, TIMO, TMHO, TMSO) cannot be used in an interrupt program.
- If used, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and the ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. For details about the user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

รูปที่ ง.10 คำอธิบายฟังก์ชัน Timer

LC= (Load Compare Equal To)

Data type W or I: S1 = S2

Data type D, L, or F: S1:S1+1 = S2:S2+1

This instruction constantly compares 16- or 32- bit data assigned by S1 and S2. When S1 data is equal to S2 data, the output to the following instructions is turned on. When the condition is not met, the output is turned off.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LC<> (Load Compare Unequal To)

Data type W or I: S1 ≠ S2

Data type D, L, or F: S1·S1+1 ≠ S2·S2+1

This instruction constantly compares 16- or 32- bit data assigned by S1 and S2. When S1 data is not equal to S2 data, the output to the following instructions is turned on. When the condition is not met, the output is turned off.

LC< (Load Compare Less Than)

Data type W or I: S1 < S2

Data type D, L, or F: S1·S1+1 < S2·S2+1

This instruction constantly compares 16- or 32- bit data assigned by S1 and S2. When S1 data is less than S2 data, the output to the following instructions is turned on. When the condition is not met, the output is turned off.

LC> (Load Compare Greater Than)

Data type W or I: S1 > S2

Data type D, L, or F: S1·S1+1 > S2·S2+1

This instruction constantly compares 16- or 32- bit data assigned by S1 and S2. When S1 data is greater than S2 data, the output to the following instructions is turned on. When the condition is not met, the output is turned off.

LC<= (Load Compare Less Than or Equal To)

Data type W or I: S1 ≤ S2

Data type D, L, or F: S1·S1+1 ≤ S2·S2+1

This instruction constantly compares 16- or 32- bit data assigned by S1 and S2. When S1 data is less than or equal to S2 data, the output to the following instructions is turned on. When the condition is not met, the output is turned off.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LC>= (Load Compare Greater Than or Equal To)

Data type W or I: S1 ≥ S2

Data type D, L, or F: S1·S1+1 ≥ S2·S2+1

This instruction constantly compares 16- or 32- bit data assigned by S1 and S2. When S1 data is greater than or equal to S2 data, the output to the following instructions is turned on. When the condition is not met, the output is turned off.

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
S1 (Source 1)	Data to compare	X	X	X	X	X	X	X	—	X	—
S2 (Source 2)	Data to compare	X	X	X	X	X	X	X	—	X	—

For valid device address ranges, see "Device Addresses".

When T (timer) or C (counter) is used, the timer/counter current value (TC or CC) is displayed.

When F (float) data is selected, only data register and constant can be designated.

When F (float) data is selected and S1 or S2 does not comply with the normal floating-point format, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. The output to the following instructions is turned off. For user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

Valid Data Types

W (word)	X
I (integer)	X
D (double word)	X
L (long)	X
F (float)	X

When a bit device such as I (input), Q (output), M (internal relay), or R (shift register) is assigned, 16 points (word or integer data) or 32 points (double-word or long data) are used.

When a word device such as T (timer), C (counter), or D (data register) is assigned, 1 point (word or integer data) or 2 points (double-word, long, or float data) are used.

รูปที่ ง.11 คำอธิบายฟังก์ชัน LC (Load Compare)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOTU and SOTD (Single Output Up and Down)

The SOTU instruction "looks for" the transition of a given input from off to on. The SOTD instruction looks for the transition of a given input from on to off. When this transition occurs, the desired output will turn on for the length of one scan. The SOTU or SOTD instruction converts an input signal to a "one-shot" pulse signal.

A total of 3,072 SOTU and SOTD instructions can be used in a user program.

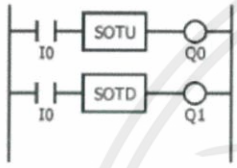
If operation is started while the given input is already on, the SOTU output will not turn on. The transition from off to on is what triggers the SOTU instruction.

The SOTU or SOTD instructions cannot be used in an interrupt program.

If used, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and the ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. For details about the user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

When a CPU relay is defined as the SOTU or SOTD output, it may not operate if the scan time is not compatible with relay requirements.

Ladder Diagram

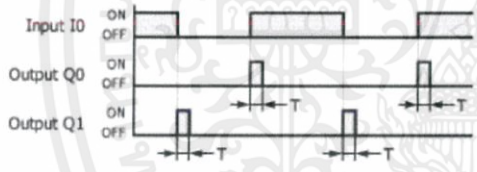


Program List

Instruction	Data
LOD	I0
SOTU	
OUT	Q0
LOD	I0
SOTD	
OUT	Q1

Note: For restrictions on ladder programming of SOTU and SOTD instructions, see "Restriction on Ladder Programming".

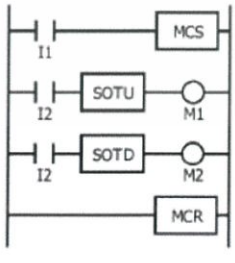
Timing Chart



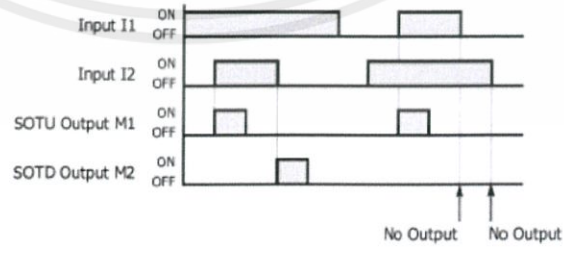
Note: "T" equals one scan time (one-shot pulse).

There is a special case when the SOTU and SOTD instructions are used between the MCS and MCR instructions (see "MCS and MCR (Master Control Set and Reset)"). If input I2 to the SOTU instruction turns on while input I1 to the MCS instruction is on, then the SOTU output turns on. If input I2 to the SOTD instruction turns off while input I1 is on, then the SOTD output turns on. If input I1 turns on while input I2 is on, then the SOTU output turns on. However, if input I1 turns off while input I2 is on, then the SOTD output does not turn on as shown below.

Ladder Diagram



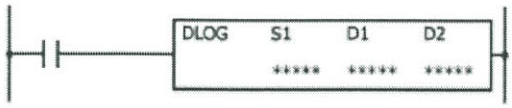
Timing Chart



รูปที่ ง.12 คำอธิบายฟังก์ชัน SOTU และ SOTD (Single Output Up and Down)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DLOG (Data Log)



The DLOG instruction saves the values of the specified devices in the specified data format as a CSV file on the SD memory card.

When the input is on, the date and time and the values of the specified devices are output to the CSV file in the folder assigned by S1. When the execution of the instruction finishes, the device assigned by D1 is turned on and the execution status is stored to the device assigned by D2.

When the folder assigned by S1 does not exist on the SD memory card, that folder is created. The folder path is "FCDATA01\DATALOG\User specified folder." For details on the folder structure, see Chapter 11 "SD Memory Card" in the "FC6A Series MICROSmart User's Manual".

The filename of created CSV files is as follows:

- **All-in-One CPU module:**

The CSV file name is "DATE.csv." The date when the DLOG instruction is turned on is used as DATE.
Example: When the date is December 30, 2015, the file name is "20151230.csv".

- **Plus CPU module:**

A new folder "YYYYMMDD" (Year, Month, and Date) is created and csv files are stored in the folder. Underscore "_" and 2-digit number "00 to 99" are appended to the csv filenames. When the file size exceeds the log data file size, a new file is created and 2-digit number is incremented and appended to the filename.
Example: When the date is April 1, 2017 and the first file in the day is created, the file is "20170401 \20170401_00.csv".

When a CSV file with the same date does not exist in the folder designated by S1, the CSV file is created and the header and the log data is output.

Output example

Time	D0010	← Header
2015/12/30 08:30:23	12345	← Log data

When a CSV file with the same date already exists in the folder designated by S1, only the log data is appended to the CSV file.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output example

Time	D0010	
2015/12/30 08:30:23	12345	
2015/12/30 17:30:23	1212	←Appended log data

When the execution of DLOG instruction finishes, the device designated by D1 is turned on and the status code is stored to the device designated by D2 according to the execution result. For status codes, see "3. D2 (destination 2): Execution Status".

Notes:

- When the FC6A Series MICROSmart starts running and DLOG instruction is executed, the header is appended to the CSV file even if the same DLOG instruction was executed previously within the same day.

Output example

Time	D0010	←Header
2015/12/30 08:30:23	12345	←Log data
Time	D0020	←Appended header
2015/12/30 17:30:23	1212	←Log data

- For details on the SD memory card specification, see Chapter 11 "SD Memory Card" in the "FC6A Series MICROSmart User's Manual".
- For the configuration of the maximum log file size, see Chapter 5 "Functions and Settings" in the "FC6A Series MICROSmart User's Manual".

Notes:

- The number of DLOG instructions that can be programmed in a user program is 48. However, make sure that the folder name specified by the DLOG instruction is not duplicated by any folder names specified by the other DLOG instructions. When the folders are duplicated, log data with a mixed format is output to the same CSV file.
- The DLOG instruction cannot be used in an interrupt program. If used, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and the ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. For details about the user program execution errors, see "User Program Execution Errors".
- While the input to DLOG instruction is on, log data is repeatedly output to the CSV file. When you want to output the log data only one time, add a SOTU (single output up instruction) or SOTD (single output down instruction) to the input condition. For SOTU or SOTD, see "SOTU and SOTD (Single Output Up and Down)".
- The process of writing data to the SD memory card for the DLOG instruction takes several scans. Once a DLOG instruction is executed, the process continues until the log data transfer is complete, regardless of any change in the instruction input. While the log data is being written to the SD memory card, instructions are not being executed, even when the inputs to DLOG instructions are turned on. To execute the DLOG instruction again, confirm that the previous data transfer process has finished, and then execute the instruction.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Valid Devices

Device	Function	I	Q	M	R	T	C	D	P	Constant	Repeat
S1 (Source 1)	Folder name (Note)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1 (Destination 1)	Completion output	—	X	▲	—	—	—	—	—	—	—
D2 (Destination 2)	Execution status	—	—	—	—	—	—	▲	—	—	—

Note: Specify the folder name by entering characters.

▲ Special internal relays cannot be designated as D1. Special data registers cannot be designated as D2.

Settings

1. S1 (source 1): Folder Name

Specify the folder name on the SD memory card to store the log data with a desired text up to 8 single-byte alphanumeric characters.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes:

- The following single-byte characters cannot be used in the folder names:
  / \ : * ? " < > | # { } % & ~
- Consecutive periods cannot be used in folder names.
- A period cannot be used at the start or the end of the folder name.
- Single-byte spaces at the start or the end of the folder name are omitted.

2. D1 (destination 1): Completion Output

Specify the device that turns on when the transfer of log data to a SD card and the execution of the DLOG instruction are complete. This device is turned on regardless of the success or failure of transferring log data to the SD memory card.

3. D2 (destination 2): Execution Status

Specify the device to store the status code. One of the following status codes is stored according to the DLOG instruction execution status and result.

All-in-One CPU module

Status Code	Status	Description
0	Normal	—
1	SD memory card insertion error	The SD memory card is not inserted
2	SD memory card capacity error	The SD memory card is full
3	SD memory card writing error	Writing log data to the SD memory card fails
4	CSV file capacity error	The CSV file has exceeded the upper limit of the log data size
5	SD memory card protection error	The SD memory card is write protected
6	SD memory card access error	DLOG instruction is executed while another DLOG instruction or TRACE instruction is being executed
7	Characters conversion error	Converting log data to numeric characters fails
8	Folder creation error	Creating the folder fails
9	CSV file open error	Opening the CSV file fails
32	Executing DLOG instruction	Writing log data to SD memory card is in progress

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plus CPU module

Status Code	Status	Description
0	Normal	—
1	—	—
2	SD memory card capacity error	The SD memory card is full
3	SD memory card writing error	Writing log data to the SD memory card fails
4	CSV file capacity error	The number of CSV files in one folder for one day has exceeded 99 files (YYYYMMDD_01.csv to YYYYMMDD_99.csv)
5	SD memory card protection error	The SD memory card is write protected
6	SD memory card access error	DLOG instruction is executed while another DLOG instruction or TRACE instruction is being executed
7	Characters conversion error	Converting log data to numeric characters fails
8	Folder creation error	Creating the folder fails
9	CSV file open error	Opening the CSV file fails
10	Normal (Stored in RAM)	Because SD memory card is not inserted, log data is stored in Plus CPU module RAM. If the power to the PLC is turned off without inserting SD memory card, all logged data are cleared. When SD memory card is not inserted and the log data exceeds 1 MB, "11. RAM overflow" occurs.
11	RAM overflow	The total amount of log data exceeds 1MB while SD memory card is not inserted
32	Executing DLOG instruction	Writing log data to SD memory card is in progress

4. Settings

The following is a list of the device and display types that can be set as the data to be output to the CSV files.

Display Type	Valid Devices
DEC(W)	TC, TP, CC, CP, D
DEC(I)	D
DEC(D)	CC, CP, D
DEC(L)	D
DEC(F)	D
HEX(W)	TC, TP, CC, CP, D
HEX(D)	CC, CP, D
BIN(B)	I, Q, M, R, T, C

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Tag Name

Enter tag names or device addresses to specify the devices whose values are output to the CSV files.

6. Device Address

When the devices are specified as tag names, the corresponding device addresses are shown.

7. Display Type

Select the display type from the following table for each device for when the device values are output to the CSV file.

Display Type	Range	Maximum Characters
DEC(W)	0 to 65,535	5
DEC(I)	-32,768 to 32,767	6
DEC(D)	0 to 4,294,967,295	10
DEC(L)	-2,147,483,648 to 2,147,483,647	11
DEC(F)	-3.402823E+38 to 3.402823E+38	13
HEX(W)	0000 to FFFF	4
HEX(D)	00000000 to FFFFFFFF	8
BIN(B)	0 or 1	1

8. Repeat

The data in as many consecutive devices as the specified repeat, starting from the specified device address, are output to the SD memory card.

For example, when the display type of D10 is DEC(W) and the repeat is set to 5, the data is output to SD memory card as follows.

Time	D0010	D0011	D0012	D0013	D0014	
2015/12/30 15:40:00	12345	1	5	12	111	←Log data 1
2015/12/30 15:41:00	1212	3	7	35	222	←Log data 2
2015/12/30 15:42:00	345	4	99	79	333	←Log data 3

9. Logging data size

The amount of memory that the DLOG instruction uses for the current log settings is shown. The amount of memory used increases when a device to log the data is added. You can register up to a maximum of 64 devices (the total amount of memory must be less than or equal to 1,024 bytes). One byte of memory area is required for each character.

10. Remaining size

The amount of free memory (the difference between the logging data size and 1,024 bytes) is shown.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CSV File Output Format and File Format Configuration

- **Output format**

The CSV file output format is as follows.

```
Time,D0010,D0020,D0030,D0050,D0060
2015/12/30 15:40:00,12345,1,5,12,111
2015/12/30 15:41:00,1212,3,7,35,222
2015/12/30 15:42:00,345,4,99,79,333
                    :
                    :
                    :
```

When the DLOG instruction is executed and the CSV file for the same date does not exist in the folder designated by S1, a new CSV file is created and the header and the log data 1 are output as shown in above output format example. If the DLOG instruction is executed again on the same date, the log data 2 is appended to the CSV file. Similarly, if the DLOG instruction is executed again on the same date, log data 3 is appended to the CSV file.

When the date changes and the DLOG instruction is executed, a new CSV file with a new file name is created and the header and the log data is output.

- **File format**

The decimal symbol and separating character in CSV files can be specified in the function area settings. For details, see Chapter 11 "SD Memory Card" in the "FC6A Series MICROSmart User's Manual".

Examples: DLOG

When M0 is turned on, the decimal values of D0 through D5 (data type W (word)) and D10 (data type F (floating point)) are saved in a CSV file in the "RESULT" folder on the SD memory card every 10 seconds.

Output example

Time	D0000	D0001	D0002	D0003	D0004	D0005	D0010
2012/02/06 10:20:30	12345	0	0	56789	0	0	-3.402823E+38
2012/02/06 10:20:40	12345	0	0	56789	0	0	-3.402823E+38
2012/02/06 10:20:50	12345	0	0	56789	0	0	-3.402823E+38

The sample user program described below operates as follows.

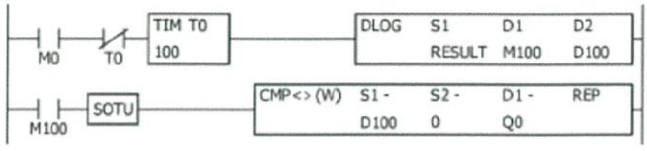
- M100 is turned on when the transfer of log data has finished transferring to the SD memory card is complete.
- The DLOG instruction status code is stored in D100.
- The status code saved in D100 is checked and Q0 is turned on if an error occurs.

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• **Configuration Procedure**

1. Create the ladder program.



2. Configure the DLOG instruction.

Configure the Devices tab.

(1) Designate M0100 as D1 (Completion Output).

(2) Designate D0100 as D2 (Execution Status).

Configure the Settings tab.

(3) Enter "RESULT" in **S1 (Folder Name)**.

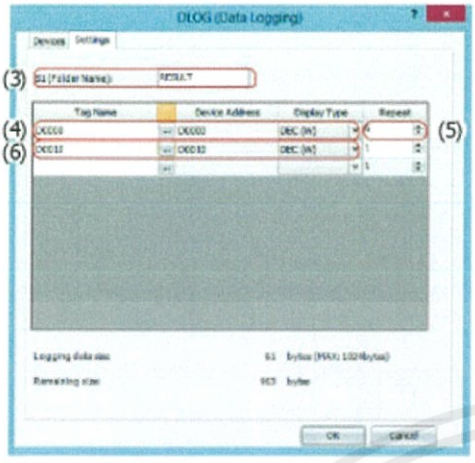
(4) Configure D0000 to output the decimal value of D0000 to the CSV files with the data type W (word).

(5) Set the repeat to 6 to output the values of D0000 through D0005 to the CSV files.

(6) Configure D0010 to output the decimal value of D0010 to the CSV files with the data type F (float).

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The configuration is now completed.

- **Operation Description**

10 seconds after M0 is turned on, the DLOG instruction is executed one time. When the DLOG instruction is executed, the data of D0 through D5 and D10 are output to the CSV file on the SD memory card as decimal values along with the current date and time.

The saved location of CSV files is FCDATA01\DATALOG\RESULT. The oldest data is saved at the top of the log data, and the latest data is saved at the bottom of the log data.

When the execution of the DLOG instruction is complete, the completion output M100 is turned on and the CMP instruction is executed once. The CMP instruction compares the status code stored in the execution status D100 with 0 and turns Q0 on or off. Q0 is turned on when an error occurs in the DLOG instruction.

While M0 is on, the log data is appended to the CSV file every 10 seconds.

Output results

Time	D0000	D0001	D0002	D0003	D0004	D0005	D0010
2012/02/06 10:20:30	12345	0	0	56789	0	0	-3.402823E+38
2012/02/06 10:20:40	12345	0	0	56789	0	0	-3.402823E+38
2012/02/06 10:20:50	12345	0	0	56789	0	0	-3.402823E+38

รูปที่ ง.13 คำอธิบายฟังก์ชัน DLOG (Data Logging)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CNTD, CDPD, and CUDD (Double-Word Counter)

Three types of double-word counters are available; adding (up) counter CNTD, dual-pulse reversible counter CDPD, and up/down selection reversible counter CUDD. A total of 256 double-word counters can be programmed in a user program. Each double-word counter uses 2 consecutive devices starting with the allocated device, which can be C0 through C510. Once used in a user program, counters cannot be used in any other counter instructions.

Counter	Device Address	Preset Value	
CNTD (double-word adding counter)	C0 to C510	Constant:	0 to 4,294,967,295
CDPD (double-word dual-pulse reversible counter)	C0 to C510	Data registers:	D0 to D7999 D10000 to D61999
CUDD (double-word up/down selection reversible counter)	C0 to C510		

For details about device ranges, see "Device Addresses".

The preset value can be 0 through 4,294,967,295 and designated using a constant or a data register. If a data register is designated as the preset value, two consecutive data registers are used.

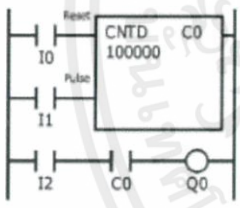
CNTD (Double-Word Adding Counter)

For a constant, specify the value in the range of 0 to 4,294,967,295.

To indirectly specify the value, specify it with a data register number, and specify the value of the data register in the range of 0 to 4,294,967,295.

The preset value can be designated using a constant or a data register. When a data register is used, the double-word data of two consecutive data registers becomes the preset value. For 32-bit data storage setting, see Chapter 5 "32-bit Data Storage Setting" in the "FC6A Series MICROSmart User's Manual".

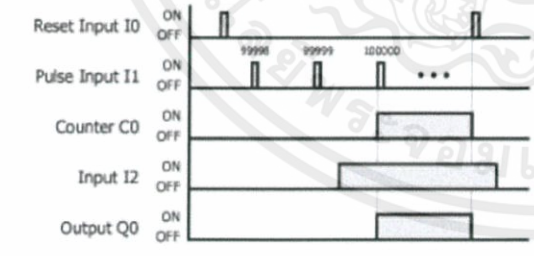
Ladder Diagram



Program List

Instruction	Data
LOD	I0
LOD	I1
CNTD	C0
	100000
LOD	I2
AND	C0
OUT	Q0

Timing Chart

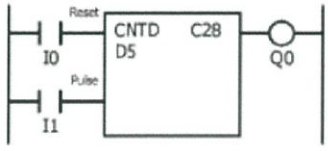


- The preset value 0 through 4,294,967,295 can be designated using a data register D0 through D1998; then the data of the data registers becomes the preset value.
- Directly after the CNTD instruction, the OUT, OUTN, SET, RST, TML, TIM, TMH, TMS, TMLO, TIMO, TMHO, or TMSO instruction can be programmed.

- Double-word counter instructions use two consecutive counters, and counters cannot be used more than once in a user program.
- While the reset input is off, the counter counts the leading edges of pulse inputs and compares them with the preset value.
- When the current value reaches the preset value, the counter turns output on. The output stays on until the reset input is turned on.
- When the reset input changes from off to on, the current value is reset.
- When the reset input is on, all pulse inputs are ignored.
- The reset input must be turned off before counting may begin.
- When power is off, the counter's current value is held, and can also be designated as "clear" type counters using Function Area Settings (see Chapter 5 "Memory Backup" in the "FC6A Series MICROSmart User's Manual".).
- Counter preset and current values can be changed using WindLDR without downloading the entire program to the CPU again. From the WindLDR menu bar, select **Online** > **Monitor** > **Monitor**, then **Online** > **Custom** >

(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



New Custom Monitor. To change a counter preset value, select DEC(D) in the pull-down list box.

- When the preset or current value is changed during counter operation, the change becomes effective immediately.
- When power is off, the changed preset values are cleared and the original preset values are loaded.
- For data movement when changing, confirming, and clearing preset values, see "Changing, Confirming, and Clearing Preset Values for Timers and Counters".
- WindLDR ladder diagrams show CP (counter preset value) and CC (counter current value) in advanced instruction devices.
- The CNTD instruction cannot be used in an interrupt program.
- If used, a user program execution error will result, turning on special internal relay M8004 and the ERR LED on the FC6A Series MICROSmart. For details about the user program execution errors, see "User Program Execution Errors".

รูปที่ ง.14 คำอธิบายฟังก์ชัน Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นางสาวฑิตยา จ้อยทอง

วัน เดือน ปีเกิด : 3 ธันวาคม 2539

ภูมิลำเนา : บ้านเลขที่ 115 ซอย 19 ถนนบรมไตรโลกนารถ2 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

อีเมล์ : dittaya.jo@outlook.com

ประวัติการศึกษา : ระดับปริญญาตรี

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระดับมัธยมศึกษา

โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี พิษณุโลก

ประวัติการทำงาน : 6 สิงหาคม - 23 พฤศจิกายน พ.ศ.2561

นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนก Maintenance

Transitions optical (Thailand) Ltd.

1 มิถุนายน - 31 กรกฎาคม พ.ศ.2561

นักศึกษาฝึกงาน แผนก Quality Control

Panasonic Automotive System Asia Pacific (Thailand) Co. Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้