รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การเก็บค่าจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

Electrical Power Monitoring

นายจิรพนธ์ แสงพรม

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148571

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การเก็บค่าจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

Electrical Power Monitoring

นายจิรพนธ์ แสงพรม

b00266805
.b 12871576
.l
ว/ปง
จ494ก
2559
สถหมู่
เลขทะเบียน 148571
วัน.เดือน.ปี 6 พ.ย. 2560

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจ	การเก็บค่าจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายจิรพนธ์ แสงพรม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ทัตยา ปุคคละนันทน์
	ดร.รัชนี กุลยานนท์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศน์	นาย นพสิทธิ์ เปรมพงศ์พสิน
สถานประกอบการ	บริษัท เดลต้า อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาประจำปีการศึกษา 2559 นี้ เป็นโครงงานที่เกี่ยวข้องกับการดึงค่าจากมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าโดยมีการประยุกต์ใช้พีแอลซี เดลต้า DVP-SV2 ในการทำการควบคุมการทำงานโดยออกแบบการควบคุมผ่านทางซอฟต์แวร์ ISPSoft สำหรับออกแบบคำสั่งการทำงานบนพีแอลซีและแสดงผลของการเก็บค่าและคำนวณผ่านทางหน้าจอซึ่งออกแบบโดยซอฟต์แวร์ DOPSoft โดยมีการติดต่อสื่อสารผ่านทาง Modbus protocol ในการสื่อสารกันระหว่างพีแอลซีและมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า

การควบคุมในการดึงค่าจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้านั้น ทำให้สามารถดูค่าจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อเปรียบเทียบค่าต่างๆในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้สะดวกต่อการสังเกตและจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในโรงงานหรืออุปกรณ์นั้นๆได้ ทำให้ประหยัดพลังงานได้มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า, DVP-VS2, ISPSoft, DOPSoft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	Electrical Power Monitoring
Student intern name	Jirapon Sangprom
Faculty	Engineering
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor name	Asst. Prof. Dr. Tattaya Pukkalanun
	Dr.Rutchanee Gulayanon
Mentor name	Noppasit Pramephongpasin
Company	Delta Electronics (Thailand) Co., Ltd.

ABSTRACT

Cooperative Education Year 2559,This project related to get the value from power meter controlled by PLC and show in Human Machine Interface (HMI).To get the value from power meter by using software (ISPSoft) to designed process control and DOPSoft to designed the display on HMI. By using Modbus communication to communicate between PLC and power meter.

By using PLC to get the value from power meter and monitoring the values from HMI can manipulate the power and energy for saving cost and easily to monitoring and record. By comparing the value with varies of time in the past to determine.

Keywords: power monitoring, ISPSoft, DOPSoft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้ประสบความเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จาก บริษัท เดลต้า อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) สำหรับโอกาสในการศึกษารายงานฉบับนี้ รวมไปถึง ความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือด้วยดีตลอดช่วงการทำรายงานและการปฏิบัติงาน จนทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัตยา ปุคคละนันทร์ และ ดร.รัชนี กุลยานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการหมวดศึกษาทางเลือก (สหกิจศึกษา) คณะวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับโอกาสในการเข้าร่วมโครงงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ รวมไปถึงคำปรึกษาและคำแนะนำตลอดช่วงเวลาของโครงการสหกิจ จนทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณความอนุเคราะห์จาก Mr. Jerry Huang หัวหน้าแผนก Industrial Automation และนายนพสิทธิ์ เปรมพงศ์พสิน วิศวกรผู้ดูแล ที่ถ่ายทอดความรู้และให้ความช่วยเหลือ ตลอดช่วงเวลาของโครงการสหกิจศึกษา ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาในครั้งนี้

ผู้จัดทำ

นายจิรพนธ์ แสงพรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 Programmable Logic Controller (PLC)	3
2.1.1.1 ส่วนประกอบของ PLC	3
2.1.1.2 CPU	4
2.1.1.3 ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit)	5
2.1.1.4 อุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)	6
2.1.1.5 ความสามารถของ PLC	6
2.1.1.6 ขนาดของ PLC	6
2.1.1.7 ภาษาบน PLC	7
2.1.2 มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power meter)	7
2.1.3 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer)	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.1.3.1 หน้าที่ของหม้อแปลงกระแส	9
2.1.3.2 หลักการทำงานของหม้อแปลงกระแส	9
2.1.3.3 โลหะที่ใช้ทำแกนเหล็ก	9
2.1.4 มาตรฐาน RS-232, RS-422, RS-485	10
2.1.4.1 RS-232	10
2.1.4.2 RS-422	12
2.1.4.3 RS-485	13
2.1.5 Modbus Protocol	14
2.1.5.1 Modbus RTU	15
2.1.5.2 Modbus ASCII	16
2.1.5.3 Modbus TCP/IP	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	**19**
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยงข้อง	20
3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง	23
3.3.1 ISPSoft	23
3.3.2 COMMGR	24
3.3.3 DOPSoft	24
3.4 การออกแบบและวางแผนการทำงาน	25
3.5 วิธการดำเนินงาน	26
3.5.1 กระบวนการออกแบบและตชควบคุมการทำงานของ PLC	26
3.5.2 กระบวนการออกแบบและควบคุมการทำงานของหน้าจอแสดงผล	31
3.5.3 กระบวนการประกอบและติดตั้งเพื่อทดสอบการทำงาน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	**35**
4.1 ผลการทดสอบการดำเนินงาน	35
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	**37**
5.1 บทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน	37
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน	37
5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา	38
เอกสารอ้างอิง	**39**
ภาคผนวก	**40**
ภาคผนวก ก คู่มือใช้งาน Delta DVP SV2	41
ภาคผนวก ข รูปแบบของหน้าจอแสดงผล	55
ภาคผนวก ค รีจิสเตอร์ที่ใช้ในโปรแกรม	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ผลิตภัณฑ์พีแอลซีของบริษัท เดลต้า อิเล็คโทรนิคส์	3
2.2	ส่วนประกอบของ CPU	4
2.3	การประมวลผลของ CPU	5
2.4	มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า	7
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าต่างๆ	8
2.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กกับความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก	10
2.7	แสดงลักษณะการส่งข้อมูลของ RS-232	11
2.8	รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ RS-422	12
2.9	แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ RS-485 (Full Duplex)	13
2.10	แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ RS-485 (Half Duplex)	13
2.11	การติดต่อสื่อสารแบบ Master/Slave	14
2.12	ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS RTU	15
2.13	ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS RTU	15
2.14	ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS ASCII	16
2.15	ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII	17
2.16	การเชื่อมต่อแบบ MODBUS TCP/IP	17
2.17	การแปลง MODBUS Serial เป็น MODBUS Ethernet	18
3.1	Delta DVP-SV2	20
3.2	Delta DVP-PS01	20
3.3	Delta DVP-EN01	21
3.4	Delta DPM C530A	21
3.5	Current transformer CTD-1X.60.5A.XXX	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.6 Delta DOP-B07E515 22

3.7 ISPSoft 3.02 23

3.8 ISPSoft 3.02 (2) 23

3.9 COMMGR 24

3.10 COMMGR (2) 24

3.11 DOPSoft 2.00.05 24

3.12 DOPSoft 2.00.05 (2) 25

3.13 การ Create Program และเลือกภาษาในการเขียน 26

3.14 แถบ Project ของโปรแกรม ISPSoft 26

3.15 กำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์ใน COMMGR 27

3.16 Communication Setting เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLCกับคอมพิวเตอร์ 27

3.17 Communication Setting เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ (2) 27

3.18 กำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Power meter 28

3.19 กำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Power meter (NWCONFIG) 28

3.20 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุม 29

3.21 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุม (2) 29

3.22 บล็อคฟังก์ชั่นต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุม PLC 30

3.23 รีจิสเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ได้ใน DVP-SV2 30

3.24 ตรวจสอบความถูกต้องใน ISPSoft 31

3.25 การตั้งค่าต่างๆ ของ DOPSoft 31

3.26 รูปแบบของหน้าโปรแกรม DOPSoft 32

3.27 ตรวจสอบความถูกต้องใน DOPSoft 32

3.28 ตกแต่งเพื่อความเหมาะสมและสวยงาม 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.29 รูปแบบการต่ออุปกรณ์ต่างๆ 33

3.30 ทำการตั้งค่าต่างๆที่จำเป็นต่อการสื่อสารข้อมูล 33

3.31 ทำการตรวจทานและทดสอบการทำงาน 34

4.1 ผลการทดสอบการทำงานการเก็บของหน้า main 35

4.2 ผลการทดสอบการเก็บค่าในช่วงเวลาต่างๆ 36

ก.1 ลักษณะของบล็อค ADD ในโปรแกรมแลดเดอร์ 41

ก.2 Addition 41

ก.3 ลักษณะของบล็อค DADDR ในโปรแกรมแลดเดอร์ 42

ก.4 Floating Point Addition 42

ก.5 ลักษณะของบล็อค DDIVR ในโปรแกรมแลดเดอร์ 43

ก.6 Floating Point Division 43

ก.7 ลักษณะของบล็อค DMULR ในโปรแกรมแลดเดอร์ 44

ก.8 Floating Point Multiplication 44

ก.9 ตัวอย่างลักษณะบล็อคเปรียบเทียบในโปรแกรมแลดเดอร์ 45

ก.10 Load Compare 45

ก.11 ลักษณะของบล็อค DINT ในโปรแกรมแลดเดอร์ 46

ก.12 Float to Integer 46

ก.13 ลักษณะของบล็อค BMOV ในโปรแกรมแลดเดอร์ 47

ก.14 Block Move 47

ก.15 ลักษณะของบล็อค DMOV ในโปรแกรมแลดเดอร์ 48

ก.16 Move 48

ก.17 ลักษณะของบล็อค DMEAN ในโปรแกรมแลดเดอร์ 49

ก.18 Mean 49

ก.19 ลักษณะของบล็อค CNT ในโปรแกรมแลดเดอร์ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ก.20 Counter 50

ก.21 ลักษณะของบล็อค TMR 51

ก.22 Timer 51

ก.23 ลักษณะของบล็อค TCMP 52

ก.24 Time Compare 52

ก.25 ลักษณะของบล็อค TRD 53

ก.26 Time Read 53

ก.27 ลักษณะของบล็อค ZRST ในโปรแกรมแลดเดอร์ 54

ก.28 Zero Reset 54

ข.1 แสดงการทำงานของหน้าจอแสดงผล 55

ข.2 หน้าจอแรก (Main) แสดงกราฟเส้นโค้ง 56

ข.3 หน้าจอแสดงการเก็บค่าใน 12 ชั่วโมง เที่ยงคืนถึง 11 โมงเช้า 56

ข.4 หน้าจอแสดงการเก็บค่าใน 12 ชั่วโมง เที่ยงวันถึง 5 ทุ่ม 57

ข.5 หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละวันของสัปดาห์ 57

ข.6 หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละสัปดาห์ 58

ข.7 หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละเดือน 58

ข.8 หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละปี 59

ค.1 ตารางรีจิสเตอร์ที่ใช้ได้ใน PLC DVP-SV2 60

ค.2 D1120 ใช้ในการกำหนดการสื่อสาร และ D1121 การกำหนดแอดเดรสของ PLC 61

ค.3 D1129 กำหนดระยะเวลาสำหรับการเชื่อมต่อที่ผิดพลาด 61

ค.4 M1000 คอนแทคแบบปกติเปิด 61

ค.5 M1002 คอนแทคแบบสัญญาณพัลส์ด้านบวก 61

ค.6 M1120 ใช้เพื่อเปิดการเชื่อมต่อของ COM2 และ M1121 ใช้เพื่อรอการส่งข้อมูลของ COM2 61

ค.7 M1143 เลือกรูปแบบการเชื่อมต่อของ COM2 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค.8 M1350 ใช้เพื่อเปิดการใช้งานฟังก์ชั่น PLC Link และ M1351 เปิดการใช้โหมดอัตโนมัติ 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แผนการดำเนินงาน 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมภายในประเทศ ได้ให้ความสำคัญในการประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากก่อนหน้านี้ อุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติมากเท่าที่ควรจึงทำให้มีผลต่อชั้นบรรยากาศของโลกซึ่งมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างผิดปกติ เนื่องจากอุณหภูมิโลกที่ค่อยๆสูงขึ้น ส่งผลต่อทั้งมนุษย์และสัตว์ จึงมีการรณรงค์ต่างๆเพื่อลดการใช้พลังงานและดูแลสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา รวมไปถึงการนำเอาพลังงานสะอาดมาใช้เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุอันดับต้นๆ ในการก่อเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ทำให้ในปัจจุบันการบริหารการใช้พลังงานจึงเป็นเรื่องสำคัญในงานอุตสาหกรรมยุคใหม่ ซึ่งหนึ่งในอุปกรณ์ที่สามารถจะดูค่าการใช้พลังงานของโรงงานหรือเครื่องมือต่างๆได้ คือ มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า ทำการวัดโดยการนำหม้อแปลงกระแสมาคร่อมสายโหลดที่จ่ายไฟให้กับตัวอุปกรณ์ ทำให้สามารถวัดค่าต่างๆได้ รวมไปถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ด้วย แต่ด้วยเครื่องวัดค่าที่มีความสามารถที่จำกัดในการทำงานต่างๆ ซึ่งไม่สะดวกเพียงพอในการบันทึกและสังเกตุ ทำให้ยากต่อการคำนวณและนำไปใช้ในการจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งทำให้ควรมีการคำนวณและออกแบบเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและจัดการพลังงานก่อนจะนำค่าข้อมูลที่ได้ต่างๆ มาบริหารการใช้ไฟฟ้าในโรงงาน

ในโครงงานนี้จึงได้มีการออกแบบการเก็บค่าจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าด้วย PLC และแสดงผลผ่านทางหน้าจอ HMI ซึ่งอุปกรณ์ที่ถูกใช้งานในโครงงานนี้เป็นผลิตภัณฑ์ของทางบริษัท เดลต้า อีเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) โดยการประยุกต์ใช้งาน PLC Delta DVP-SV2 ในการควบคุมการทำงานและเก็บค่าจากมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า Delta DPM-C530 ตามลำดับขั้นตอน และใช้จอแสดงผล LCD Delta DOP-B07E515 ในการแสดงผลการบันทึกค่าจากลำดับการทำงานของ PLC โดยจะบันทึกค่าและเก็บสถิติต่างๆ โดยอัตโนมัติ และแสดงออกมาเป็นกราฟแนวโน้มและกราฟแท่งในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เช่น เปรียบเทียบแต่ละชม วัน เดือน หรือปี เป็นต้น เพื่อให้สะดวกต่อการเปรียบเทียบค่าต่างๆ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันและนำไปสู่การจัดการพลังงานที่ดีต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาและเขียนโปรแกรมการควบคุมการทำงานและทำการออกแบบส่วนแสดงผลสำหรับการเก็บค่าจากมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม ISPSoft และ DOPSoft

2. ทำการศึกษาลักษณะการทำงานของผลิตภัณฑ์ของทางบริษัท เดลต้า อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) และนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับโครรงานนี้

3. เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานในสถานที่จริงและประยุกต์ความรู้ที่ได้จากการเรียนในชั้นเรียนมาปรับใช้ในงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาและเขียนโปรแกรม PLC เพื่อทำการเก็บค่าจากมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าควบคุมลำดับการทำงาน

2. ศึกษาและทำการออกแบบโปรแกรมเพื่อแสดงผลการทำงานบนจอแสดงผล HMI

3. ศึกษารูปแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการรับ-ส่งค่าต่างๆ ตามลำดับการทำงานบน PLC

4. ทดสอบการทำงานจริง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เข้าใจถึงหลักเกณฑ์และจุดประสงค์ของโครงงานสหกิจศึกษาและรูปแบบในการทำงาน

2. ศึกษารูปแบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน เพื่อทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้งาน

3. ทำการออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานสำหรับ PLC และ HMI เพื่อเก็บค่าจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า

4. ทำการศึกษาและทดสอบการทำงานของโปรแกรม เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

5. สรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ ความสามารถเพียงพอในการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมจริง

2. มีทักษะในการเขียนโปรแกรมและออกแบบหน้าจอแสดงผลที่เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท

3. มีประสบการณ์ในการทำงานและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Programmable Logic Controller (PLC)

รูปที่ 2.1 : ผลิตภัณฑ์พีแอลซีของบริษัท เดลต้า อิเล็คโทรนิคส์

PLC เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ เนื่องจากวงจรรีเลย์ จำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired เมื่อใดก็ตามที่มีความจำเป็นที่ต้องการเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ จึงจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ด้วย ซึ่งทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูง แต่เมื่อเปลี่ยนเป็น PLC การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น รวมถึงการทำงานที่มีความน่าเชื่อถือ กินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่า ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆจึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากยิ่งขึ้น

2.1.1.1 ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)

2. ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output : I/O)

3. สวนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 CPU

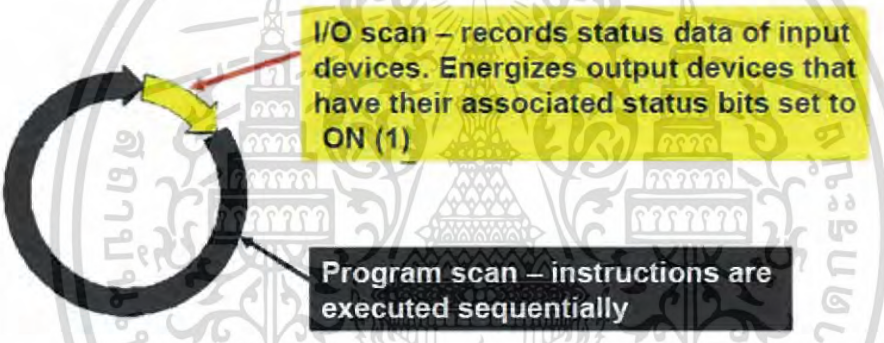
CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) ซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

รูปที่ 2.2 : ส่วนประกอบของ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CPU จะยอมรับค่าอินพุตจากอุปกรณ์ให้สัญญาณต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) ไอโอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาท์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาท์พุต หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วไปที่หน่วยเอาท์พุต ซึ่งการสแกน PLC ประกอบด้วย



รูปที่ 2.3 : การประมวลผลของ CPU

1. I/O Scan คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์อินพุต และให้อุปกรณ์เอาท์พุตทำงาน

2. Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

2.1.1.3 ส่วนของอินพุตและเอาท์พุต (I/O Unit)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC

2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร

3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุท ได้แก่ พรอกซิมิตี้สวิตช์ (Proximity Switch) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ไทเมอร์ (Timer) โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์ (Photoelectric Switch) เอนโค้ดเดอร์ (Encoder) เคาน์เตอร์ (Counter) เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาท์พุท ได้แก่ รีเลย์(Relay) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) โซลินอยด์ (Solenoid) ขดลวดความร้อน (Heat Coil) หลอดไฟ (Lamp) เป็นต้น

2.1.1.4 อุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ในการใช้งานที่เหมือนกัน

2.1.1.5 ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะ คือ

1. งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control)
2. งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control)
3. การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control)

2.1.1.6 ขนาดของ PLC

1. ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาท์พุตไม่เกิน 128 จุด
2. ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาท์พุตไม่เกิน 1024 จุด
3. ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด
4. ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาท์พุตไม่เกิน 8192 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.7 ภาษาบน PLC

มีการกำหนดมาตรฐานเพื่อที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในโปรแกรม PLC เป็นแบบเดียวกัน โดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 ซึ่งมี 5 ภาษาดังนี้

1. Instruction List (IL)
2. Ladder Diagram (LD)
3. Function Block Diagram (FBD)
4. Sequential Function Chart (SFC)
5. Structured Text (ST)

2.1.2 มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power meter)

มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power meter) เป็นอุปกรณ์สำคัญ ที่เหมาะกับการวัดและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าที่ใช้ในขณะนั้น ซึ่งสามารถนำผลที่วัดได้มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงาน เพื่อควบคุมต้นทุนการใช้พลังงาน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานให้ได้สูงสุด

ตามมาตรฐาน ISO 5001 ได้กล่าวถึง ระบบการจัดการด้านพลังงาน ซึ่งประเทศที่กำลังพัฒนา มีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การใช้พลังงานในโลกจากปัจจุบันจนถึงปี 2030 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีก 40% ยอดรวมอยู่ที่ 16.8 ล้าน ktoe* อุตหสากรรมในประเทศที่กำลังพัฒนา จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือวัดค่าพลังงาน ที่มีควาปลอดภัยสูง มีความสะดวกในการดำเนินงาน เพื่อวิเคราห์การใช้พลังงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ*(ktoe คือ พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือ 1 ktoe = 4,386.69 ตัน)

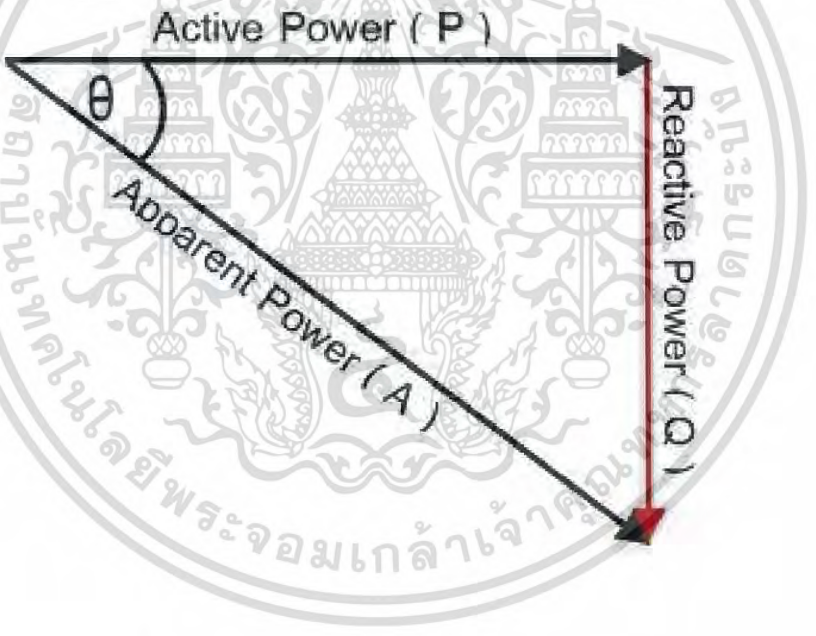
รูปที่ 2.4 : มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาวเวอร์มิเตอร์ (Power meter) คืออุปกรณ์ที่รวม มัลติมิเตอร์ แคล้มป์มิเตอร์ เข้าด้วยกัน จึงสามารถวัด แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และฟังก์ชั่นอื่นๆ ได้เทียบเท่ากับ มัลติมิเตอร์ และแคล้มป์มิเตอร์ ซึ่งนอกจากจะวัดฟังก์ชั่นต่างๆได้แล้ว ยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลกำลังงานได้ง่ายและเต็มประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้า จะต้องวิเคราะห์ค่า 3 ประเภทหลักๆดังนี้

- Active Power (P) คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง เกิดจากโหลดความต้านทาน มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)หรือกิโลวัตต์ (KW) คำนวณได้จากสมการ $P = V \times I \times \cos(\theta)$
- Reactive Power (Q) คือ กำลังไฟฟ้าที่ศูนย์เสีย เกิดจากโหลดตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุมีหน่วยเป็น วาร์ (VAR) หรือกิโลวาร์ (kVAR) คำนวณได้จากสามการ $Q = V \times A \times \sin(\theta)$
- Apparent Power (A) คือ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (Input) หรือ ผลรวมทางเวกเตอร์ของไฟฟ้าที่ ใช้จริง และกำลังไฟฟ้าที่ศูนย์เสีย มีหน่วยเป็นโวลต์ แอมแปร์ (VA) หรือกิโลโวลต์ แอมแปร์ (kVA) คำนวณได้จากสามการ $Q = V \times A \times \sin(\theta)$



รูปที่ 2.5 : ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าต่างๆ

2.1.3 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer : CT)

หม้อแปลงกระแส ใช้หลักการการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ลักษณะการใช้งานคือให้กระแสไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) จะมีความสัมพันธ์กับกระแสด้านทุติยภูมิ (Secondary Winding) ซึ่งเป็นไปตามกระแสโหลด แต่ CT มีขดลวดปฐมภูมิต่ออนุกรม (Series) กับ Line เพื่อวัดกระแสที่ไหลผ่าน หรือ กล่าวได้ว่า กระแสในขดลวดปฐมภูมิ จะไม่ขึ้นกับโหลดที่ต่ออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจแบ่งประเภทของ CT ได้เป็น 2 ชนิดตามหลักการใช้งาน

1. หม้อแปลงกระแสที่ใช้วัดกระแสให้กับเครื่องมือวัด (Instrument) เช่น Energy Meter, Current Meter มาต่อเข้าทางทุติยภูมิ เรียกว่า Metering Current Transformer จะมีค่าความถูกต้องแม่นยำ และมีความเที่ยงตรงสูง (Accuracy) สูง

2. หม้อแปลงกระแสที่ใช้กับระบบป้องกัน (Protective Equipment) เช่น Trip Coil, Relay ซึ่งเรียกว่า Protective Current Transformer จะมีค่าความถูกต้องแม่นยำ และเที่ยงตรง (Accuracy) น้อยกว่า Metering Current Transformer

2.1.3.1 หน้าที่ของหม้อแปลงกระแส

หน้าที่ของหม้อแปลงกระแส คือ แปลงกระแสค่าหนึ่ง เป็นกระแสอีกค่าหนึ่งที่ต่ำลง ตามมาตรฐานกำหนด Rated Current ของขดลวดด้านทุติยภูมิ (Secondary Winding) ไว้ที่ 5A และ 1A เพื่อเป็นมาตรฐานในการผลิตอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่นำมาต่อเข้าที่ Secondary Terminal กรณีใช้งานกับไฟแรงสูง จำเป็นต้องมีฉนวนที่สามารถทนต่อแรงดันใช้งานและแรงดันผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในระบบ

2.1.3.2 หลักการทำงานของหม้อแปลงกระแส

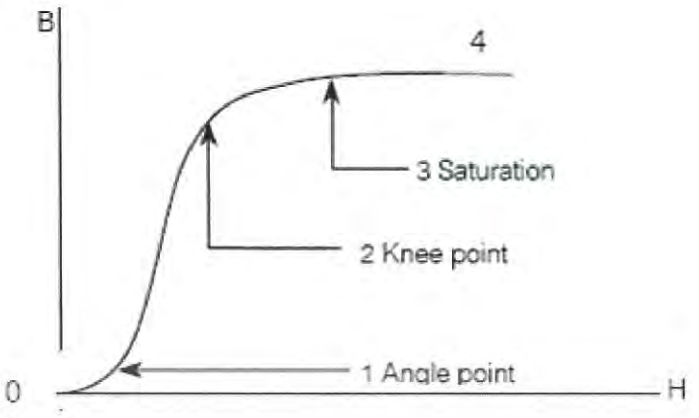
ในระบบจ่ายไฟฟ้าจะมีการแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับให้มีขนาดสูงมากๆ เช่นให้มีขนาดเป็น 48kV หรือ 24kV เพื่อลดขนาดของลวดตัวนำ ที่ต้องใช้ในการจ่ายไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลๆ เมื่อถึงปลายทางก่อนที่จะจ่ายไฟฟ้าไปให้แก่บ้านเรือนต่างๆ ก็จะแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงเป็น 220 V เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ใช้ไฟฟ้า และเมื่อต้องการใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ระดับแรงดันต่ำๆ เช่น 6V หรือ 9V ก็จะต้องมีการแปลงดันไฟฟ้า ตามบ้านจาก 220 V เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว เราเรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้านั้น อาศัยหลักการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเส้นแรงแม่เหล็กในการสร้างแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำให้กับตัวนำ คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดตัวนำ ก็จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆตัวนำนั้น และถ้ากระแสที่ป้อนมีขนาดและทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปมา ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถ้าสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวตัดผ่านตัวนำ ก็จะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น โดยขนาดของแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจะสัมพันธ์กับความเข้มของสนามแม่เหล็ก และความเร็วในการตัดผ่านตัวนำของสนามแม่เหล็ก

2.1.3.3 โลหะที่ใช้ทำแกนเหล็ก

โลหะที่ใช้ทำแกนเหล็ก (Core) ต้องเป็น Ferromagnetic Material เนื่องจากความผิดพลาด เกิดขึ้นได้จาก Magnetizing Current ที่ใช้ในการสร้างฟลักซ์ จึงจำเป็นต้องศึกษาเรื่อง Magnetizing Curve ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง flux density และ magnetizing ampere-turn หรือ B-H Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กกับความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก

- Protective Current Transformer สามารถใช้ช่วง 0-3 ในขณะที่มีกระแสปกติ แต่ขณะมีกระแสลัดวงจรไหลผ่านอาจอยู่ช่วงต้นๆของ 4
- Metering Current Transformer จะใช้ช่วง 0-1 เท่านั้น ในทางปฏิบัติอาจใช้ช่วงก่อน Knee point ขณะที่มี full load current ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิ เพราะจะใช้ Core material น้อยลง ประเภทของเหล็กที่ใช้ทำแกนเหล็กคือ

1) Hot rolled silicon-iron alloy
2) Cold rolled oriented silicon-iron alloy (electrical steel)
3) Nickel-iron alloy
4) Composite material

2.1.4 มาตรฐาน RS-232, RS-422, RS-485

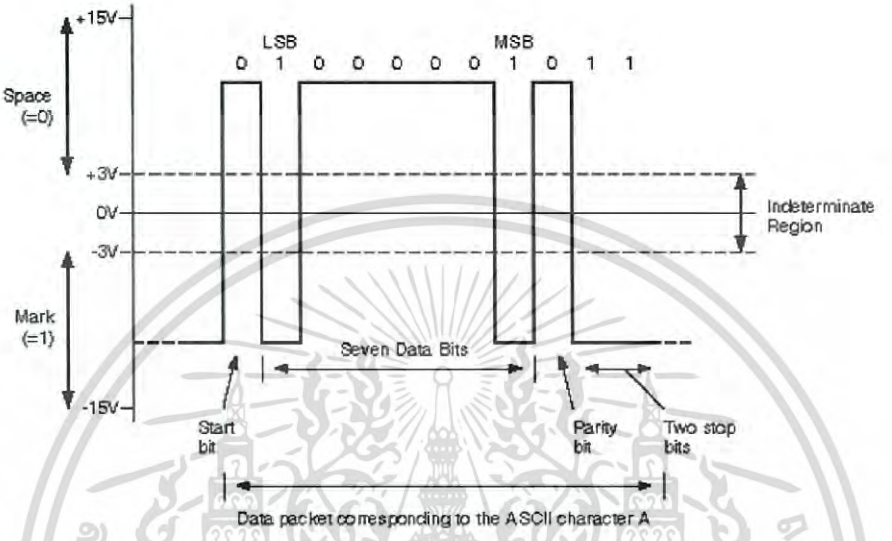
2.1.4.1 RS—232

RS-232 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมที่มีคนนิยมใช้อย่างกว้างขวาง กำหนดโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ของอเมริกา ตั้งแต่ปี 1969 โดยมีจุดเริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็มในสมัยนั้น ตัวมาตรฐานจะกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อนี้ด้วยกันทั้งหมด 4 หัวข้อหลักๆ ด้วยกันคือ

1. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
2. คุณสมบัติทางกลของการเชื่อมต่อ ซึ่งหมายถึงตัวคอนเน็กเตอร์นั่นเอง
3. หน้าที่การทำงานของวงจรสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
4. มาตรฐานการเชื่อมต่อสำหรับระบบสื่อสารเฉพาะอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน RS-232-C เป็นมาตรฐาน RS-232 ที่มีการปรับปรุงแก้ไขจากมาตรฐานเดิม ซึ่งเราอาจคุ้นเคยกับชื่อนี้มากกว่า RS-232-A หรือ RS-232-B อันที่จริงแล้วยังมีมาตรฐาน RS-232-D ที่ใหม่กว่า RS-232-C โดยที่มีการเพิ่มข้อกำหนดของคอนเน็กเตอร์แบบ DB เข้าไปด้วย เช่น DB-25 ซึ่งในขณะนั้นสิทธิบัตรของตัวคอนเน็กเตอร์แบบนี้ได้หมดอายุลงพอดี จึงสามารถรวมข้อกำหนดเข้าไว้ได้



รูปที่ 2.7 : แสดงลักษณะการส่งข้อมูลของ RS-232

ลักษณะโดยทั่วไปของการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 คือเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งเดิมทีเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ซึ่งจริงๆแล้วทั้งสองฝั่งจะเป็นอะไรก็ได้ การสื่อสารเป็นแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมเพื่อทำแฮนด์เชค (Hand-shake) หรือไม่ก็ได้ มาตรฐาน RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิทต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้น และถ้ามีสัญญาณรบกวนมากๆ เช่นในโรงงาน หรือบริเวณใกล้เครื่องจักรที่เป็นแบบมีการสวิทช์สัญญาณไฟฟ้าที่กระแสสูงๆ ก็จะทำให้ต้องมีการลดความเร็วในการส่งสัญญาณลงหรือใช้สายที่สั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 RS-422

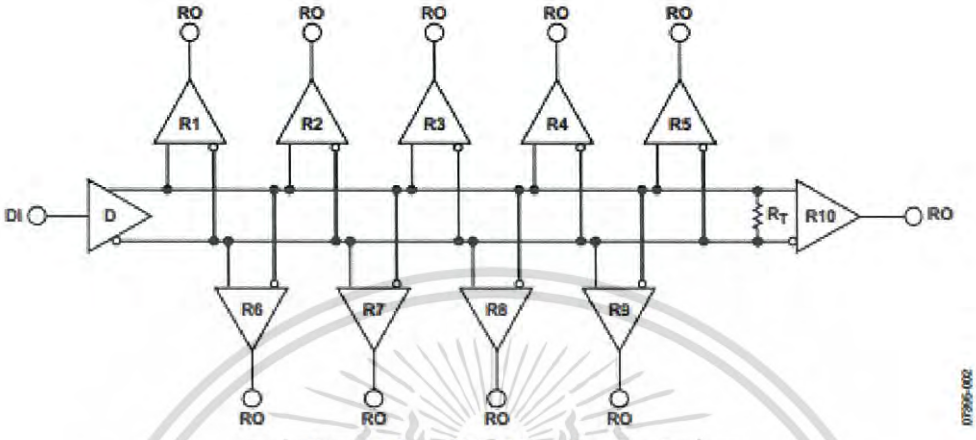


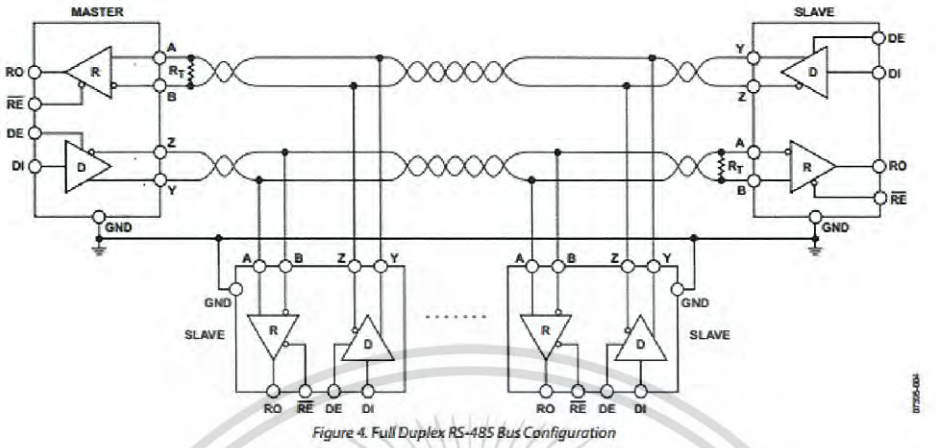
Figure 2. Typical RS-422 Interface Circuit

รูปที่ 2.8 : รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ RS-422

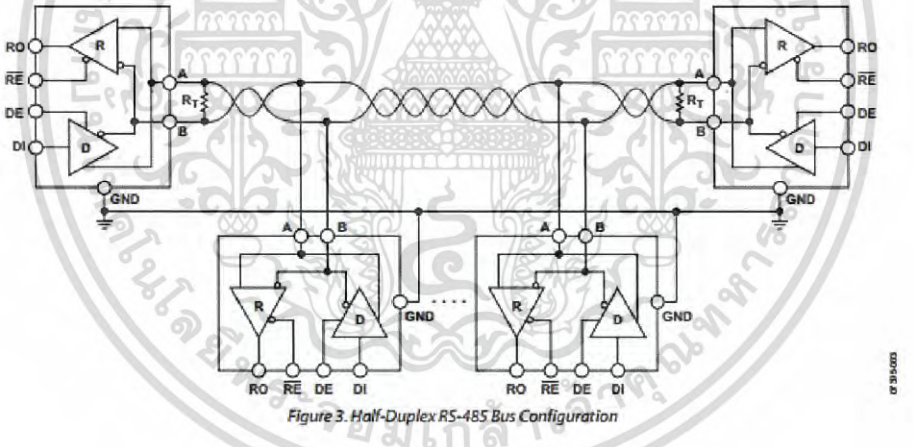
มาตรฐาน RS-422 หรือ RS-422-A ถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หรือ EIA เช่นเดียวกันกับมาตรฐาน RS-232 โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะแก้ปัญหาเรื่องความยาวของสายสื่อสารโดยใช้การส่งสัญญาณแบบผลต่าง (Differential) แทนที่จะใช้การส่งสัญญาณแบบอ้างอิงกับจุดกราวนด์ (หรือสายดิน) เช่นเดียวกันกับ RS-232 การส่งสัญญาณแบบ Differential นี้ช่วยลดปัญหาสัญญาณรบกวนจาก 2 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่ ปัญหาแรงดันกราวนด์ 2 ฝั่งสายไม่เท่ากัน อันเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายกราวนด์ที่ยาวมากๆ ก่อให้เกิดความต่างศักดิ์ และปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสาย โดยหากสายไฟที่ใช้ถูกตีเกลียวและวางไว้ใกล้กัน เมื่อมีแรงดันเหนี่ยวนำจะปรากฏแรงดันรบกวนบนสายทั้งสองเท่าๆ กันเป็นผลให้ ตัวรับที่อ่านความต่างศักดิ์ระหว่างสายอ่านข้อมูลได้เช่นเดิม ทั้งสองปัจจัยนี้เองเป็นสาเหตุที่ทำให้ความต้านทานต่อสัญญาณรบกวนของการสื่อสารแบบ RS-232 ด้อยกว่า RS-422) ตามมาตรฐาน RS-422 นี้จะใช้สายสัญญาณทั้งหมด 4 เส้น (2 เส้นสำหรับการส่งสัญญาณ และอีก 2 เส้นสำหรับรับสัญญาณ) และสามารถใช้ความยาวสายสัญญาณได้ถึง 4,000 ฟุต (หรือ 1.2 กม.) ที่ความเร็ว 100,000 บิทต่อวินาที และการสื่อสารเป็นแบบ 2 ทางพร้อมกัน (Full Duplex)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 RS-485



รูปที่ 2.9 : แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ RS-485 (Full Duplex)



รูปที่ 2.10 : แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ RS-485 (Half Duplex)

มาตรฐาน RS-485 กำหนดโดยสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หรือ EIA เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อสัญญาณแบบอนุกรม (Serial Communication) มีลักษณะการเชื่อมต่อเป็นแบบหลายจุด (Multi-point) หรือ Multi-drop สายสัญญาณที่ใช้มีทั้งแบบที่เป็น 2 สายและแบบที่เป็น 4 สาย การต่อแบบหลายจุดนี้ทำให้สามารถมองสายสัญญาณเป็นบัสนำสัญญาณได้ (Signal Bus) จำนวนคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่สามารถอยู่บน RS-485 บัสหนึ่งถูกกำหนดไว้ที่ 32 ตัว ในกรณีที่ต้องการเพิ่มจะต้องมีตัวทวนสัญญาณ (Signal Repeater) หรือใช้ตัวส่ง-รับสัญญาณที่มีอิมพิแดนซ์ (ความต้านทานเสมือน) สูงขึ้น ซึ่งเราอาจเพิ่มจำนวนจุดเชื่อมต่อขึ้นได้ถึง 128 จุด ความยาวของสายสัญญาณตามมาตรฐาน

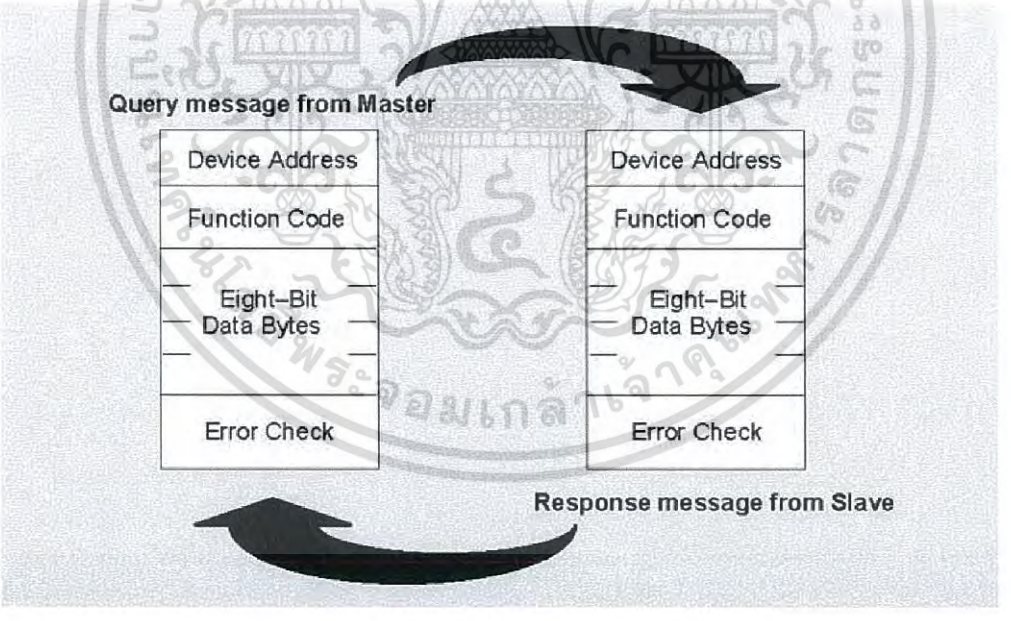
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS-485 นี้สามารถยาวได้ถึง 1.2 กม เช่นเดียวกับมาตรฐาน RS-422 แต่การสื่อสารจะเป็นแบบสองทางไม่พร้อมกัน (Half Duplex) มีเพียงคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ตัวเดียวเท่านั้นที่สามารถส่งสัญญาณออกได้ ณ เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่เหลือจะเป็นผู้รับสัญญาณ หรือผู้ฟัง

2.1.5 Modbus Protocol

โปรโตคอล MODBUS เป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master/Slave ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ (Master) เครื่องเดียว ส่วนใหญ่มักเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล HMI ไปยังอุปกรณ์ลูก (Slave) ได้หลาย ๆ เครื่อง โดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง โดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และข้อมูลแบบเลขฐานสอง (Binary) ในโปรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบ ASCII จะเรียก MODBUS ASCII และโปรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบเลขฐานสอง จะเรียก MODBUS RTU ทำให้มีความแตกต่างในการกำหนดค่าพอร์ตสื่อสาร

การรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล MODBUS สามารถเลือกได้ 2 โหมด คือ โหมด ASCII และโหมด RTU ซึ่งทั้ง 2 โหมดนี้มีความแตกต่างกันที่การกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลภายในเฟรม จะเลือกโหมดใดก็ได้แต่มีเงื่อนไขว่า อุปกรณ์ทุกตัวที่ต่อร่วมกันอยู่ในบัสหรือเครือข่ายเดียวกัน จะต้องตั้งให้เลือกใช้โหมดเดียวกันทั้งหมด

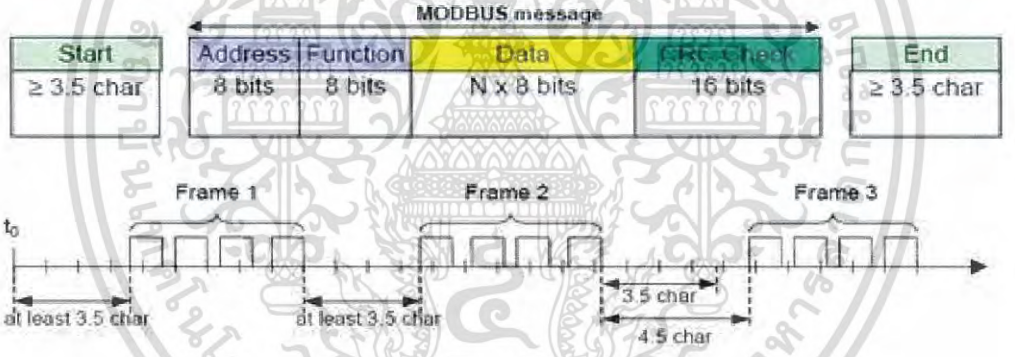


รูปที่ 2.11 : การติดต่อสื่อสารแบบ Master/Slave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.1 MODBUS RTU

เฟรมข้อมูลในโหมด RTU ประกอบด้วยข้อมูลแสดงตำแหน่งแอดเดรส 1 ไบต์, หมายเลขฟังก์ชัน 1 ไบต์, ข้อมูลที่ทำการรับส่งจำนวนมากสุดไม่เกิน 252 ไบต์ และรหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบ CRC (Cyclical Redundancy Checking) ขนาด 2 ไบต์ ค่า CRC นี้เป็นค่าที่คำนวณมาจากข้อมูลทุกไบต์ ไม่รวมบิต Start, Stop และ Parity Check โดยที่ตัว Slave ตัวที่ส่งข้อมูลออกมาจะสร้างรหัส CRC แล้วส่งตามท้ายไบต์ข้อมูลออกมา หลังจากนั้นเม่อ Master ได้รับเฟรมข้อมูลและถอดข้อมูลออกจากเฟรมแล้วจะทำการคำนวณค่า CRC ตามสูตรเดียวกับ Slave เพื่อทำการเปรียบเทียบค่า CRC ทั้ง 2 ค่าว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรงกันแสดงว่าเกิดความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลในโหมด RTU การรับส่งข้อมูล 1 ไบต์ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลส่วนใดภายในเฟรมจะต้องทำการส่งบิตข้อมูลรวม 11 บิต คือ บิตเริ่มต้น (Start) 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต, บิตตรวจสอบ Parity ของข้อมูล 1 บิตและบิตหยุด 1 บิต (Stop) 1 บิต หรือหากเลือกแบบไม่มีบิต Parity ก็จะเป็นแบบ Stop แทน 2 บิต สำหรับการกำหนดให้มีบิต Parity นั้น สามารถเลือกเป็นแบบคู่ (Even Parity) หรือคี่ (Odd Parity) ก็ได้ และหากต้องการออกแบบให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีใช้กันทั่วไปมากที่สุด ควรเลือกแบบคู่โดยที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นแบบคี่หรือไม่มีการตรวจสอบ Parity (No Parity) ได้ด้วย



รูปที่ 2.12 : ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS RTU

With Parity Checking

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	Par	Stop

Without Parity Checking

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	Stop	Stop

รูปที่ 2.13 : ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS RTU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 MODBUS ASCII

การรับส่งข้อมูลในโหมด ASCII นั้นมีความแตกต่างจากโหมด RTU ตรงที่ในโหมด RTU ข้อมูลที่จะส่งขนาด 1 ไบต์ นำมารวมกับบิตประกอบต่างๆ ก็สามารถส่งออกไปได้เลย แต่สำหรับโหมด ASCII จะมองข้อมูล 1 ไบต์ นั้นออกมาเป็นตัวอักษร 2 ตัว เช่น ค่า 0x5B ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก ก็จะถูกมองเป็นตัวอักษร '5' และตัวอักษร 'B' จากนั้นก็จะทำการค้นหารหัส ASCII ของตัวอักษรทั้ง 2 ตัวนั้น ซึ่งได้แก่ 0x35 สำหรับ '5' และ 0x42 สำหรับ 'B' แล้วทำการส่งรหัส ASCII ทั้ง 2 ค่านี้ออกไป ซึ่งจะได้ผลเท่ากับการส่งค่า 0x5B ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ ในโหมด RTU

จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลในโหมด ASCII จะต้องทำงานมากกว่าการส่งข้อมูลในโหมด RTU ซึ่งทำให้อัตราเร็วในการสื่อสารมีค่าต่ำกว่า สาเหตุที่เป็นแบบนี้ก็เพราะว่า โหมด ASCII ได้ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่มีความสามารถในการกำหนดช่วงระยะห่างของเวลาในการส่งเฟรมข้อมูล อย่างเช่นในโหมด RTU ที่อุปกรณ์สามารถกำหนดได้ว่าจะส่งเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมออกมาด้วยเวลาห่างกันเท่าใด และอุปกรณ์ที่รอรับข้อมูลก็ต้องสามารถตรวจจับและแยกแยะได้ว่าเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมที่รับเข้ามานั้นมีระยะเวลาห่างกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ เพื่อทำให้สามารถตรวจสอบหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมได้ แต่ในความเป็นจริงยังมีอุปกรณ์อีกหลายชนิดที่ไม่มีความสามารถพิเศษนี้ จึงต้องใช้วิธีอื่นที่จะช่วยให้สามารถรับรู้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลได้ นั่นได้แก่โหมด ASCII ซึ่งในโหมดนี้จะเริ่มต้นเฟรมข้อมูลด้วยการส่งรหัส ASCII ที่กำหนดให้หมายถึงจุดเริ่มต้น คือ 0x3A ซึ่งตรงกับตัวอักษร ':' ตามด้วยแอดเดรสของ Slave, หมายเลขฟังก์ชัน, ข้อมูล, รหัสตรวจสอง RLC และรหัส ASCII 2 ตัว ที่กำหนดให้หมายถึงจุดสิ้นสุด คือ รหัส 0x0D และ 0x0A คือรหัส CR (Carriage Return) และ LF (Line Feed) ตามลำดับ โดยในขณะที่บัสข้อมูลว่างจากการรับส่งข้อมูล อุปกรณ์ทุกตัวจะคอยตรวจสอบข้อมูลในบัสว่ามีการส่งรหัส ASCII ของ ':' ออกมาหรือไม่ ถ้ามีก็จะรับรู้ว่าขณะนี้ได้มีการเริ่มต้นส่งเฟรมข้อมูลออกมาแล้ว ก็จะเข้ากระบวนการรับข้อมูลต่อไป

Start	Address	Function	Data	LRC	End
1 char :	2 chars	2 chars	0 up to 2x252 char(s)	2 chars	2 chars CR LF

รูปที่ 2.14 : ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS ASCII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

With Parity Checking

Start	1	2	3	4	5	6	7	Par	Stop

Without Parity Checking

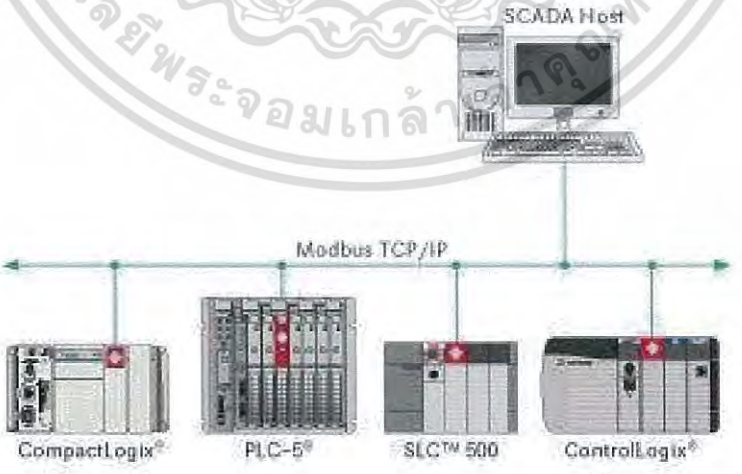
Start	1	2	3	4	5	6	7	Stop	Stop

รูปที่ 2.15 : ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII

MODBUS จะบริการให้อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารกันผ่าน Serial Port (RS-232/422/485) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้อุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่อยู่บนเครือข่าย Ethernet ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสารแบบ MODBUS Protocol ส่วนใหญ่จะเป็น PLCs, DCSs, HMIs, Instruments อย่างไรก็ตาม MODBUS จำเป็นต้องมีอุปกรณ์จำพวก Gateway และ Bridge ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง Serial Line กับ Ethernet

2.1.5.3 MODBUS TCP/IP

MODBUS TCP/IP ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะนำการสื่อสารแบบ Internet มาใช้กับอุปกรณ์จำพวก Ethernet Device ระยะในการใช้งานสำหรับการเดินสาย (สาย LAN) คือ 100 เมตร โดยสามารถขยายระยะในการสื่อสารได้โดยการใช้อุปกรณ์ Repeater หรือในระบบ LAN จะเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Hub หรือ Switch ก็จะสามารถลากสายได้อีก 100 เมตร และยังสามารถต่อ Repeater ขยายระยะทางได้โดยไม่จำกัด ในการสื่อสารโดยทั่วไปมีความเร็ว 100,000,000 บิตต่อวินาที (100 Mbps) และเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่จำกัดจำนวน



รูปที่ 2.16 : การเชื่อมต่อแบบ Modbus TCP/IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148571

MODBUS ASCII/RTU ที่จะติดต่อสื่อสารกับ MODBUS TCP เพื่อให้ใช้งานในเครือข่าย Ethernet จะใช้ Gateway ติดต่อและแปลงรูปแบบการสื่อสารข้อมูล โดยการสื่อสารของ MODBUS RTU/ASCII จะเป็นการสื่อสารผ่านทาง RS-232/422/485 นั้นจะถูก Gateway แปลงให้เป็น MODBUS TCP เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารในเครือข่าย Ethernet ต่อไป

รูปที่ 2.17 : การแปลง MODBUS Serial เป็น MODBUS Ethernet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนของการดำเนินงานได้วางแผนไว้ดังนี้

1. ศึกษาและทำความเข้าใจถึงหัวข้อของโครงงานจากทางบริษัท เพื่อให้ทราบถึงที่มาและลักษณะในการทำงานของโครงการสหกิจศึกษา

2. ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน เพื่อสามารถเข้าถึงการทำงานในด้านต่างๆและประยุกต์ใช้กับโครงงานได้

3. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของ PLC ในซอฟต์แวร์ ISPSoft 3.02

4. ทำการออกแบบหน้าจอแสดงผล HMI เพื่อแสดงผลจากการทำงานของ PLC ในซอฟต์แวร์ DOPSoft 2.00.05

5. ทำการทดลองและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

	เดือน															
แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
ศึกษาและทำความเข้าใจ																
วางแผนและกำหนดแนวทางในการทำ																
เขียนโปรแกรมควบคุการทำงานของ HMI และ PLC																
ทดสอบการทำงานและดำเนินการแก้ไขปัญหา																
จัดทำรูปเล่มรายงาน																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานมีดังนี้

1. PLC (Programmable Logic Controller) : Delta DVP-SV2

รูปที่ 3.1 : Delta DVP-SV2

มีคุณสมบัติดังนี้

- เอาต์พุตพัลส์ความเร็วสูง 200 kHz
- รองรับ 4 เซต ฮาร์ดแวร์เคาน์เตอร์ความเร็วสูง 200 kHz
- 16 external interrupt pointers
- ขนาดกระทัดรัด มีน้ำหนักเบา

2. Power supply : DVP-PS01 module

รูปที่ 3.2 : Delta DVP-PS01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีคุณสมบัติดังนี้

- แปลงไฟฟ้าจาก 220 V เป็น 24 V
- เป็นโมดูลเสริมสำหรับรุ่น DVP

3. Ethernet module : DVPEN01 module

รูปที่ 3.3 : Delta DVP-EN01

มีคุณสมัติดังนี้

- รองรับการสื่อสารผ่านช่อง Ethernet สำหรับ PLC รุ่น DVP
- รองรับการการเชื่อมต่อแบบมาตรฐาน RS-232

4. Power meter : DPM-C530A

รูปที่ 3.4 : Delta DPM-C530A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีคุณสมบัติดังนี้

- ย่านการวัด 20-400 V_{L-N} , 35-690 V_{L-L}
- ไฟเลี้ยง 80-265 V_{ac} , 100-300 V_{dc}
- รองรับการสื่อสารมาตรฐาน RS-485 แบบ Modbus RTU/ASCII

5. Current transformer : CTD-1X.60.5A.XXX

รูปที่ 3.5 : Current transformer CTD-1X.60.5A.XXX

มีคุณสมบัติดังนี้

- Primary 60 A, Secondary 5 A
- ขนาดกระทัดน รัด สะดวกต่อการใช้งาน

6. จอแสดงผล HMI : DOP-B07E515

รูปที่ 3.6 : Delta DOP-B07E515

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

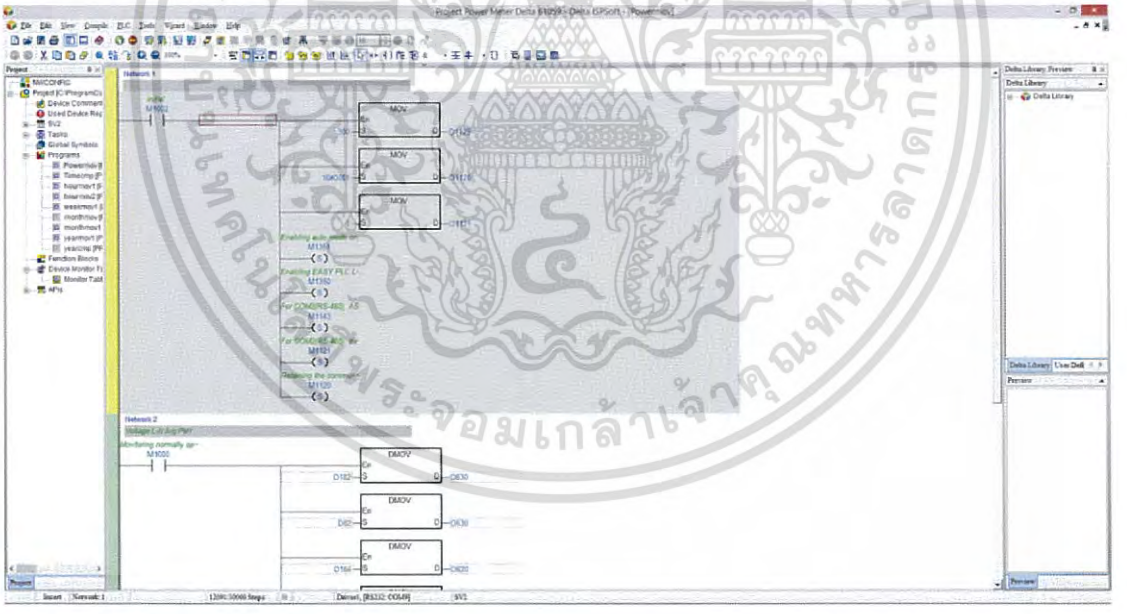
มีคุณสมัติดังนี้

- หน้าจอสัมผัสขนาด 7 นิ้ว (800 x 600 pixels) LCD 65536 สี
- 3 COM ports รองรับมาตรฐาน RS-232/RS-422/RS-485
- รับ-ส่งข้อมูลได้ 3 ช่องทาง คือ RS-232, USB, Ethernet

3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 โปรแกรมเขียนลำดับการทำงานบน PLC : ISPSoft V 3.02

รูปที่ 3.7 : ISPSoft 3.02



รูปที่ 3.8 : ISPSoft 3.02 (2)

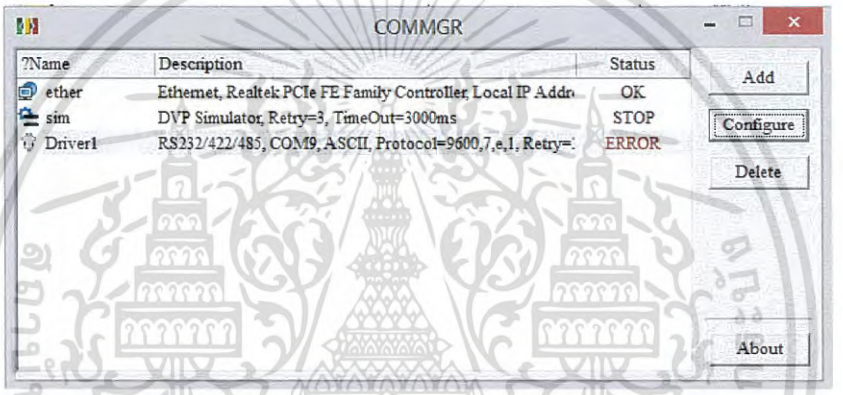
มีคุณสมบัติดังนี้

- รองรับอุปกรณ์รุ่นต่างๆ ของ PLC ได้แก่ AH, AS และ DVP
- รองรับระบบปฏิบัติการ Windows XP/Vista/7 (32-bit/64-bit) 8/10 (64-bit)
- ซอฟต์แวร์ในการเขียนลำดับขั้นตอนก่อน-หลังของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อบน PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่าง PLC และคอมพิวเตอร์ (Computer) : COMMGR

รูปที่ 3.9 : COMMGR

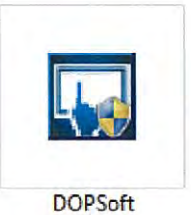


รูปที่ 3.10 : COMMGR (2)

มีคุณสมบัติดังนี้

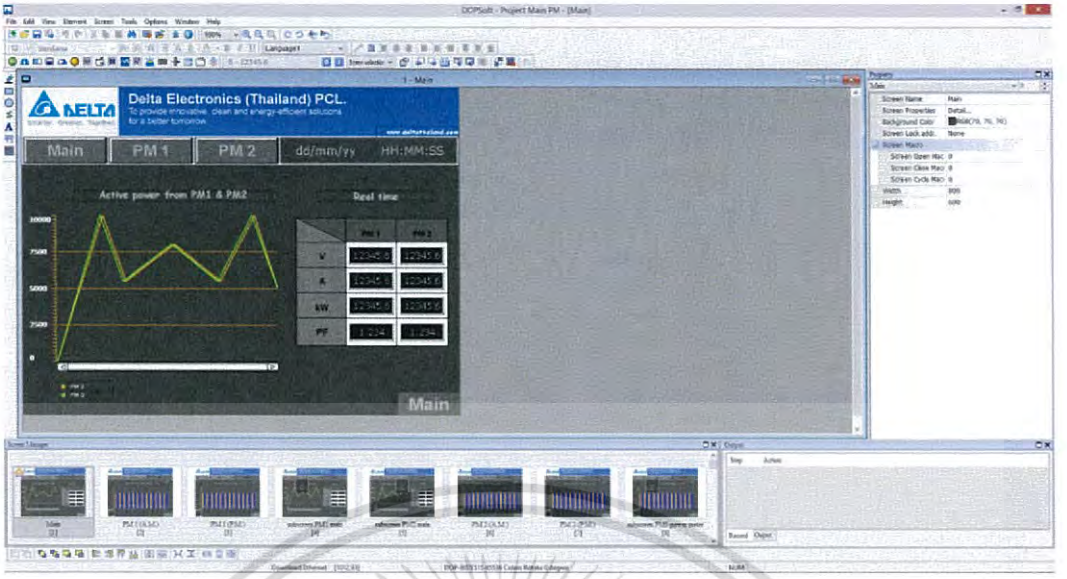
- รองรับอุปกรณ์รุ่นต่างๆ ของ PLC ได้แก่ AH, AS และ DVP
- รองรับระบบปฏิบัติการ Window XP/7 (32-bit/64-bit) 8/10 (64-bit)
- ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับรองรับการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และ ซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์

3.3.3 โปรแกรมออกแบบหน้าจอแสดงผล HMI : DOPSoft 2.00.05



รูปที่ 3.11 : DOPSoft 2.00.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 : DOPSoft 2.00.05 (2)

มีคุณสมบัติดังนี้

- รองรับอุปกรณ์ต่าง ของ HMI ได้แก่รุ่น DOP-B, HMC, DOP-W และ DOP-H
- รองรับระบบปฏิบัติการ Windows XP/Vista/7/8 (32-bit/64-bit)
- ซอฟต์แวร์ในการออกแบบและควบคุมการทำงานของหน้าจอแสดงผล

3.4 การออกแบบและวางแผนการทำงาน

การออกแบบและวางแผนการทำงานจะแบ่งเป็น 2 อย่างคือ

1. การวางแผนและออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมลำดับการทำงานบน PLC โดยมีการวางแผนการทำงานดังนี้

- กำหนดรีจิสเตอร์ (Register) ต่างๆ เพื่อให้ง่ายและสะดวกในการแก้ลำดับ ขั้นตอนของโปรแกรม
- ทดสอบและเลือกใช้คำสั่งบนโปรแกรมที่เหมาะสม
- ออกแบบรูปแบบของการทำงานของ PLC

2. การวางแผนและออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานบนจอแสดงผล HMI โดยมีการวางแผนการทำงานดังนี้

- กำหนวดรีจิสเตอร์ที่จะใช้สำหรับการทำงาน
- ออกแบบและจัดองค์ประกอบของหน้าจอ HMI

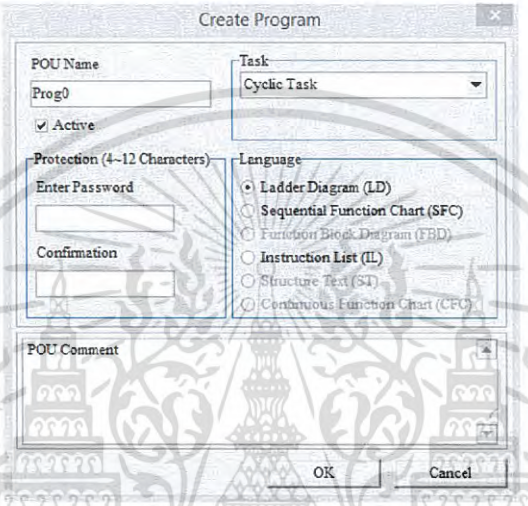
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการดำเนินงาน

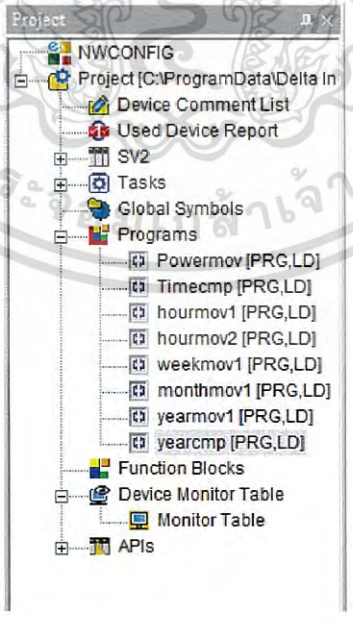
แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ คือ

3.5.1 กระบวนการออกแบบและควบคุมการทำงานของ PLC

กระบวนการออกแบบและควบคุมการทำงานของ PLC นี้ทำโดยใช้ซอฟต์แวร์ ISPSoft ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมการทำงานและ COMMGR ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่าง PLC และซอฟต์แวร์ ISPSoft สามารถสื่อสารกันได้ โดยซอฟต์แวรทั้ง 2 นี้เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้กับผลิตภัณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงในบางรุ่นของบริษัท เดลต้า อิเล็ตทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) เท่านั้น

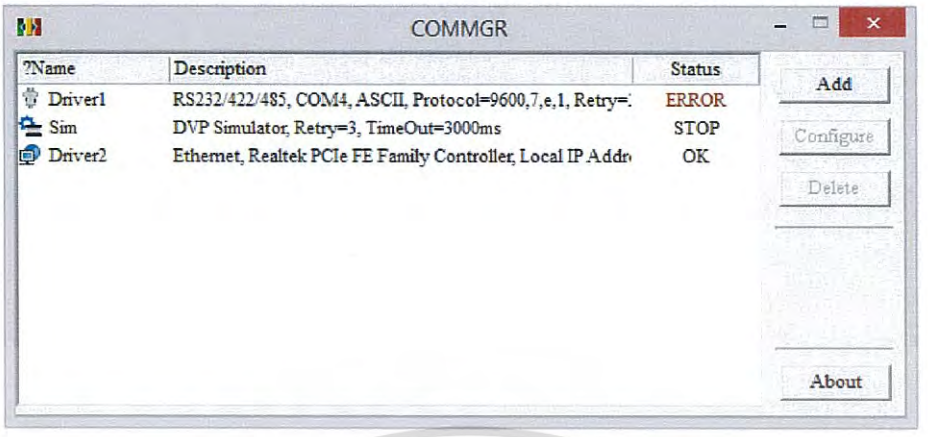


รูปที่ 3.13 : การ Create Program และ เลือกภาษาในการเขียน

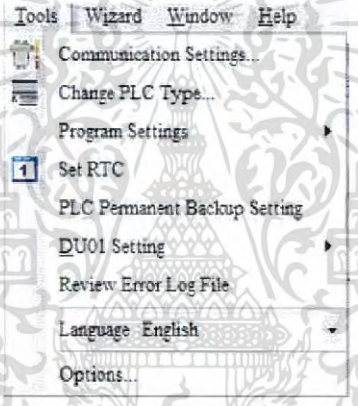


รูปที่ 3.14 : แถบ Project ของโปรแกรม ISPSoft

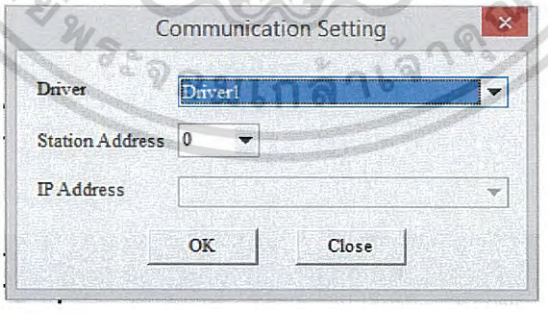
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 : กำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์ใน COMMGR

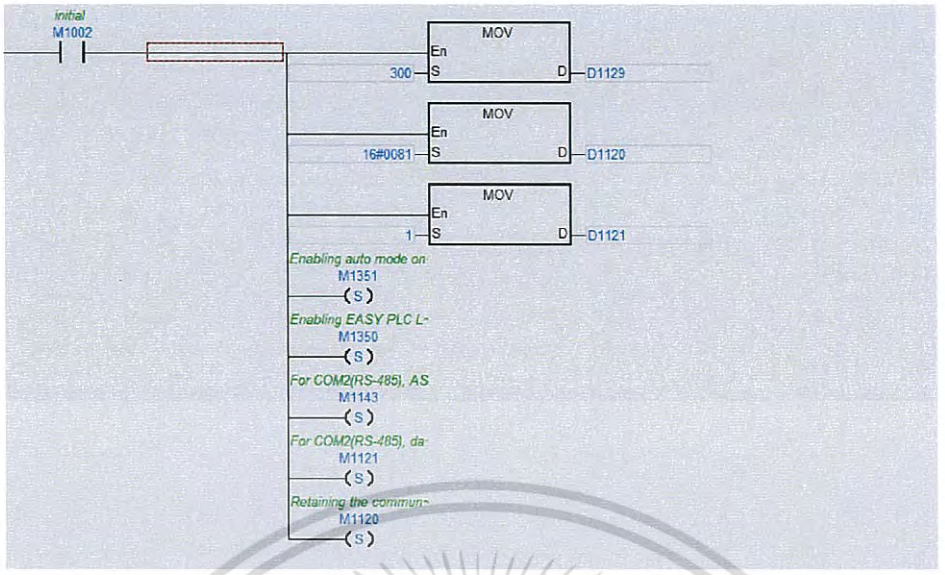


รูปที่ 3.16 : Communication Setting เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์

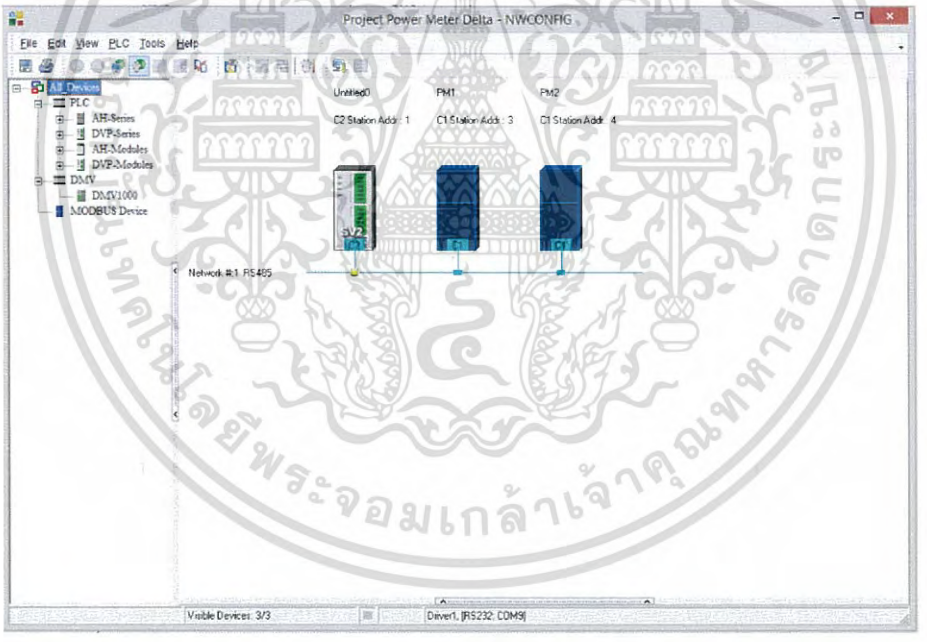


รูปที่ 3.17 : Communication Setting เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

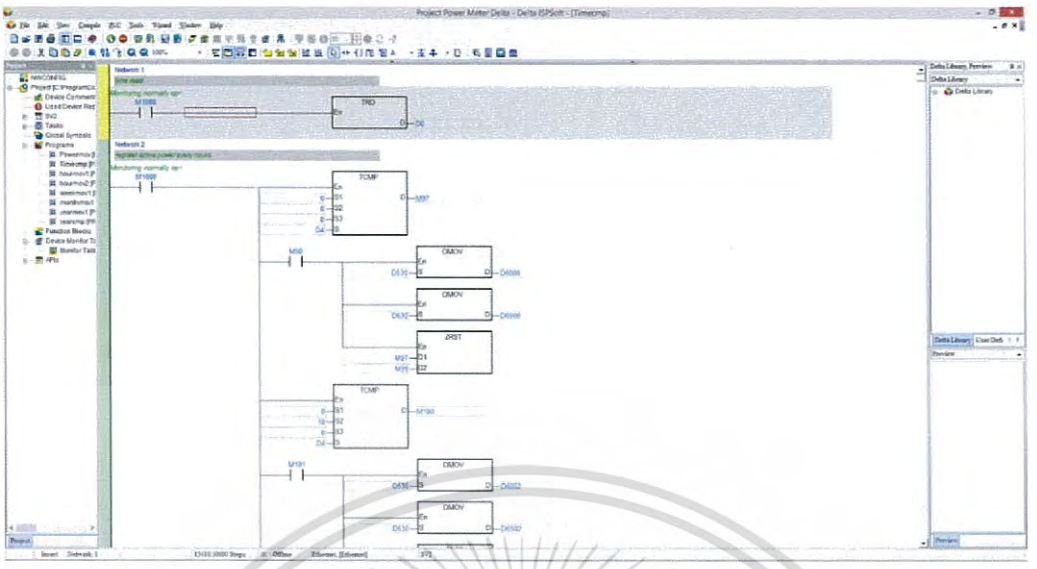


รูปที่ 3.18 : กำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Power meter (RS-485)

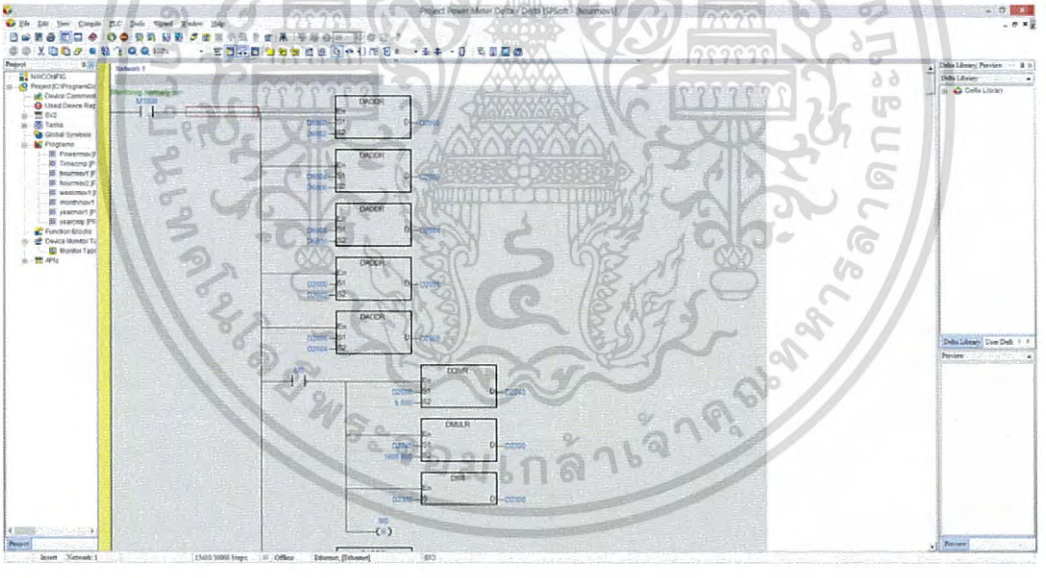


รูปที่ 3.19 : กำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Power meter (NWCONFIG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



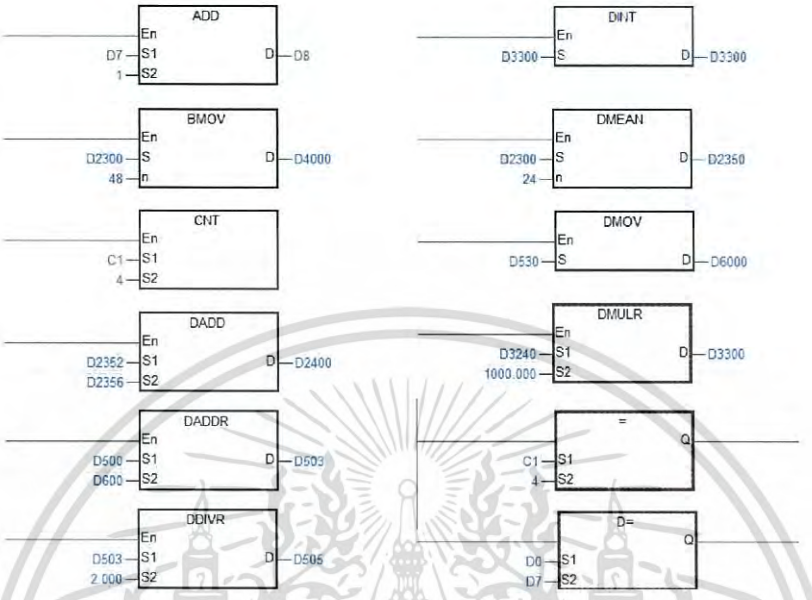
รูปที่ 3.20 : ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุม



รูปที่ 3.21 : ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุม (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและควบคุมการทำงานของ PLC ทำได้โยการใช้บล็อคฟังก์ชั่นต่างๆ สำหรับการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมเพื่อใช้ในการดึงค่ามิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า ดังนี้



รูปที่ 3.22 : บล็อคฟังก์ชั่นต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุม PLC

EH3/SV2 series MPU:

Type	Device	Item		Range		Function
Relay (bit)	X	External input relay		X0 ~ X377, 256 points, octal	Total 512 points	Corresponds to external input points
	Y	External output relay		Y0 ~ Y377, 256 points, octal		Corresponds to external output points
	M	Auxiliary relay	General purpose	M0 ~ M499, 500 points (*2)	Total 4,096 points	The contact can be On/Off in the program.
			Latched	M500 ~ M999, 500 points (*3) M2000 ~ M4095, 2,096 points (*3)		
			Special purpose	M1000 ~ M1999, 1,000 points (some are latched)		
	T	Timer	100ms	T0 ~ T199, 200 points (*2) T192 ~ T199 is for subroutine T250~T255, 6 accumulative points (*4)	Total 256 points	Timer indicated by TMR instruction. If timing reaches its target, the T contact of the same No. will be On.
			10ms	T200 ~ T239, 40 points (*2) T240 ~ T245, 6 accumulative points (*4)		
			1ms	T246 ~ T249, 4 accumulative points (*4)		
	C	Counter	16-bit counting up	C0 ~ C99, 100 points (*2) C100 ~ C199, 100 points (*3)	Total 253 points	Counter indicated by CNT (DCNT) instruction. If counting reaches its target, the C contact of the same No. will be On.
			32-bit counting up/down	C200 ~ C219, 20 points (*2) C220 ~ C234, 15 points (*3)		
			32-bit high-speed counter	C235 ~ C244, 1-phase 1 input, 10 points (*3) C246 ~ C249, 1-phase 2 inputs, 4 points(*3) C251 ~ C254, 2-phases 2 inputs, 4 points (*3)		
	S	Step	Initial step point	S0 ~ S9, 10 points (*2)	Total 1,024 points	Used for SFC.
			Zero return	S10 ~ S19, 10 points (used with IST instruction) (*2)		
			General purpose	S20 ~ S499, 480 points (*2)		
			Latched	S500 ~ S899, 400 points (*3)		
			Alarm	S900 ~ S1023, 124 points (*3)		
Register (word data)	T	Present value of timer		T0 ~ T255, 256 points		When the timing reaches the target, the contact of the timer will be On.
	C	Present value of counter		C0 ~ C199, 16-bit counter, 200 points C200 ~ C254, 32-bit counter, 53 points		When the counting reaches the target, the contact of the counter will be On.
	D	Data register	General purpose	D0 ~ D199, 200 points, (*2)	Total 12,000 points	Memory area for data storage; E, F can be used for index indication.
			Latched	D200 ~ D999, 800 points (*3) D2000 ~ D9799, 7,800 points (*3) D10000 ~D11999, 2,000 points (*3)		
			Special purpose	D1000 ~ D1999, 1,000 points		
			Right-side special module	D9900~D9999, 100 points (*3) (*6)		
			Left-side special modules	D9800~D9899, 100 points (*3) (*7)		
			Index indication	E0 ~ E7, F0 ~ F7, 16 points (*1)		
	N/A	File register		K0 ~ K9,999 (10,000 points) (*4)		Expanded register for data storage.

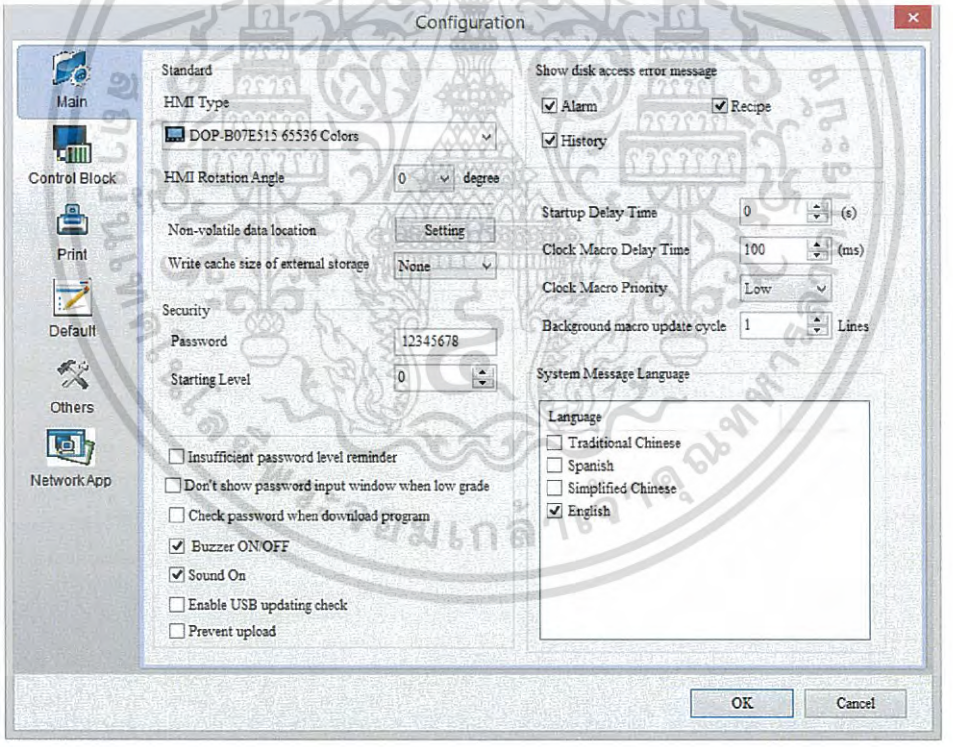
รูปที่ 3.23 : รีจิสเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ได้ใน DVP-SV2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 : ตรวจสอบความถูกต้องใน ISPSoft

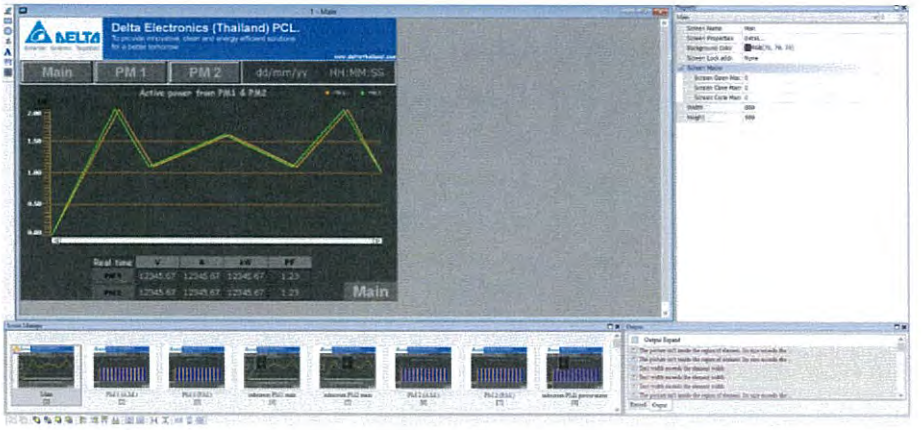
3.5.2 กระบวนการออกแบบและควบคุมการทำงานของหน้าจอแสดงผล HMI

กระบวนการออกแบบและควบคุมการทำงานของหน้าจอ HMI นี้ทำโดยใช้ซอฟต์แวร์ DOPSoft ที่สามารถออกแบบและควบคุมการทำงานของหน้าจอได้ โดยซอฟต์แวร์นี้เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้กับผลิตภัณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงในบางรุ่นของบริษัท เดลต้า อิเล็กทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) เท่านั้น

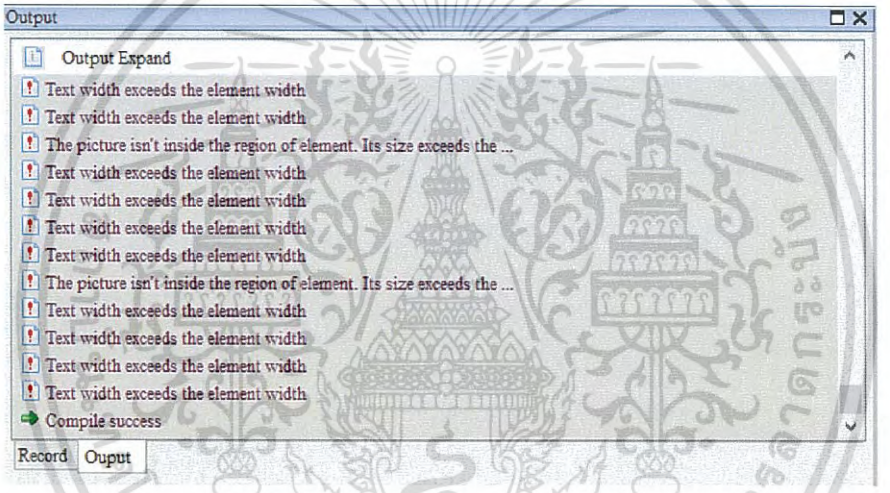


รูปที่ 3.25 : การตั้งค่าต่างๆ ของ HMI

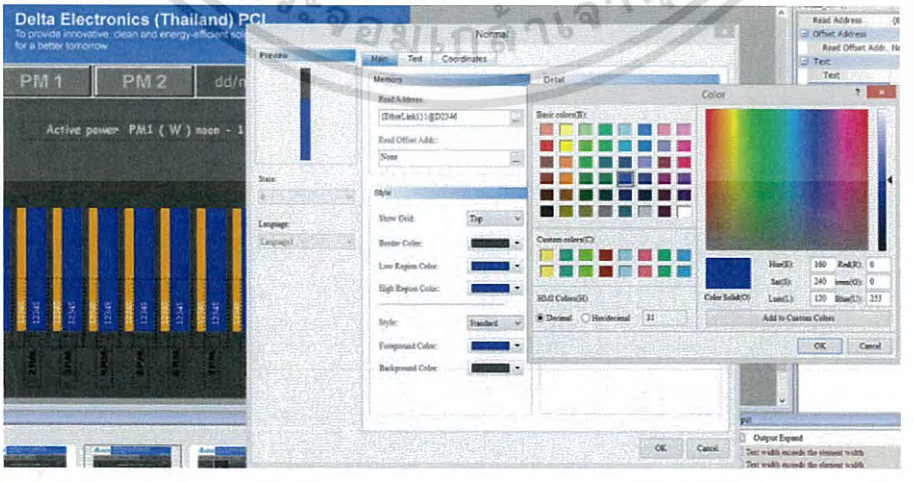
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 : รูปแบบของหน้าโปรแกรม DOPSoft



รูปที่ 3.27 : ตรวจสอบความถูกต้องใน DOPSoft



รูปที่ 3.28 : ตกแต่งเพื่อความเหมาะสมและสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 กระบวนการประกอบและติดตั้งเพื่อทดสอบการทำงาน

กระบวนการประกอบเพื่อทดสอบการทำงานนั้นจะทำให้สามารถรู้ถึงข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้ในการออกแบบและควบคุมการทำงานของทั้ง PLC และ HMI เพื่อที่จะสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

รูปที่ 3.29 : รูปแบบการต่ออุปกรณ์ต่างๆ

รูปที่ 3.30 : ทำการตั้งค่าต่างๆที่จำเป็นต่อการสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.31 : ทำการตรวจทานและทดสอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดสอบการดำเนินงาน

จากขั้นตอนการออกแบบและควบคุมการทำงานของ PLC โดยออกแบบผ่านโปรแกรม ISPSoft เพื่อลำดับขั้นตอนการทำงานในการดึงค่าจากมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยผลจากการทดลองเขียนโปรแกรมลำดับขั้นตอนผ่านการทดสอบการทำงานผ่านฟังก์ชันทดสอบการทำงานของโปรแกรม ทำให้ทราบถึงค่าที่สามารถดึงได้ แต่ในกระบวนการเก็บค่ายังมีปัญหาทำให้การเก็บค่าตามช่วงเวลาที่กำหนดไม่สามารถทำได้ ทำให้ต้องทำการปรับแก้เพื่อได้ตามที่ต้องการ

จากขั้นตอนการออกแบบและควบคุมการทำงานของหน้าจอแสดงผล HMI โดยออกแบบผ่านโปรแกรม DOPSoft เพื่อแสดงการทำงานของจาก PLC โดยผลการการทดลองจากการใช้ฟังก์ชันทดสอบการทำงานของโปรแกรม ผลที่ได้เป็นไปตามที่คาดหมายไว้และสามารถแสดงการทำงานและรูปแบบได้อย่างถูกต้อง

จากขั้นตอนการประกอบและติดตั้งเพื่อการทำสอบ โดยทำการประกอบและเชื่อมต่อการทำงานทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยเชื่อมต่อ PLC กับ คอมพิวเตอร์ผ่าน RS-232 โดยใช้หัวแปลง FTR6530 ในการดาวน์โหลดการทำงาน และเชื่อมต่อ PLC กับ มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าด้วย มาตรฐาน RS-485 เชื่อมต่อ PLC กับ ห้นาจอแสดงผล HMI ด้วยการเชื่อมต่อผ่านสาย Ethernet โดยใช้ Modbus Protocol เป็นการสื่อสาร ทำการจ่ายไฟและแปลงไฟผ่านโมดูล DVP-PS01 เข้า PLC เพื่อเป็นไฟเลี้ยง และเริ่มทำการเก็บค่าเป็นเวลาหนึ่งอาทิตย์ทำให้ทราบว่า การเก็บค่าของอุปกรณ์และจอแสดงผลสามารถทำงานได้ดีในการแสดงผลช่วงเวลาที่เป็นรายชั่วโมง แต่ยังมีข้อผิลพลาดในการแสดงผลในรูปแบบของสัปดาห์ทำให้ต้องมีการแก้ไขเพื่อให้ได้ซึ่งเป้าหมายที่วางเอาไว้ต่อไป

รูปที่ 4.1 : ผลการทดสอบการทำงานการเก็บของหน้า main

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 : ผลการทดสอบการทำงานเก็บค่าในช่วงเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 บทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมา ในขั้นตอนของการศึกษาอุปกรณ์ในตอนต้นทำให้ทราบถึงความสามารถและขีดจำกัดของอุปกรณ์บางอย่างที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ซึ่งจะทำให้สามารถออกแบบการควบคุมของ PLC ได้อย่างคร่าวแล้ว การค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ทำได้อย่างสะดวกสบายด้วยการศึกษาจากทางเอกสารทางเทคนิคต่างๆ ที่สามารถหาได้จากอินเทอร์เน็ตของบริษัทเดลต้าอิเล็คทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) โดยตรง แต่เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างมีการถูกใช้งานและไม่สามารถทดลองได้ตามที่หวังไว้จึงทำให้ขั้นตอนนี้ค่อนข้างเสียเวลา แต่ด้วยความช่วยเหลือของทางผู้ดูแลและวิศวกรภายในแผนกทำให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและทดแทนเวลาที่เสียไปได้

ในขั้นตอนการออกแบบและควบคุมการทำงานของ PLC และ HMI มีการออกแบบและแก้ไขอยู่หลายครั้งเพื่อทำให้ได้ซึ่งเป้าหมายตามที่ได้กำหนดไว้ แต่เนื่องจากการศึกษาที่ยังไม่เพียงพอและแก้ไขปัญหาอย่างไม่ถูกต้อง ทำให้ต้องปรึกษาและขอคำแนะนำจากวิศวกรภายในแผนกเพื่อให้ได้ซึ่งแนวที่ถูกต้อง จนสามารถออกแบบและหาวิธีทางในการแก้ไขได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และผลของการออกแบบและควบคุมการทำงานเป็นไปได้ด้วยดี

ในขั้นตอนการทดลองการดำเนินงาน ทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆจริง การทำงานรับ-ส่งค่าต่างๆ มีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง ทำให้ต้องปรึกษาและทำการขอคำแนะนำจากวิศวกรภายในแผนกเพื่อให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องและเหมาะสม จนทำให้ผลที่ได้จากการทดลองเป็นไปในทางที่ดีและสำเร็จตามเป้าหมายที่วางเอาไว้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. เนื่องจากในตอนต้น นักศึกษายังไม่เข้าใจถึงหลักการและจุดประสงค์ในการดำเนินงาน ทำให้การดำเนินงานในช่วงต้นนั้น มีความล่าช้า

2. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในการดำเนินงาน

3. ยังไม่มีความชำนาญในการออกแบบและควบคุมการทำงานของ PLC ของทางบริษัทเนื่องจากไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานมาก่อน และมีฟังก์ชันการทำงานที่เฉพาะเจาะจง จึงทำให้ใช้เวลาในการดำเนินงาน

4. มีการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขโปรแกรมในการควบคุมการทำงาน PLC ทำให้การวางแผนตัวแปรในตอนต้นไม่ตรงตามจุดประสงค์ที่วางเอาไว้

5. เมื่อทดสอบการทำงานจริง มีข้อจำกัดในขั้นตอนการเขียนและออกแบบหน้าจอ HMI ซึ่งนักศึกษาไม่ได้คาดไว้และทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไขของ HMI รวมไปถึงการแก้ไขการควบคุมของ PLC ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. ทำความเข้าใจและศึกษาขอบเขตการทำงานของโครงงานที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงให้ขอคำปรึกษาอย่างละเอียดจากวิศวกรผู้ดูแลและวิศวกรแผนก

2. ทำการศึกษาและฝึกทักษะของนักศึกษาเกี่ยวกับทักษะเบื้องต้นและทักษะที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงทำการศึกษาคู่มือการใช้งานอย่างละเอียดเพื่อให้เข้าใจและก่อเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานน้อยที่สุด

3. ขอคำปรึกษาจากวิศวกรในแผนกรวมถึงวิศวกรผู้ดูแล

4. ตรวจสอบขีดจำกัดของฟังก์ชันและอุปกรณ์บางอย่างที่ซึ่งอาจจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดในภายหลังได้ หากไม่ได้ตรวจสอบว่าสามารถทำงานตามเป้าหมายที่วางเอาไว้ได้

5. หาอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้งานในโครงงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "Programmable Logic Controller (1)" เข้าถึงได้จาก : http://www.jwtech.co.th/plc-delta.php (วันที่สืบค้นข้อมูล : 3 พฤศจิกายน 2559)

[2] "Programmable Logic Controller (2)" เข้าถึงได้จาก : http://www.tgcontrol.com/?p=3313 (วันที่สืบค้นข้อมูล : 3 พฤศจิกายน 2559)

[3] "Programmable Logic Controller (3)" เข้าถึงได้จาก http://www.rtafshooting.com/arm/index.php?option=com_content&view=article&id=83:plc-&catid=38:-2 (วันที่สืบค้นข้อมูล : 3 พฤศจิกายน 2559)

[4] "Scan time cycle" เข้าถึงได้จาก : http://blog.smeclabs.com/program-scan-in-plc/ (วันที่สืบค้นข้อมูล : 3 พฤศจิกายน 2559)

[5] "Power meter" เข้าถึงได้จาก : https://legatool.com/wp/1223/ (วันที่สืบค้นข้อมูล : 3 พฤศจิกายน 2559)

[6] "Current Transformer (1)" เข้าถึงได้จาก http://nongcom-electrical.blogspot.com/2015/08/current-transformer-ct.html (วันที่สืบค้นข้อมูล : 7 พฤศจิกายน 2559)

[7] "Current Transformer (2)" เข้าถึงได้จาก : http://www.psptech.co.th/หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าtransformer-16777.page (วันที่สืบค้นข้อมูล : 7 พฤศจิกายน 2559)

[8] "Recommend Standard" เข้าถึงได้จาก : http://www.neural-eng.com/A7/2013-09-24-09-46-57/17-rs-232-rs-422-rs-485 (วันที่สืบค้นข้อมูล : 7 พฤศจิกายน 2559)

[9] "Modbus Protocol" เข้าถึงได้จาก : http://riverplusblog.com/2011/08/18/plc-protocol-การสื่อสารแบบ-modbus-protocol/ (วันที่สืบค้นข้อมูล : 9 พฤศจิกายน 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

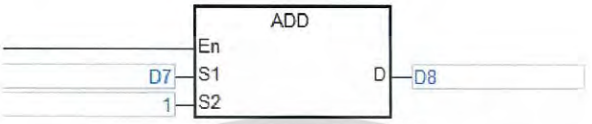
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

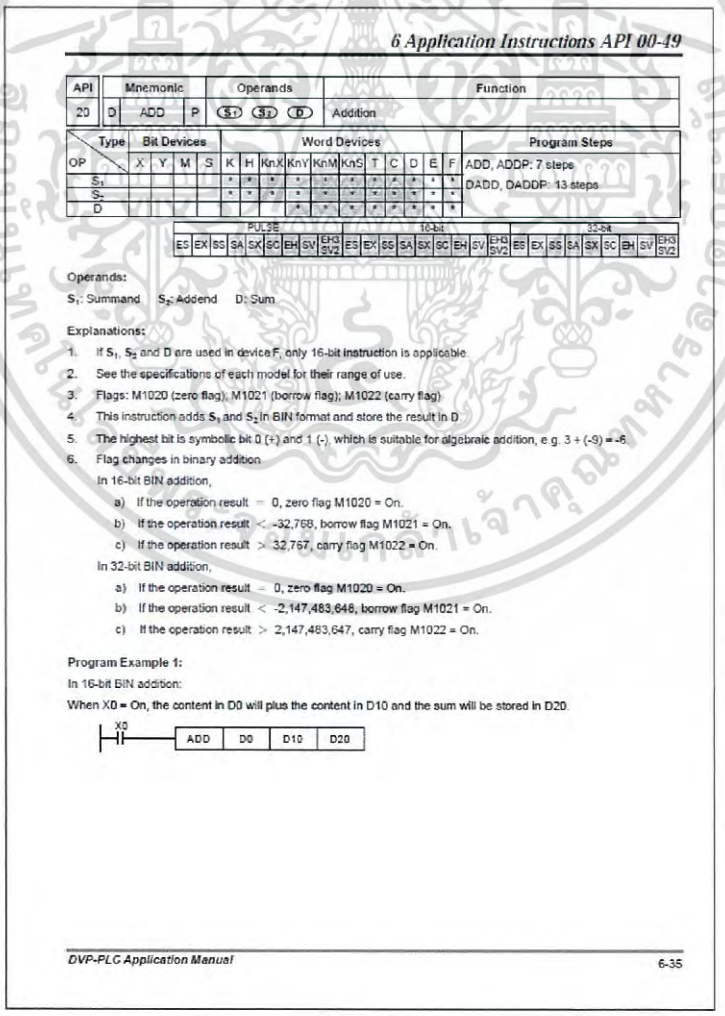
คู่มือการใช้งาน Delta DVP-SV2

ฟังก์ชั่นการทำงานที่ใช้ในโปรแกรม ISPSoft

1. Addition (ADD, DADD) : ฟังก์ชั่นบวก



รูปที่ ก.1 : ลักษณะของบล็อค ADD ในโปรแกรมแลดเดอร์



6 Application Instructions API 00-49

API	Mnemonic	Operands	Function
20	D ADD P	(S1) (S2) (D)	Addition

OP \ Type	Bit Devices				Word Devices										Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	
S_1					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ADD, ADDP: 7 steps
S_2					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	DADD, DADDP: 13 steps
D							*	*	*	*	*	*	*	*	*	

	PULSE								16-bit								32-bit							
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S_1: Summand S_2: Addend D: Sum

Explanations:

1. If S_1, S_2 and D are used in device F, only 16-bit instruction is applicable.
2. See the specifications of each model for their range of use.
3. Flags: M1020 (zero flag); M1021 (borrow flag); M1022 (carry flag)
4. This instruction adds S_1 and S_2 in BIN format and store the result in D.
5. The highest bit is symbolic bit 0 (+) and 1 (-), which is suitable for algebraic addition, e.g. 3 + (-9) = -6.
6. Flag changes in binary addition

In 16-bit BIN addition,

a) If the operation result = 0, zero flag M1020 = On.
b) If the operation result < -32,768, borrow flag M1021 = On.
c) If the operation result > 32,767, carry flag M1022 = On.

In 32-bit BIN addition,

a) If the operation result = 0, zero flag M1020 = On.
b) If the operation result < -2,147,483,648, borrow flag M1021 = On.
c) If the operation result > 2,147,483,647, carry flag M1022 = On.

Program Example 1:

In 16-bit BIN addition:

When X0 = On, the content in D0 will plus the content in D10 and the sum will be stored in D20.

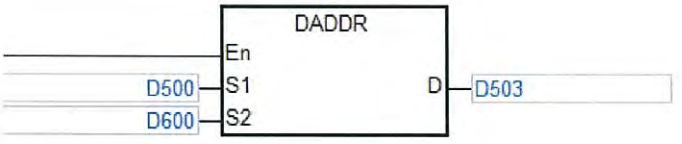
X0 | ADD | D0 | D10 | D20

DVP-PLC Application Manual 6-35

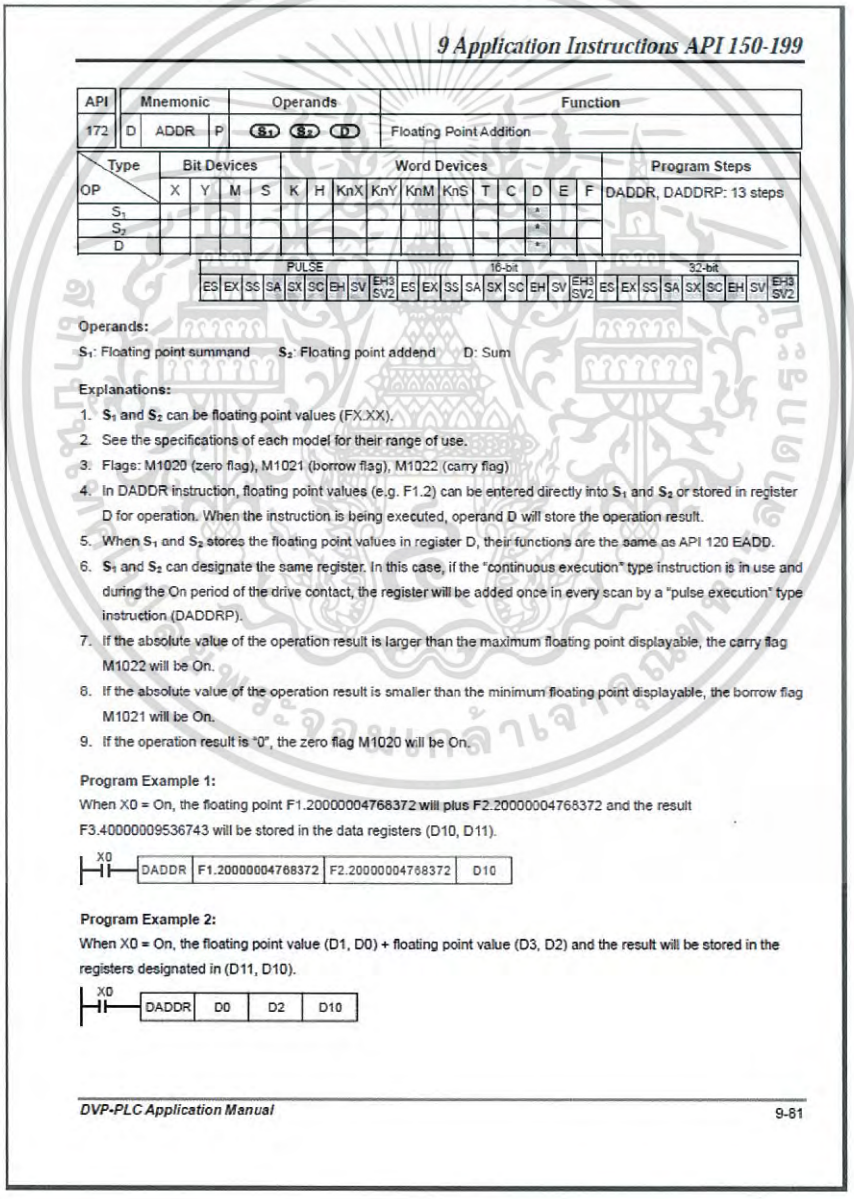
รูปที่ ก.2 : Addition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Floating Point Addition (DADDR) : ฟังก์ชั่นบวกเลขทศนิยม



รูปที่ ก.3 : ลักษณะของบล็อค DADDR ในโปรแกรมแลดเดอร์



9 Application Instructions API 150-199

API	Mnemonic			Operands	Function
172	D	ADDR	P	(S1) (S2) (D)	Floating Point Addition

Type / OP	Bit Devices				Word Devices											Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	DADDR, DADDRP: 13 steps
S_1													*			
S_2													*			
D													*			

PULSE								16-bit								32-bit							
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S_1: Floating point summand S_2: Floating point addend D: Sum

Explanations:

1. S_1 and S_2 can be floating point values (FX.XX).
2. See the specifications of each model for their range of use.
3. Flags: M1020 (zero flag), M1021 (borrow flag), M1022 (carry flag)
4. In DADDR instruction, floating point values (e.g. F1.2) can be entered directly into S_1 and S_2 or stored in register D for operation. When the instruction is being executed, operand D will store the operation result.
5. When S_1 and S_2 stores the floating point values in register D, their functions are the same as API 120 EADD.
6. S_1 and S_2 can designate the same register. In this case, if the "continuous execution" type instruction is in use and during the On period of the drive contact, the register will be added once in every scan by a "pulse execution" type instruction (DADDRP).
7. If the absolute value of the operation result is larger than the maximum floating point displayable, the carry flag M1022 will be On.
8. If the absolute value of the operation result is smaller than the minimum floating point displayable, the borrow flag M1021 will be On.
9. If the operation result is "0", the zero flag M1020 will be On.

Program Example 1:

When X0 = On, the floating point F1.20000004768372 will plus F2.20000004768372 and the result F3.40000009536743 will be stored in the data registers (D10, D11).

X0 | DADDR | F1.20000004768372 | F2.20000004768372 | D10

Program Example 2:

When X0 = On, the floating point value (D1, D0) + floating point value (D3, D2) and the result will be stored in the registers designated in (D11, D10).

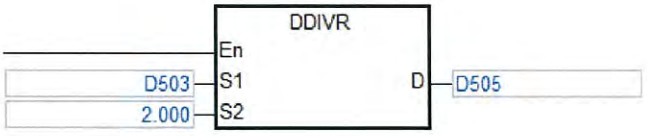
X0 | DADDR | D0 | D2 | D10

DVP-PLC Application Manual 9-81

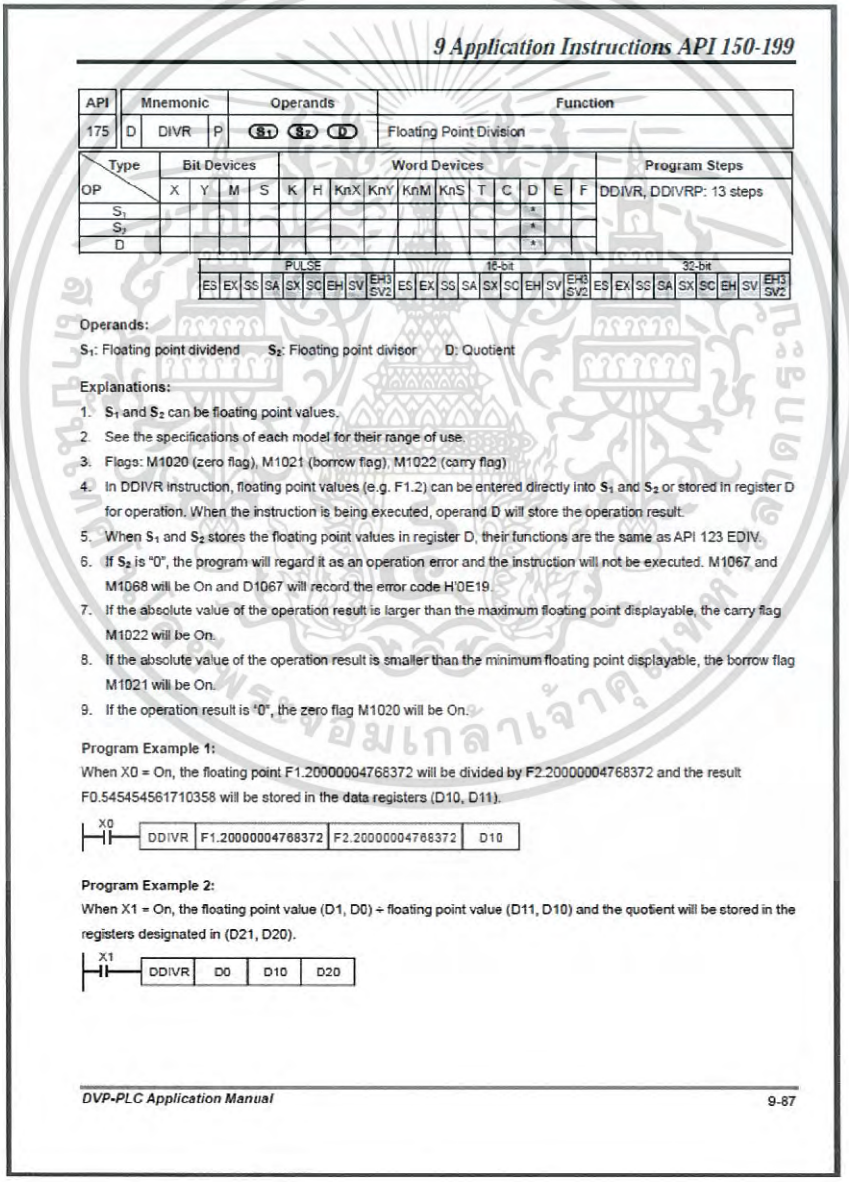
รูปที่ ก.4 : Floating Point Addition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Floating Point Division (DDIVR) : ฟังก์ชั่นลบเลขทศนิยม



รูปที่ ก.5 : ลักษณะของบล็อค DDIVR ในโปรแกรมแลดเดอร์



9 Application Instructions API 150-199

API	Mnemonic			Operands	Function
175	D	DIVR	P	S1 S2 D	Floating Point Division

Type / OP	Bit Devices				Word Devices										Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F
S1													*		
S2													*		
D													*		

DDIVR, DDIVRP: 13 steps

PULSE									16-bit								32-bit								
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S_1: Floating point dividend S_2: Floating point divisor D: Quotient

Explanations:

1. S_1 and S_2 can be floating point values.
2. See the specifications of each model for their range of use.
3. Flags: M1020 (zero flag), M1021 (borrow flag), M1022 (carry flag)
4. In DDIVR instruction, floating point values (e.g. F1.2) can be entered directly into S_1 and S_2 or stored in register D for operation. When the instruction is being executed, operand D will store the operation result.
5. When S_1 and S_2 stores the floating point values in register D, their functions are the same as API 123 EDIV.
6. If S_2 is "0", the program will regard it as an operation error and the instruction will not be executed. M1067 and M1068 will be On and D1067 will record the error code H'0E19.
7. If the absolute value of the operation result is larger than the maximum floating point displayable, the carry flag M1022 will be On.
8. If the absolute value of the operation result is smaller than the minimum floating point displayable, the borrow flag M1021 will be On.
9. If the operation result is "0", the zero flag M1020 will be On.

Program Example 1:

When X0 = On, the floating point F1.20000004768372 will be divided by F2.20000004768372 and the result F0.545454561710358 will be stored in the data registers (D10, D11).

X0 | DDIVR | F1.20000004768372 | F2.20000004768372 | D10

Program Example 2:

When X1 = On, the floating point value (D1, D0) ÷ floating point value (D11, D10) and the quotient will be stored in the registers designated in (D21, D20).

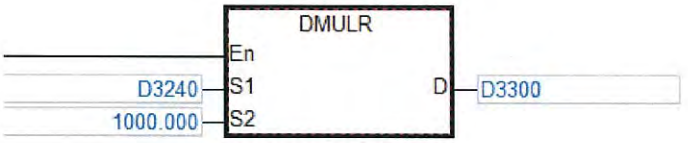
X1 | DDIVR | D0 | D10 | D20

DVP-PLC Application Manual 9-87

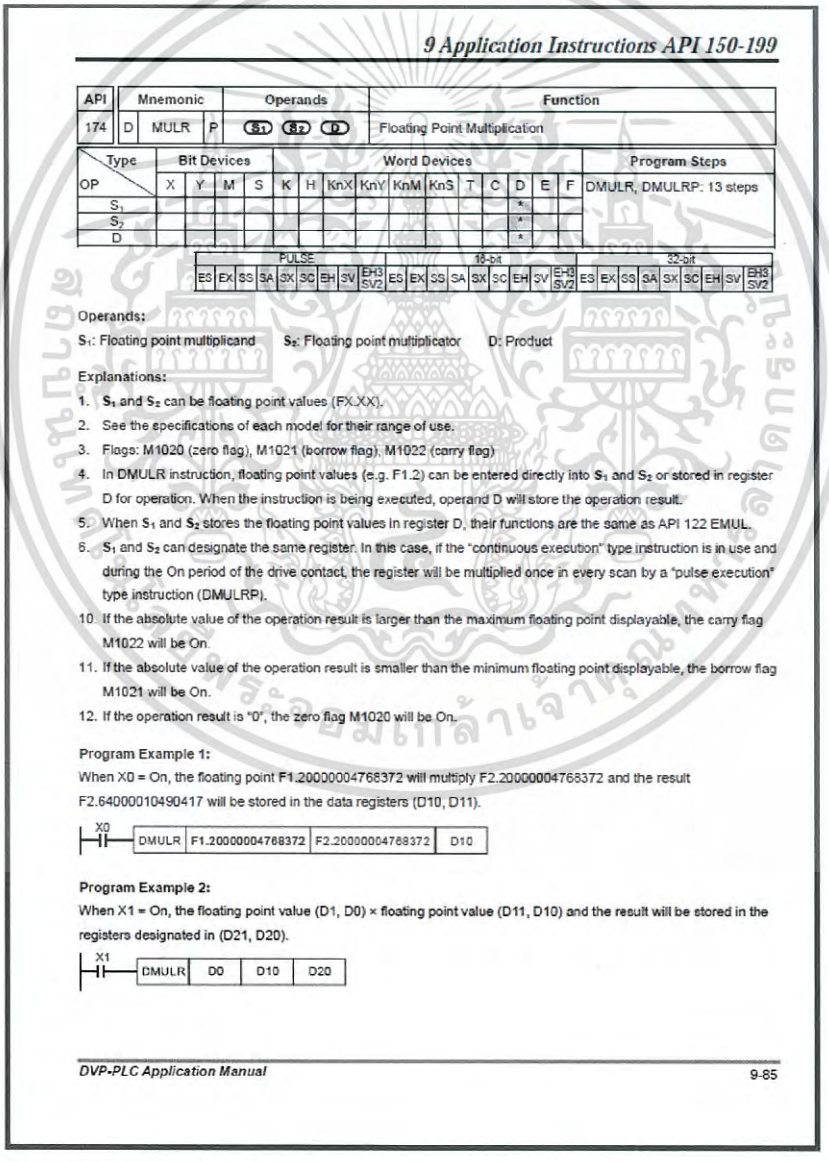
รูปที่ ก.6 : Floating Point Division

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Floating Point Multiplication (DMULR) : ฟังก์ชั่นคูณเลขทศนิยม



รูปที่ ก.7 : ลักษณะของบล็อค DMULR ในโปรแกรมแลดเดอร์



9 Application Instructions API 150-199

API	Mnemonic	Operands	Function
174	D MULR P	S1 S2 D	Floating Point Multiplication

Type / OP	Bit Devices				Word Devices										Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F
S_1													*		
S_2													*		
D													*		

DMULR, DMULRP: 13 steps

PULSE									16-bit								32-bit								
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S_1: Floating point multiplicand S_2: Floating point multiplicator D: Product

Explanations:

1. S_1 and S_2 can be floating point values (FX.XX).
2. See the specifications of each model for their range of use.
3. Flags: M1020 (zero flag), M1021 (borrow flag), M1022 (carry flag)
4. In DMULR instruction, floating point values (e.g. F1.2) can be entered directly into S_1 and S_2 or stored in register D for operation. When the instruction is being executed, operand D will store the operation result.
5. When S_1 and S_2 stores the floating point values in register D, their functions are the same as API 122 EMUL.
6. S_1 and S_2 can designate the same register. In this case, if the "continuous execution" type instruction is in use and during the On period of the drive contact, the register will be multiplied once in every scan by a "pulse execution" type instruction (DMULRP).
10. If the absolute value of the operation result is larger than the maximum floating point displayable, the carry flag M1022 will be On.
11. If the absolute value of the operation result is smaller than the minimum floating point displayable, the borrow flag M1021 will be On.
12. If the operation result is "0", the zero flag M1020 will be On.

Program Example 1:

When X0 = On, the floating point F1.20000004768372 will multiply F2.20000004768372 and the result F2.64000010490417 will be stored in the data registers (D10, D11).

X0 | DMULR | F1.20000004768372 | F2.20000004768372 | D10

Program Example 2:

When X1 = On, the floating point value (D1, D0) × floating point value (D11, D10) and the result will be stored in the registers designated in (D21, D20).

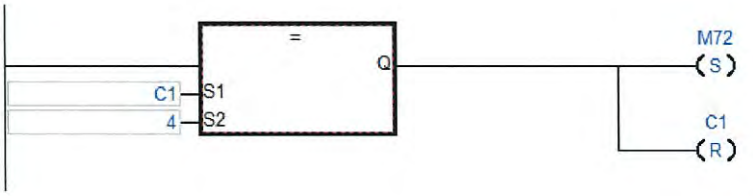
X1 | DMULR | D0 | D10 | D20

DVP-PLC Application Manual 9-85

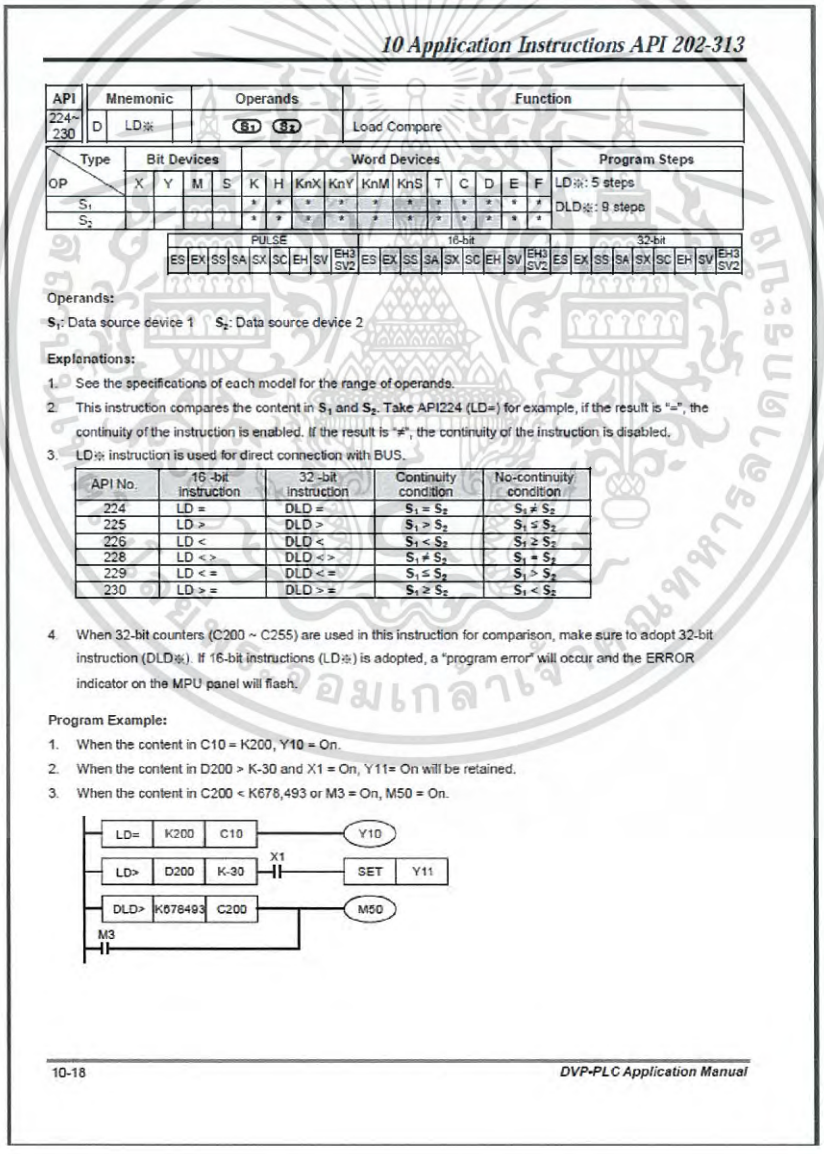
รูปที่ ก.8 : Floating Point Multiplication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Load Compare : ฟังก์ชั่นเปรียบเทียบ



รูปที่ ก.9 : ตัวอย่างลักษณะของบล็อคเปรียบเทียบในโปรแกรมแลดเดอร์



10 Application Instructions API 202-313

API	Mnemonic	Operands	Function
224~230	D LD※	S_1 S_2	Load Compare

Type / OP	Bit Devices				Word Devices											Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	
S_1					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	LD※: 5 steps
S_2					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	DLD※: 9 steps

PULSE									16-bit								32-bit								
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S_1: Data source device 1 S_2: Data source device 2

Explanations:

1. See the specifications of each model for the range of operands.
2. This instruction compares the content in S_1 and S_2. Take API224 (LD=) for example, if the result is "=", the continuity of the instruction is enabled. If the result is "≠", the continuity of the instruction is disabled.
3. LD※ instruction is used for direct connection with BUS.

API No.	16 -bit instruction	32 -bit instruction	Continuity condition	No-continuity condition
224	LD =	DLD =	$S_1 = S_2$	$S_1 \neq S_2$
225	LD >	DLD >	$S_1 > S_2$	$S_1 \leq S_2$
226	LD <	DLD <	$S_1 < S_2$	$S_1 \geq S_2$
228	LD <>	DLD <>	$S_1 \neq S_2$	$S_1 = S_2$
229	LD <=	DLD <=	$S_1 \leq S_2$	$S_1 > S_2$
230	LD >=	DLD >=	$S_1 \geq S_2$	$S_1 < S_2$

4. When 32-bit counters (C200 ~ C255) are used in this instruction for comparison, make sure to adopt 32-bit instruction (DLD※). If 16-bit instructions (LD※) is adopted, a "program error" will occur and the ERROR indicator on the MPU panel will flash.

Program Example:

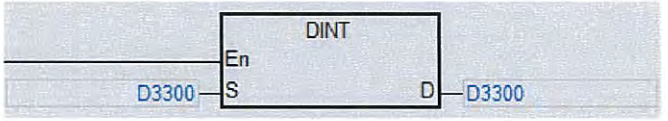
1. When the content in C10 = K200, Y10 = On.
2. When the content in D200 > K-30 and X1 = On, Y11= On will be retained.
3. When the content in C200 < K678,493 or M3 = On, M50 = On.

10-18 *DVP-PLC Application Manual*

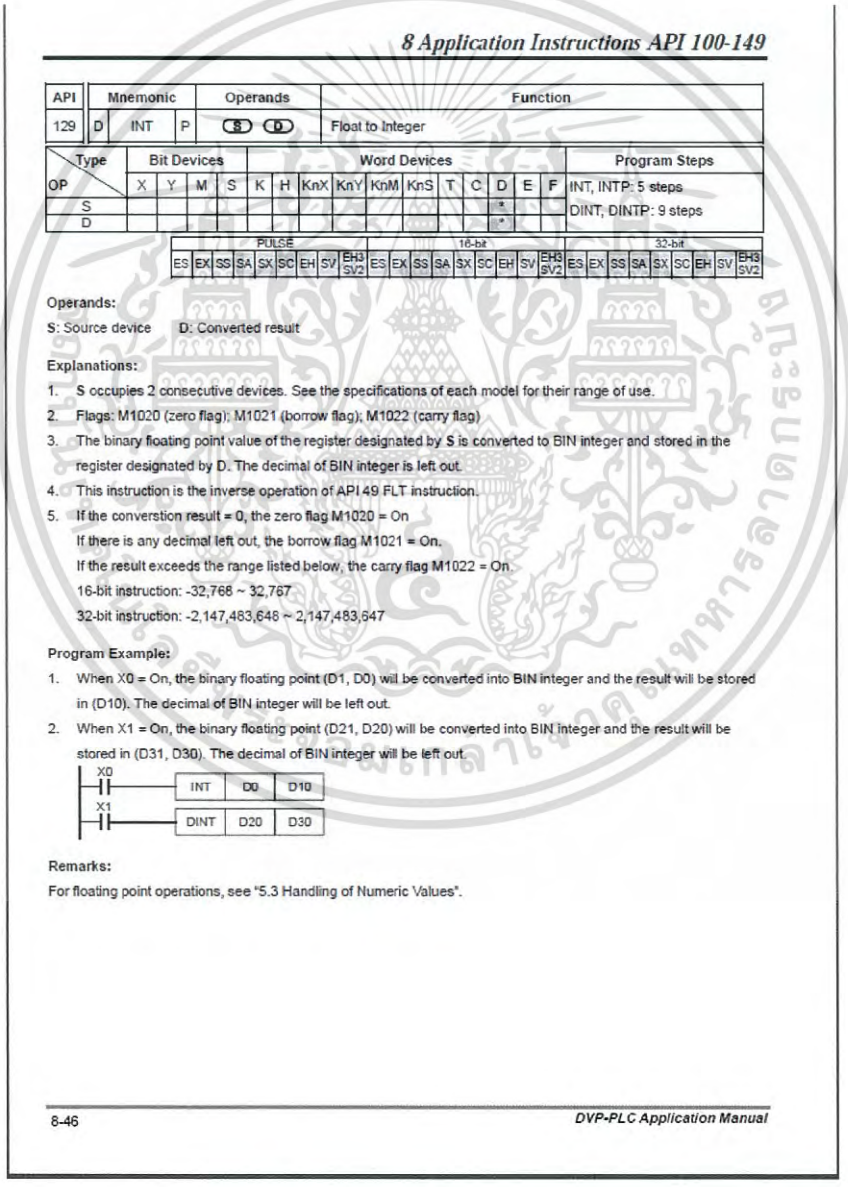
รูปที่ ก.10 : Load Compare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Float to Integer (INT) : เปลี่ยนจากชนิด float เป็น Integer



รูปที่ ก.11 : ลักษณะของบล็อค DINT ในโปรแกรมแลดเดอร์



8 Application Instructions API 100-149

API	Mnemonic	Operands	Function
129	D INT P	(S) (D)	Float to Integer

Type / OP	Bit Devices				Word Devices											Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	
S													*			INT, INTP: 5 steps
D													*			DINT, DINTP: 9 steps

PULSE									16-bit								32-bit								
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S: Source device D: Converted result

Explanations:

1. S occupies 2 consecutive devices. See the specifications of each model for their range of use.
2. Flags: M1020 (zero flag); M1021 (borrow flag); M1022 (carry flag)
3. The binary floating point value of the register designated by **S** is converted to BIN integer and stored in the register designated by D. The decimal of BIN integer is left out.
4. This instruction is the inverse operation of API 49 FLT instruction.
5. If the converstion result = 0, the zero flag M1020 = On
   If there is any decimal left out, the borrow flag M1021 = On.
   If the result exceeds the range listed below, the carry flag M1022 = On.
   16-bit instruction: -32,768 ~ 32,767
   32-bit instruction: -2,147,483,648 ~ 2,147,483,647

Program Example:

1. When X0 = On, the binary floating point (D1, D0) wil be converted into BIN integer and the result will be stored in (D10). The decimal of BIN integer will be left out.
2. When X1 = On, the binary floating point (D21, D20) will be converted into BIN integer and the result will be stored in (D31, D30). The decimal of BIN integer will be left out.

Remarks:

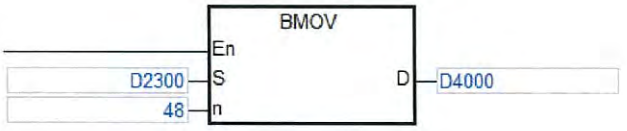
For floating point operations, see "5.3 Handling of Numeric Values".

8-46 *DVP-PLC Application Manual*

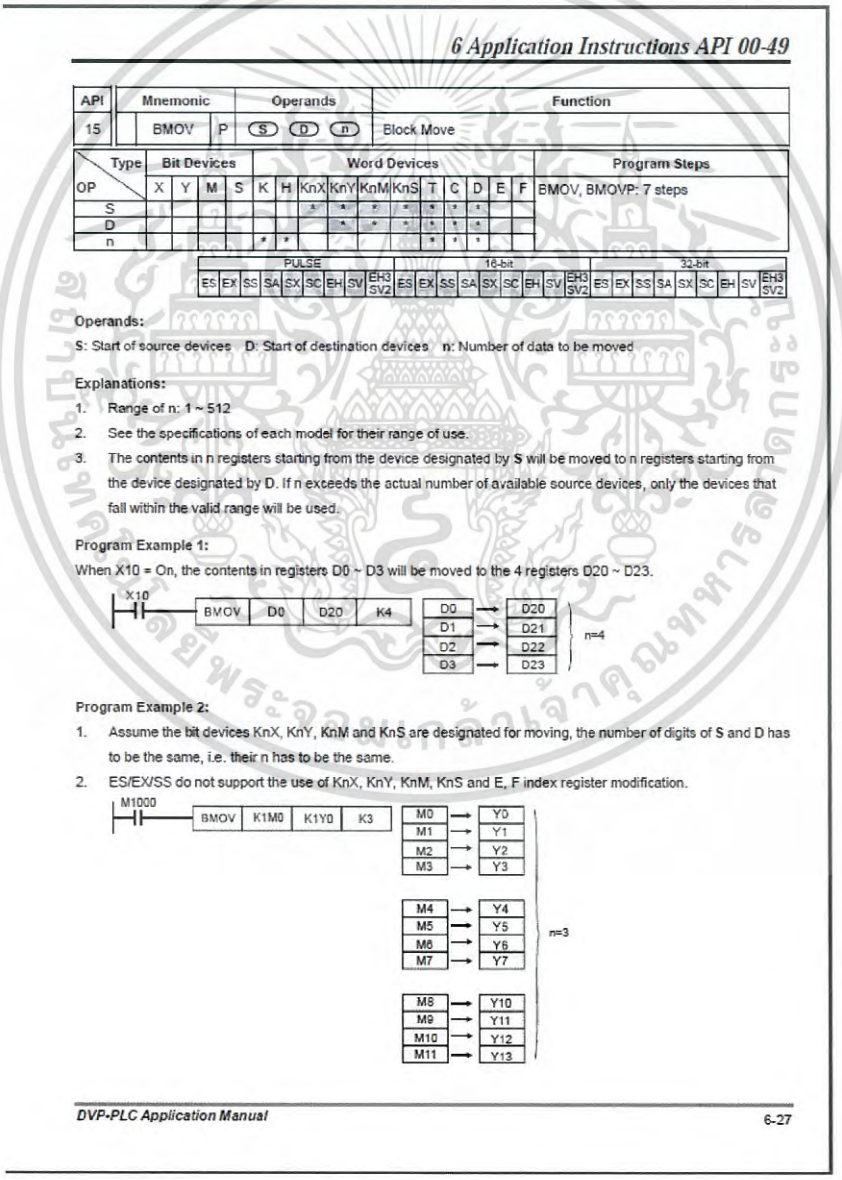
รูปที่ ก.12 : Float to Integer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Block move (BMOV) : ฟังก์ชั่นย้ายบล็อค



รูปที่ ก.13 : ลักษณะของบล็อค BMOV ในโปรแกรมแลดเดอร์



6 Application Instructions API 00-49

API	Mnemonic	Operands	Function
15	BMOV P	(S) (D) (n)	Block Move

Type / OP	Bit Devices				Word Devices										Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	BMOV, BMOVP: 7 steps
S							*	*	*	*	*	*	*			
D								*	*	*	*	*	*			
n					*	*					*	*	*			

PULSE									16-bit								32-bit								
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S: Start of source devices D: Start of destination devices n: Number of data to be moved

Explanations:

1. Range of n: 1 ~ 512
2. See the specifications of each model for their range of use.
3. The contents in n registers starting from the device designated by **S** will be moved to n registers starting from the device designated by D. If n exceeds the actual number of available source devices, only the devices that fall within the valid range will be used.

Program Example 1:

When X10 = On, the contents in registers D0 ~ D3 will be moved to the 4 registers D20 ~ D23.

Program Example 2:

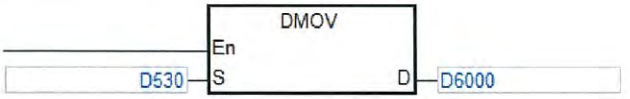
1. Assume the bit devices KnX, KnY, KnM and KnS are designated for moving, the number of digits of S and D has to be the same, i.e. their n has to be the same.
2. ES/EX/SS do not support the use of KnX, KnY, KnM, KnS and E, F index register modification.

DVP-PLC Application Manual 6-27

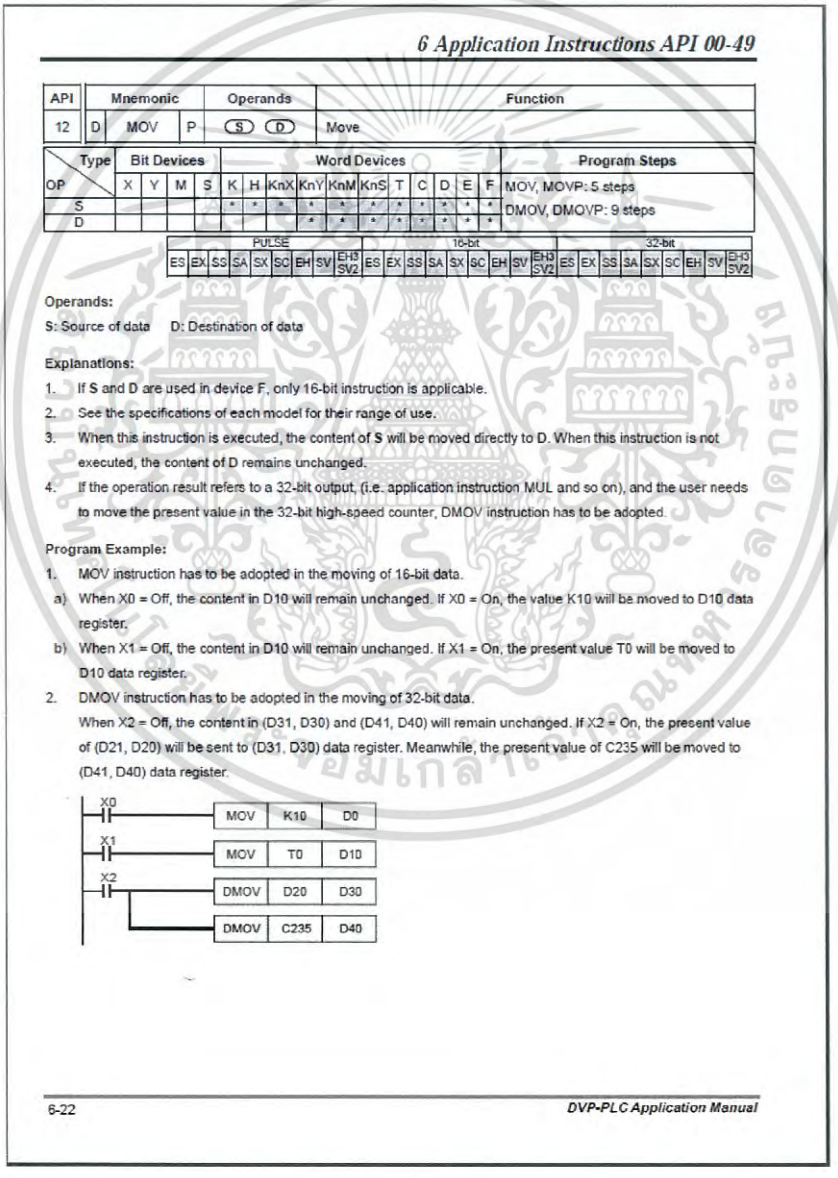
รูปที่ ก.14 : Block Move

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Move (MOV) : ฟังก์ชั่นย้าย



รูปที่ ก.15 : ลักษณะของบล็อค DMOV ในโปรแกรมแลดเดอร์



6 Application Instructions API 00-49

API	Mnemonic			Operands	Function
12	D	MOV	P	(S) (D)	Move

OP \ Type	Bit Devices				Word Devices											Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	MOV, MOVP: 5 steps
S					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	DMOV, DMOVP: 9 steps
D									*	*	*	*	*	*	*	

PULSE										16-bit										32-bit									
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2		ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2		ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	

Operands:

S: Source of data D: Destination of data

Explanations:

1. If S and D are used in device F, only 16-bit instruction is applicable.
2. See the specifications of each model for their range of use.
3. When this instruction is executed, the content of **S** will be moved directly to D. When this instruction is not executed, the content of D remains unchanged.
4. If the operation result refers to a 32-bit output, (i.e. application instruction MUL and so on), and the user needs to move the present value in the 32-bit high-speed counter, DMOV instruction has to be adopted.

Program Example:

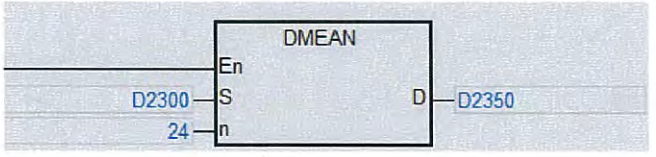
1. MOV instruction has to be adopted in the moving of 16-bit data.
   a) When X0 = Off, the content in D10 will remain unchanged. If X0 = On, the value K10 will be moved to D10 data register.
   b) When X1 = Off, the content in D10 will remain unchanged. If X1 = On, the present value T0 will be moved to D10 data register.
2. DMOV instruction has to be adopted in the moving of 32-bit data.
   When X2 = Off, the content in (D31, D30) and (D41, D40) will remain unchanged. If X2 = On, the present value of (D21, D20) will be sent to (D31, D30) data register. Meanwhile, the present value of C235 will be moved to (D41, D40) data register.

6-22 *DVP-PLC Application Manual*

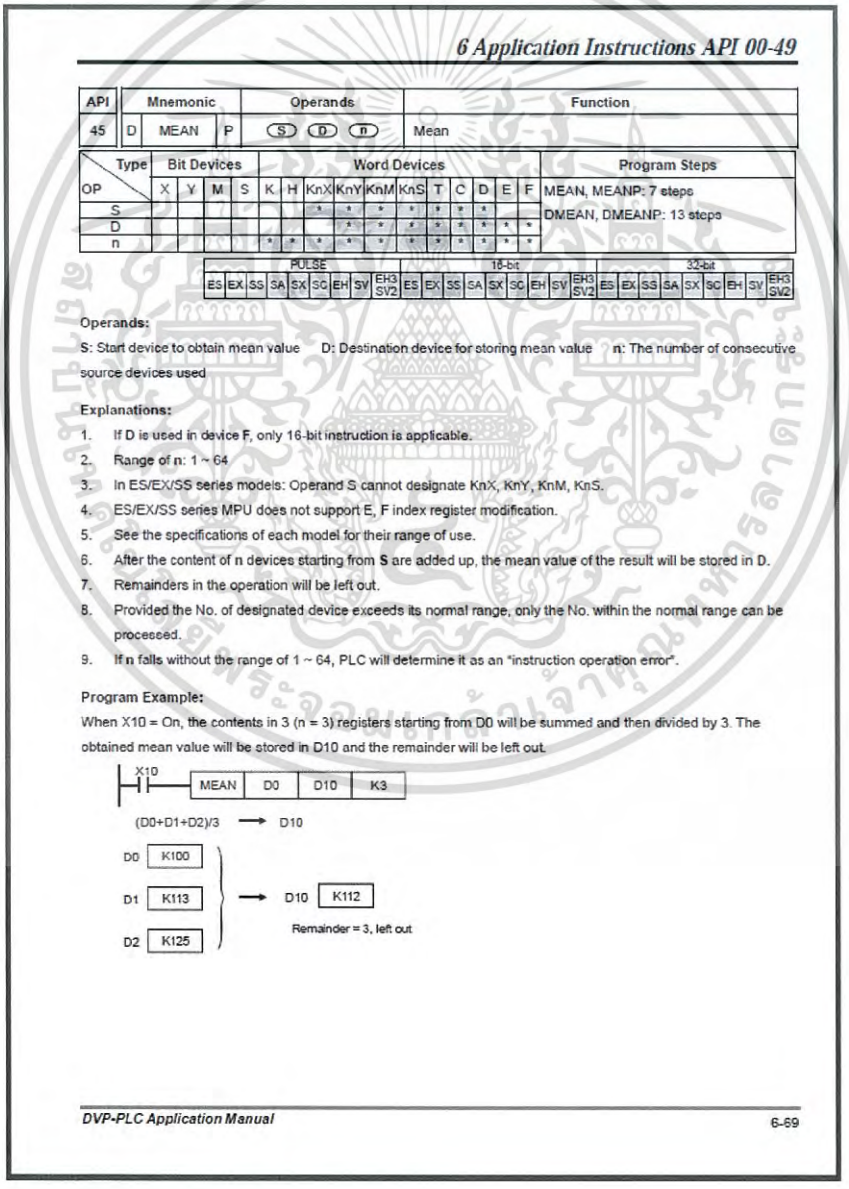
รูปที่ ก.16 : Move

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Mean (MEAN,DMEAN) : ฟังก์ชั่นหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ ก.17 : ลักษณะของบล็อค DMEAN ในโปรแกรมแลดเดอร์



6 Application Instructions API 00-49

API	Mnemonic			Operands	Function
45	D	MEAN	P	(S) (D) (n)	Mean

OP \ Type	Bit Devices				Word Devices										Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	
S							*	*	*	*	*	*	*			MEAN, MEANP: 7 steps
D								*	*	*	*	*	*	*	*	DMEAN, DMEANP: 13 steps
n					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

PULSE									16-bit								32-bit								
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S: Start device to obtain mean value D: Destination device for storing mean value n: The number of consecutive source devices used

Explanations:

1. If D is used in device F, only 16-bit instruction is applicable.
2. Range of n: 1 ~ 64
3. In ES/EX/SS series models: Operand S cannot designate KnX, KnY, KnM, KnS.
4. ES/EX/SS series MPU does not support E, F index register modification.
5. See the specifications of each model for their range of use.
6. After the content of n devices starting from S are added up, the mean value of the result will be stored in D.
7. Remainders in the operation will be left out.
8. Provided the No. of designated device exceeds its normal range, only the No. within the normal range can be processed.
9. If n falls without the range of 1 ~ 64, PLC will determine it as an "instruction operation error".

Program Example:

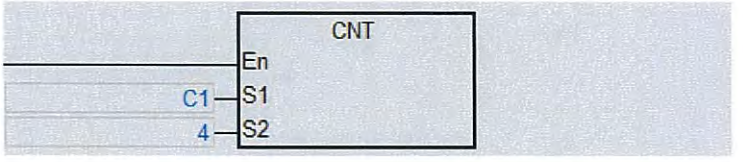
When X10 = On, the contents in 3 (n = 3) registers starting from D0 will be summed and then divided by 3. The obtained mean value will be stored in D10 and the remainder will be left out.

DVP-PLC Application Manual 6-69

รูปที่ ก.18 : Mean

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. Counter (CNT) : ฟังก์ชั่นการนับ



รูปที่ ก.19 : ลักษณะของบล็อค CNT ในโปรแกรมแลดเดอร์

Mnemonic	Function	Program steps	Controllers
CNT	16-bit counter	1	ES EX SS SA SX SC EH2 SV EH3 SV2

Operand		
	C-K	C0 ~ C199, K0~K32,767
	C-D	C0 ~ C199, D0 ~ D9999

Explanations:

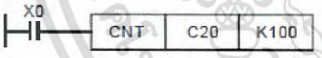
3. When the CNT instruction goes from Off to On, the designated counter coil will be driven, and the present value in the counter will plus 1. When the counting reaches the set value (present value = set value), the contact will be:

NO (Normally Open) contact	Open collector
NC (Normally Closed) contact	Close collector

4. If there are other counting pulse inputs after the counting reaches its target, the contact and present value will stay intact. Use RST instruction to restart or reset the counting.

Program Example:

Ladder diagram:



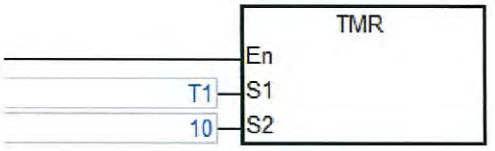
Instruction code:		Operation:
LD	X0	Loading in contact A of X0
CNT	C20 K100	Set value in counter C20 as K100

3-10 *DVP-PLC Application Manual*

รูปที่ ก.20 : Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. Timer (TMR) : ฟังก์ชั่นการนับเวลา



รูปที่ ก.21 : ลักษณะของบล็อค TMR ในโปรแกรมแลดเดอร์

Mnemonic	Function	Program steps	Controllers
TMR	16-bit timer	4	ES EX SS SA SX SC EH2 SV EH3 SV2

Operand		
	T-K	T0 ~ T255, K0 ~ K32,767
	T-D	T0 ~ T255, D0 ~ D9999

Explanations:

When TMR instruction is executed, the designated coil of the timer will be On and the timer will start to time. When the set value in the timer is reached (present ≥ set value), the contact will be:

NO (Normally Open) contact	Open collector
NC (Normally Closed) contact	Close collector

Program Example:

Ladder diagram:

Instruction code:		Operation:
LD	X0	Loading in contact A of X0 T5 timer
TMR	T5 K1000	Set value in timer T5 as K1,000

Remarks:

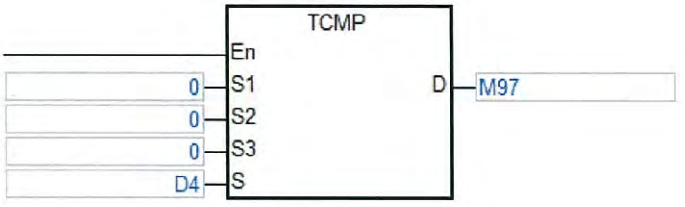
See the specification of each model for the range of operand T.

DVP-PLC Application Manual 3-9

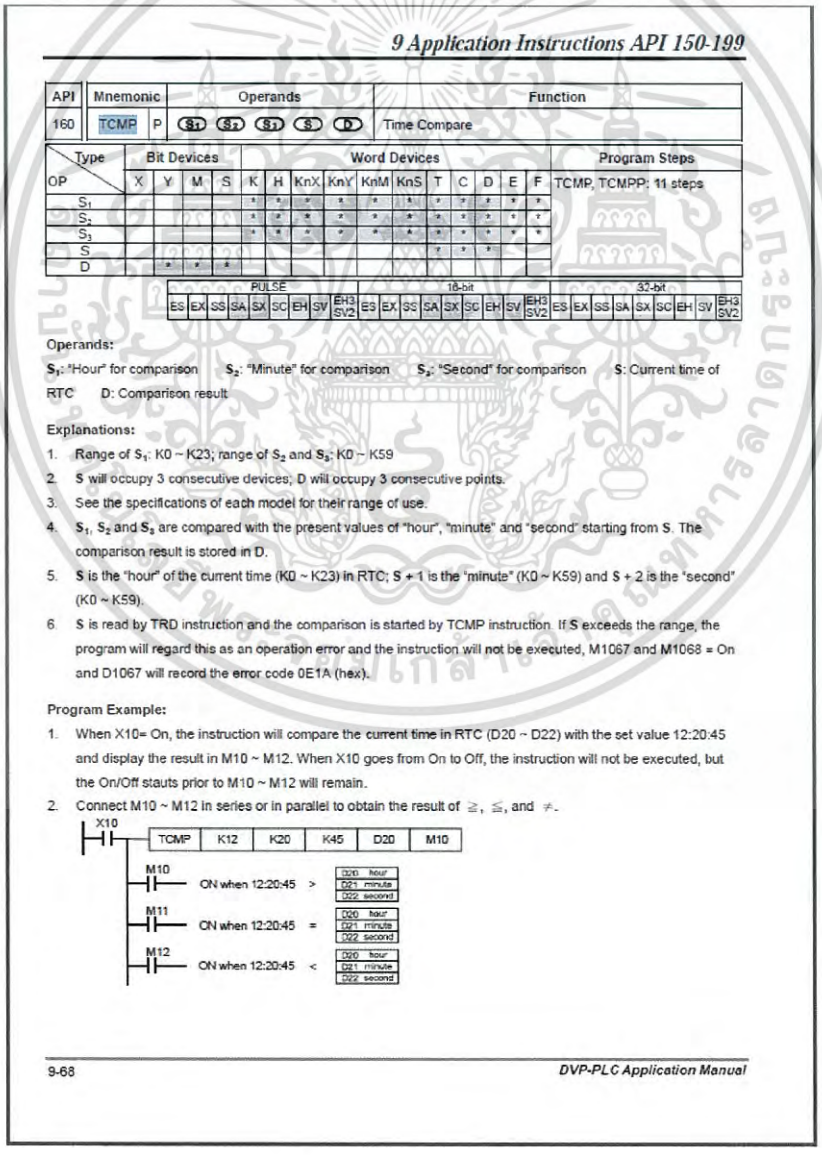
รูปที่ ก.22 : Timer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. Time Compare (TCMP) : ฟังก์ชั่นเปรียบเทียบค่าเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที)



รูปที่ ก.23 : ลักษณะของบล็อค TCMP ในโปรแกรมแลดเดอร์



9 Application Instructions API 150-199

API	Mnemonic		Operands	Function
160	TCMP	P	(S1) (S2) (S3) (S) (D)	Time Compare

Type / OP	Bit Devices				Word Devices										Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F
S_1					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
S_2					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
S_3					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
S											*	*	*		
D			*	*	*										

TCMP, TCMPP: 11 steps

	PULSE								16-bit								32-bit							
	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

S_1: "Hour" for comparison S_2: "Minute" for comparison S_3: "Second" for comparison S: Current time of RTC D: Comparison result

Explanations:

1. Range of S_1: K0 ~ K23; range of S_2 and S_3: K0 ~ K59
2. S will occupy 3 consecutive devices; D will occupy 3 consecutive points.
3. See the specifications of each model for their range of use.
4. S_1, S_2 and S_3 are compared with the present values of "hour", "minute" and "second" starting from S. The comparison result is stored in D.
5. S is the "hour" of the current time (K0 ~ K23) in RTC; S + 1 is the "minute" (K0 ~ K59) and S + 2 is the "second" (K0 ~ K59).
6. S is read by TRD instruction and the comparison is started by TCMP instruction. If S exceeds the range, the program will regard this as an operation error and the instruction will not be executed, M1067 and M1068 = On and D1067 will record the error code 0E1A (hex).

Program Example:

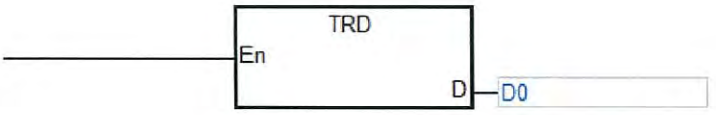
1. When X10= On, the instruction will compare the current time in RTC (D20 ~ D22) with the set value 12:20:45 and display the result in M10 ~ M12. When X10 goes from On to Off, the instruction will not be executed, but the On/Off stauts prior to M10 ~ M12 will remain.
2. Connect M10 ~ M12 in series or in parallel to obtain the result of ≥, ≤, and ≠.

9-68 *DVP-PLC Application Manual*

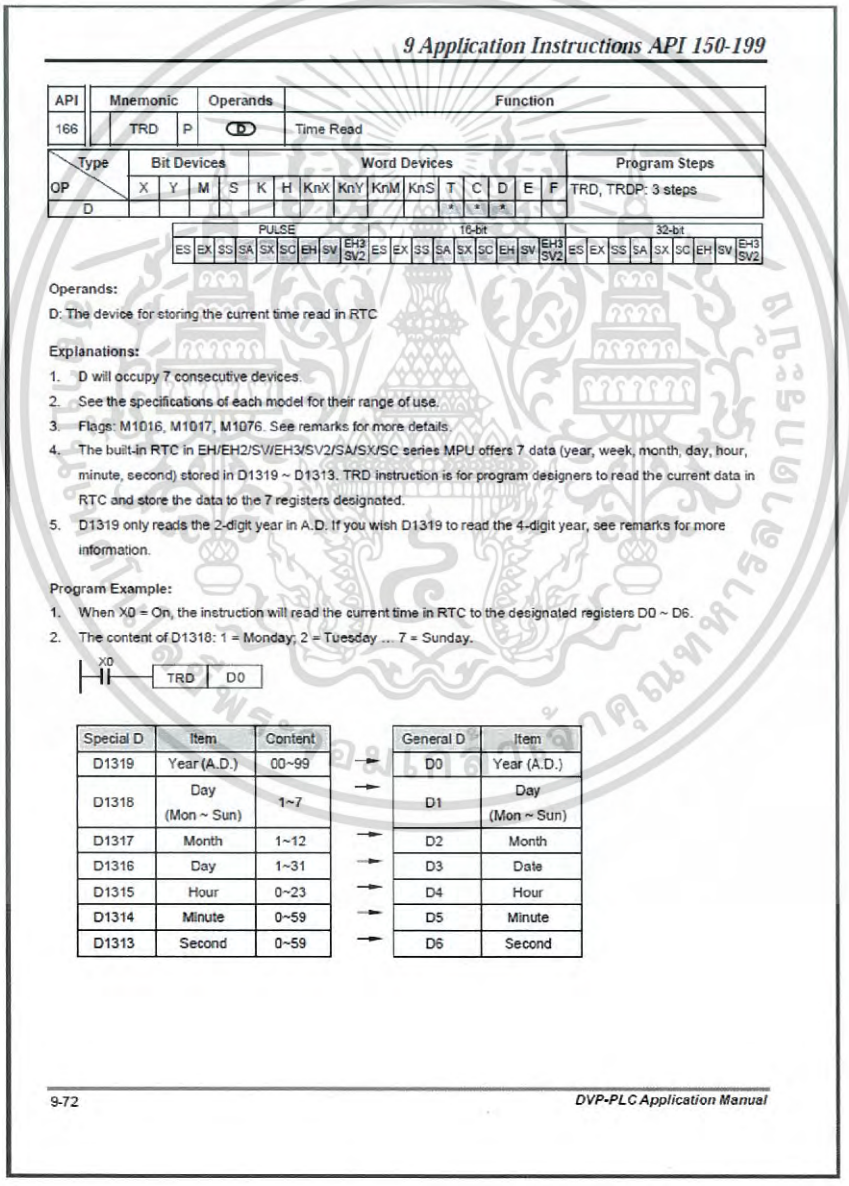
รูปที่ ก.24 : Time Compare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Time Read (TRD) : ฟังก์ชั่นอ่านค่าเวลาปัจจุบัน



รูปที่ ก.25 : ลักษณะของบล็อค TRD ในโปรแกรมแลดเดอร์



9 Application Instructions API 150-199

API	Mnemonic	Operands	Function
166	TRD P	D	Time Read

OP \ Type	Bit Devices										Word Devices					Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	TRD, TRDP: 3 steps
D											*	*	*			

PULSE										16-bit										32-bit									
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2		ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2		ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	

Operands:

D: The device for storing the current time read in RTC

Explanations:

1. D will occupy 7 consecutive devices.
2. See the specifications of each model for their range of use.
3. Flags: M1016, M1017, M1076. See remarks for more details.
4. The built-in RTC in EH/EH2/SV/EH3/SV2/SA/SX/SC series MPU offers 7 data (year, week, month, day, hour, minute, second) stored in D1319 ~ D1313. TRD instruction is for program designers to read the current data in RTC and store the data to the 7 registers designated.
5. D1319 only reads the 2-digit year in A.D. If you wish D1319 to read the 4-digit year, see remarks for more information.

Program Example:

1. When X0 = On, the instruction will read the current time in RTC to the designated registers D0 ~ D6.
2. The content of D1318: 1 = Monday; 2 = Tuesday ... 7 = Sunday.

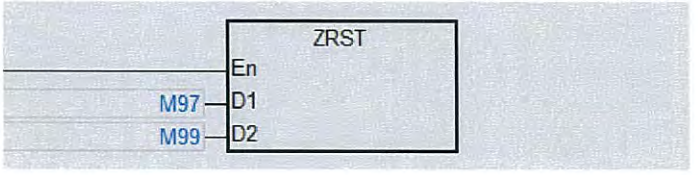
Special D	Item	Content		General D	Item
D1319	Year (A.D.)	00~99	→	D0	Year (A.D.)
D1318	Day (Mon ~ Sun)	1~7	→	D1	Day (Mon ~ Sun)
D1317	Month	1~12	→	D2	Month
D1316	Day	1~31	→	D3	Date
D1315	Hour	0~23	→	D4	Hour
D1314	Minute	0~59	→	D5	Minute
D1313	Second	0~59	→	D6	Second

9-72 *DVP-PLC Application Manual*

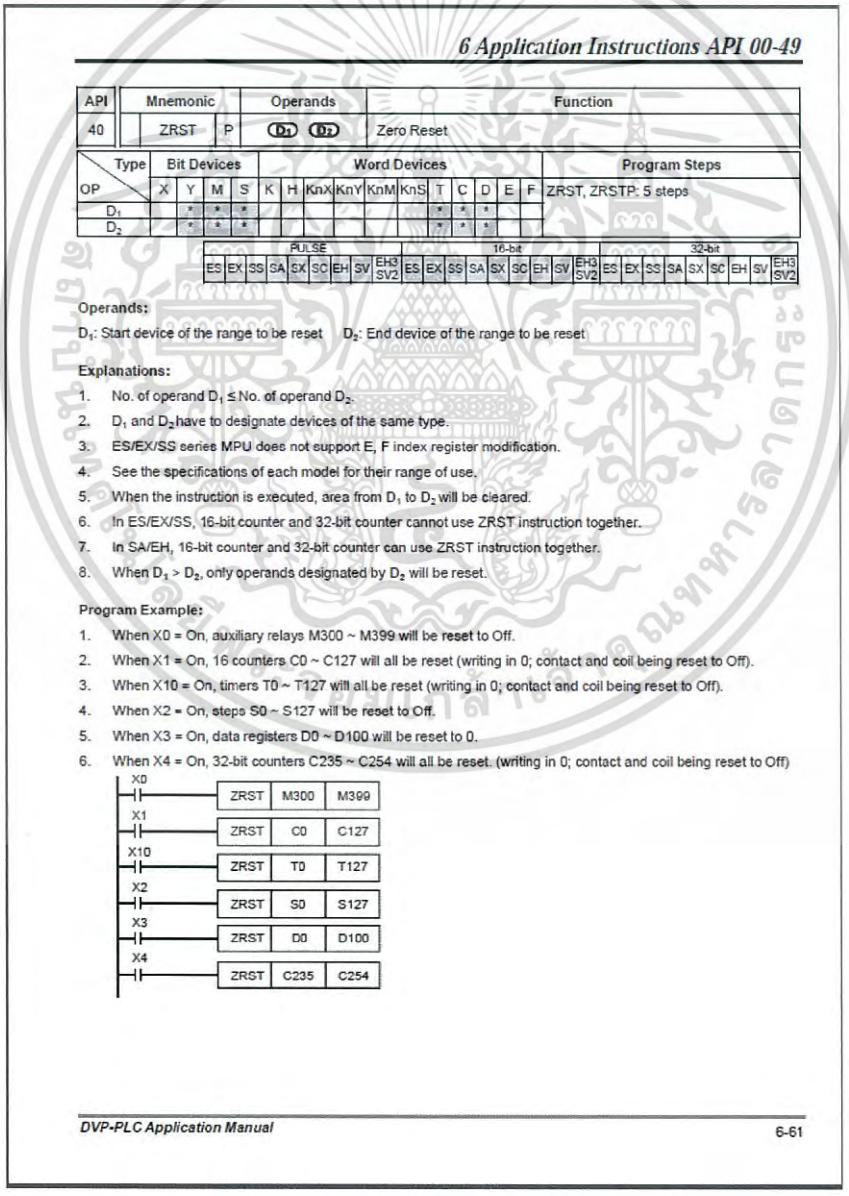
รูปที่ ก.26 : Time Read

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. Zero reset (ZRST) : ฟังก์ชั่นการรีเซ็ตเป็นโซน



รูปที่ ก.27 : ลักษณะของบล็อค ZRST ในโปรแกรมแลดเดอร์



6 Application Instructions API 00-49

API	Mnemonic	Operands	Function
40	ZRST P	D_1 D_2	Zero Reset

Type / OP	Bit Devices				Word Devices										Program Steps
	X	Y	M	S	K	H	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	E	F	ZRST, ZRSTP: 5 steps
D_1		*	*	*							*	*	*			
D_2		*	*	*							*	*	*			

PULSE									16-bit								32-bit								
ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2	ES	EX	SS	SA	SX	SC	EH	SV	EH3 SV2

Operands:

D_1: Start device of the range to be reset D_2: End device of the range to be reset

Explanations:

1. No. of operand D_1 ≤ No. of operand D_2.
2. D_1 and D_2 have to designate devices of the same type.
3. ES/EX/SS series MPU does not support E, F index register modification.
4. See the specifications of each model for their range of use.
5. When the instruction is executed, area from D_1 to D_2 will be cleared.
6. In ES/EX/SS, 16-bit counter and 32-bit counter cannot use ZRST instruction together.
7. In SA/EH, 16-bit counter and 32-bit counter can use ZRST instruction together.
8. When D_1 > D_2, only operands designated by D_2 will be reset.

Program Example:

1. When X0 = On, auxiliary relays M300 ~ M399 will be reset to Off.
2. When X1 = On, 16 counters C0 ~ C127 will all be reset (writing in 0; contact and coil being reset to Off).
3. When X10 = On, timers T0 ~ T127 will all be reset (writing in 0; contact and coil being reset to Off).
4. When X2 = On, steps S0 ~ S127 will be reset to Off.
5. When X3 = On, data registers D0 ~ D100 will be reset to 0.
6. When X4 = On, 32-bit counters C235 ~ C254 will all be reset. (writing in 0; contact and coil being reset to Off)

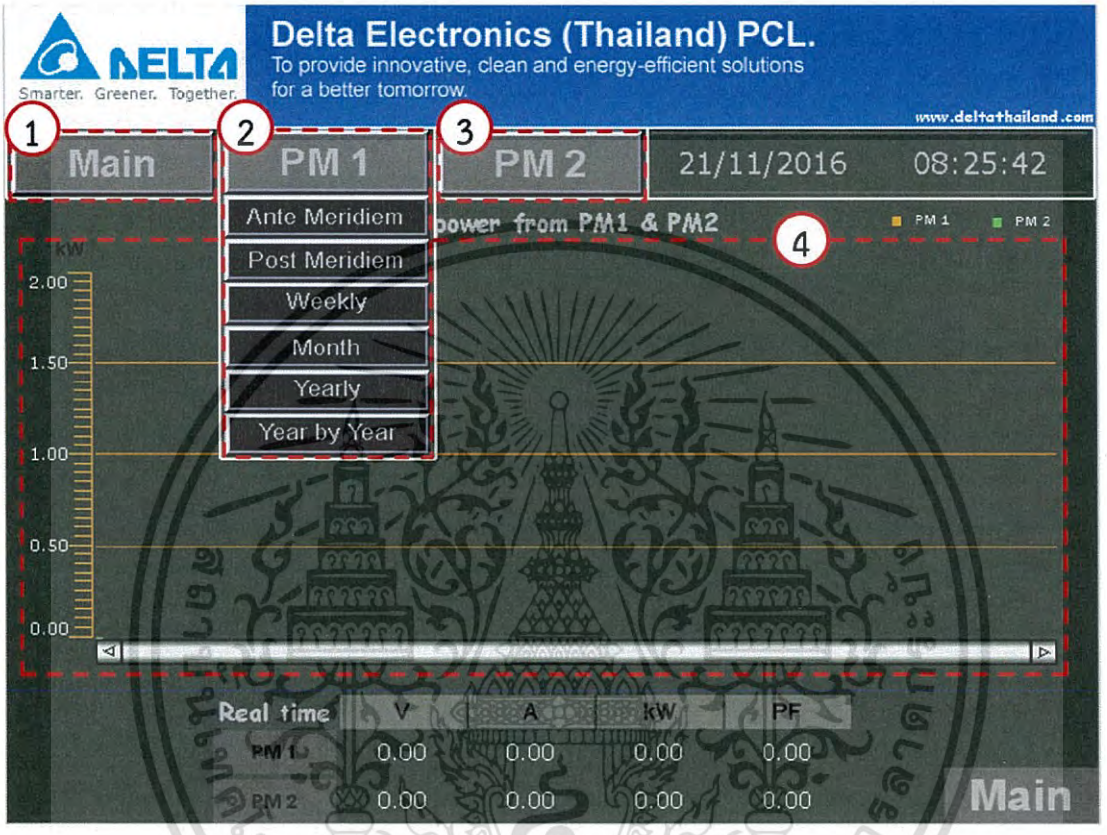
DVP-PLC Application Manual 6-61

รูปที่ ก.28 : Zero Reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รูปแบบของหน้าจอแดสดงผล (HMI)



รูปที่ ข.1 : แสดงการทำงานของหน้าจอแสดงผล

รูปแบบการทำงานของหน้าจอ

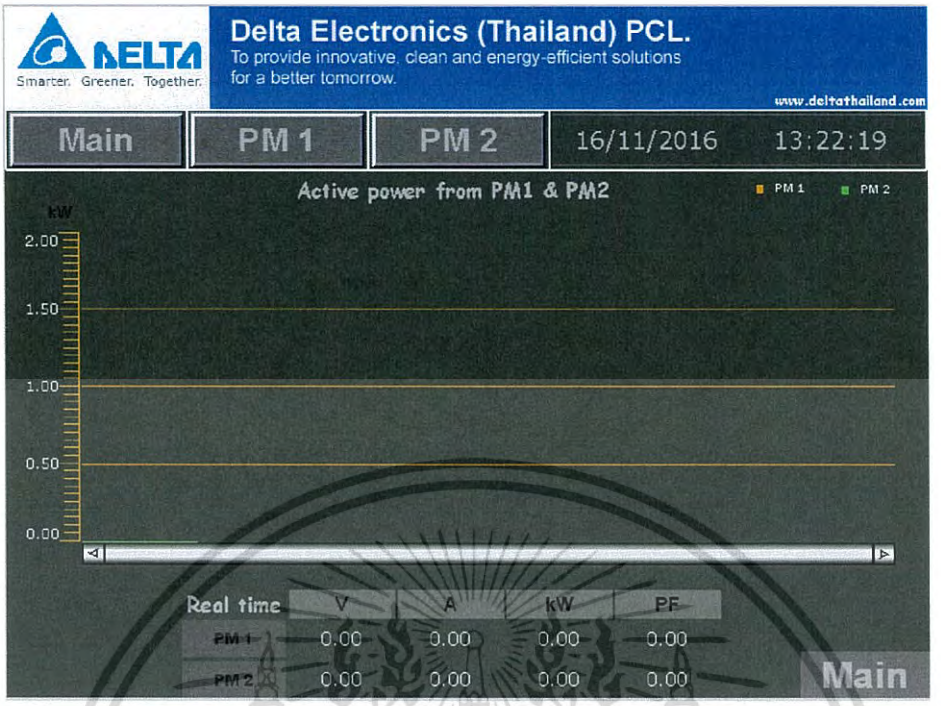
1 => เข้าสู่หน้าจอหลัก (Main)

2 => แถบเมนูเพื่อเลือกช่วงเวลาในการเก็บค่าเปรียบเทียบกันเป็น ชม วัน เดือน ปี ปีต่อปี

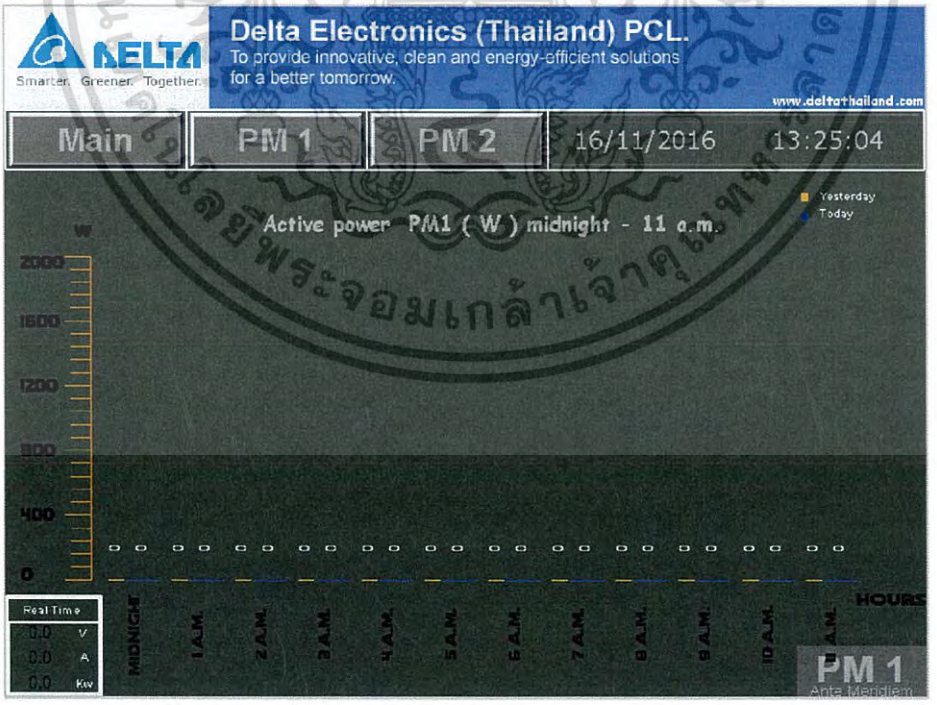
3 => แถบเมนูเพื่อเลือกมิเตอร์วัดค่าตัวที่ 2

4 => พื้นที่แสดงกราฟการเก็บค่า ซึ่งในแต่ละหน้าจะแสดงกราฟเส้นโค้งหรือกราฟแท่งที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

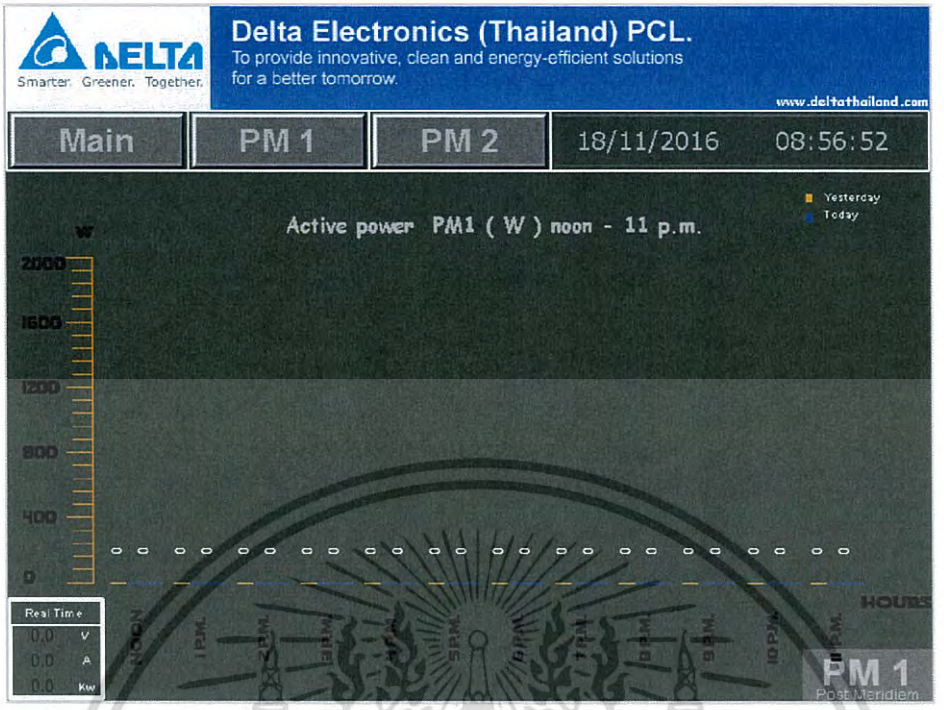


รูปที่ ข.2 : หน้าจอหน้าแรก (Main) แสดงกราฟเส้นโค้ง

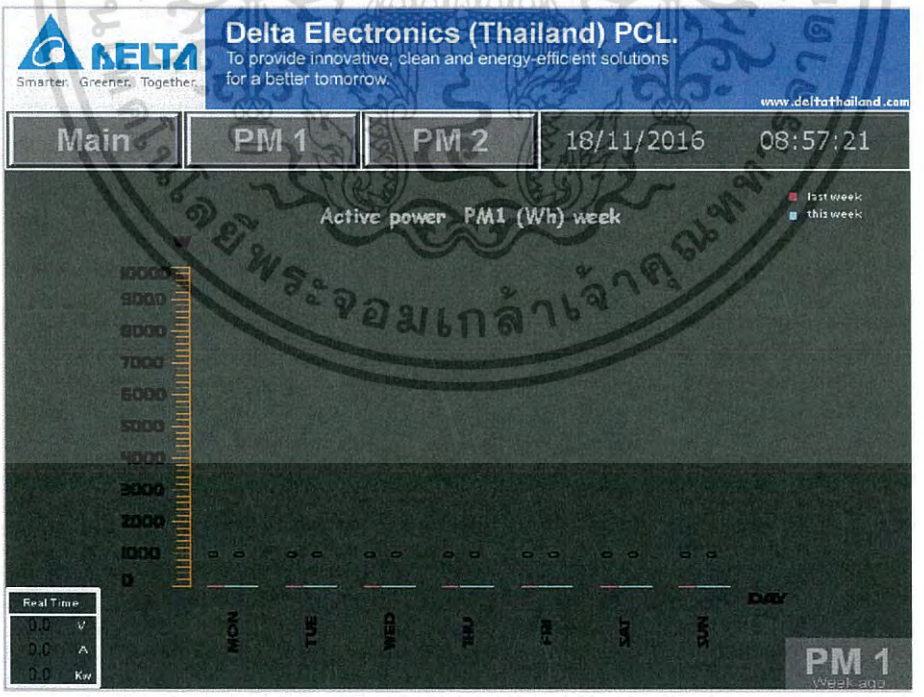


รูปที่ ข.3 : หน้าจอแสดงการเก็บค่าใน 12 ชั่วโมง เที่ยงคืนถึง 11 โมงเช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

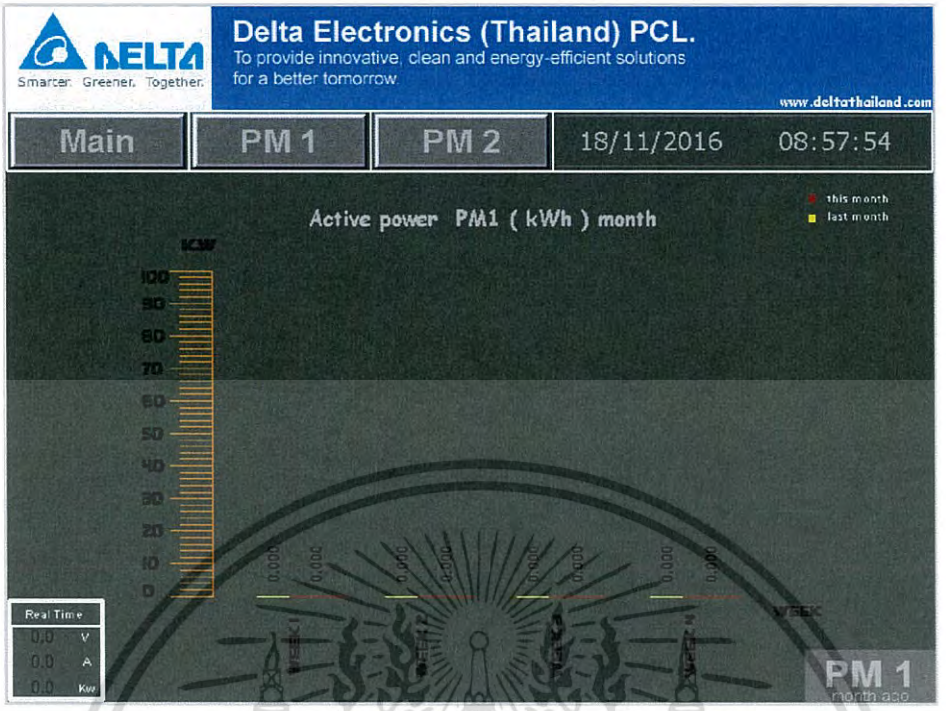


รูปที่ ข.4 : หน้าจอแสดงการเก็บค่าใน 12 ชั่วโมง เที่ยงวันถึง 5 ทุ่ม

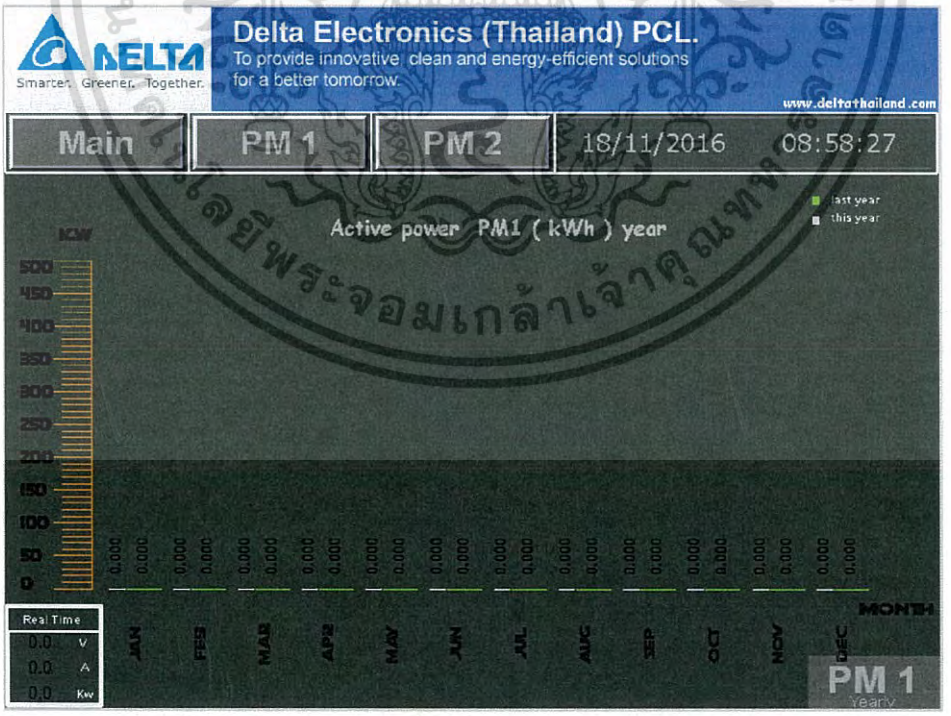


รูปที่ ข.5 : หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละวันของสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

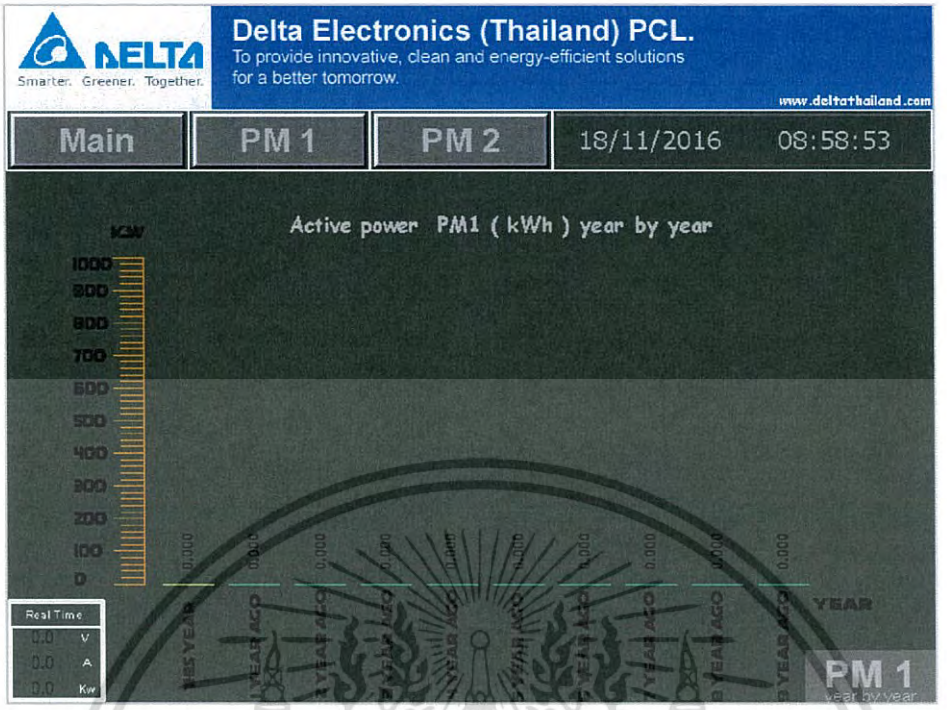


รูปที่ ข.6 : หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละสัปดาห์



รูปที่ ข.7 : หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 : หน้าจอแสดงการเก็บค่าในแต่ละปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รีจิสเตอร์ที่ใช้ในโปแกรม

รีจิสเตอร์ทั่วไปที่ใช้ในโปรแกรม

EH3/SV2 series MPU:

Type	Device	Item		Range		Function
Relay (bit)	X	External input relay		X0 ~ X377, 256 points, octal	Total 512 points	Corresponds to external input points
	Y	External output relay		Y0 ~ Y377, 256 points, octal		Corresponds to external output points
	M	Auxiliary relay	General purpose	M0 ~ M499, 500 points (*2)	Total 4,096 points	The contact can be On/Off in the program.
			Latched	M500 ~ M999, 500 points (*3) M2000 ~ M4095, 2,096 points (*3)		
			Special purpose	M1000 ~ M1999, 1,000 points (some are latched)		
	T	Timer	100ms	T0 ~ T199, 200 points (*2) T192 ~ T199 is for subroutine T250~T255, 6 accumulative points (*4)	Total 256 points	Timer indicated by TMR instruction. If timing reaches its target, the T contact of the same No. will be On.
			10ms	T200 ~ T239, 40 points (*2) T240 ~ T245, 6 accumulative points (*4)		
			1ms	T246 ~ T249, 4 accumulative points (*4)		
	C	Counter	16-bit counting up	C0 ~ C99, 100 points (*2) C100 ~ C199, 100 points (*3)	Total 253 points	Counter indicated by CNT (DCNT) instruction. If counting reaches its target, the C contact of the same No. will be On.
			32-bit counting up/down	C200 ~ C219, 20 points (*2) C220 ~ C234, 15 points (*3)		
			32-bit high-speed counter	C235 ~ C244, 1-phase 1 input, 10 points (*3) C246 ~ C249, 1-phase 2 inputs, 4 points(*3) C251 ~ C254, 2-phases 2 inputs, 4 points (*3)		
	S	Step	Initial step point	S0 ~ S9, 10 points (*2)	Total 1,024 points	Used for SFC.
			Zero return	S10 ~ S19, 10 points (used with IST instruction) (*2)		
			General purpose	S20 ~ S499, 480 points (*2)		
			Latched	S500 ~ S899, 400 points (*3)		
			Alarm	S900 ~ S1023, 124 points (*3)		
Register (word data)	T	Present value of timer		T0 ~ T255, 256 points		When the timing reaches the target, the contact of the timer will be On.
	C	Present value of counter		C0 ~ C199, 16-bit counter, 200 points C200 ~ C254, 32-bit counter, 53 points		When the counting reaches the target, the contact of the counter will be On.
	D	Data register	General purpose	D0 ~ D199, 200 points, (*2)	Total 12,000 points	Memory area for data storage; E, F can be used for index indication.
			Latched	D200 ~ D999, 800 points (*3) D2000 ~ D9799, 7,800 points (*3) D10000 ~D11999, 2,000 points (*3)		
			Special purpose	D1000 ~ D1999, 1,000 points		
			Right-side special module	D9900~D9999, 100 points (*3) (*6)		
			Left-side special modules	D9800~D9899, 100 points (*3) (*7)		
			Index indication	E0 ~ E7, F0 ~ F7, 16 points (*1)		
	N/A	File register		K0 ~ K9,999 (10,000 points) (*4)		Expanded register for data storage.

รูปที่ ค.1 : ตารางรีจิสเตอร์ที่ใช้ได้ใน PLC DVP-SV2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์เฉพาะที่ใช้ในโปรแกรม

D1120*	COM2 (RS-485) communication protocol	○	○	○	○	H'88	-	-	R/W	NO	H'88
D1121	PLC communication address (latched)	○	○	○	○	-	-	-	R/W	YES	1

รูปที่ ค.2 : D1120 ใช้ในการกำหนดการสื่อสารของ RS-485

D1121 คือการกำหนดแอดเดรสของ PLC

D1129	Abnormal communication time-out (time: ms)	○	○	○	○	0	-	-	R/W	NO	0

รูปที่ ค.3 : D1129 กำหนดระยะเวลาสำหรับการการเชื่อมต่อที่ผิดพลาด

M1000*	Monitoring normally open contact (A)	○	○	○	○	Off	On	Off	R	NO	Off

รูปที่ ค.4 : M1000 คอนแทคแบบปกติเปิด

M1002*	Enabling positive pulses (On when RUN)	○	○	○	○	Off	On	Off	R	NO	Off

รูปที่ ค.5 : M1002 คอนแทคแบบสัญญาณพัลส์ด้านบวก

M1120*	Retaining the communication setting of COM2 (RS-485), modifying D1120 will be invalid when M1120 is set.	○	○	○	○	Off	Off	-	R/W	NO	Off
M1121	Waiting for the sending of COM2 (RS-485) communication data	○	○	○	○	Off	On	-	R	NO	Off

รูปที่ ค.6 : M1120 ใช้เพื่อเปิดการเชื่อมต่อของ COM2 (RS-485) กับ PLC

M1121 ใช้เพื่อรอการส่งข้อมูลของ COM2 (RS-485)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M1143*	Selecting ASCII or RTU mode of COM2 (RS-485) when in Slave mode Off: ASCII; On: RTU Selecting ASCII or RTU mode of COM2 (RS-485) when in Master mode (used together with MODRD/ MODWR/MODRW instructions) Off: ASCII; On: RTU	○	○	○	○	Off	-	-	R/W	NO	Off

รูปที่ ค.7 : M1143 เลือกรูปแบบการเชื่อมต่อของ COM2 (RS-485)

M1350*	Enabling PLC LINK	×	○	○	○	Off	-	Off	R/W	NO	Off
M1351*	Enabling auto mode on PLC LINK	×	○	○	○	Off	-	-	R/W	NO	Off

รูปที่ ค.8 : M1350 ใช้เพื่อเปิดการใช้งานฟังก์ชั่น PLC Link

M1351 เปิดการใช้โหมดอัตโนมัติ ของ PLC Link

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้