

การสร้างบล็อกฟังก์ชันพีแอลซีเพื่อลดข้อจำกัดการเชื่อมโยงข้อมูลบนพื้นฐาน

CC-Link ในระบบขนถ่ายด้วยสายพานลำเลียง

PLC FUNCTION BLOCK CREATION FOR MINIMIZING DATA LINK

LIMITATION ON CC-LINK-BASED CONVEYOR HANDLING SYSTEM



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

KMITL-2023-EN-M-060-014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC FUNCTION BLOCK CREATION FOR MINIMIZING DATA LINK
LIMITATION ON CC-LINK-BASED CONVEYOR HANDLING SYSTEM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023
KMITL-2023-EN-M-060-014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างบล็อกฟังก์ชันพีแอลซีเพื่อลดข้อจำกัดการเชื่อมโยงข้อมูลบนพื้นฐาน CC-Link ในระบบขนถ่ายด้วยสายพานลำเลียง
ชื่อนักศึกษา	ปฏิภาค นิยมธรรมรัตน์
รหัสประจำตัว	60601029
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคทางซอฟต์แวร์เพื่อลดข้อจำกัดของดาต้าลิงค์สำหรับการสื่อสารระหว่างพีแอลซีสองตัวที่ติดตั้งบนเครือข่ายซีซีลิงค์ ในขณะที่ทำการปรับปรุงระบบการขนถ่ายวัสดุด้วยสายพานลำเลียงเดิมที่มีอยู่ ณ โรงงานผลิตพาเลทไม้แห่งหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องติดตั้งส่วนจับชิ้นงานด้วยหุ่นยนต์เพื่อให้กระบวนการประกอบและจัดเรียงพาเลททำงานได้อย่างอัตโนมัติ แต่พีแอลซีของส่วนจับชิ้นงานที่ใช้โมดูลการสื่อสารรุ่น FX2N-32CCL (หรือ สเลฟพีแอลซี) ไม่สามารถรับข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดงานจากมาสเตอร์พีแอลซีที่ใช้โมดูลรุ่น QJ61BT11N ได้ภายในหนึ่งรอบการสื่อสารเนื่องจากจำนวนดาต้าลิงค์ที่มีอย่างจำกัด ดังนั้น จึงมีการสร้างฟังก์ชันบล็อกของพีแอลซีตามมาตรฐาน IEC61131-3 ที่เรียกว่า “FB_SEND” และ “FB_RECEIVE” ซึ่งประมวลผลในซีพียูของมาสเตอร์พีแอลซีและหรือสเลฟพีแอลซีตามลำดับ เพื่อแทรกเพิ่มในแลตเตอร์ไต่อะแกรมเดิมที่มีอยู่ ผลการทดลองยืนยันได้ว่า การทำงานของฟังก์ชันบล็อกทั้งสองที่สร้างขึ้นทำให้การรับ-ส่งข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทางที่กำหนดทำได้ถูกต้อง ซึ่งข้อมูลที่ได้รับโดยซีพียูของสเลฟพีแอลซีเหมือนกับข้อมูลที่ส่งจากซีพียูของมาสเตอร์พีแอลซี ด้วยการสร้างฟังก์ชันบล็อกของพีแอลซีที่นำเสนอ นี้ จึงทำให้สามารถปรับปรุงระบบการขนถ่ายวัสดุด้วยสายพานลำเลียงตามความต้องการของโรงงาน

Thesis	PLC FUNCTION BLOCK CREATION FOR MINIMIZING DATA LINK LIMITATION ON CC-LINK-BASED CONVEYOR HANDLING SYSTEM
Student	Mr. Patipak Niyomtamarat
Student ID.	60601029
Degree	Master of Engineering
Program	Automation Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Sawai Pongswatd

ABSTRACT

This thesis presents a software technique to minimize a data link limitation for communications between two programmable logic controllers (PLCs) installed on a control and communication link (CC-Link) network while improving an existing conveyor handling system at a wooden pallet manufacturer. For new requirements to upgrade a pallet sortation to be automated by installing new robotic handling unit, unfortunately, its PLC using an interface module modeled FX2N-32CCL (or slave PLC1) cannot receive all specified data of pallet production models from the existing master PLC using intelligent module modeled QJ61BT11N in one communication cycle due to limited data links. Two new function blocks named FB_SEND and FB_RECEIVE are, therefore, created accordingly to the IEC61131-3 standard for adding to the existing ladder diagrams, which execute on the master PLC central processing unit (CPU) and slave PLC1 CPU, respectively. Experimental results verify that the operations of two created function blocks can provide data transfers correctly between the specified sources and destinations. The data received at the slave PLC1 CPU are similar to the data sent from the master PLC CPU. With the proposed solution, the desired conveyor handling system can be upgraded according to the manufacturer's requirements.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ ซึ่งเป็นผู้เสียสละเวลา ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ชี้ให้เห็นถึงปัญหาและคอยตรวจสอบความเรียบร้อยของงานมาตลอด อีกทั้งเป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้จุดบกพร่องที่ควรแก้ไข ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งในความกรุณาของท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ครอบครัว เพื่อนพี่น้องผู้ใกล้ชิด ที่คอยเตือนและให้กำลังใจข้าพเจ้าอยู่เสมอ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและความอบอุ่นแก่ข้าพเจ้าเรื่อยมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติซึ่งได้ให้ความรู้ทางวิชาการจนกระทั่งข้าพเจ้า มีความสามารถที่จะดำเนินปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงได้เช่นนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านจากใจจริง

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ปฏิภาค นิยมธรรมรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มา ปัญหา และความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์.....	2
1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 ระบบควบคุมพีแอลซี.....	4
2.2.1 โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซี.....	4
2.2.2 หลักการทำงานของระบบควบคุมพีแอลซี.....	6
2.2.3 ข้อดีของระบบควบคุมพีแอลซี.....	8
2.2.4 ข้อเสียของระบบควบคุมพีแอลซี.....	8
2.3 เทคโนโลยีการสื่อสาร CC-link (Control and Communication Link).....	9
2.3.1 คุณลักษณะของ CC-Link.....	12
2.3.2 ฟังก์ชันพื้นฐานของ CC-Link.....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 ฟังก์ชันบล็อก (FB).....	21
2.4.1 ข้อดีของการใช้ FB	22
2.4.2 แนะนำการสร้างฟังก์ชันบล็อก	23
2.4.3 การตั้งค่าสัญลักษณ์.....	24
2.4.4 เทคนิคการสร้างฟังก์ชันบล็อก	27
บทที่ 3 การออกแบบระบบ.....	29
3.1 บทนำ.....	29
3.2 กระบวนการผลิตและจัดเรียงไม้พาเลท	29
3.3 กระบวนการผลิตที่ปรับปรุงใหม่.....	30
3.4 นำเสนอแนวคิดการจัดเรียงข้อมูลสำหรับภาคส่งและภาครับ	35
3.5 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์.....	37
3.6 การสร้างฟังก์ชันบล็อก.....	38
3.6.1 ภาคส่งข้อมูล	38
3.6.2 ภาครับข้อมูล.....	41
3.7 สรุป.....	43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	44
4.1 บทนำ.....	44
4.2 ผลการจำลอง.....	44
4.3 การประยุกต์ใช้กับสายงานควบคุมการผลิต.....	47
4.4 สรุป.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

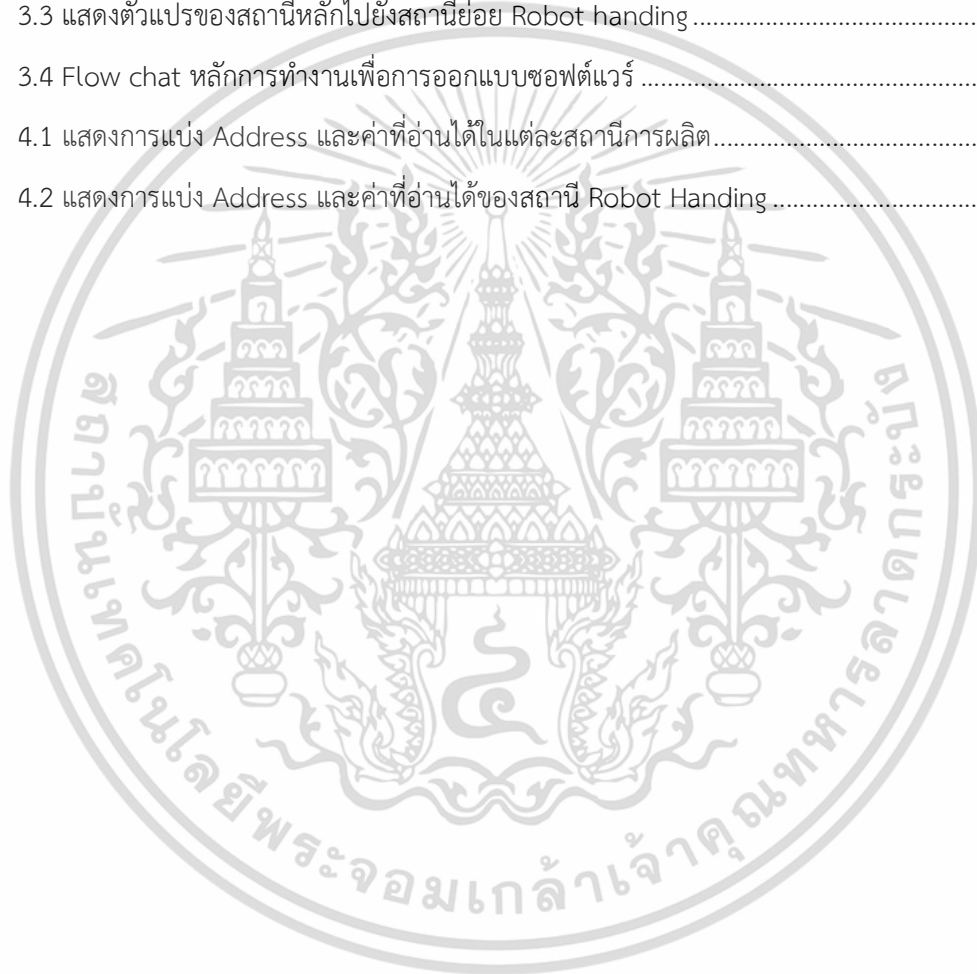
สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	48
5.1 สรุป.....	48
5.2 ข้อเสนอแนะและงานวิจัยในอนาคต.....	48
รายการอ้างอิง.....	49
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. การเผยแพร่ผลงานในขณะศึกษา.....	50
ประวัติผู้เขียน.....	59



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อกำหนดทั่วไปและตัวย่อของ เทคโนโลยีการสื่อสาร CC-link.....	10
3.1 อุปกรณ์ภายในระบบ	32
3.2 แสดง ที่อยู่ของตัวแปรภายใน PLC Masters (Q Series)	34
3.3 แสดงตัวแปรของสถานีหลักไปยังสถานีย่อย Robot handing	36
3.4 Flow chat หลักการทำงานเพื่อการออกแบบซอฟต์แวร์	38
4.1 แสดงการแบ่ง Address และค่าที่อ่านได้ในแต่ละสถานีการผลิต.....	46
4.2 แสดงการแบ่ง Address และค่าที่อ่านได้ของสถานี Robot Handing	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึ VIII เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซี.....	6
2.2 แสดงการสแกนใน 1 รอบของพีแอลซี.....	6
2.3 แสดงInput Image Registers และ Output Image Registers.....	7
2.4 แสดงเวลาในการสแกนของพีแอลซี.....	7
2.5 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบ CC-link.....	10
2.6 แสดงการสื่อสารสถานี I/O ระยะไกล.....	12
2.7 แสดงการสื่อสารสถานีอุปกรณ์ระยะไกล.....	12
2.8 แสดงการส่งผ่านข้อมูลแบบวนรอบแบบอุปกรณ์พื้นฐาน.....	13
2.9 แสดงการส่งผ่านข้อมูลชั่วคราวแบบอุปกรณ์พื้นฐาน.....	13
2.10 แสดงการส่งผ่านข้อมูลแบบวนรอบแบบอุปกรณ์อัจฉริยะ.....	14
2.11 แสดงการส่งผ่านข้อมูลชั่วคราวแบบอุปกรณ์อัจฉริยะ.....	14
2.12 แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมโยงของข้อมูลแบบ I/O.....	15
2.13 แสดงการเชื่อมโยงของข้อมูลอินพุตระยะไกล.....	16
2.14 แสดงการเชื่อมโยงของข้อมูลเอาต์พุตระยะไกล.....	16
2.15 แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมโยงของข้อมูลแบบอุปกรณ์.....	17
2.16 แสดงการเชื่อมโยงการเขียนข้อมูลแบบอุปกรณ์ระยะไกล RWw.....	18
2.17 แสดงการเชื่อมโยงการอ่านข้อมูลแบบอุปกรณ์ระยะไกล RWr.....	18
2.18 แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมโยงของข้อมูลแบบสถานีย่อย.....	19
2.19 แสดงการส่งข้อมูลเอาต์พุตจากสถานีหลักไปยังสถานีย่อย.....	20
2.20 แสดงการส่งข้อมูลอินพุตจากสถานีหลักไปยังสถานีย่อย.....	20
2.21 แสดงการส่งข้อมูลตัวแปรจากสถานีหลักไปยังสถานีย่อย.....	21
2.22 แสดงโปรแกรมลำดับแปลงเป็นฟังก์ชันบล็อก.....	22
2.23 แสดงตัวอย่างลำดับแปลงเป็นฟังก์ชันบล็อก.....	22
2.24 แสดงตัวอย่างลำดับแปลงเป็นฟังก์ชันบล็อกที่ใช้งานจริงในโปรแกรม.....	23
2.25 แสดงตัวอย่างการสร้างฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรม GX work 2.....	24
2.26 แสดงฟังก์ชันบล็อกจะแสดงในหน้าต่างหลักโปรแกรม.....	24

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.27 แสดงตัวแปรภายในฟังก์ชันบล็อก.....	25
2.28 แสดงการประกาศตัวแปรภายในฟังก์ชันบล็อก.....	25
2.29 แสดงขั้นตอนการเปิดโปรแกรมในฟังก์ชันบล็อก.....	26
2.30 แสดงขั้นตอนสร้างฟังก์ชันบล็อก.....	26
2.31 แสดงฟังก์ชันบล็อก Count_Num_1 ที่สร้างขึ้น.....	27
2.32 แสดงLadderภายในฟังก์ชันบล็อก Count_Num_1 ที่สร้างขึ้น.....	27
2.33 แสดงการอ้างอิงถึงข้อมูลที่ต่อเนื่อง.....	27
2.34 แสดงตัวอย่างการบ่งชี้ตัวแปร Z7, Z8 และ Z9 ใน ฟังก์ชันบล็อก.....	28
3.1 แสดงส่วนประกอบของระบบผลิตและประกอบพาเลท.....	30
3.2 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ.....	31
3.3 แสดงโมดูล QJ61BT11N และ FX2N-32CCL.....	32
3.4 แสดงการกำหนดพารามิเตอร์ของสถานีหลัก.....	33
3.5 แสดงการกำหนดชนิดของสถานีย่อยในระบบ CC-link.....	33
3.6 แสดงอุปกรณ์อ้างอิง ของ host station RWr (ก) RWw (ข).....	34
3.7 แสดงการนำเสนอแนวคิดการจัดเรียงข้อมูลสำหรับภาคส่งและภาครับ.....	35
3.8 แสดงแนวคิดของการสร้างบล็อกฟังก์ชันที่เสนอ.....	36
3.9 แสดงFlow chat หลักการทำงานเพื่อการออกแบบซอฟต์แวร์.....	37
3.10 แสดง Class ชื่อของตัวแปรและชนิดข้อมูลภายในฟังก์ชันบล็อกภาคส่ง.....	38
3.11 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 0-24.....	39
3.12 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 246.....	40
3.13 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 34.....	40
3.14 แสดง Class ชื่อของตัวแปรและชนิดข้อมูลภายในฟังก์ชันบล็อกภาครับ.....	41
3.15 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 1-2.....	41
3.16 แสดงช่องเก็บข้อมูลของความจำสำรองภายในโมดูล FX2N-32CCL.....	42
3.17 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 3.....	43
4.1 แสดงการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ในระบบ CC-link.....	44

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.2 แสดงหน้าจอแสดงผลที่หน้าจอแสดงผลที่ห้องควบคุม	45
4.3 แสดงค่าตัวแปรสถานีหลัก D00 ถึง D19 (MELSOFT GX work 2)	45
4.4 แสดงค่าตัวแปรสถานี Robot Handling D100 ถึง D119 (MELSOFT GX work 2).....	46
4.5 แสดงหน้าจอแสดงผลที่ สถานี Robot Handling.....	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา ปัญหา และความสำคัญ

พีแอลซี (Programmable Logic Controller; PLC) เป็นตัวควบคุมสำหรับงานอัตโนมัติ ที่ถูกนำมาใช้จากปัจจัยเรื่อง ราคาและการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายในงานสายการผลิต ความสามารถในการทำงานแบบเวลาจริง (Real Time) พีแอลซีถูกนำมาใช้ในการผสมผสานส่วนควบคุมอัตโนมัติและส่วนแสดงผลการทำงาน [1,2] เช่นเดียวกับการตรวจสอบระยะไกลบนแพลตฟอร์มต่างๆ [3] อีกทั้งรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายในปัจจุบัน สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลในอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตของพีแอลซีระหว่างกันได้ เช่น โมสบัส Modbus [4] โปรไฟบัส (PROFIBUS) [5] และ CC-Link [6] นอกจากนี้ ประโยชน์ของการสื่อสารเครือข่ายดิจิทัล ยังทำให้ระบบควบคุมที่มีหลายๆ พีแอลซี บนพื้นฐานการกำหนดค่า มาสเตอร์-สเลฟ (Master-Slave) ได้ถูกจัดทำขึ้น [7] โดยทั่วไป มาสเตอร์พีแอลซี ไม่เพียงแต่คอยกำกับกระบวนการผลิตเท่านั้น แต่ยังคงควบคุมและติดตามผล ชุดของ สถานีย่อยแอลซี ที่ ควบคุมกิจกรรมในสายการผลิต นี่จึงเป็นเหตุผลที่โมดูลเชื่อมต่อการสื่อสาร จึงเป็นอุปกรณ์สำคัญในการโอนถ่ายข้อมูล ระหว่าง มาสเตอร์พีแอลซี และสเลฟพีแอลซี ในเครือข่ายได้สำเร็จ ดังนั้นการออกข้อกำหนดทางฮาร์ดแวร์และการเลือกใช้โมดูลสื่อสารที่ถูกต้อง จึงจำเป็นสำหรับการดำเนินโครงการทางวิศวกรรมที่ประสบความสำเร็จ

ระบบการทำงานเบื้องต้นของกระบวนการผลิตและจัดเรียงไม้พาเลท ในอดีตจะทำการผลิตและประกอบด้วยคนเพียงอย่างเดียว การจัดเรียง จัดเก็บ พาเลทที่ประกอบเสร็จแล้วทำได้ยากเนื่องจากต้องอาศัยแรงงานคนจัดเรียงเป็นชั้น จึงมีข้อจำกัดที่ระดับความสูงที่ 3-4 ชั้น เมื่อจัดเรียงเสร็จจะใช้รถ Forklift ไปปรับตามจุดประกอบต่างๆ แต่ในปัจจุบันโมเดลของพาเลทที่ผลิตมีหลากหลายโมเดลซึ่งมองผ่านๆ จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทำให้บางครั้งคนขับ Forklift ที่ไม่ชำนาญงานอาจจะยกจัดเรียงผิดพลาดให้เกิดความผิดพลาดในการเก็บ จากสาเหตุดังกล่าว ทำให้มีแนวคิดที่จะปรับเปลี่ยนและพัฒนากระบวนการใหม่ โดยใช้ ชุดแขนกลเป็นเครื่องมือในการประกอบ และปรับเปลี่ยน การเก็บใหม่โดยใช้ สายพานลำเลียง เป็นตัวลำเลียงและใช้ชุดแขนกล เป็นตัวจัดเรียงแทนการใช้ แรงงานคนเดิมทำให้สามารถเรียงได้มากขึ้นถึง 10 ชั้น การจัดเก็บงานก็สามารถทำได้ถูกต้อง แต่เนื่องจากในช่วง ปี พ.ศ. 2563 ถึง พ.ศ. 2565 เกิดการระบาดของโรค โควิด-19 เกิดสภาวะ การขาดแคลนอุปกรณ์และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นผลทำให้ การจัดหาตัวควบคุมพีแอลซี และอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตต่างๆ ต้องใช้เวลานานในการส่งมอบ ราคาที่สูงขึ้น การปรับปรุงหรือการสร้างสายการผลิตใหม่ๆ จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือชะลอ ออกไป งานวิจัยนี้ ได้จัดทำเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าดังกล่าว ที่ไม่สามารถสั่งซื้อ หรือ จัดหาอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ให้สอดคล้องกับการข้อกำหนดใหม่ของกระบวนการประกอบและจัดเรียงพาเลท การจัดทำฟังก์ชันในส่วนของซอฟต์แวร์

จึงได้นำมาใช้ ในการแก้ไข ข้อกำหนดทางด้านขีดจำกัดในการรับส่งข้อมูลระหว่างตัว มาสเตอร์พีแอลซี กับตัวสเลฟพีแอลซี ในงานวิจัยได้นำเสนอแนวทางการ เชิงเทคนิคทางด้านซอฟต์แวร์ โดยการสร้าง ฟังก์ชันบล็อก 2 ฟังก์ชัน เพื่อการรับ และส่งข้อมูล รายละเอียดของพลาเทที่เพิ่มขึ้นตาม ข้อกำหนดใหม่ ในการปรับปรุงสายการผลิตนี้มีสเลฟพีแอลซีควบคุมสายพานลำเลียง และสเลฟพีแอลซีควบคุมชุดแขนกล มาเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย CC-Link เข้ากับ มาสเตอร์พีแอลซี

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 นำเสนอเทคนิคทางซอฟต์แวร์ โดยการสร้างฟังก์ชันบล็อกเพื่อเพิ่มความสามารถในการ รับ ส่งข้อมูลในเครือข่าย CC-Link

1.2.2 เพื่อนำเสนอเทคนิคการกำหนดค่า มาสเตอร์พีแอลซี สเลฟพีแอลซี ในเครือข่าย CC-Link กับการสายงานประกอบและจัดเรียงพลาเท

1.2.3 เพื่อลดระยะเวลาในการปรับปรุงระบบและกระบวนการผลิต

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

ประยุกต์ใช้เทคนิคทางซอฟต์แวร์ โดยการสร้างฟังก์ชันบล็อกเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับ ส่งข้อมูลในเครือข่าย CC-Link การจัดสร้างฟังก์ชันบล็อกเพื่อ การรับและส่ง ด้วยการเขียนโปรแกรม ให้มาสเตอร์พีแอลซี วนรอบรับค่า พารามิเตอร์ในการผลิตที่เกินขีดจำกัดของโมดูลสื่อสาร มาพักไว้ และจัดเรียงลำดับ ก่อนการส่งออกไปยังสเลฟพีแอลซีที่กำหนด ซึ่งทางด้านรับ ก็รับค่าพารามิเตอร์มา จัดเรียงลำดับจนครบจำนวน ก่อนนำไปประมวลผลและทำงาน โดยเทคนิคนี้ทำให้ ฮาร์ดแวร์ ที่มี ข้อกำหนดเดิม สามารถ รับ ส่งข้อมูล ได้สูงขึ้น ตามเงื่อนไข ความต้องการใหม่ ของการปรับปรุงสาย การประกอบและจัดเรียงพลาเท ด้วยชุดควบคุมสายพานลำเลียง และชุดควบคุมแขนกล ที่สื่อสารผ่าน เครือข่าย CC-Link

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1.4.1 สำรองและเก็บข้อมูลข้อกำหนดใหม่ที่ต้องการปรับปรุงกระบวนการประกอบและจัดเรียง พลาเท

1.4.2 ข้อกำหนดทางฮาร์ดแวร์โดยใช้ฮาร์ดแวร์เดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1.4.3 จัดทำฟังก์ชันบล็อก เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรับส่งข้อมูล ทดลอง การรับส่งข้อมูล ใน เครือข่าย CC-Link พร้อมประเมินผล จากการส่งข้อมูลที่เป็นโมเดลของพลาเทที่จากสถานีหลักไปยัง สถานีย่อยทั้ง 5 โมเดลกำหนดจำนวน 40 ตัวอักษร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถนำฟังก์ชันบล็อกที่สร้างขึ้นมา ไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มขีดความสามารถ การรับส่งข้อมูล ระหว่าง มาสเตอร์พีแอลซี และสเลฟพีแอลซี บนการสื่อสาร CC-Link

1.5.2 ลดงบประมาณและเวลา ในการปรับปรุงกระบวนการ ด้วยการพัฒนาซอฟต์แวร์แทนการจัดการและติดตั้ง ฮาร์ดแวร์ใหม่

1.5.3 เพิ่มกำลังการผลิต และลดความผิดพลาดในกระบวนการประกอบและจัดเรียงพาเลท

1.6 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอความเป็นมาของปัญหา งานวิจัยที่อ้างอิง เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมา ปรับปรุงแก้ไขและนำจุดเด่นและสาระสำคัญมาประยุกต์ใช้และพัฒนาให้เหมาะสมกับงานวิจัย วิทยานิพนธ์ และวัตถุประสงค์เป้าหมายสำคัญของงานวิจัยวิทยานิพนธ์ โดยรายละเอียดจะ ประกอบด้วย ด้วย 5 บทและภาคภาคผนวก ในบทที่ 1 เป็นบทนำกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของวิจัย วิทยานิพนธ์

บทที่ 2 นำเสนอทฤษฎี ที่เกี่ยวกับ การสื่อสารในระบบอุตสาหกรรม การเข้าถึงข้อมูล และหลักการพื้นฐานของการสื่อสารในระบบ (CC-link)

บทที่ 3 นำเสนอระบบในปัจจุบันที่มาของปัญหา และวิธีการแก้ไขปรับปรุง การติดตั้ง ฮาร์ดแวร์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ถูกกำหนดในระบบ ข้อกำหนดของระบบ วิธีการและตัวอย่างโปรแกรม ที่นำมาแก้ไขปัญหาในระบบ

บทที่ 4 นำเสนอผลการทำงาน ข้อจำกัด ข้อดีและผลกระทบที่จะได้รับเมื่อใช้วิธีที่นำเสนอ การคำนวณเวลาที่หน่วง ตัวแปรที่มีผลต่อเวลาการรับส่งข้อมูล

บทที่ 5 นำเสนอบทสรุปและข้อเสนอแนะ พร้อมแนะนำการนำไปใช้และดำเนินการต่อ ภาคผนวก ก. กลางถึงการรวบรวมผลงานที่ได้รับการเผยแพร่ของงานวิจัยวิทยานิพนธ์ในขณะ ดำเนินการศึกษา

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

กล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ และความเข้าใจในงาน สำหรับ นำไปเป็นแหล่งอ้างอิงในการดำเนินงานวิจัย ดังนั้นในบทนี้จึงได้นำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับ เนื้อหาประกอบการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ซึ่งประกอบไปด้วย 3 หัวข้อหลัก ได้แก่ ระบบควบคุมพีแอลซี เทคโนโลยีการสื่อสาร CC-link Ver.2 และ ฟังก์ชันบล็อกในพีแอลซี

2.2 ระบบควบคุมพีแอลซี

ระบบควบคุมพีแอลซี หรือ Programmable Logic Control : PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ของเครื่องจักรหรือทำงานต่าง ๆ ภายในมีไมโครโพรเซสเซอร์ทำหน้าที่เป็นสมองคอยสั่งการทำงาน พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นภาคอินพุตและภาคเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ ซึ่งภาคอินพุตจะต่อกับเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ตรวจวัดและภาคเอาต์พุตจะต่อเพื่อเอาออกไปควบคุมการทำงาน ของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมายของผู้ใช้งาน โดยการควบคุมการทำงาน ของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรจะใช้การเขียนโปรแกรมพีแอลซีในการควบคุมแทนการใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบดั้งเดิมซึ่งมีการใช้งานรีเลย์ในการควบคุม เนื่องจากการควบคุมโดยใช้ระบบรีเลย์จำเป็นต้องเดินสายไฟฟ้าเพื่อให้เป็นวงจรควบคุมหรือเรียกว่า Hard Wired หากมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงระบบหรือควบคุมใหม่จะต้องเดินสายไฟของวงจรควบคุมใหม่ทั้งหมดทำให้มีความยุ่งยากและต้องใช้สายไฟจำนวนมากอีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องหน้าสัมผัสของรีเลย์เสื่อม จึงมีการนำระบบควบคุมพีแอลซีเข้ามาใช้งานแทนการควบคุมด้วยระบบรีเลย์

2.2.1 โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซี

โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซีมีโครงสร้างคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU (Central Processing Unit) หน่วยความจำหรือ Memory Unit หน่วยรับข้อมูลหรือ Input Unit หน่วยส่งข้อมูล Output Unit หน่วยอุปกรณ์ต่อพ่วงหรือ Peripheral Device และส่วนของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหรือ Power Supply โดยในพีแอลซีขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดจะรวมอยู่ในชุดโมดูลเดียวกันแต่ถ้าเป็นพีแอลซีขนาดใหญ่จะแยกโมดูลออกเป็น ส่วนประกอบย่อย โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซีมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. หน่วยรับข้อมูล หรือ Input Unit มีหน้าที่เป็นหน่วยรับสัญญาณหรือสถานะต่างๆ จากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ตรวจวัดแล้วจะแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมก่อนส่งให้

หน่วยประมวลผลกลาง สัญญาณเหล่านี้จะต้องมีความถูกต้องแม่นยำเพื่อป้องกันไม่ให้หน่วยประมวลผลกลางเกิดความเสียหาย

2. หน่วยประมวลผลกลาง หรือ Central Processing Unit : CPU มีหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือคำสั่งต่าง ๆ ที่ได้รับมาจากหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผล ผลจากการประมวลผลจะถูกส่งไปยังหน่วยส่งข้อมูล ซึ่งหนึ่งรอบการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางเรียกว่า การสแกน (Scan) หน่วยประมวลผลกลางจะใช้เวลาในการประมวลผลช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมที่เขียนหรือการเลือกขนาดของหน่วยประมวลผลกลางด้วย

3. หน่วยความจำ หรือ Memory Unit มีหน้าที่เก็บโปรแกรม คำสั่งและข้อมูลต่าง ๆ ของหน่วยประมวลผลกลางที่ต้องการสั่งให้พีแอลซีทำงาน หน่วยความจำของพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำชนิดแรมและหน่วยความจำชนิดรอม ซึ่งหน่วยความจำชนิดแรม(Random Access Memory : RAM) หรือ หน่วยความจำชั่วคราว จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงอุปกรณ์ตลอดเวลาการทำงาน หากไฟดับข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำจะหายไปทันที ส่วนหน่วยความจำชนิดรอม (Read Only Memory : ROM) หรือ หน่วยความจำถาวร สามารถเขียนหรือลบโปรแกรมต่างๆ ได้และไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงอุปกรณ์ตลอดการทำงาน หน่วยความจำนี้จะทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซีตามโปรแกรมหรือคำสั่งของผู้ใช้งานสามารถแบ่งหน่วยความจำชนิดรอมได้ 3 ชนิด ได้แก่

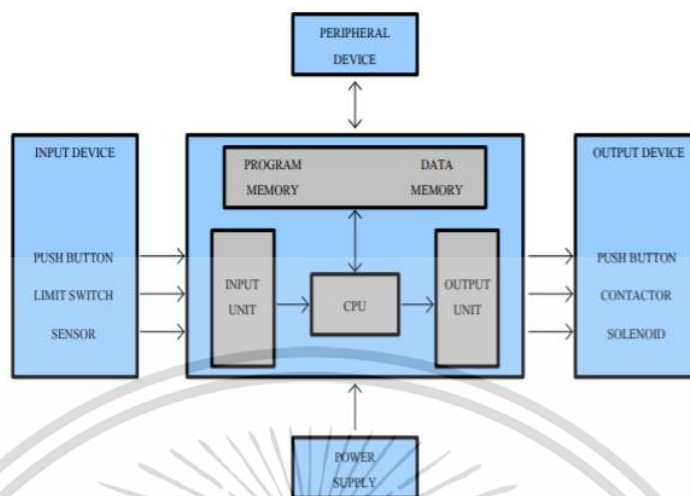
3.1 Programmable Read Only Memory หรือ PROM เป็นหน่วยความจำชนิดรอมที่สามารถเขียนข้อมูลลงชิพได้เพียงครั้งเดียวไม่สามารถนำมาเขียนใหม่ได้อีก

3.2 Erasable Programmable Read Only Memory หรือ EPROM เป็นหน่วยความจำชนิดรอมที่ต้องใช้เครื่องมือชนิดพิเศษในการเขียนโปรแกรม หากไฟดับโปรแกรมจะไม่สูญหาย

3.3 Electrical Erasable Programmable Read Only Memory หรือ EEPROM เป็นหน่วยความจำชนิดรอมที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียน หากไฟดับโปรแกรมจะไม่สูญหายถือเป็นการรวมข้อดีของ RAM และ EPROM เข้าไว้ด้วยกัน

4. หน่วยอุปกรณ์ต่อพ่วงหรือ Peripheral Device เป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมที่แอลซีลงหน่วยความจำของพีแอลซี ใช้เพิ่มความสามารถให้กับพีแอลซีและยังเป็นเครื่องมือสำหรับติดต่อรหว่างผู้ใช้งานกับพีแอลซี เช่น อุปกรณ์รีโมทไอโอ (Remote I/O) หน้าจอสัมผัส (Touch Screen) เป็นต้น

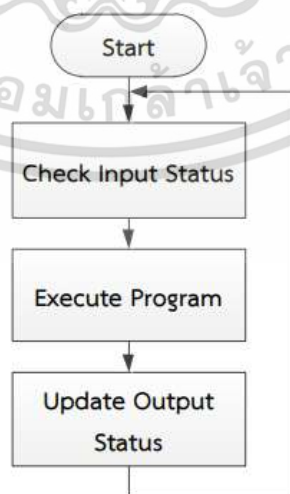
5. หน่วยส่งข้อมูล หรือ Output Unit มีหน้าที่รับค่าที่ประมวลผลแล้วจากหน่วยประมวลผลกลางเพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่าง ๆ ให้ทำงาน เช่น รีเลย์ หลอดไฟ โซลีนอยด์ มอเตอร์ เป็นต้น โดยปกติเอาต์พุตที่ออกมาสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ หากต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซี

2.2.2 หลักการทำงานของระบบควบคุมพีแอลซี

การทำงานของพีแอลซีจะทำงานโดยสแกนโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง การสแกนจะใช้ระยะเวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที หรือ 0.001 ถึง 0.1 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรมหรือจำนวนอินพุต เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงกับพีแอลซี เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์ต่อพ่วงเหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การสแกนสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ช่วง โดยเริ่มจากการสแกนเริ่มสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยรับข้อมูลมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นจะทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำจนสิ้นสุดแล้วส่งข้อมูลเอาต์พุตไปที่หน่วยส่งข้อมูล ดังรูป 2.2

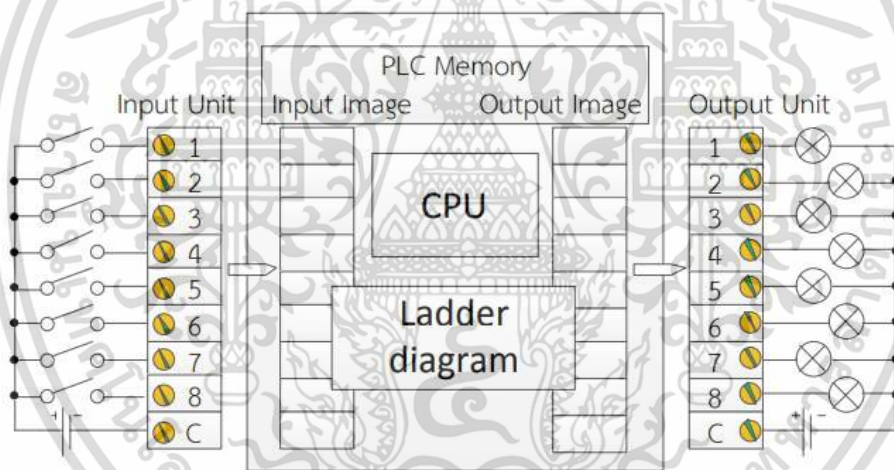


รูปที่ 2.2 แสดงการสแกนใน 1 รอบของพีแอลซี

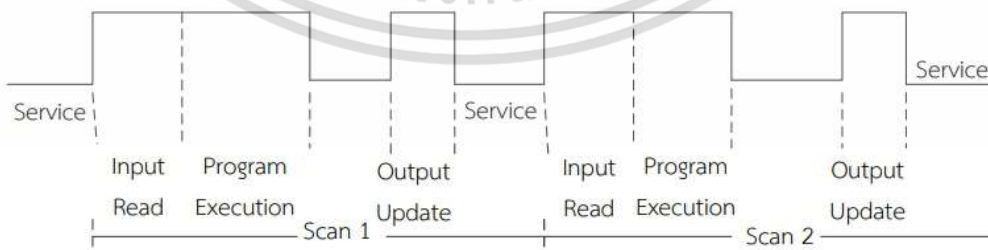
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกนของพีแอลซีเริ่มต้นจากการอ่านค่าอินพุตที่มีในส่วหน่วยรับข้อมูลทั้งหมดแล้วทำการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำข้อมูลจำเพาะที่เรียกว่า Input Image Registers หรือ ข้อมูลเงาอินพุต แล้วพีแอลซีประมวลผลโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำโปรแกรม โดยการประมวลผลจะดึงข้อมูลเงาอินพุต และข้อมูลเงาเอาต์พุตหรือ Output Image Registers เมื่อประมวลผลสำเร็จได้ผลลัพธ์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ถ้ามีส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุต หน่วยประมวลผลกลางก็จะส่งข้อมูลใหม่ไปยัง Output Image Registers เพื่อปรับปรุง จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งต่อไปที่หน่วยส่งข้อมูลจนทำให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตที่จุดต่อดังรูปที่ 2.3 เป็นการจำลอง Input Image Registers และ Output Image Registers

ในการสแกนหนึ่งรอบเวลาที่ใช้จะต้องเท่ากันทุกรอบเพื่อให้การส่งข้อมูลมีความถูกต้อง ดังนั้นเมื่อการสแกนสิ้นสุดหนึ่งรอบจะเกิดเวลาที่ตัวประมวลผลใช้ไปในส่วนการอ่านข้อมูลอินพุตประมวลผล ปรับปรุงข้อมูลเอาต์พุต แต่ในบางเงื่อนไขของโปรแกรมในการประมวลผลในแต่ละรอบอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นที่ตัวพีแอลซีสามารถคำนวณเวลาสแกนให้เท่า ๆ กันได้ หรือจะกำหนดค่าเวลาการสแกนให้คงที่ แต่ต้องมีเวลาเหลือหรือเผื่อเวลาไว้เพื่อให้ได้เวลาการสแกนที่คงที่ แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 แสดง Input Image Registers และ Output Image Registers



รูปที่ 2.4 แสดงเวลาในการสแกนของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ข้อดีของระบบควบคุมพีแอลซี

1. ระบบควบคุมมีขนาดเล็กกลง โดยจะทำการบูรรวมอุปกรณ์ต่างๆ กลายเป็นวงจรที่ อยู่ในรูปของซอฟต์แวร์แทน เช่น ตัวนับจำนวนตัวตั้งเวลารีเลย์หน้าสัมผัสแบบต่างๆ โดยอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในรูปของซอฟต์แวร์มีการทำงานเหมือนหรือมากกว่าสภาพความเป็นจริงจึงสามารถลดขนาดของ ระบบควบคุมให้มีขนาดเล็กกลงได้
2. ลดการเดินสายไฟในส่วนของวงจรควบคุม เนื่องจากพีแอลซีสร้างอุปกรณ์ทำงาน ในรูปแบบของซอฟต์แวร์ ทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรเปรียบเสมือนมีอยู่จริงภายในพีแอลซี ซึ่งช่วย ลดการเดินสายไฟได้จำนวนมาก
3. สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการควบคุมได้ง่าย โดยการแก้ไขที่โปรแกรมพีแอลซี ไม่ต้องทำการแก้ไขวงจรควบคุมทั้งหมด
4. สามารถตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมพีแอลซีว่าถูกต้องตามความต้องการ และข้อกำหนดได้ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเรียบร้อยของโปรแกรมก่อนนำมาใช้ปฏิบัติงานจริง
5. มีเสถียรภาพที่ดีในการทำงานควบคุม เนื่องจากระบบควบคุมพีแอลซีมีการใช้ กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าระบบควบคุมรีเลย์ จึงลดปัญหาเรื่องหน้าสัมผัสไฟฟ้าเสื่อมได้
6. มีอินพุตและเอาต์พุตให้เลือกใช้หลากหลายตามความเหมาะสมและ ตามความต้องการ เช่น อินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อก อินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิตอล
7. สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นได้ เช่น ต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่อเข้าหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ หรือ ต่อเข้ากับพีแอลซีตัวอื่น ๆ

2.2.4 ข้อเสียของระบบควบคุมพีแอลซี

1. หากระบบควบคุมไม่ซับซ้อนมาก การใช้งานระบบควบคุมพีแอลซีอาจมีค่าใช้จ่าย ที่มากเกินไปจนความจำเป็นและมากกว่าการใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบดั้งเดิมที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น รีเลย์เพียงไม่กี่ตัว
2. พีแอลซีอาจทนสภาพแวดล้อมได้น้อยกว่าการใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบ ดั้งเดิม แต่หากมีการติดตั้งที่เหมาะสมและได้รับการป้องกัน เช่น ติดตั้งในตู้ที่มีฝาปิด ก็จะช่วยป้องกัน ความเสียหายที่เกิดจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ เช่น ฝุ่น ละอองน้ำ เป็นต้น
3. หากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้ระบบควบคุมพีแอลซีแทนการ ใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบดั้งเดิมจะทำให้การใช้งานมีความยากกว่าสำหรับผู้ที่ไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับ พีแอลซีมาก่อน
4. การใช้งานระบบควบคุมพีแอลซี เมื่อเครื่องจักรเกิดปัญหาหรือต้องทำการแก้ไข โปรแกรมพีแอลซีในส่วนต่าง ๆ หากช่างซ่อมบำรุงไม่มีความรู้ในเรื่องพีแอลซีอาจทำให้ไม่สามารถ แก้ไขปัญหาได้หรือแก้ไขได้ล่าช้าซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาและความสูญเสียในด้านกำลังการผลิต ของเครื่องจักรได้

2.3 เทคโนโลยีการสื่อสาร CC-Link (Control and Communication Link)

เป็นระบบเครือข่ายที่จัดการข้อมูลแบบ Cyclic I/O และ Acyclic parameter ด้วยความเร็วสูง พัฒนาขึ้นโดย Mitsubishi และได้รับการยอมรับและใช้งานแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน จนกระทั่งมีการจัดตั้งองค์กรควบคุมจัดการมาตรฐานชื่อ CC-Link Partner Association (CLPA) เพื่อให้ตรวจสอบการสื่อสารเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก CC-Link แพร่หลายมากใน ภูมิภาค Asia โดยเป็นการสื่อสารแบบ Fieldbus ด้วยความเร็วสูงระหว่าง Controller กับ Device เช่น I/O หรือ Sensor และ Actuator ในหนึ่งเครือข่ายสามารถต่อกับ Station ได้ถึง 64 Station มีเสถียรภาพในการสื่อสารข้อมูลสูงโดยไม่จำเป็นต้องมี Repeater สนับสนุนอุปกรณ์จากผู้ผลิตหลากหลายแบรนด์ การสื่อสาร ระหว่าง Station เพื่อควบคุมและส่งข้อมูลจะส่งผ่านสายสัญญาณเส้นเดียว สะดวกในการติดตั้ง ตรวจสอบ และ ต่อขยาย มีความเร็วสูง การจัดการไม่ซับซ้อน ระบบ CC-Link เชื่อมต่อโมดูลแบบกระจาย เช่น โมดูล I/O ซึ่งเป็นโมดูลอัจฉริยะ โมดูลฟังก์ชันและโมดูลฟังก์ชันพิเศษ โดยใช้สายเคเบิลเฉพาะเพื่อให้สิ่งเหล่านี้ โมดูลต่างๆ สามารถควบคุมได้โดย พีแอลซี

1. โดยการกระจายแต่ละโมดูลไปยังอุปกรณ์อุปกรณ์

เช่น สายลำเลียงและอุปกรณ์เครื่องจักร ประสิทธิภาพการเดินสายไฟของระบบทั้งหมดสามารถทำได้

2. ข้อมูลเปิด/ปิดของอินพุต/เอาต์พุตและข้อมูลตัวเลขที่จัดการโดยโมดูล

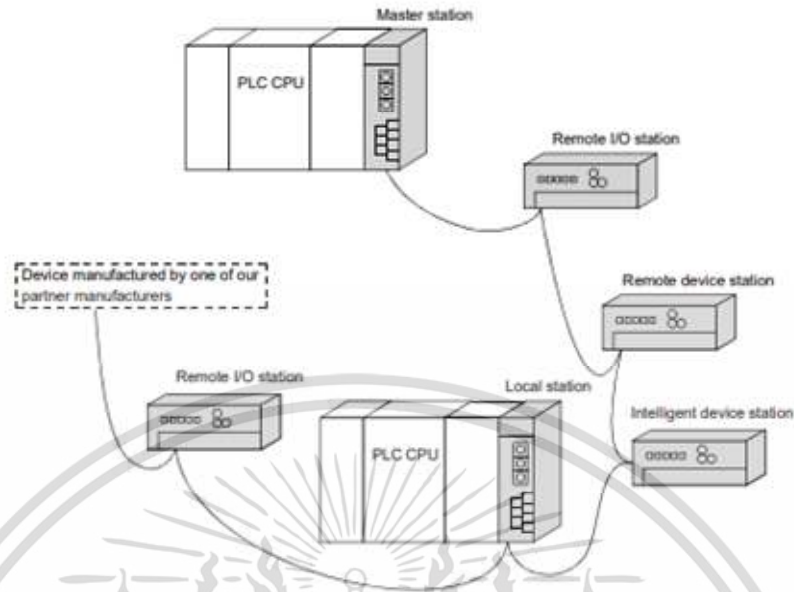
สามารถส่งและรับด้วยความเร็วสูงได้อย่างง่ายดาย

3. ด้วยการเชื่อมต่อซีพียูของพีแอลซีหลายตัว

ทำให้สามารถกำหนดค่าระบบกระจายอย่างง่าย

4. ด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ

ที่ผลิตโดยผู้ผลิตพันธมิตรของ Mitsubishi ระบบสามารถจัดหาโซลูชันที่ยืดหยุ่นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ที่หลากหลาย



รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบ CC-link

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดทั่วไปและตัวของ เทคโนโลยีการสื่อสาร CC-link

คำทั่วไป/ คำย่อ	คำอธิบาย
Cyclic transmission	วิธีการส่งโดยเป็นระยะเพื่อสื่อสารเนื้อหาของระยะไกล
Transient transmission	วิธีการส่งที่ระบุคู่สัญญาและการสื่อสารแบบ 1:1 ถูกใช้ในช่วงเวลาโดยพลการ
Master station	สถานีที่ควบคุมระบบติดตั้ง ต้องการหนึ่งสถานีหลักสำหรับแต่ละระบบ สถานีท้องถิ่น สถานีที่มี พีแอลซีและความสามารถในการสื่อสารกับ ต้นแบบและอื่น ๆ
Local station	สถานีที่มี พีแอลซี และความสามารถในการสื่อสารกับมาสเตอร์และ อื่น ๆ
Remote I/O station	สถานีระยะไกลที่จัดการข้อมูลหน่วยบิตเท่านั้น
Remote device station	สถานีระยะไกลที่จัดการข้อมูลหน่วยบิตและหน่วยค่าเท่านั้น (ดำเนินการป้อนข้อมูลและ ส่งออกกับอุปกรณ์ภายนอก และการแปลงข้อมูลแบบแอนะล็อก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Remote station	คำทั่วไปสำหรับสถานี I/O ระยะไกลและสถานีอุปกรณ์ระยะไกล (ควบคุมโดยสถานีหลัก)
Intelligent device station	สถานีที่สามารถส่งสัญญาณชั่วคราวได้ เช่น AJ65BT-R2 (รวมถึงสถานีท้องถิ่น)
SB	ลิงค์รีเลย์พิเศษ (สำหรับ CC-Link) ข้อมูลหน่วยบิตที่ระบุสถานะการทำงานของโมดูลและสถานะการเชื่อมโยงข้อมูลของ สถานีหลัก/สถานีท้องถิ่น (แสดงเป็น SB เพื่อความสะดวก)
SW	ลงทะเบียนพิเศษลิงค์ (สำหรับ CC-Link) ข้อมูลหน่วย 16 บิตที่ระบุสถานะการทำงานของโมดูลและสถานะการเชื่อมโยงข้อมูล ของสถานีหลัก/สถานีท้องถิ่น (แสดงเป็น SW เพื่อความสะดวก)
RX	อินพุตระยะไกล (สำหรับ CC-Link) ข้อมูลที่ป้อนเป็นหน่วยบิตจากสถานีระยะไกลไปยังสถานีหลัก (แสดงเป็น RX เพื่อความสะดวก)
RY	เอาต์พุตระยะไกล (สำหรับ CC-Link) ข้อมูลส่งออกเป็นหน่วยบิตจากสถานีหลักไปยังสถานีระยะไกล (แสดงเป็น RY เพื่อความสะดวก)
RWw	การลงทะเบียนระยะไกล (เขียนพื้นที่สำหรับ CC-Link) เอาต์พุตข้อมูลในหน่วย 16 บิตจากสถานีหลักไปยังสถานีอุปกรณ์ระยะไกล (แสดงเป็น RWw เพื่อความสะดวก)
RWr	การลงทะเบียนระยะไกล (พื้นที่อ่านสำหรับ CC-Link) ข้อมูลที่ป้อนในหน่วย 16 บิตจากสถานีอุปกรณ์ระยะไกลไปยังสถานีหลัก สถานี. (แสดงเป็น RWr เพื่อความสะดวก)

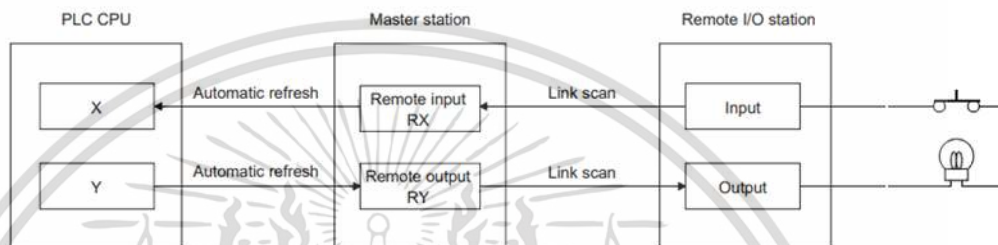
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำศัพท์ทั่วไปและตัวอย่างต่อไปนี้อธิบาย Control & Communication Link System Master/Local Module

2.3.1 คุณสมบัติของ CC-Link

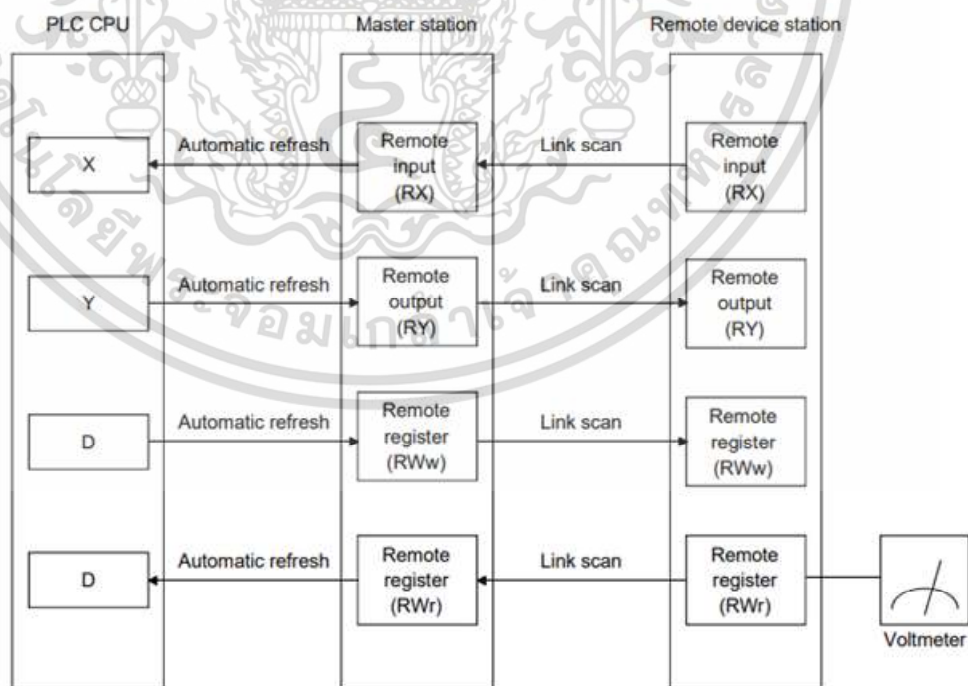
คุณสมบัติของเทคโนโลยีการสื่อสาร CC-Link มี ดังนี้

1. การสื่อสารสถานี I/O ระยะไกล สถานะเปิด/ปิดของสวิตช์หรือไฟแสดงสถานะจะสื่อสารโดยใช้ อินพุตระยะไกล RX และเอาต์พุตระยะไกล RY



รูปที่ 2.6 แสดงการสื่อสารสถานี I/O ระยะไกล

2. การสื่อสารสถานีอุปกรณ์ระยะไกล สัญญาณสำหรับการจับมือกับสถานีอุปกรณ์ระยะไกล (ค่าขอเริ่มต้น ข้อผิดพลาด เกิดขึ้น ฯลฯ) ถูกสื่อสารโดยใช้รีโมตอินพุต RX และรีโมตเอาต์พุต RY ข้อมูลการตั้งค่าไปยังสถานีอุปกรณ์ระยะไกลได้รับการสื่อสารโดยใช้ การตัวแปรระยะไกล RWw และ RWr ดังรูปที่ 2.7

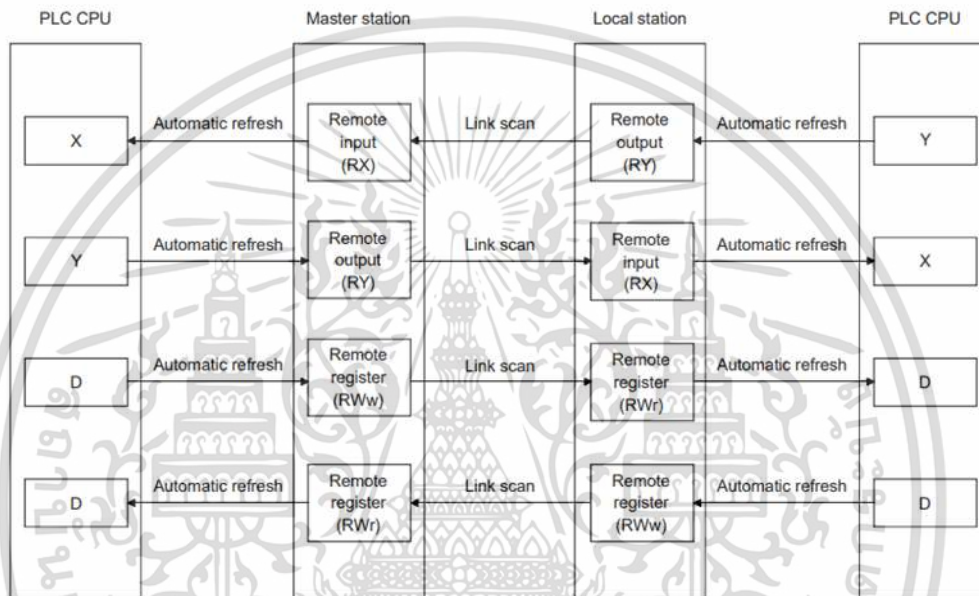


รูปที่ 2.7 แสดงการสื่อสารสถานีอุปกรณ์ระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

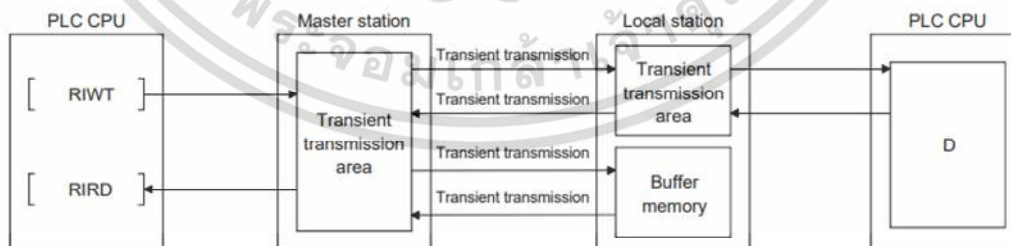
3. การสื่อสารสถานีย่อย การสื่อสารระหว่างสถานีหลักและสถานีย่อยใช้สองประเภทของวิธีการส่ง การส่งผ่านเป็นวงรอบและการส่งผ่านชั่วคราว

1. การส่งผ่านข้อมูลแบบวงรอบ การสื่อสารข้อมูลระหว่าง ซีพียูของพีแอลซี สามารถทำได้ใน N:N โหมดโดยใช้ข้อมูลบิต (อินพุตระยะไกล RX และเอาต์พุตระยะไกล RY) และข้อมูล (กำหนดตัวแปรระยะไกลเป็น RWw และ RWr)



รูปที่ 2.8 แสดงการส่งผ่านข้อมูลแบบวงรอบแบบอุปกรณ์พื้นฐาน

2. การส่งผ่านข้อมูลชั่วคราวอ่าน (RIRD) หรือเขียน (RIWT) ของหน่วยความจำสำรองของสถานีย่อยและ ซีพียูได้ตลอดเวลา

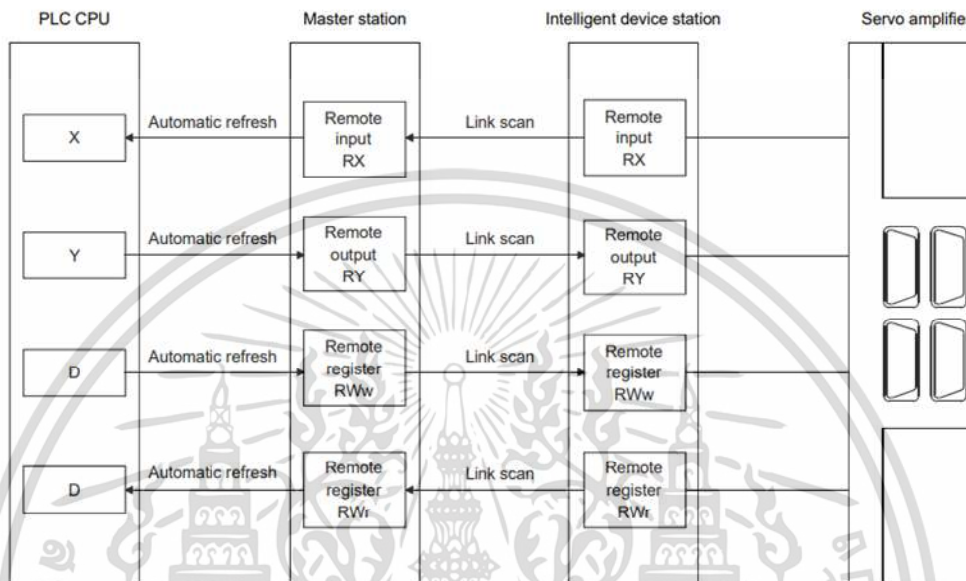


รูปที่ 2.9 การส่งผ่านข้อมูลชั่วคราวแบบอุปกรณ์พื้นฐาน

4. การสื่อสารสถานีอุปกรณ์อัจฉริยะการสื่อสารระหว่างสถานีหลักและสถานีอุปกรณ์อัจฉริยะ ใช้วิธีการส่งสองประเภท: ส่งเป็นวงกลมและชั่วคราว การส่ง ดังภาพที่ 2.10

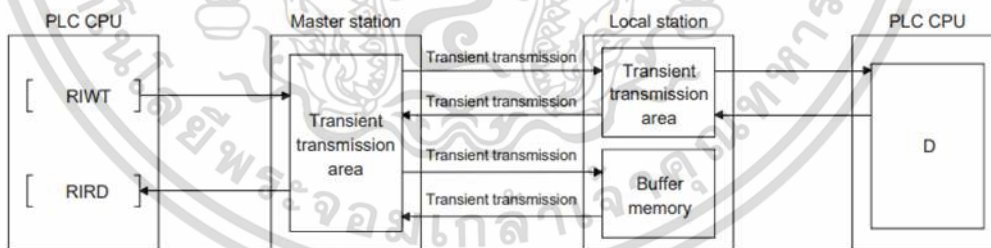
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การส่งผ่านแบบวนรอบ สัญญาณสำหรับการจับมือกับสถานีอุปกรณ์อัจฉริยะ ตำแหน่งเริ่มต้น การวางตำแหน่งเสร็จสมบูรณ์ ฯลฯ ได้รับการสื่อสารโดยใช้อินพุตระยะไกล RX และ เอาต์พุตระยะไกล RY ข้อมูลตัวเลข (หมายเลขตำแหน่งเริ่มต้น ฟีดปัจจุบัน ค่า ฯลฯ) ได้รับการสื่อสารโดยใช้รีจิสเตอร์รีโมต RWw และ RWr



รูปที่ 2.10 แสดงการส่งผ่านข้อมูลแบบวนรอบแบบอุปกรณ์อัจฉริยะ

4.2 การส่งผ่านชั่วคราว อ่าน (RIRD) หรือเขียน (RIWT) การทำงานของสถานี อุปกรณ์อัจฉริยะ หน่วยความจำบัฟเฟอร์สามารถดำเนินการได้ตลอดเวลา



รูปที่ 2.11 แสดงการส่งผ่านข้อมูลชั่วคราวแบบอุปกรณ์อัจฉริยะ

2.3.2 ฟังก์ชันพื้นฐานของ CC-Link

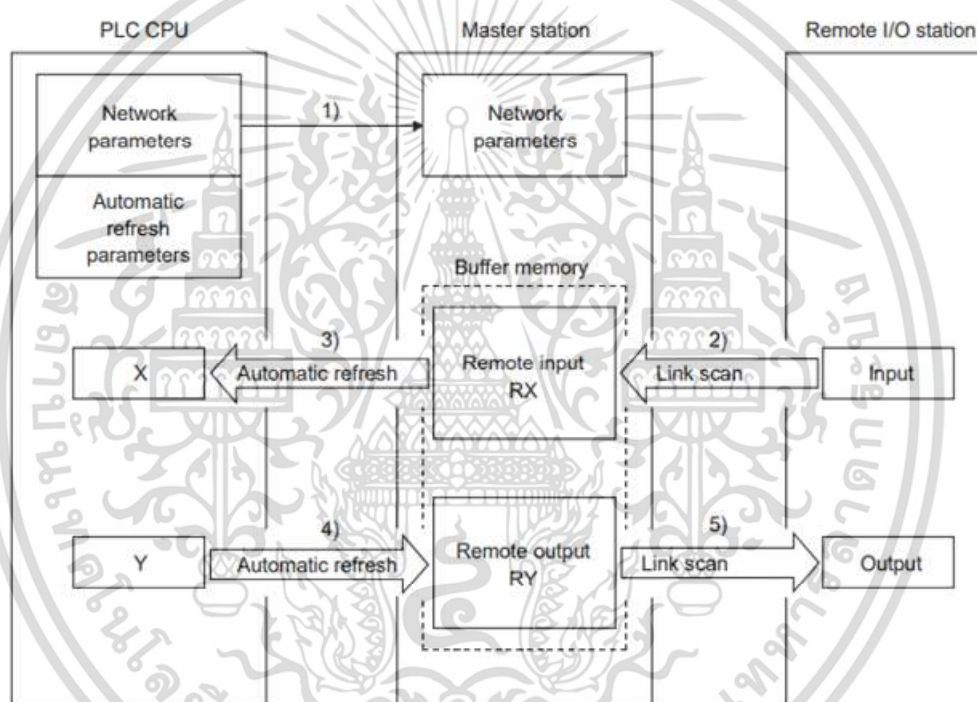
ส่วนนี้จะอธิบายถึงฟังก์ชันพื้นฐานของ QJ61BT11

1. การสื่อสารกับสถานี I/O ระยะไกลมีโหมดการสื่อสารสองประเภทสำหรับระบบ CC-Link
เน็ตระยะไกล โหมดและโหมด I/O net ระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

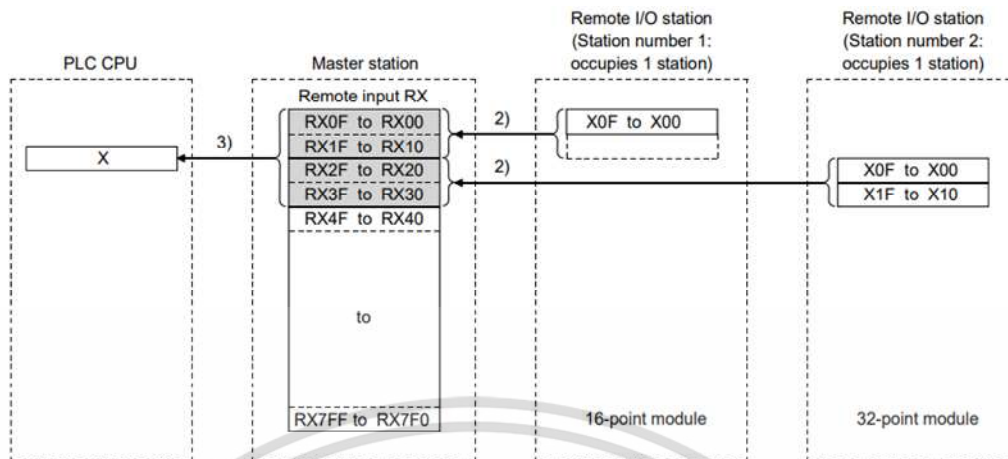
1.1 โหมดเครือข่ายระยะไกล ในโหมดนี้ สามารถสื่อสารกับสถานีทั้งหมดได้ สถานี I/O ระยะไกลสถานีอุปกรณ์ระยะไกล สถานีท้องถิ่น สถานีอุปกรณ์อัจฉริยะ และสถานีหลัก ดังนั้นจึงสามารถกำหนดค่าระบบต่างๆ ตามการใช้งานได้

1.2 โหมดเครือข่าย I/O ระยะไกล ในโหมดนี้ การส่งแบบวนความเร็วสูง จะดำเนินการสำหรับระบบ ประกอบด้วยสถานีหลักและสถานี I/O ระยะไกลเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ เวลาในการสแกนลิงค์สามารถสั้นลงเมื่อเทียบกับโหมดเน็ตระยะไกล ข้อมูลต่อไปนี้แสดงภาพรวมของการสื่อสารระหว่างต้นแบบสถานีและสถานี I/O ระยะไกลโดยใช้โหมด I/O net ระยะไกลในการสื่อสารกับสถานี I/O ระยะไกล ข้อมูลเปิด/ปิดของสวิตช์และไฟแสดงสถานะ สื่อสารผ่าน RX อินพุตระยะไกลและเอาต์พุตระยะไกล RY



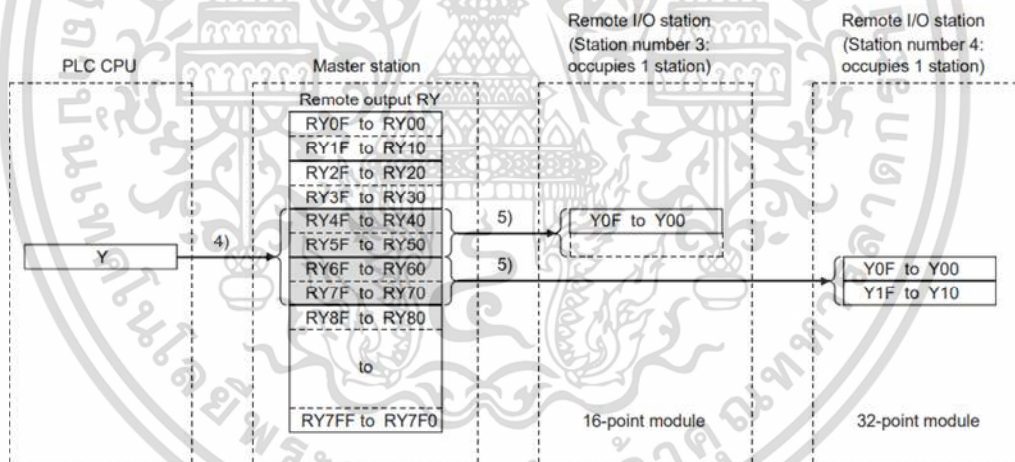
รูปที่ 2.12 แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมโยงของข้อมูลแบบ I/O

รูปที่ 2.12 เมื่อเปิดระบบพีแอลซี พารามิเตอร์เครือข่ายในพีแอลซี ถูกถ่ายโอนไปยังสถานีหลัก และระบบ CC-Link เริ่มต้นขึ้นโดยอัตโนมัติ ไฟแสดงสถานะสื่อสารผ่าน RX อินพุตระยะไกลและเอาต์พุตระยะไกล RY



รูปที่ 2.13 แสดงการเชื่อมโยงของข้อมูลอินพุตระยะไกล

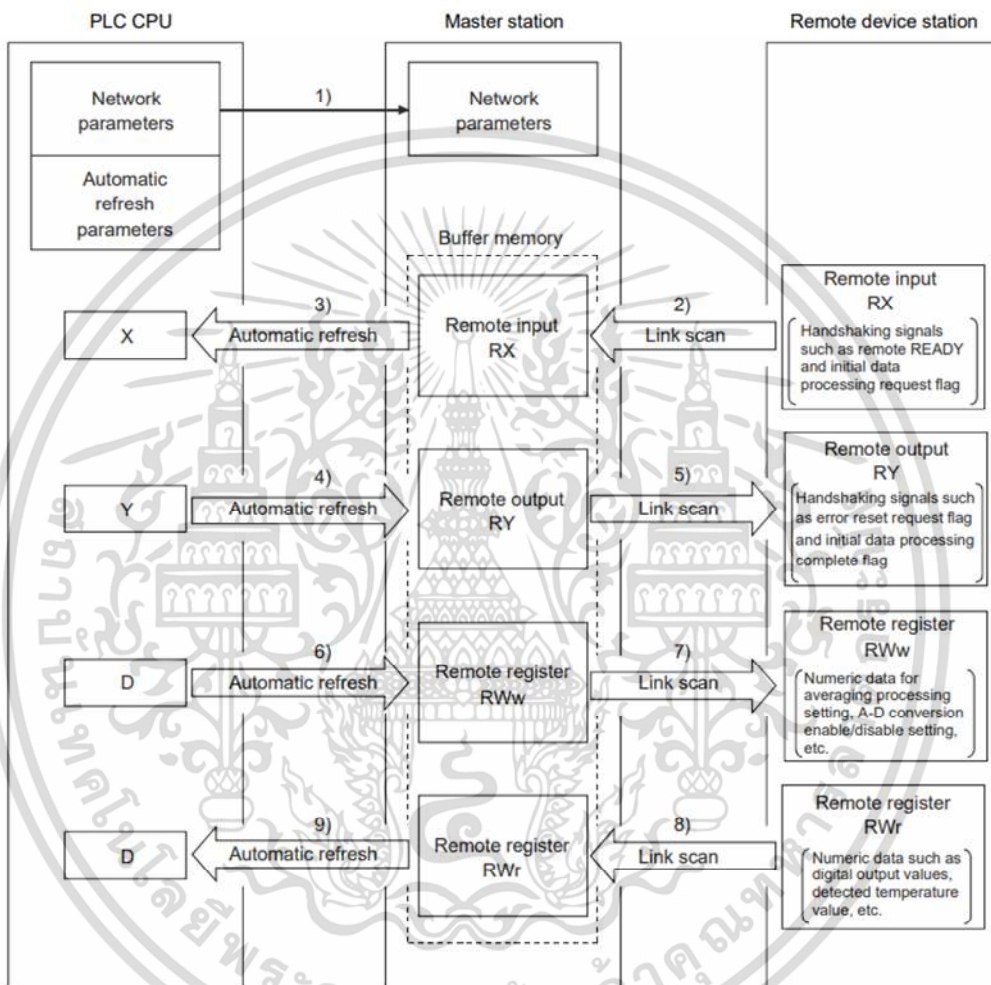
แสดงสถานะอินพุตของสถานี I/O ระยะไกลจะถูกจัดเก็บโดยอัตโนมัติ (สำหรับแต่ละสถานี การสแกนลิงก์) ในหน่วยความจำบัพเฟอร์ "remote input RX" ของสถานีหลัก สถานะอินพุตที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำบัพเฟอร์ "remote input RX" คือ เก็บไว้ในอุปกรณ์พีแอลซีที่ตั้งค่าด้วยพารามิเตอร์รีเฟรชอัตโนมัติ



รูปที่ 2.14 แสดงการเชื่อมโยงของข้อมูลเอาต์พุตระยะไกล

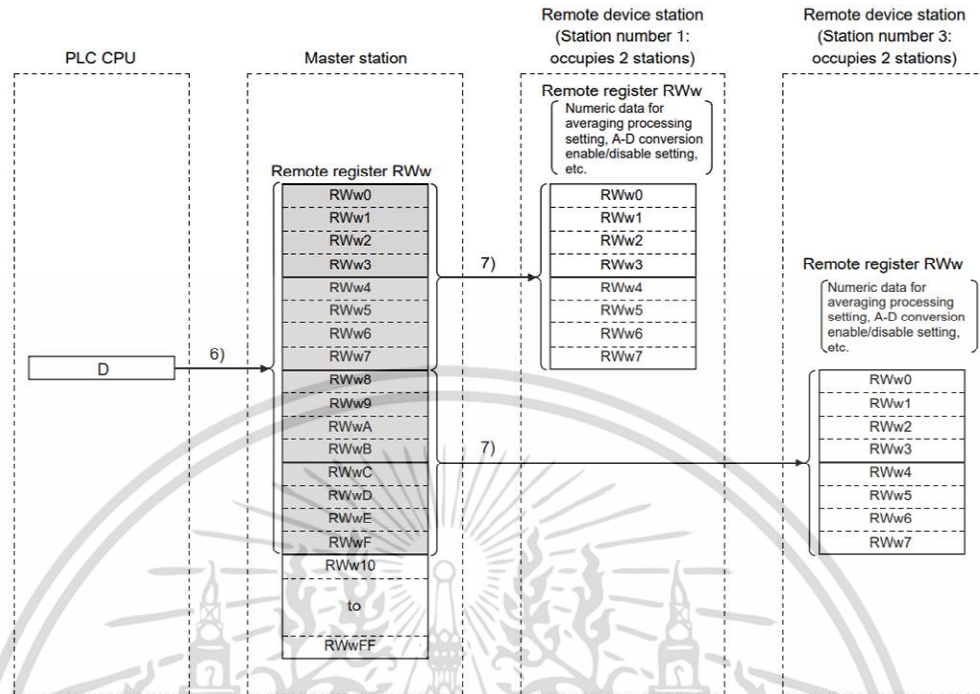
ข้อมูลเปิด/ปิดของอุปกรณ์ พีแอลซี ที่ตั้งค่าด้วยการรีเฟรชอัตโนมัติ พารามิเตอร์ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำบัพเฟอร์ "เอาต์พุตระยะไกล RY" สถานะเอาต์พุตที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง "เอาต์พุตระยะไกล RY" คือ ส่งออกโดยอัตโนมัติ (สำหรับการสแกนแต่ละลิงก์) ไปยังสถานี I/O ระยะไกลเมื่อ ตั้งค่าพารามิเตอร์รีเฟรชอัตโนมัติ ต้องแน่ใจว่าได้ระบุ "Y" สำหรับอุปกรณ์รีเฟรชเอาต์พุต RY ระยะไกล ถ้ามีค่าอื่นที่ไม่ใช่ "Y" (เช่น M หรือ L) คือ ระบุเมื่อพีแอลซีหยุดสถานะของอุปกรณ์ก่อนหยุดจะยังคงอยู่ อย่างเป็น สำหรับวิธีการหยุดการเชื่อมโยงข้อมูล

2. การสื่อสารกับสถานีกับอุปกรณ์ระยะไกล ส่วนนี้จะอธิบายภาพรวมของการสื่อสารระหว่างต้นแบบและ สถานีอุปกรณ์ระยะไกล ในการสื่อสารกับสถานีอุปกรณ์ระยะไกล สัญญาณสำหรับการจับมือกับ สถานีอุปกรณ์ระยะไกล (ค่าขอข้อมูลเริ่มต้น ค่าขอรีเซ็ตข้อผิดพลาด ฯลฯ) คือ สื่อสารโดยใช้อินพุตระยะไกล RX และรีโมตเอาต์พุต RX ข้อมูลตัวเลข (ค่าเฉลี่ยข้อกำหนดการประมวลผลค่าเอาต์พุตดิจิทัล ฯลฯ) ถูกสื่อสารโดยใช้ระยะไกลผ่านตัวแปรสำรอง RWw และ RWr



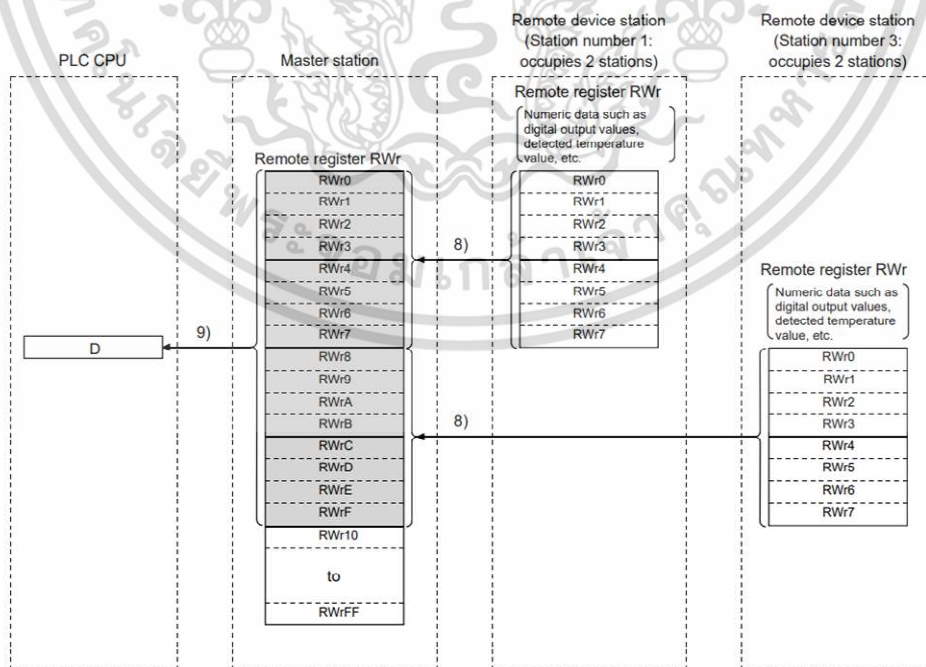
รูปที่ 2.15 แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมโยงของข้อมูลแบบอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงการเชื่อมโยงการเขียนข้อมูลแบบอุปกรณ์ระยะไกล RWw

แสดงข้อมูลการส่งของอุปกรณ์ พีแอลซี ตั้งค่าอัตโนมัติ พารามิเตอร์ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง "remote register RWw" ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง "remote register RWw" ส่งไปยัง RWw หน่วยความจำสำรองของอุปกรณ์ระยะไกลแต่ละเครื่องโดยอัตโนมัติ

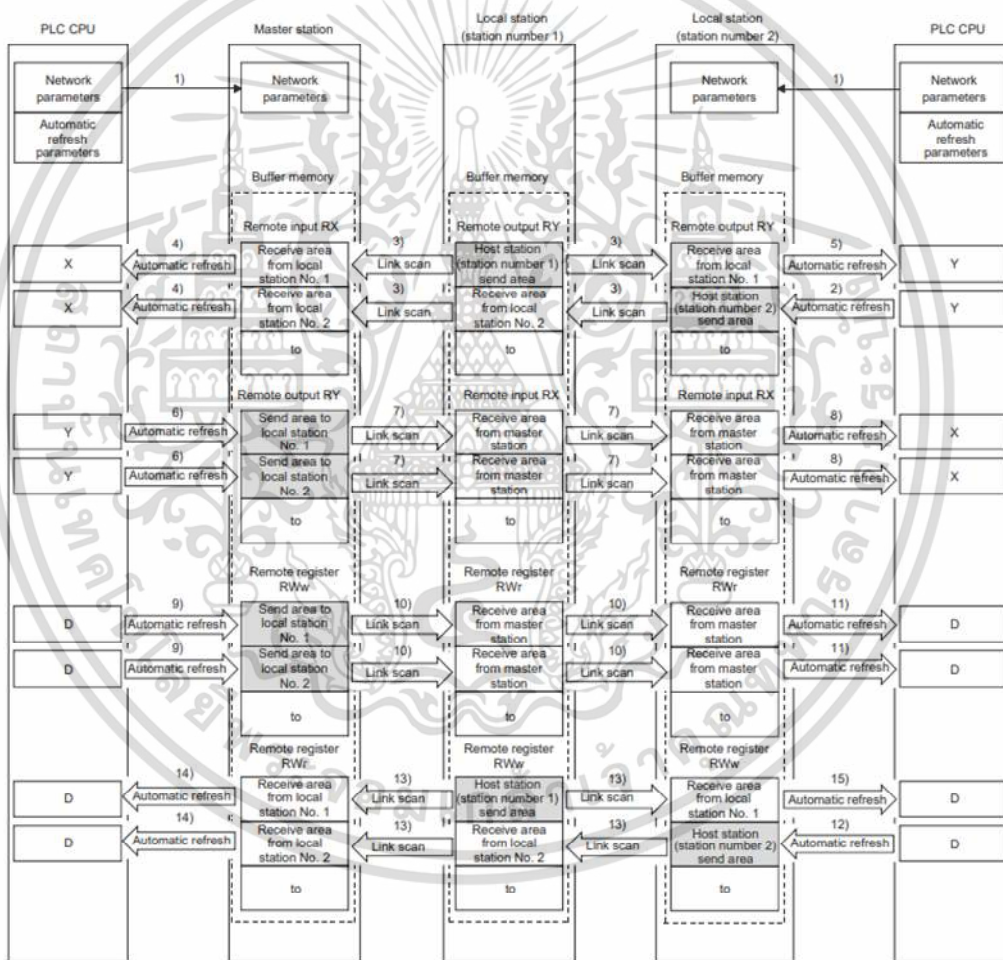


รูปที่ 2.17 แสดงการเชื่อมโยงการอ่านข้อมูลแบบอุปกรณ์ระยะไกล RWr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

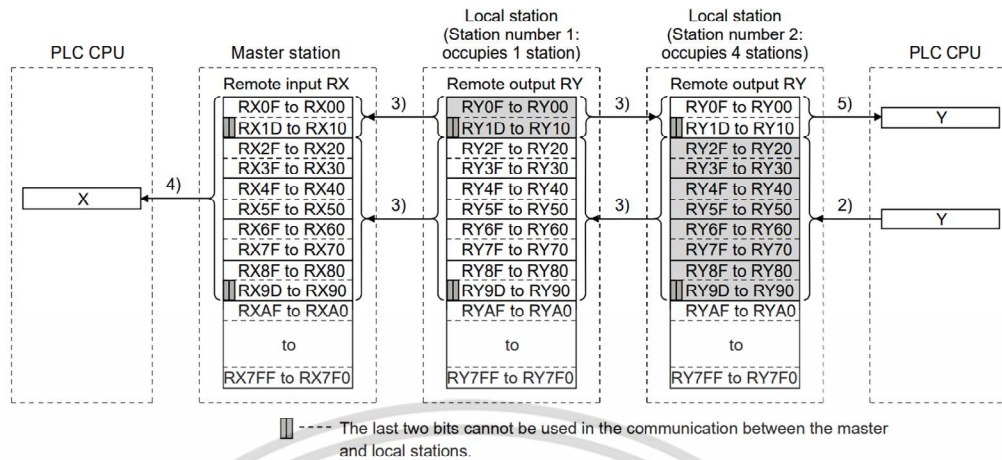
รูปที่ 2.17 ข้อมูลตัวแปร RWr ระยะไกลของสถานีอุปกรณ์ระยะไกลคือ จัดเก็บโดยอัตโนมัติในหน่วยความจำสำรอง "ตัวแปร ระยะไกล Rwr" ของ สถานีหลัก ข้อมูลตัวแปร RWr ระยะไกลของสถานีอุปกรณ์ระยะไกลที่จัดเก็บไว้ใน หน่วยความจำสำรอง "remote register RWR" ถูกจัดเก็บไว้ในชุดอุปกรณ์ พีแอลซี ด้วยพารามิเตอร์อัตโนมัติ

3. การสื่อสารกับสถานีกับสถานีในพื้นที่ระยะไกล ส่วนนี้อธิบายภาพรวมของการสื่อสารระหว่างสถานีหลักและสถานีย่อย การสื่อสารระหว่างสถานีหลักและสถานีย่อยเป็นวงกลม การสื่อสารข้อมูลระหว่าง พีแอลซี สามารถทำได้ในโหมด N:N โดยใช้ รีโมตอินพุต RX และรีโมตเอาต์พุต RY (ข้อมูลบิตที่ใช้ในระบบสถานีท้องถิ่น) เช่นเดียวกับการเขียนตัวแปร RWw และการอ่านตัวแปร RWr (ข้อมูลสำหรับการเขียนและอ่านที่ใช้ในระบบสถานีย่อย)

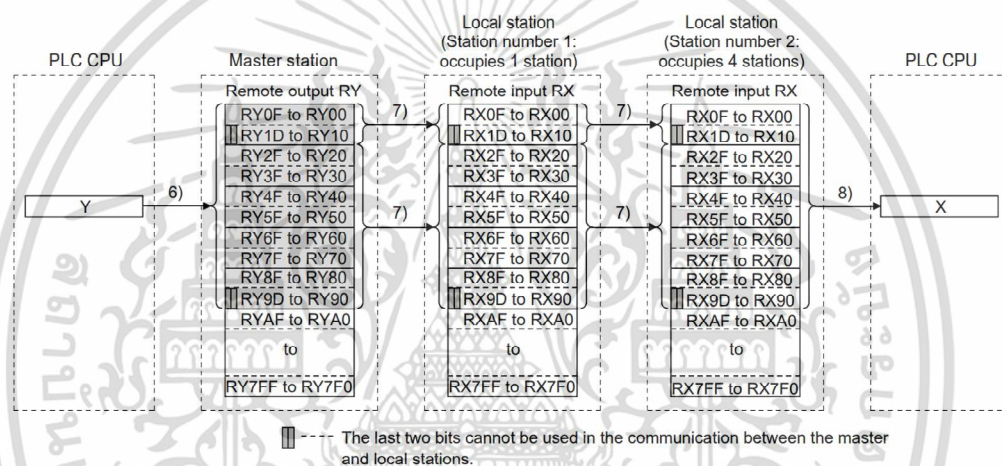


รูปที่ 2.18 แสดงการเริ่มต้นการเชื่อมโยงของข้อมูลแบบสถานีย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



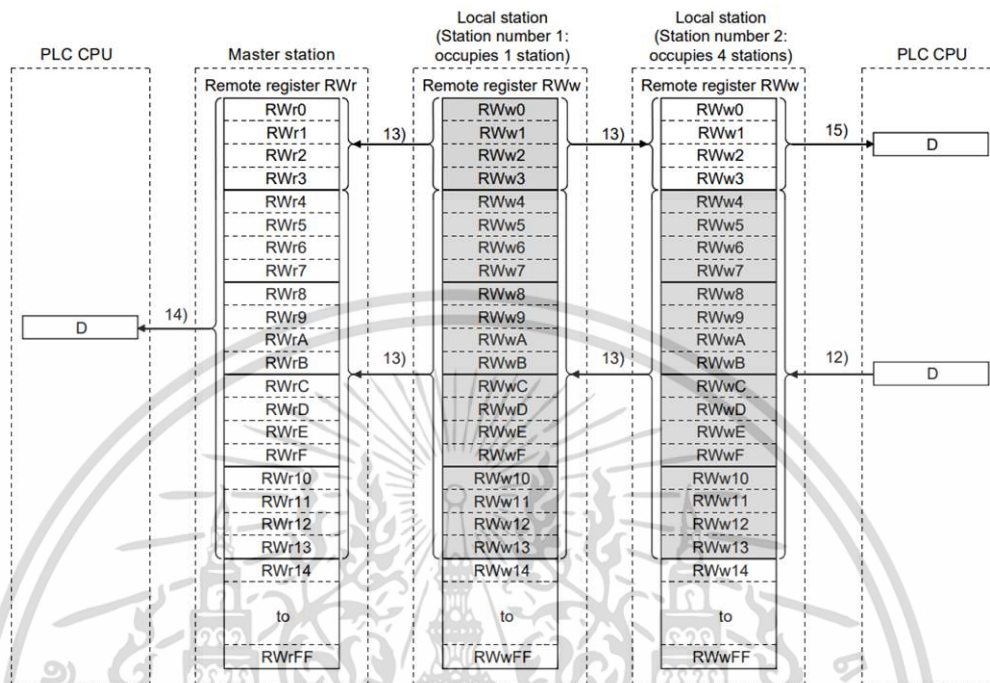
รูปที่ 2.19 การส่งข้อมูลเอาต์พุตจากสถานีหลักไปยังสถานีย่อย



รูปที่ 2.20 แสดงการส่งข้อมูลอินพุตจากสถานีหลักไปยังสถานีย่อย

แสดง ข้อมูลเปิด/ปิดของอุปกรณ์พีแอลซี ที่ตั้งค่าด้วยการรีเฟรชอัตโนมัติ พารามิเตอร์ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง "เอาต์พุตระยะไกล RY" ของ สถานีย่อย เอาต์พุต RY ถูกใช้เป็นข้อมูลเอาต์พุตในสถานีย่อย ข้อมูลในหน่วยความจำสำรอง "เอาต์พุตระยะไกล RY" ของสถานีย่อย จัดเก็บโดยอัตโนมัติ (สำหรับการสแกนแต่ละลิงค์) ในความจำสำรอง "remote input RX" หน่วยความจำของสถานีหลักและสำรอง "เอาต์พุตระยะไกล RY" หน่วยความจำของสถานีย่อยอื่นๆ สถานะอินพุตที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง "remote input RX" คือ เก็บไว้ในอุปกรณ์พีแอลซี ที่ตั้งค่าด้วยการรีเฟรชอัตโนมัติ RX อินพุตระยะไกลใช้เป็นข้อมูลอินพุตในระบบสถานีท้องถิ่น สถานะอินพุตที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง "เอาต์พุตระยะไกล RY" คือ เก็บไว้ในอุปกรณ์พีแอลซีที่ตั้งค่าด้วยการรีเฟรชอัตโนมัติ รูปที่ 2.20 ข้อมูลเปิด/ปิดของอุปกรณ์พีแอลซี ที่ตั้งค่าด้วยการรีเฟรชอัตโนมัติ พารามิเตอร์ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง "เอาต์พุตระยะไกล RY" ของสถานีหลัก ข้อมูลในหน่วยความจำสำรอง "เอาต์พุตระยะไกล RY" จะถูกเก็บไว้ โดยอัตโนมัติ (สำหรับการสแกนแต่ละลิงค์) ในบัพเฟอร์ "remote input RX" หน่วยความจำของสถานีย่อย สถานะอินพุตที่จัดเก็บไว้

ในหน่วยความจำสำรอง "อินพุตระยะไกล RX" คือ เก็บไว้ในอุปกรณ์พีแอลซี ที่ตั้งค่าด้วยพารามิเตอร์รีเฟรชอัตโนมัติ



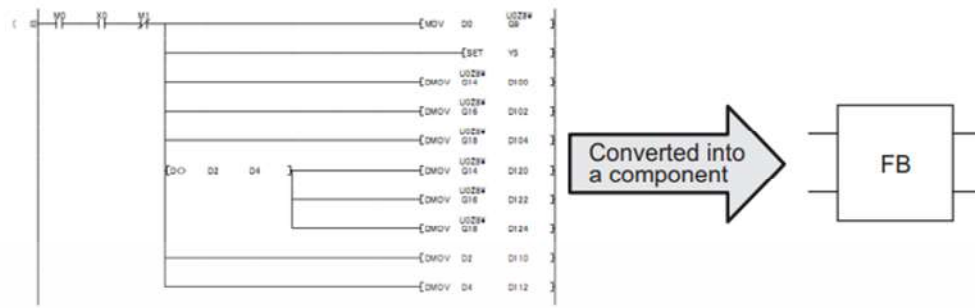
รูปที่ 2.21 แสดงการส่งข้อมูลตัวแปรจากสถานีหลักไปยังสถานีย่อย

ชุดข้อมูลตัวแปร พร้อมพารามิเตอร์รีเฟรชอัตโนมัติจะถูกเก็บไว้ใน หน่วยความจำบัพเฟอร์ "ตัวแปรระยะไกล RWw" ของสถานีย่อย อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในพื้นที่ที่ตรงกับหมายเลขสถานีของตนเองเท่านั้น ข้อมูลในหน่วยความจำบัพเฟอร์ "ตัวแปรระยะไกล RWw" จะถูกเก็บไว้โดยอัตโนมัติ (สำหรับการสแกนแต่ละลิงค์) ใน "ตัวแปรระยะไกล RWr" ของ สถานีหลักและ "ตัวแปรระยะไกล RWw" ของสถานีห้องย่อยอื่นๆ ข้อมูลตัวแปร ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำบัพเฟอร์ "ตัวแปรระยะไกล RWr" คือ เก็บไว้ในอุปกรณ์พีแอลซี ที่ตั้งค่าด้วยพารามิเตอร์รีเฟรชอัตโนมัติ ข้อมูลตัวแปรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำบัพเฟอร์ "ตัวแปรระยะไกล RWw" คือเก็บไว้ในอุปกรณ์พีแอลซี ที่ตั้งค่าด้วยพารามิเตอร์รีเฟรชอัตโนมัติ

2.4 ฟังก์ชันบล็อก (FB)

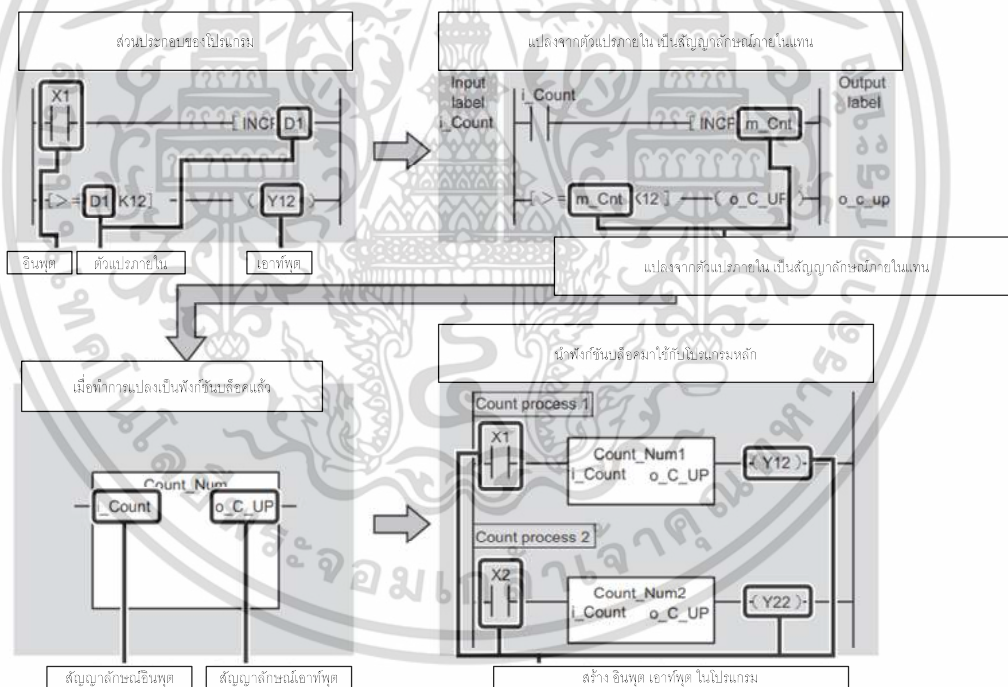
FB เป็นตัวย่อของ Function Block ที่ออกแบบมาเพื่อแปลงบล็อกขั้นบันไดซึ่งใช้ ซ้ำๆ ในโปรแกรมลำดับไปยังส่วนประกอบเพื่อใช้ในโปรแกรมลำดับ สิ่งนี้ไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาโปรแกรมเท่านั้นแต่ยังลดการเขียนโปรแกรมอีกด้วย ข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงคุณภาพของโปรแกรม

Sequence program



รูปที่ 2.22 แสดงโปรแกรมลำดับแปลงเป็นฟังก์ชันบล็อก

การแปลงเป็นส่วนประกอบ หมายความว่าอย่างไรเมื่อโปรแกรมลำดับถูกแปลงเป็นส่วนประกอบส่วนต่อไปนี้จะอธิบายขั้นตอนการแปลงโปรแกรมอย่างง่ายตัวอย่างเช่น โปรแกรมที่สัญญาณเอาต์พุต (Y12) เปิดอยู่เมื่อสัญญาณอินพุต (X1) เป็น เปิด 12 ครั้ง



รูปที่ 2.23 ตัวอย่างลำดับแปลงเป็นฟังก์ชันบล็อก

2.4.1 ข้อดีของการใช้ FB

ส่วนนี้แนะนำข้อดีของการสร้างโปรแกรมโดยใช้ FB ตั้งโปรแกรมได้ง่าย สามารถสร้างโปรแกรมลำดับ

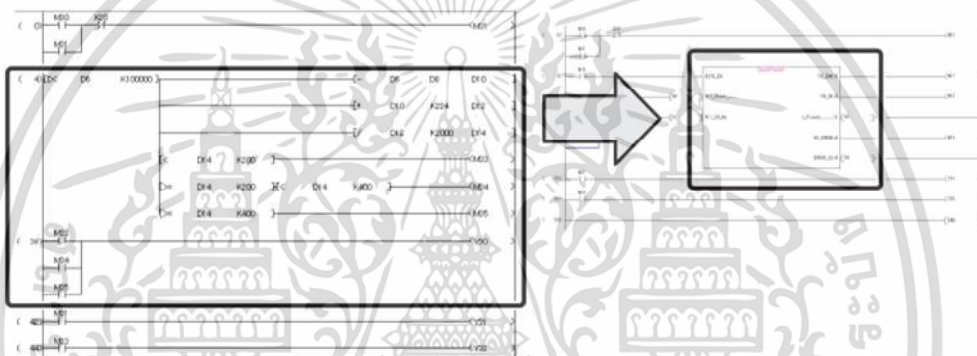
1. ง่ายๆ โดยวางใน FB สิ่งนี้ช่วยลดการ เวลาการพัฒนาโปรแกรม (การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้นโดยใช้ไลบรารี FB ที่จัดทำโดย มิตซูบิชิ อิเล็กทริก คอร์ปอเรชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ง่ายต่อการใช้ FB สร้างโปรแกรมอย่างง่ายโดยมีเพียงฟังก์ชันบล็อก อินพุตและเอาต์พุตเพื่อสร้าง โปรแกรมลำดับที่อ่านง่าย

3. การใช้ซ้ำการแปลงโปรแกรมมาตรฐานเป็นอุปกรณ์ทำให้สามารถนำโปรแกรมกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่จำกัดจำนวนครั้งเป็นผลให้การดำเนินการเช่นการคัดลอกโปรแกรมลำดับและการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็น

4. การปรับปรุงคุณภาพ การแปลงโปรแกรมมาตรฐานเป็นอุปกรณ์เป็น FB เพื่อนำโปรแกรมกลับมาใช้ใหม่ได้การพัฒนาโปรแกรมที่มีคุณภาพสม่ำเสมอโดยไม่ต้องอาศัยทักษะทางเทคโนโลยีของนักพัฒนาโปรแกรมเมื่อนักพัฒนา A และ B กำลังพัฒนาโปรแกรมลำดับสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้เหมือนกันFB สำหรับการประมวลผลทั่วไปช่วยให้สามารถสร้างโปรแกรมลำดับคุณภาพที่สอดคล้องกัน

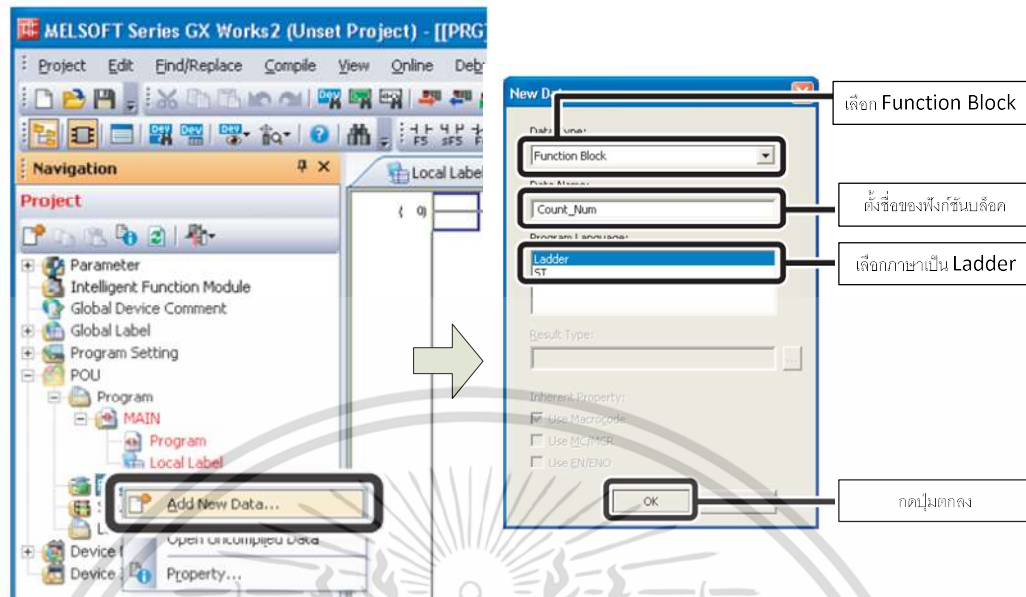


รูปที่ 2.24 ตัวอย่างลำดับแปลงเป็นฟังก์ชันบล็อกที่ใช้งานจริงในโปรแกรม

2.4.2 แนะนำการสร้างฟังก์ชันบล็อก

หลังจากสร้างโปรแกรมใน GX Works2 ให้สร้างไฟล์ข้อมูลใหม่ ("Count_Num") ใช้เป็นชื่อฟังก์ชันบล็อก

1. ในหน้าต่างการนำทาง เลือก "FB_Pool" และคลิกขวาแล้วเลือก [เพิ่มข้อมูลใหม่] จากเมนูทางลัด



รูปที่ 2.25 แสดงตัวอย่างการสร้างฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรม GX work 2

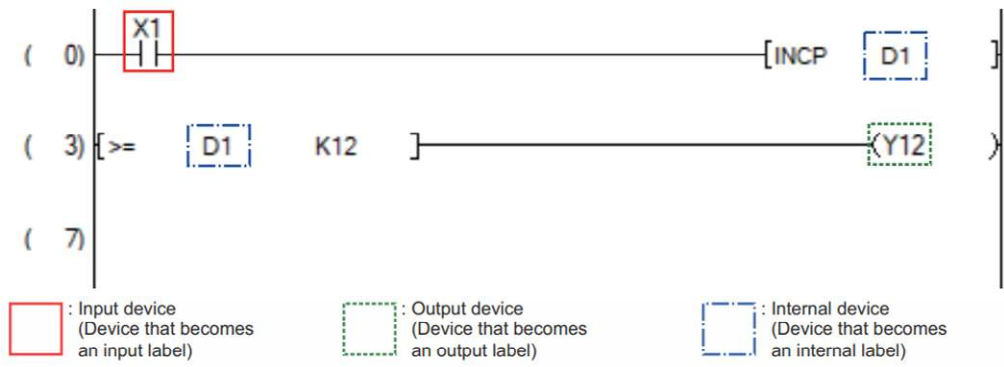


รูปที่ 2.26 แสดงฟังก์ชันบล็อกจะแสดงในหน้าต่างหลักโปรแกรม

2.4.3 การตั้งค่าสัญลักษณ์

เนื่องจากมีการใช้ฟังก์ชันบล็อก โดยการแปลงเป็นส่วนประกอบ จึงไม่ได้ใช้อุปกรณ์จริงและป้ายกำกับอินพุต ป้ายกำกับเอาต์พุต และป้ายกำกับภายในใช้เพื่อสร้างโปรแกรม ขึ้นแรก จัดประเภทอุปกรณ์จริงของโปรแกรมลำดับเป็น อุปกรณ์อินพุต อุปกรณ์เอาต์พุต และอุปกรณ์ภายในถัดไป ตั้งค่าป้ายกำกับแต่ละรายการสำหรับอุปกรณ์จริงที่จัดหมวดหมู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



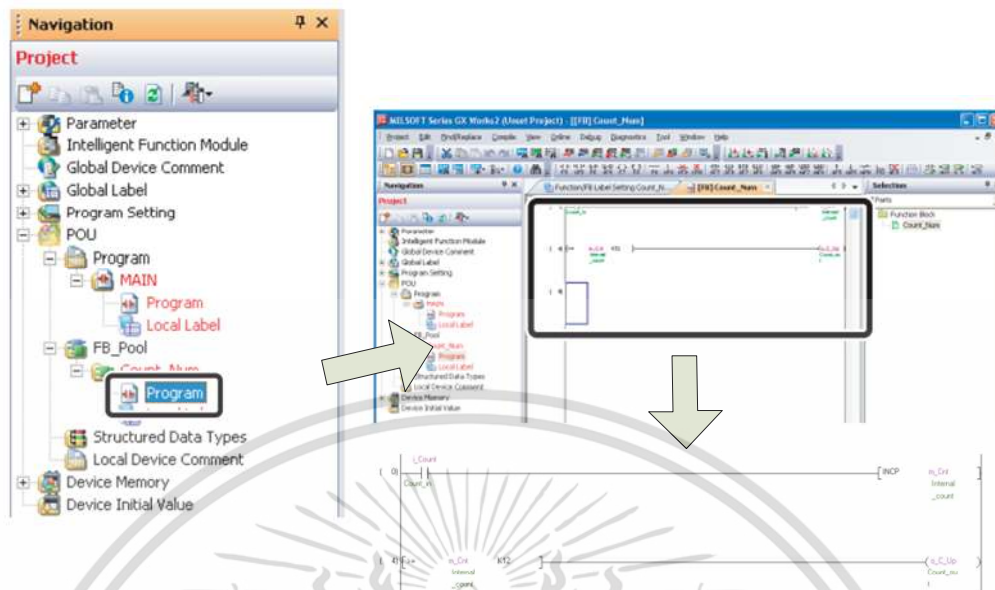
Device type	Device name	Label type (Class)	Label name	Data type
Input device	X1	Input label (VAR_INPUT)	i_Count	Bit
Output device	Y12	Output label (VAR_OUTPUT)	o_C_Up	Bit
Internal device	D1	Internal label (VAR)	m_Cnt	Word [Signed]

รูปที่ 2.27 แสดงตัวแปรภายในฟังก์ชันบล็อก

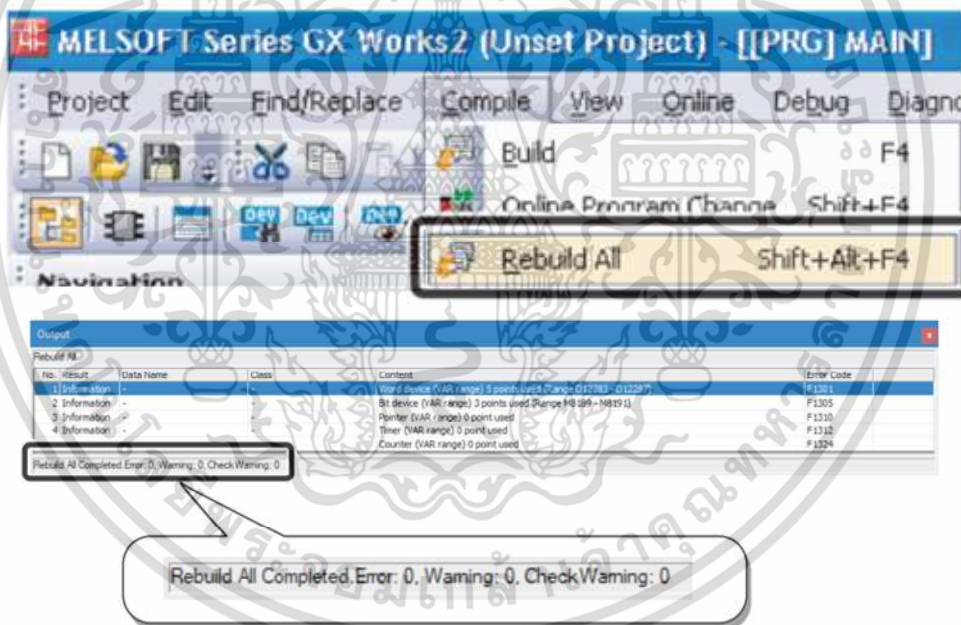
Class	Label Name	Data Type	Constant	Comment
1	i_Count	Bit	Count in	สัญญาณสถานะอินพุต
2	o_C_Up	Bit	Count out	สัญญาณสถานะเอาต์พุต
3	m_Cnt	Word [Signed]	Internal count	สัญญาณสถานะตัวแปร

รูปที่ 2.28 แสดงการประกาศตัวแปรภายในฟังก์ชันบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

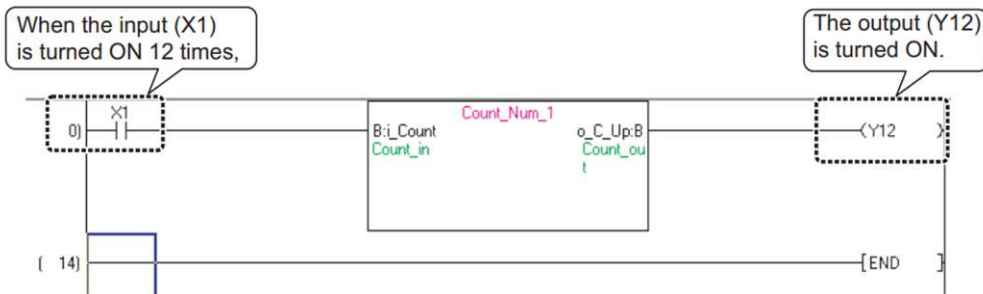


รูปที่ 2.29 แสดงขั้นตอนการเปิดโปรแกรมในฟังก์ชันบล็อก



รูปที่ 2.30 แสดงขั้นตอนสร้างฟังก์ชันบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แสดงฟังก์ชันบล็อก Count_Num_1 ที่สร้างขึ้น

2.4.4 เทคนิคการสร้างฟังก์ชันบล็อก

1. ถ่ายโอนหลายบิตไปยังป้ายกำกับคำ สามารถถ่ายโอนหลายบิตไปยังป้ายกำกับคำได้โดยใช้คำแนะนำและการตั้งค่า BSET และ BRST ข้อมูลเปิด/ปิดสำหรับแต่ละบิตของคำเป้าหมาย

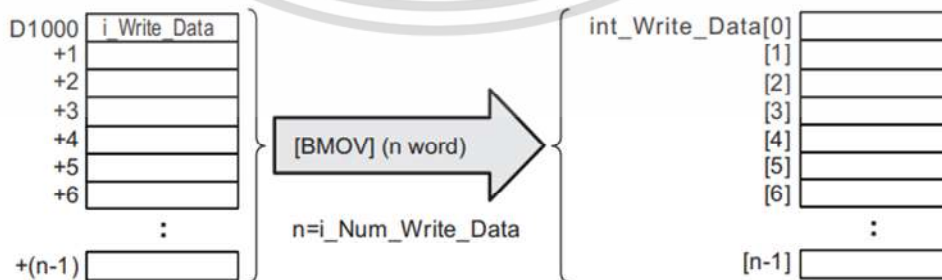


รูปที่ 2.32 แสดงLadderภายในฟังก์ชันบล็อก Count_Num_1 ที่สร้างขึ้น

2. การอ้างอิงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันหลายรายการในฟังก์ชันบล็อก ต่อเนื่องของสัญญาณลักษณะกำกับอินพุตและเอาต์พุตของฟังก์ชันบล็อก สามารถนำเข้าไปยังสัญญาณลักษณะกำกับภายในฟังก์ชันบล็อก ได้ โดยวิธีดังต่อไปนี้ ตัวอย่างของป้ายกำกับอินพุตอธิบายไว้ด้านล่าง

- 2.1 เก็บค่าใน D register ตั้งแต่ D1000 ถึง n point ในโปรแกรมหลัก
- 2.2 ระบุ D1000 ไปยังป้ายกำกับอินพุต ฟังก์ชันบล็อก
- 2.3 ในฟังก์ชันบล็อก ถ่ายโอนไปยังป้ายกำกับภายใน BMOV จาก

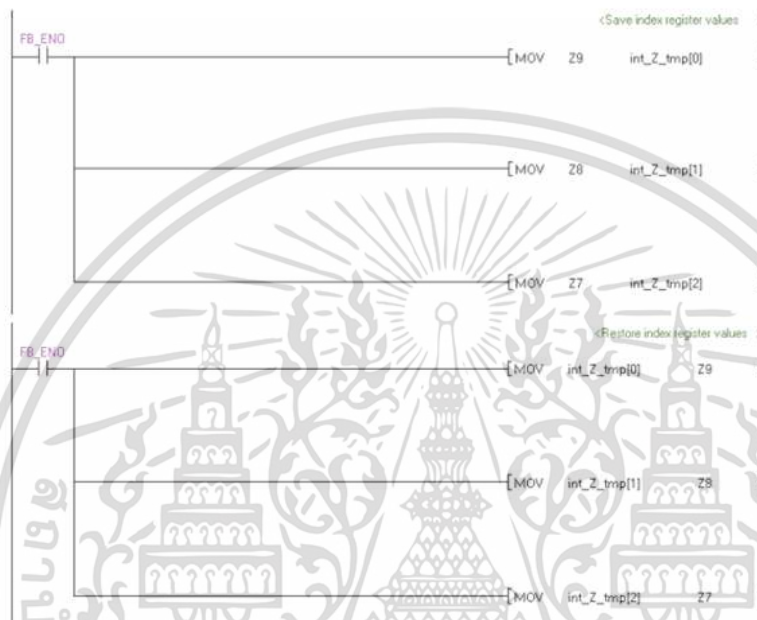
ป้ายกำกับอินพุต (i_Write_Data) สูงสุด n จุด



รูปที่ 2.33 แสดงการอ้างอิงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3. การใช้ดัชนีชี้ตัวแปรในฟังก์ชันบล็อก เมื่อใช้การบ่งชี้ตัวแปรในฟังก์ชันบล็อกเพื่อเป็นตัวช่วยในการเขียนโปรแกรมให้กระชับมากขึ้น

Label name	Type	Purpose
int_Z_tmp[0]	bit	For saving index register Z9
int_Z_tmp[1]	bit	For saving index register Z8
int_Z_tmp[2]	bit	For saving index register Z7



รูปที่ 2.34 แสดงตัวอย่างการบ่งชี้ตัวแปร Z7, Z8 และ Z9 ใน ฟังก์ชันบล็อก

บทที่ 3

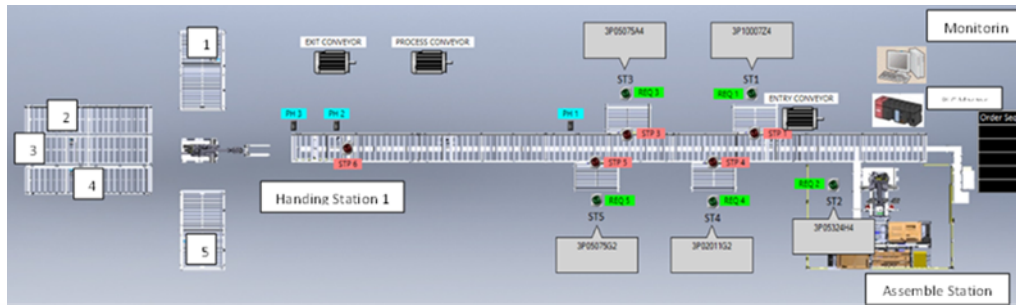
การออกแบบระบบ

3.1 บทนำ

ระบบที่ออกแบบและทำการวิจัยนี้ ได้นำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมการผลิต ที่มีการเชื่อมโยง การสื่อสารระหว่างเครื่องจักรในกระบวนการด้วย เครือข่าย CC-link Ver.2 ที่มีขีดจำกัดในส่วนของฮาร์ดแวร์ เกี่ยวกับการรับส่งข้อมูล ให้เข้ากับระบบใหม่ที่ปรับปรุงและต้องการรับส่งข้อมูล และรายละเอียดของงานที่ ผลิตมากขึ้น อีกทั้งต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการรับ ส่งข้อมูล บนระบบการสื่อสารของเครือข่ายที่มีอยู่ เดิม ให้ได้ประโยชน์สูงสุดและสอดคล้องกับความต้องการใหม่ ที่ไม่ต้องปรับเปลี่ยนฮาร์ดแวร์ เพื่อจุดประสงค์หลัก คือการลดงบประมาณและเวลาในการปรับปรุงระบบและกระบวนการผลิต ในบทที่ 3 นี้จึงได้กล่าวถึง ฮาร์ดแวร์ และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ และอธิบายพื้นฐานการทำงานของระบบเครือข่าย ข้อจำกัดที่มีบนเครือข่าย โดยจะอธิบายวิธีการจัดเรียงข้อมูล ทั้งภาครับและภาคส่ง ค่าตัวแปรต่างๆ รวมถึงการ ประยุกต์ใช้ฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรม PLC และการคำนวณข้อมูลและความเร็วในการรับส่งข้อมูลเพื่อชี้ให้เห็น อุปสรรคและข้อจำกัดเมื่อนำวิธีการนี้ไปใช้งาน

3.2 กระบวนการผลิตและจัดเรียงไม้พาเลท

ระบบการทำงานเบื้องต้นของกระบวนการผลิตและจัดเรียงไม้พาเลท ในอดีตจะทำการผลิตและ ประกอบด้วยคนเพียงอย่างเดียว การจัดเรียง จัดเก็บ พาเลทที่ประกอบเสร็จแล้วทำได้ยากเนื่องจากต้องอาศัย แรงงานคนจัดเรียงเป็นชั้น จึงมีข้อจำกัดที่ระดับความสูงที่ 3-4 ชั้น เมื่อจัดเรียงเสร็จจะใช้รถ Forklift ไปรับ ตามจุดประกอบต่างๆ แต่ในปัจจุบันโมเดลของพาเลทที่ผลิตมีหลากหลายโมเดลซึ่งมองผ่านๆ จะมีลักษณะ คล้ายคลึงกัน ทำให้บางครั้งคนขับ Forklift ที่ไม่ชำนาญงานอาจจะยกจัดเรียงผิดพลาดทำให้เกิดความผิดพลาดใน การเก็บ จากสาเหตุดังกล่าว ทำให้มีแนวคิดที่จะปรับเปลี่ยนและพัฒนากระบวนการใหม่ โดยใช้ Robot เป็น เครื่องมือในการประกอบ และปรับเปลี่ยน การเก็บใหม่โดยใช้ Conveyor เป็นตัวลำเลียง และใช้ Robot เป็น ตัวจัดเรียงแทนการใช้ แรงงานคนเดิมทำให้สามารถเรียงได้มากขึ้นถึง 10 ชั้น การจัดเก็บงานก็สามารถทำได้ ถูกต้อง



รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของระบบผลิตและประกอบพาเลท

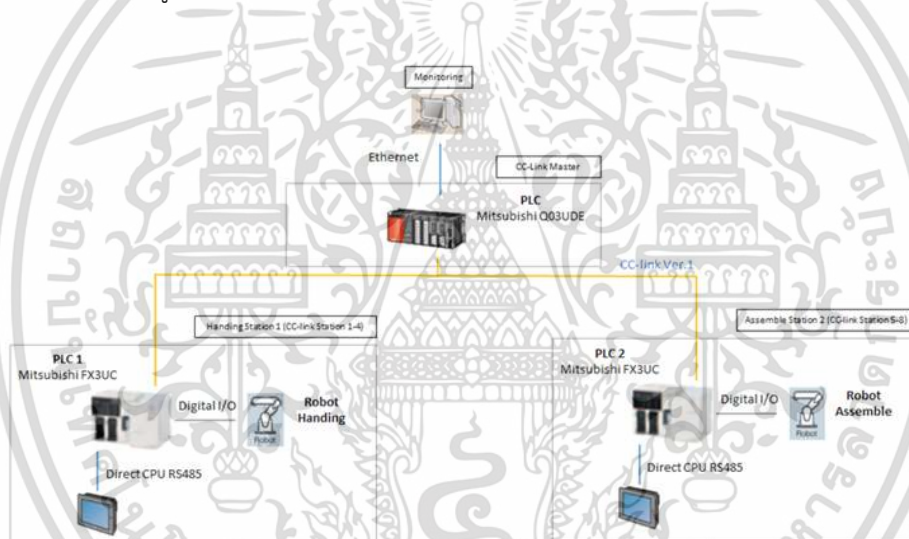
ในการออกแบบเพื่อปรับปรุง ระบบดังกล่าวนี้ จำเป็นจะต้องมีการเพิ่มในส่วนของ ฮาร์ดแวร์ ที่เกี่ยวกับโมดูล สื่อสาร ให้สามารถรองรับข้อมูล รายละเอียดพาเลท ที่มากขึ้น เพื่อส่งระหว่างเครื่องจักรและ ส่วนควบคุม Robot การปรับปรุงในส่วนของโครงสร้างตู้และการเดินสายสัญญาณ แต่การพัฒนาโดยการใช้แนวคิดนี้ ไม่สามารถทำได้ ในสถานะที่มีการระบาดของ โควิด-19 และการติดปัญหาเรื่องระยะเวลาในการส่งมอบและสั่งซื้อโมดูลสื่อสาร ทางผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดการพัฒนา ในส่วนของซอฟต์แวร์ ด้วยการพัฒนาฟังก์ชันบล็อกให้กับตัวควบคุม PLC เดิมในระบบ ให้สามารถเพิ่มขีดจำกัด ในการรับ และส่งข้อมูล ได้มากขึ้น ตามเงื่อนไข และข้อกำหนดใหม่ ในวิทยานิพนธ์นี้ จึงนำเสนอแนวคิดและการออกแบบ ที่ได้จัดทำขึ้น

3.3 กระบวนการผลิตที่ปรับปรุงใหม่

กระบวนการผลิตที่ปรับปรุงใหม่ โดยจะเพิ่ม Robot Handing ติดตั้งอยู่ที่สายกระบวนการผลิตเพื่อใช้ในการจัดเรียงพาเลท ในแต่ละโมเดล เพื่อง่ายต่อการจัดเก็บต่อไปด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นก่อนการนำพาเลทที่ถูกประกอบแล้วไปจัด Robot Handing เก็บจำเป็นจะต้องทราบโมเดล ของพาเลทในแต่ละแบบที่อยู่ในกระบวนการผลิต โดยมี Conveyer เป็นตัวลำเลียงพาเลท ออกมาจาก ส่วนผลิตทั้งหมด 5 Station ตัวควบคุม PLC ที่ใช้ในระบบคือ Mitsubishi CPU: Q03UDE เป็น Master Station ทำหน้าที่สำหรับการสั่งการโดยระบบสามารถวางแผนผลิตได้ล่วงหน้า และมีการบันทึก Data Logger เพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไป โดย Master จะสื่อสารกับ สถานีย่อย ผ่าน CC-link System โดยที่ มาสเตอร์CC-link จะใช้โมดูล QJ61BT11N ติดต่อกับ สถานีย่อย ผ่าน Module CC-link Model FX2N-32CCL ที่ติดตั้งกับพีแอลซี: FX3UC ในส่วนของระบบสั่งงาน Robot และ ช่วงท้ายของสายพาน

ในการผลิต Master Station จะต้องส่งโมเดลของพาเลทที่กำลังผลิตอยู่ในสถานีย่อยทั้งหมดไปให้ Robot Handing ทราบ เพื่อจะทำการเปรียบเทียบตรวจสอบข้อมูลก่อนนำพาเลทที่ถูกประกอบแล้วจัดเก็บตามพื้นที่ที่กำหนดไว้ ได้ถูกต้อง Master Station จะเป็นตัวจัดเรียง พาเลท ที่ประกอบเสร็จไปตามสายพาน และทำหน้าที่บอกโมเดลพาเลทที่กำลังจะเข้ามาสู่สถานี Robot Handing เพื่อให้จัดเก็บพาเลทได้ถูกต้อง

ที่เราทำแบบนี้เพราะพาละมามีความใกล้เคียงกันและไม่มีจุดบ่งชี้ชัดที่จะสามารถแยกโมเดลได้ ทำให้เราต้องจัดเรียงข้อมูลมาตั้งแต่ต้นทางเพื่อระบุโมเดลของไม้พาละม โดยข้อมูลการผลิตทั้งหมด จะถูกเก็บไว้ที่ มาสเตอร์พีแอลซีและจะส่งข้อมูลไปยังสเลฟพีแอลซีผ่านระบบ CC-link โดยโมเดลจะใช้ 9 ตัวอักษร เช่น 3P05075G2 เป็น ASCII Code จึงต้องใช้ 5 ตัวแปร ต่อ 1 Code ดังนั้น มาสเตอร์พีแอลซี จำเป็นต้องส่งข้อมูล โมเดลทั้ง 5 สายการผลิต ไปยัง Robot Handling เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบโมเดล ก่อนทำการจัดเก็บพาละม ไปยังพื้นที่เก็บที่กำหนดไว้ ดังนั้นข้อมูล ที่มาสเตอร์พีแอลซี ต้องส่งไปให้ Robot Handling ทั้งหมด ประมาณ 25 ตัวแปรด้วยพื้นฐาน CC-link ถ้ากำหนด 1 สถานี จะทำการรับส่งข้อมูลได้ 4 ตัวแปรโมเดล FX2N-32CCL สามารถกำหนดได้มากที่สุดคือ 4 สถานี จะต้องใช้ FX2N-32CCL 2 ตัว และต้องประกาศ รวม 7 สถานี (1-7) เพื่อทำการส่งข้อมูลที่ต้องการได้ ด้วยเทคนิคที่นำเสนอ เราจะใช้ FX2N-32CCL 1 ตัว และจะ กำหนดสถานีย่อยของโมเดล FX2N-32CCL แค่ 1 สถานีเท่านั้น



รูปที่ 3.2 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงโมดูล QJ61BT11N และ FX2N-32CCL

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ภายในระบบ

System	Device	Manufacturer
Master Station	CPU : Q03UDE	Mitsubishi
	CC-Link : QJ61BT11N	Mitsubishi
Robot Handing	CPU : FX3UC	Mitsubishi
	CC-Link :FX2N-32CCL	Mitsubishi
	HMI : GT1055-QSBD	Mitsubishi
Assemble Station 1	CPU : FX3UC	Mitsubishi
	CC-Link :FX2N-32CCL	Mitsubishi
	HMI : GT1055-QSBD	Mitsubishi
Assemble Station 2	CPU : FX3UC	Mitsubishi
	CC-Link :FX2N-32CCL	Mitsubishi
	HMI : GT1055-QSBD	Mitsubishi
Assemble Station 3	CPU : FX3UC	Mitsubishi
	CC-Link :FX2N-32CCL	Mitsubishi
	HMI : GT1055-QSBD	Mitsubishi
Assemble Station 4	CPU : FX3UC	Mitsubishi
	CC-Link :FX2N-32CCL	Mitsubishi
	HMI : GT1055-QSBD	Mitsubishi
Assemble Station 5	CPU : FX3UC	Mitsubishi
	CC-Link :FX2N-32CCL	Mitsubishi
	HMI : GT1055-QSBD	Mitsubishi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Number of Modules Boards Blank : No Setting Set the station information in t

Start I/O No.	1
Operation Setting	0000
Operation Setting	Operation Setting
Type	Master Station
Master Station Data Link Type	PLC Parameter Auto Start
Mode	Remote Net(Ver.1 Mode)
Total Module Connected	6
Remote input(RX)	X100
Remote output(RY)	Y100
Remote register(RWr)	W0
Remote register(RWw)	W1000
Ver.2 Remote input(RX)	
Ver.2 Remote output(RY)	
Ver.2 Remote register(RWr)	
Ver.2 Remote register(RWw)	
Special relay(SB)	
Special register(SW)	
Retry Count	3
Automatic Reconnection Station Count	1
Standby Master Station No.	
PLC Down Select	Stop
Scan Mode Setting	Asynchronous
Delay Time Setting	0
Station Information Setting	Station Information
Remote Device Station Initial Setting	Initial Setting
Interrupt Settings	Interrupt Settings

รูปที่ 3.4 แสดงการกำหนดพารามิเตอร์ของสถานีหลัก

CC-Link Station Information Module 1

Station No.	Station Type	Expanded Cyclic Setting	Number of Occupied Stations	Remote Station Points	Reserve/Invalid Station Select	Intelligent Buffer Select(Word)		
						Send	Receive	Automatic
1/1	Remote Device Station	Single	Occupied Station 1	32Points	No Setting			
2/2	Remote Device Station	Single	Occupied Station 1	32Points	No Setting			
3/3	Remote Device Station	Single	Occupied Station 1	32Points	No Setting			
4/4	Remote Device Station	Single	Occupied Station 1	32Points	No Setting			
5/5	Remote Device Station	Single	Occupied Station 1	32Points	No Setting			
6/6	Remote Device Station	Single	Occupied Station 1	32Points	No Setting			

รูปที่ 3.5 แสดงการกำหนดชนิดของสถานีย่อยในระบบ CC-link

แสดงถึงการกำหนดพารามิเตอร์ของสถานีหลักพารามิเตอร์ที่สำคัญคือ ตัวแปรสำหรับนำเข้า (Remote register (RWr))และ ตัวแปรสำหรับนำออก (Remote register (RWw)) จะกำหนดไว้เริ่มต้นที่ W0 สำหรับ ข้อมูลนำเข้าและ W1000 สำหรับข้อมูลนำออก จากรูปที่ 3.5 เป็นการกำหนดชนิดของสถานีย่อย โดยจะกำหนดให้เป็นชนิด สถานี ระยะไกล (Remote Device station) และ จำนวนช่องของสถานี (Number of occupied station) เท่ากับ 1 ช่องต่อสถานี ทั้งหมด 6 สถานี

Remote Register(RVr)			
Host STA	Target STA		
Refresh Device	STA#	Link Device	Explanation
V0		RVr0	
V1	1	RVr1	
V2	<==	RVr2	
V3		RVr3	
V4		RVr0	
V5	2	RVr1	
V6	<==	RVr2	
V7		RVr3	
V8		RVr0	
V9	3	RVr1	
VA	<==	RVr2	
VB		RVr3	
VC		RVr0	
VD	4	RVr1	
VE	<==	RVr2	
VF		RVr3	
V10		RVr0	
V11	5	RVr1	
V12	<==	RVr2	
V13		RVr3	
V14		RVr0	
V15	6	RVr1	
V16	<==	RVr2	
V17		RVr3	

Remote Register(RVw)			
Host STA	Target STA		
Refresh Device	STA#	Link Device	Explanation
V1000		RVw0	
V1001	1	RVw1	
V1002	==>	RVw2	
V1003		RVw3	
V1004		RVw0	
V1005	2	RVw1	
V1006	==>	RVw2	
V1007		RVw3	
V1008		RVw0	
V1009	3	RVw1	
V100A	==>	RVw2	
V100B		RVw3	
V100C		RVw0	
V100D	4	RVw1	
V100E	==>	RVw2	
V100F		RVw3	
V1010		RVw0	
V1011	5	RVw1	
V1012	==>	RVw2	
V1013		RVw3	
V1014		RVw0	
V1015	6	RVw1	
V1016	==>	RVw2	
V1017		RVw3	

(ก)

(ข)

รูปที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์อ้างอิง ของ host station RWr (ก) RWw (ข)

ตารางที่ 3.2 แสดง ที่อยู่ของตัวแปรภายใน PLC Masters (Q Series)

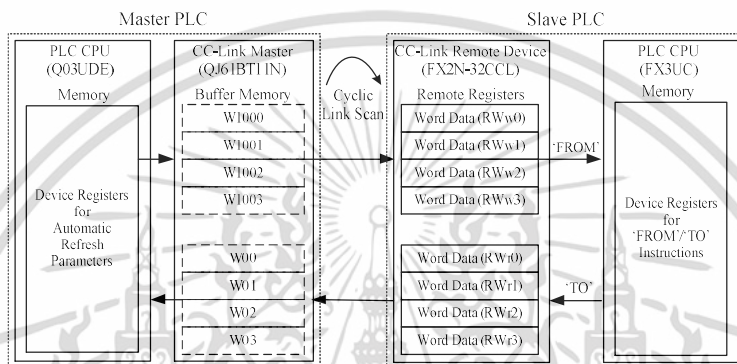
Device	Station	PLCs Tag Address (Q Series)	
		RWr	RWw
Master	0		
Robot handing	1	W0 to 03	W1000 to 1003
Assemble 1	2	W04 to 07	W1004to 1007
Assemble 2	3	W08 to 0B	W1008 to 100B
Assemble 3	4	W0C to 0F	W100C to 100F
Assemble 4	5	W10 to 13	W1010 to 1013
Assemble 5	6	W14 to 17	W1014 to 1017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตที่ปรับปรุงใหม่จะเน้นไปที่ PLC master และ Robot handing เป็นหลัก เพราะเทคนิคการปรับปรุงโปรแกรมจะจำมาใช้กับ Robot handing ที่มีความต้องการข้อมูลจำนวนมากนี้ โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- จัดเรียงข้อมูลสำหรับภาคส่ง (PLC Master)
- จัดเรียงข้อมูลสำหรับภาครับ (PLC Slave)

3.4 นำเสนอแนวคิดการจัดเรียงข้อมูลสำหรับภาคส่งและภาครับ

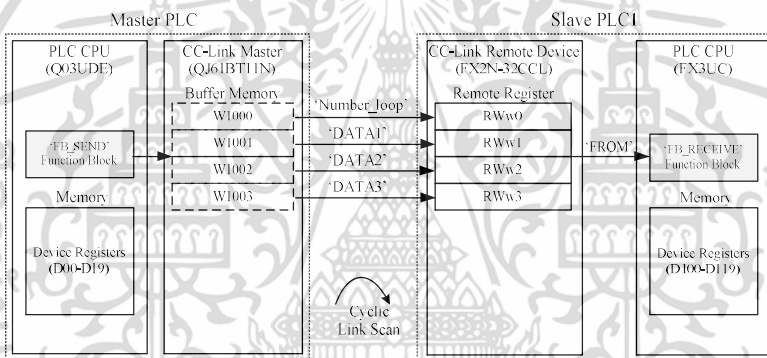


รูปที่ 3.7 แสดงการนำเสนอแนวคิดการจัดเรียงข้อมูลสำหรับภาคส่งและภาครับ

แสดงแนวคิดของการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างมาสเตอร์พีแอลซีและสเลฟพีแอลซี สำหรับการสื่อสารแบบ CC-Link จะกำหนดช่องทางไว้ชัดเจนโดย 1 สถานี ซึ่งจะถูกกำหนดไว้ที่ชุดความจำสำรองภายในโมดูล QJ61BT11N ที่เป็นเครือข่ายหลัก เป็นจำนวน 4 ตัวแปร จากตารางจะกำหนดตัวแปรเริ่มต้นสำหรับการส่งข้อมูลไว้ที่ W1000 เป็นต้นไป และ ตัวแปรเริ่มต้นสำหรับการรับข้อมูลไว้ที่ W0 เป็นต้นไป ส่วนสถานีย่อยหรือลูกข่ายจะกำหนดไว้ที่โมดูล FX2N-32CCL ชุดความจำสำรอง ภายใน โมดูล 1 สถานี ตัวแปรเริ่มต้นสำหรับการรับข้อมูลไว้ที่ (RWw0-RWw3) จำนวน 4 ตัวแปร และ กำหนดตัวแปรเริ่มต้นสำหรับการส่งข้อมูลไว้ที่ (RWr0-RWr3) จากตารางที่ 3.4.1 เมื่อโมดูล FX2N-32CCL รับข้อมูลมาแล้วจะถูกเก็บไว้ที่ชุดความจำสำรอง ก่อน การที่จะสามารถนำข้อมูลส่วนนี้มาใช้ได้ต้องผ่าน ชุดคำสั่ง FROM ที่ต้องเขียนไว้ในโปรแกรมโดยจะนำค่าข้อมูลจาก (RWw0-RWw3) ไปใส่ไว้ที่ค่าตัวแปรภายในพีแอลซี ในกรณีเดียวกันถ้าเราต้องการส่งข้อมูลจากสเลฟพีแอลซีไปยังมาสเตอร์พีแอลซีก็ต้องผ่านชุดคำสั่ง TO ผ่านชุดความจำสำรองของโมดูล FX2N-32CCL ก่อนจะถูกส่งออกไปยังสถานีหลัก จากพื้นฐานเดิมของ CC-link ทำให้เราถูกจำกัดการรับ และส่ง ที่ 16 ตัวแปร ถ้าเรากำหนด ให้โมดูล FX2N-32CCL เป็นสถานีที่1-4 จากพื้นฐานเดิมถ้าเราต้องการ ตัวแปรที่มากขึ้นเราต้องเพิ่มโมดูลเพื่อรองรับข้อมูล ทำให้เรามีแนวคิดที่ไม่จำเป็นที่จะต้องเพิ่มฮาร์ดแวร์ แต่จะเป็นการจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางโปรแกรมเพื่อลดต้นทุนเพื่อเป็นการแก้ปัญหาระยะสั้นโดยไม่ส่งผลใดๆต่อข้อมูลโปรแกรมควบคุมที่มีอยู่ สำหรับปัญหาที่เผชิญอยู่ จึงมีการนำเสนอการสร้างบล็อกฟังก์ชันพีแอลซี ตามวิธีการจัดเรียงบล็อกฟังก์ชันสอง บล็อกชื่อ FB_SEND และ FB_RECEIVE เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยภายใน จะถูกเขียนด้วย Ladder เพื่อ ง่ายต่อการตรวจสอบแก้ไข บล็อกฟังก์ชันทำงานใน ซีพียูของมาสเตอร์พีแอลซี และ ซีพียูของสเลฟพีแอลซี ตามลำดับ เมื่อตั้งค่าโมดูล FX2N-32CCL เท่ากับ 1 สถานี (ดังรูปที่ 3.4.2) การดำเนินการซ้ำๆ ของบล็อก ฟังก์ชันที่สร้างขึ้นเหล่านี้ช่วยให้สามารถส่งข้อมูล 20 ตัวแปร ที่มีข้อมูล รุ่นพาเลททั้ง 5 สถานี สถานีประกอบ 1 ถึง 5 จากการกำหนดตัวแปรในช่วง D00-D19 ของซีพียูของ มาสเตอร์พีแอลซีไปยังสเลฟพีแอลซีที่กำหนด ตัวแปรในช่วง D100 ถึง D119 ของ ซีพียูของสเลฟพีแอลซี ตารางที่ 3.4.2 แสดง มาสเตอร์พีแอลซีและ สเลฟพีแอลซี สำหรับการกำหนดรอบที่ต้องการส่งข้อมูลจะผ่าน ตัวแปร “Number_Loop” ซึ่งต้องกำหนด ผ่าน ซีพียูของมาสเตอร์พีแอลซีเท่านั้น



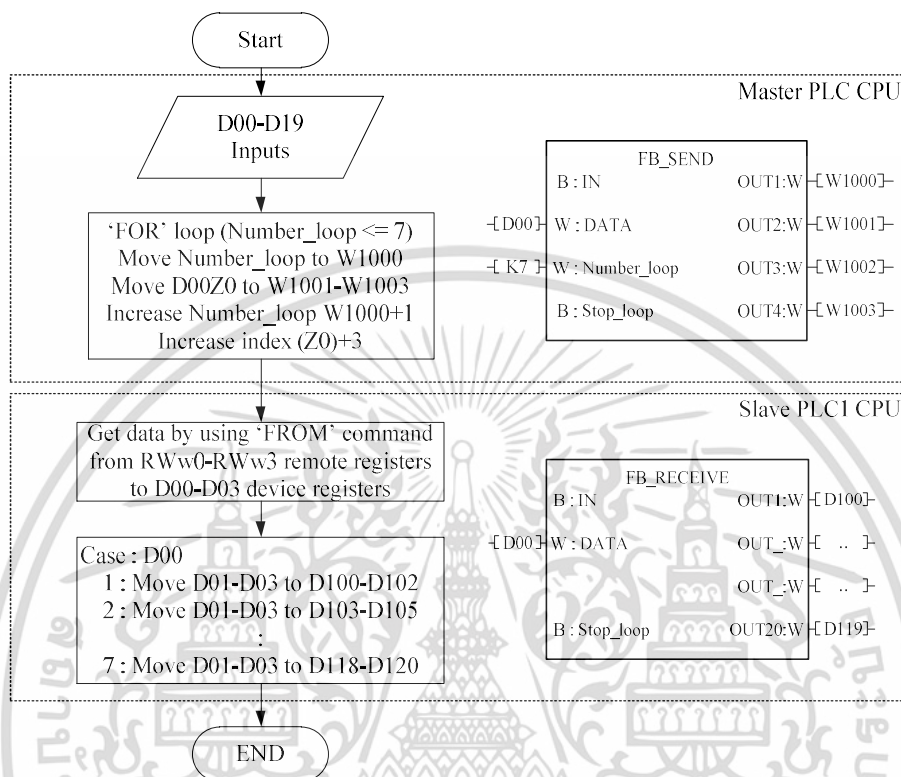
รูปที่ 3.8 แสดงแนวคิดของการสร้างบล็อกฟังก์ชันที่เสนอ

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวแปรของสถานีหลักไปยังสถานีย่อย Robot handing

Assembly unit	Device registers for recording pallet models for ongoing production	
	Master PLC CPU (source)	Slave PLC1 CPU (destination)
ST1	D00-D03	D100-D103
ST2	D04-D07	D104-D107
ST3	D08-D11	D108-D111
ST4	D12-D15	D112-D115
ST5	D16-D19	D116-D119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์



รูปที่ 3.9 แสดงFlow chat หลักการทำงานเพื่อการออกแบบซอฟต์แวร์

ภาคส่งข้อมูลเข้าจะถูกเก็บไว้ที่ตัวแปร D00 ถึง D19 เป็นจำนวน 25 ตัวแปร ที่อยู่ในส่วนของสถานีหลักภายในโปรแกรมจะเป็นโปรแกรมทำซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะครบเงื่อนไข ของ Number_loop ที่ต้องมากกว่า 7 ที่จะกำหนดเป็นค่าคงที่ไว้ที่ FB_SEND K=7 ที่ W: Number_loop ภายในฟังก์ชัน จะทำการนำข้อมูลในตัวแปร Number_loop ที่เริ่มเท่ากับ 0 ไปใส่ไว้ที่ ความจำสำรองที่กำหนดไว้ ที่ W1000 จะเป็นตัวบอกตำแหน่งของที่อยู่ที่จะนำส่ง และจะนำข้อมูลเริ่มต้นที่ตัวแปร D00Z0 ไปยัง W1001ถึงW1003 โดย Z0 เป็นตัวแปรที่บ่งชี้ที่อยู่ของตัวแปร เพื่อลดการเขียนที่ยาว จากนั้น จะทำการบวกค่า 1 เข้ากับตัวแปร W1000 และ บวกค่า 3 ให้กับ Z0

ภาครับข้อมูลโปรแกรมจะอยู่ในสถานีย่อย โดยการรับข้อมูลต้องผ่านชุดคำสั่ง FORM ก่อนเพื่อเป็นการนำข้อมูลจากชุดความจำสำรองของ โมดูล FX2N-32CCL ที่ RWw0-RWw3 ไปยังตัวแปรภายในซีพียูของมาสเตอร์พีแอลซี กำหนดไว้ที่ D00-03 เมื่อเราได้ข้อมูลมาแล้วจะเข้าอยู่กระบวนการจัดเรียงข้อมูล โดยมีตัวแปร D00 เป็นตัวกำหนดที่อยู่ เช่น D00 เท่ากับ 1 จะทำการ นำข้อมูลจากตัวแปร D01 ถึง D03 ไปเก็บไว้ยังตัวแปร D100 ถึง D102 ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบตามจำนวนของตัวแปร “Number_loop”

เมื่อทำการรับข้อมูลจนครบรูปเราก็จะได้ข้อมูลจาก สถานีหลัก มายัง สถานีย่อยจำนวน 25 ตัวแปร ซึ่งมากกว่า เดิม 6 เท่า

ตารางที่ 3.4 Flow chat หลักการทำงานเพื่อการออกแบบซอฟต์แวร์

Sources for the FB_SEND				Destinations for the FB_RECEIVE			
Number_loop (OUT1)	W1001 (OUT2)	W1002 (OUT3)	W1003 (OUT4)	D00 (RWw0)	D01 (RWw1)	D02 (RWw2)	D03 (RWw3)
1	D00	D01	D02	1	D100	D101	D102
2	D03	D04	D05	2	D103	D104	D105
3	D06	D07	D08	3	D106	D107	D108
4	D09	D10	D11	4	D109	D110	D111
5	D12	D13	D14	5	D112	D113	D114
6	D15	D16	D17	6	D115	D116	D117
7	D18	D19	D20	7	D118	D119	D120

3.6 การสร้างฟังก์ชันบล็อก

3.6.1 ภาคส่งข้อมูล จะกำหนด Class และ ชนิดข้อมูล ที่จะใช้ภายในฟังก์ชันบล็อก

	Class	Label Name	Data Type
1	VAR_INPUT	IN	Bit
2	VAR_INPUT	DATA	Word[Signed]
3	VAR_INPUT	NUMBER	Word[Signed]
4	VAR	TUU	Word[Signed](0..100)
5	VAR_OUTPUT	OUT1	Word[Signed]
6	VAR_OUTPUT	OUT2	Word[Signed]
7	VAR_OUTPUT	OUT3	Word[Signed]
8	VAR_OUTPUT	OUT4	Word[Signed]
9	VAR	LOOP	Word[Signed]
10	VAR	Check	Bit
11	VAR	timer1	Timer
12	VAR_INPUT	Stop_Loop	Bit
13	VAR	Check1	Bit
14			
15			

รูปที่ 3.10 แสดง Class ชื่อของตัวแปรและชนิดข้อมูลภายในฟังก์ชันบล็อกภาคส่ง

ระดับของตัวแปร

VAR_INPUT : ค่าตัวแปรสำหรับป้อนข้อมูล

VAR_OUTPUT : ค่าตัวแปรสำหรับป้อนผลลัพธ์

VAR : ค่าตัวแปรภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของตัวแปร

- Bit : ขนาดความกว้าง 1 บิต เก็บข้อมูลขนาด 1 บิต
- Word[Signed] : ขนาดความกว้าง 16 บิต เก็บข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม
- Word[Signed](0..100) : ขนาดความกว้าง 16 บิต เก็บข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม ต่อเนื่องกันโดยใช้ชื่อตัวแปร ร่วมกันในการอ้างถึง เช่น TUU[0] ...TUU[100]
- Timer : ขนาดความกว้าง 16 บิต เก็บข้อมูลชนิดจำนวนเต็มบวกใช้สำหรับเก็บค่าเวลา

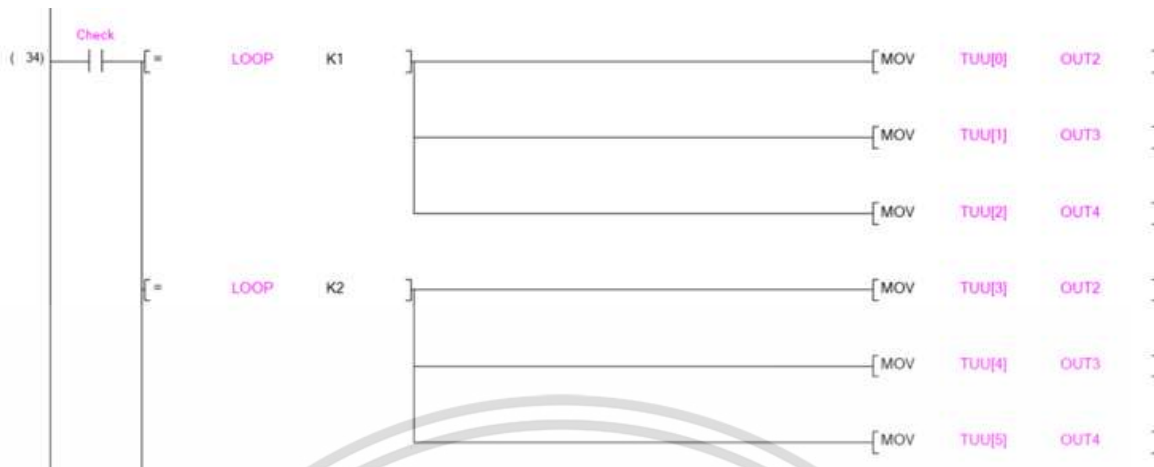


รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 0-24

บรรทัดที่ 0 ถึง 6 รอบกำหนดช่วงเวลาการทำงานโดนจะมีตัวแปลตั้งเวลา timer1 ที่กำหนดค่าคงที่ที่ K10 (1วินาที) เพื่อเป็นการหน่วงเวลาไว้สำหรับการรับค่าตัวแปรที่จะเข้ามา เนื่องจากPLC ทำการเป็นลูปจาก บนลงล่าง ด้วยความเร็ว 30 มิลิวินาที ทำให้ค่าที่อยู่ที่รับมาที่เป็นค่าจริงข้ามชุดข้อมูลไปจึงได้มีการหน่วงเวลา เพื่อให้ค่าที่อยู่เรียงตามลำดับ

บรรทัดที่ 18 ตัวแปร Check จะทำงานทุกๆ 1 วินาทีและจะนำค่าตัวแปรDataไปเก็บไว้ที่ TUU จำนวน 50 ตัวแปร

บรรทัดที่ 24 SM412 เป็นบิตพิเศษภายในพีแอลซี จะทำหน้าที่ เปิด 0.5 วินาทีและปิด 0.5 วินาที ใช้สำหรับ เป็นตัวหน่วงเวลาสำหรับคำสั่งINC คือการบวกค่าทีละ 1 SM412 ใช้เพื่อให้ คำสั่ง INC นับทีละ 1 วินาที ถ้าไม่มีการนับจังหวะเป็นขอบรูปสัญญาณขาขึ้น คำสั่ง INC จะนับตามรอบ การทำงานของพีแอลซี คือ 30 มิลิวินาที จะทำให้โปรแกรมข้ามไม่เป็นลำดับ



รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 34

บรรทัดที่ 34 จะเป็นการนำข้อมูลจากตัวแปร TUU[...] ไปยังตัวแปรบิตผลลัพธ์ โดยจะตรวจสอบตัวแปร Loop ก่อน ถ้าตรงตามเงื่อนไข จะทำการนำข้อมูลจาก TUU[...] ไปยังตัวแปรบิตผลลัพธ์ จะเห็นได้ว่าตัวแปร TUU จะนับต่อไปแต่ตัวแปร OUT อยู่กำหนดเป็นรูปแบบเดียวกัน คือ OUT 2-4 เพื่อเป็นการเปลี่ยนค่าของชุดข้อมูล โดยมี ตัวแปร Loop ทำหน้าที่กำหนดที่อยู่ของชุดข้อมูลนั้นๆ



รูปที่ 3.13 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 246

บรรทัดที่ 246 เป็นชุดตรวจสอบจำนวนรอบที่จะส่งของชุดข้อมูล โดย ถ้าตัวแปร LOOP มากกว่าตัวแปร

3.6.2 ภาครับข้อมูล จะกำหนด Class และ ชนิดข้อมูล ที่จะใช้ภายในฟังก์ชันบล็อก

	Class	Label Name	Data Type
1	VAR_INPUT	DATA	Word[Signed]
2	VAR	TUU	Word[Signed](0..5)
3	VAR_INPUT	IN1	Bit
4	VAR_OUTPUT	OUT1	Word[Signed]
5	VAR_OUTPUT	OUT2	Word[Signed]
6	VAR_OUTPUT	OUT3	Word[Signed]
7	VAR_OUTPUT	OUT4	Word[Signed]
8	VAR_OUTPUT	OUT5	Word[Signed]
9	VAR_OUTPUT	OUT6	Word[Signed]

รูปที่ 3.14 แสดง Class ชื่อของตัวแปรและชนิดข้อมูลภายในฟังก์ชันบล็อกภาครับ

ระดับของตัวแปร

VAR_INPUT : ค่าตัวแปรสำหรับป้อนข้อมูล

VAR_OUTPUT : ค่าตัวแปรสำหรับป้อนผลลัพธ์

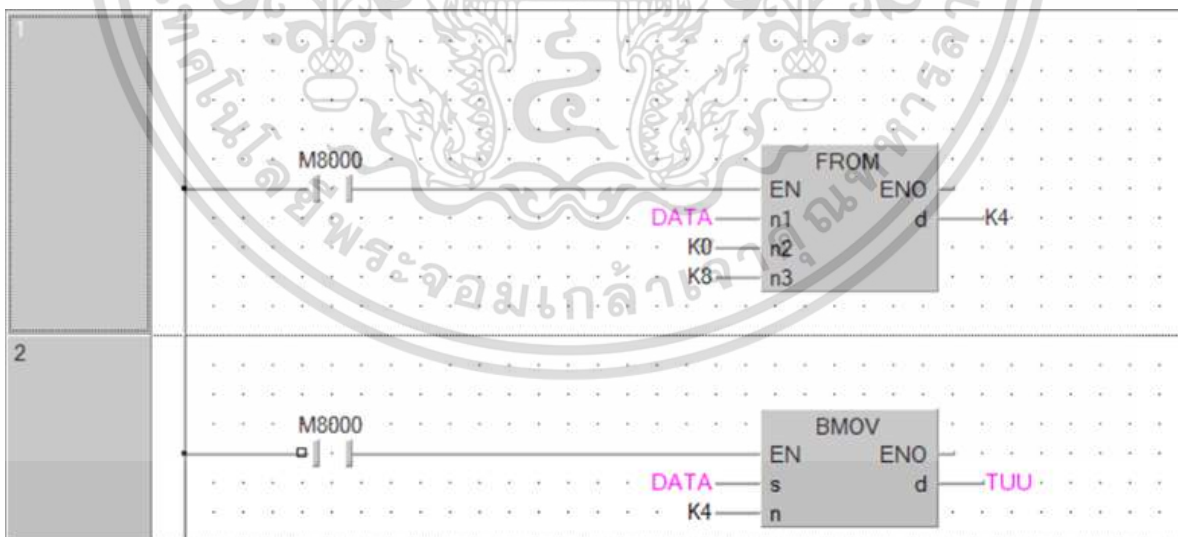
VAR : ค่าตัวแปรภายใน

ชนิดของตัวแปร

Bit : ขนาดความกว้าง 1 บิต เก็บข้อมูลขนาด 1 บิต

Word [Signed] : ขนาดความกว้าง 16 บิต เก็บข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม

Word [Signed](0..5) : ขนาดความกว้าง 16 บิต เก็บข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม ต่อเนื่องกันโดยใช้ชื่อตัวแปรร่วมกันในการอ้างถึง เช่น TUU[0] ...TUU[5]



รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 1-2

บรรทัดที่ 1 M8000 เป็นบิตพิเศษภายในพีแอลซี FX series จะทำงานตลอดเวลา จากคำสั่ง FROM เป็นคำสั่งที่รับค่าตัวแปรจาก ความจำสำรองของ โมดูล FX2N-32CCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดค่าตัวแปรในคำสั่ง FROM

“n1” : ตัวแปรที่ต้องการรับจากชุดความจำสำรองของ โมดูล FX2N-32CCL

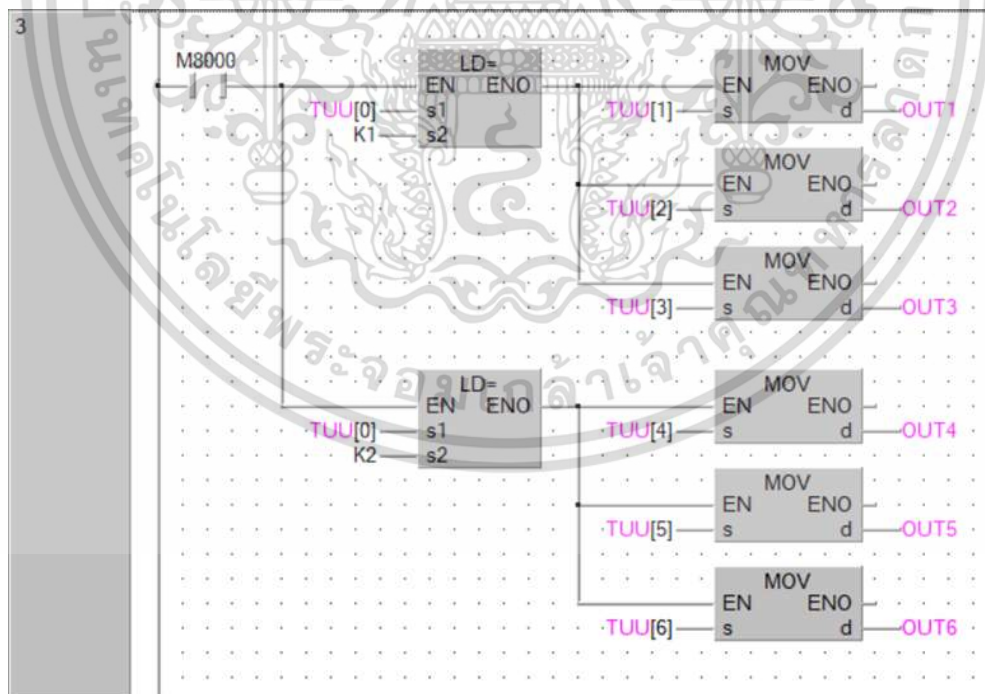
“n2” : ค่าคงที่ที่กำหนดช่องที่ต่อโมดูล FX2N-32CCL K=0 ช่องที่ 0

“n3” : ค่าคงที่ที่กำหนดที่อยู่ของความจำสำรองภายในโมดูล FX2N-32CCL ตามตารางที่ 3.6.2.3
กำหนดค่าไว้ที่ K = 8

“d” : จำนวนตัวแปรที่ต้องการรับเข้ามา กำหนดไว้ที่ K = 4

BFM No.	Description
#0	Remote output RY00 to RY0F (set station)
#1	Remote output RY10 to RY1F (set station)
#2	Remote output RY20 to RY2F (set station + 1)
#3	Remote output RY30 to RY3F (set station + 1)
#4	Remote output RY40 to RY4F (set station + 2)
#5	Remote output RY50 to RY5F (set station + 2)
#6	Remote output RY60 to RY6F (set station + 3)
#7	Remote output RY70 to RY7F (set station + 3)
#8	Remote register RWw 0 (set station)
#9	Remote register RWw 1 (set station)
#10	Remote register RWw 2 (set station)
#11	Remote register RWw 3 (set station)
#12	Remote register RWw 4 (set station+ 1)
#13	Remote register RWw 5 (set station+ 1)
#14	Remote register RWw 6 (set station+ 1)
#15	Remote register RWw 7 (set station+ 1)

รูปที่ 3.16 แสดงช่องเก็บข้อมูลของความจำสำรองภายในโมดูล FX2N-32CCL



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างโปรแกรม Ladder ภายในฟังก์ชันบล็อกขั้นตอนการทำงานที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรทัดที่ 2 นำตัวแปร DATA มาเก็บไว้ที่ชุดข้อมูลตัวแปร TUU จำนวน 4 ตัวแปร
 บรรทัดที่ 3 เงื่อนไขที่ 1 ตัวแปร TUU[0] ต้องเท่ากับ 1 ถึงจะเข้าเงื่อนไข นำค่าตัวแปร TUU[1] ถึง TUU[3] ไปยังตัวแปรป้อนผลลัพธ์ OUT 1 ถึง OUT 3 เงื่อนไขที่ 2 ตัวแปร TUU[0] ต้องเท่ากับ 2 ถึงจะเข้าเงื่อนไข นำค่าตัวแปร TUU[4] ถึง TUU[6] ไปยังตัวแปรป้อนผลลัพธ์ OUT 4 ถึง OUT 6 ไปเรื่อย ๆ จนครบ 7 เงื่อนไข ตามที่ต้องการ

3.7 สรุป

ในบทนี้เป็นการอธิบายการออกแบบการกำหนดค่าพารามิเตอร์ การเขียนโปรแกรมฟังก์ชันบล็อกของภาครับและภาคส่ง อธิบายวิธีการการทำงานของโปรแกรมการเรียงเรียงของข้อมูลทั้งภาครับและภาคส่ง เทคนิคการเขียนโปรแกรมอธิบายถึงการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ ส่วนผลการทดลองของเทคนิคนี้จะกล่าวถึงในบทที่ 4



บทที่ 4

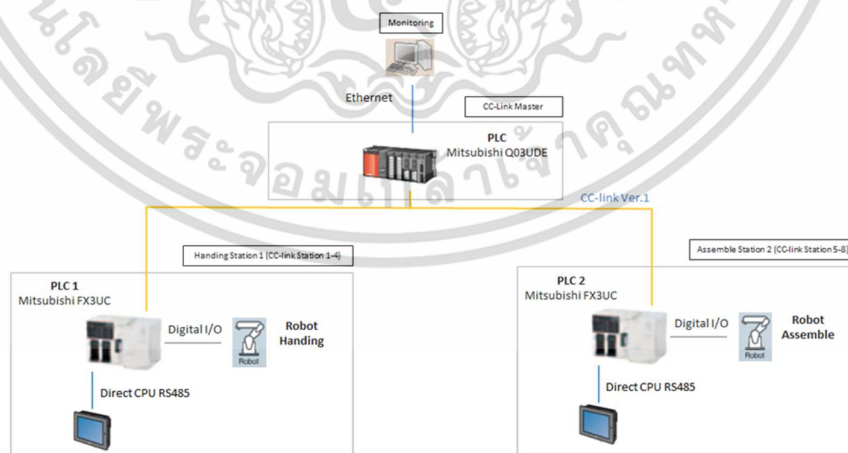
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 บทนำ

ในบทที่ 4 เป็นการอธิบายถึงผลการทดลองโดยการจำลองการทำงานของระบบและผลการทดลองในการตรวจสอบความสามารถในการทำงานของบล็อกฟังก์ชันที่สร้างขึ้น โดยข้อมูลที่ถูกส่งจากสถานีหลักต้องเหมือนกันกับ สถานี Robot Handling โดยผ่านส่งข้อมูลแบบ CC-link ที่ถูกจำกัดของช่องทางการสื่อสาร เพื่อทดสอบการทำงานของฟังก์ชันบล็อก ของภาคส่งและภาครับ มีความถูกต้องในการส่งผ่านข้อมูลไปยังสถานี Robot Handling ครบถ้วนสมบูรณ์ และการอธิบายผลการประยุกต์ใช้กับงานจริง

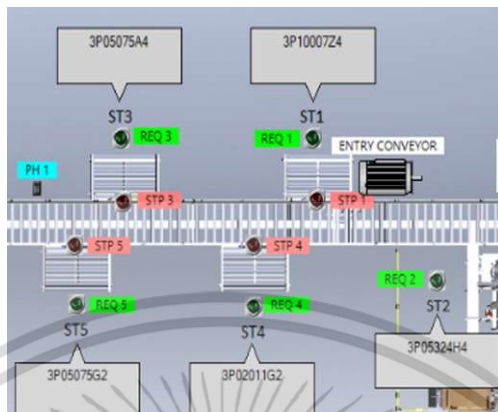
4.2 ผลการจำลองระบบ

การทดลองการส่งผ่านข้อมูลแบบจำลองการผลิตพาเลทจากมาสเตอร์พีแอลซี ไปยังสเลฟพีแอลซี รูปที่ 4.2 แสดงผลการส่งข้อมูลของพาเลท 5 รุ่น ได้แก่ 3P10007Z, 3P05324H, 3P05075A, 3P02011G และ 3P05075G สำหรับการผลิตที่ ST1 ST2 ST3 ST4 และ ST5 ตามลำดับ ในขั้นแรกจากการทำการทดลอง บ้อนรุ่นพาเลทที่ระบุเหล่านี้ผ่านหน้าจอแสดงผลที่ห้องควบคุมในขั้นตอนที่ 2 ข้อมูลที่บันทึกไว้ใน ตัวแปรสถานีหลักคือ D00 ถึง D19 ที่กำหนดไว้ในซีพียูของมาสเตอร์พีแอลซีและสเลฟพีแอลซี ตัวแปร D100 ถึง D119 ที่เป็นสถานีย่อยตรวจสอบจากโปรแกรม MELSOFT GX Work2



รูปที่ 4.1 แสดงการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ในระบบ CC-link

จากรูปที่ 4.1 แสดงการเชื่อมโยงของระบบโดยหน้าจอแสดงผลที่เป็นคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อ กับสถานีหลักผ่านEthernet สถานีหลักและย่อยจะเชื่อมต่อแบบ CC-link



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอแสดงผลที่หน้าจอแสดงผลที่ห้องควบคุม

หน้าจอที่ห้องควบคุมจะแสดงรุ่นที่ผลิตอยู่ ณ ปัจจุบันของแต่ละสถานีและสามารถปรับเปลี่ยนรุ่นที่ผลิตในแต่ละสถานีย่อยได้ทันทีและยังแสดงสถานะต่างๆของอุปกรณ์ภาพในกระบวนการผลิตด้วย

Device	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 4.3 แสดงค่าตัวแปรสถานีหลัก D00 ถึง D19 (MELSOFT GX work 2)

ค่าในตัวแปร D00 ถึง D19 จะเป็นรุ่นของพาเลทที่ถูกป้อนผ่านหน้าจอแสดงผลที่ห้องควบคุม โดยแต่ละสถานีการผลิตจะถูกแบ่งเป็น 4 ตัวแปร โดย 1 ตัวแปรจะเก็บตัวอักษรที่เป็น ASCII Code ได้ 2 ตัวอักษรแต่จากภาพที่ 4.2 จะมีตัวอักษร ทั้งหมด 9 ตัวอักษร ST1 : 3P10007Z4 แต่เราได้ตัดแค่ในส่วน 8 อักษรแรกที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิต แต่ถ้าเรานำมาหมดจะต้องใช้ตัวแปรเพิ่มเป็น 5 ตัวแปร ซึ่งในส่วนนี้ไม่มีความสำคัญจึงตัดออกเหลือแค่ 8 ตัวอักษร หรือ 4 ตัวแปร โดยค่าตัวแปรจะแสดงดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงการแบ่ง Address และค่าที่อ่านได้ในแต่ละสถานีการผลิต

Station	Address Start	Address Final	Pallet model
1	D00	D03	3P10007Z
2	D04	D07	3P05324H
3	D08	D11	3P05075A
4	D12	D15	3P02011G
5	D16	D19	3P05075G

Device	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
D100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3P
D101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
D102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
D103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7Z
D104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3P
D105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	05
D106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
D107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4H
D108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3P
D109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	05
D110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	07
D111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5A
D112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3P
D113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	02
D114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
D115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1G
D116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3P
D117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	05
D118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	07
D119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5G

รูปที่ 4.4 แสดงค่าตัวแปรสถานี Robot Handling D100 ถึง D119 (MELSOFT GX work 2)

ค่าในตัวแปร D100 ถึง D119 ของสถานี Robot Handling มีค่าตรงกับ D00 ถึง D19 ของสถานีหลักที่ส่งมาทั้งหมด 20 ตัวแปรแบ่งตามสถานีที่ส่งมาได้ถูกต้องตามตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.2 แสดงการแบ่ง Address และค่าที่อ่านได้ของสถานี Robot Handling

Station	Address Start	Address Final	Pallet model
1	D100	D103	3P10007Z
2	D104	D107	3P05324H
3	D108	D111	3P05075A
4	D112	D115	3P02011G
5	D116	D119	3P05075G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Robotic Handling			22:45
MAIN			
FROM STATION: 5		MODEL: 3P050756	
ST	STORAGE MODEL	ACCUM	MAIN
1	3P10007Z	3456	SELECT MODEL
2	3P05324H	3456	ACCUM
3	3P05075A	3456	I/O
4	3P02011G	3456	MANUAL
5	3P050756	3456	

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอแสดงผลที่ สถานี Robot Handling

ผลลัพธ์ที่ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนนี้สุดท้าย บนหน้าจอสัมผัสที่สถานี Robot Handling ทำให้สรุปได้ว่า FB SEND และ FB RECEIVE ที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นปัญหาที่เราพบในด้านของเครือข่ายเนื่องจากข้อ จำกัด ของการเชื่อมโยงข้อมูลสามารถแก้ไขได้ด้วยการกำหนดที่อยู่ให้กับชุดข้อมูลที่ต้องการส่งและรับ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานจึงเขียนให้อยู่ในรูปแบบล็อกฟังก์ชันต่อการใช้งานและตรวจสอบ

4.3 การประยุกต์ใช้กับสายงานควบคุมการผลิต

จากเดิมที่มีความต้องการเพิ่มข้อมูลในการรับส่งในพื้นที่เดิมของระบบต้องทำการเพิ่มส่วนเพิ่มอุปกรณ์ต่อขยายทางด้าน ฮาร์ดแวร์ และกำหนดค่าพารามิเตอร์ของสถานีหลักและย่อยใหม่ทั้งหมด เมื่อมีการเพิ่มอุปกรณ์ต่อขยายต้องทำการรีเซ็ตระบบอาจทำให้มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและถ้าเป็นการบวนการผลิตที่มีการเชื่อมโยงกับระบบอื่นต้องอาจจะมีผลกระทบไปด้วย

ผลที่ได้ จากที่ปรับปรุง ลดในส่วนของการใช้จ่ายและลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อทำการรีเซ็ตระบบเพื่อเพิ่มอุปกรณ์ต่อขยายสามารถประยุกต์ใช้ส่วนที่เป็นเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ถูกกำหนดสถานีและจำนวนตัวแปรที่จำกัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ระบบนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น

4.4 สรุป

จากผลการทดลองเมื่อทำงานส่งข้อมูลที่เป็นโมเดลของพาเลทที่เป็นสถานีหลักไปยังสถานีย่อยทั้ง 5 โมเดลจำนวน 40 ตัวอักษร 20 ตัวแปรผลที่ได้คือข้อมูลที่ส่งออกและข้อมูลที่รับเป็นข้อมูลชุดเดียวกันโดยตรวจสอบผ่าน หน้าจอแสดงผลแสดงผลของสถานีหลักและสถานีย่อย ตรวจสอบผ่านโปรแกรม MELSOFT GX work 2 เพื่อตรวจสอบการทำงานของบล็อกฟังก์ชันและตัวแปรที่เรากำหนดทำงานได้ถูกต้องตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

บล็อกฟังก์ชันที่สร้างขึ้นโดยใช้หลักการใส่ที่อยู่ให้กับชุดตัวแปรเพื่อนำไปเรียบเรียงในชุดตัวแปรทั้งภาคส่งและภาครับ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องสำหรับกระบวนการผลิตไม้พาลาททั้งนี้ จากผลการทดสอบเราเห็นข้อดีที่ช่วยประหยัดงบประมาณของโครงการการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตเพราะเราได้ปรับปรุงทางด้านโปรแกรมโดยไม่มีการเพิ่มในส่วนของฮาร์ดแวร์ ที่ต้องการกำหนดพารามิเตอร์ ของฮาร์ดแวร์เราเพิ่มขึ้นมา ทำให้กระบวนการผลิตต้องหยุดลงเพราะการที่เราเพิ่มฮาร์ดแวร์ต้องการรีเซ็ตซีพียู ใหม่ทำให้ต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตใหม่ ผลที่ได้จะมีภาระหน่วงเวลาในการประมวลผลประมาณ 1-2 วินาที ในการส่งข้อมูลประมาณ 40 ตัวอักษร เกิดจากกระบวนการประมวลผลของซีพียู ที่มีความเร็วใน 1 รอบ ทำให้วิธีการนี้มีข้อเสียที่ต้องใช้เวลาในการประมวลผล แต่ด้วยกระบวนการผลิตที่เรานำเสนอไม่มีความจำเป็นในการรับส่งข้อมูลจริงทำให้สามารถใช้งานดีในกระบวนการผลิตไม้พาลาท

5.2 ข้อเสนอแนะและงานวิจัยในอนาคต

- 1) พัฒนาให้ประมวลผลได้เร็วขึ้นและเพิ่มจำนวนตัวแปรให้มากขึ้น
- 2) นำไปประยุกต์ใช้กับ การสื่อสารแบบ Ethernet / IP ที่เป็นการสื่อสารกลางที่ใช้ IP address อย่างแพร่หลาย
- 3) พัฒนablokฟังก์ชันให้ง่ายและสามารถนำไปพัฒนากับพีแอลซี ยี่ห้ออื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] J.-H. Guo, K.-L. Su and B.-Y. Li, Development of a PLC based robot arm, ICIC Express Letters, Part B: Applications, vol.6, no.3, pp.637-642, 2015.
- [2] S. Pongswatd, K. Smerpitak and S. Kummool, HMI implementation using radar chart for dual-loop system, ICIC Express Letters, vol.13, no.8, pp.735-742, 2019.
- [3] A. Z. C. Magalhães, A. B. Lugli and T. C. Pimenta, Study and implementation of a real industrial application involving concepts of Industry 4.0, ICIC Express Letters, Part B: Applications, vol.11, no.7, pp.623-630, 2020.
- [4] L. Chanka, K. Smerpitak, P. Julsereewong and A. Julsereewong, Integration of weighing indicator with proprietary commands into PLC-based system using Modbus protocol, Proc. of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong, pp.265-270, 2017.
- [5] F. R. Silva, A. B. Lugli, J. P. C. Henriques and M. M. D. Santos, Automation integrated using PROFIBUS and supervisory system, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, vol.12, no.6, pp.2027-2039, 2016.
- [6] K. Fang and Y. Tian, Touch screen monitoring system based on CC-Link, Proc. of 2013 International Conference on Computational and Information Sciences, Shiyang, China, pp.1893-1896, 2013.
- [7] K. Smerpitak, W. Jearnpanitpong, A. Julsereewong and T. Thepmanee, Multi-PLC control system based on wireless bridge/base stations for work-in-process movements in corrugated box manufacturer, Proc. of 2018 18th International Conference on Control, Automation and Systems, Gang Won, Korea, pp.1175-1180, 2018
- [8] CC-Link System Master/Local Module User's Manual MITSUBISHI, Model QJ61BT11-U-S-E ,Model Code 13JL91 ,SH(NA)-080016-E(0305)MEE, MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
- [9] Engineering Software MELSOFT GX Works2 FB Quick Start Guide , L(NA)08182ENG-C 1808(KWIX) , MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC FUNCTION BLOCK CREATION FOR MINIMIZING DATA LINK LIMITATION ON CC-LINK-BASED CONVEYOR HANDLING SYSTEM

SAWAI PONGSWATD, PATIPAK NIYOMTAMARAT, SART KUMMOOL*
AND TEERAWAT THEPMANEE

School of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chalongkrung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand
{sawai.po; 60601029; teerawat.th}@kmitl.ac.th; *Corresponding author: sart.ku@kmitl.ac.th

Received November 2021; accepted January 2022

ABSTRACT. In order to solve a facing network capacity problem when improving an existing conveyor handling system controlled by programmable logic controllers (PLCs) on master-slave control and communication link (CC-Link) network at a wooden pallet manufacturer, this article presents a software technique for short-term solution. For new requirements to upgrade a pallet sortation to be automated by installing new robotic handling unit, a slave PLC using an interface module modeled FX2N-32CCL (or slave PLC1) cannot receive all specified data of pallet production models from an existing master PLC using intelligent module modeled QI61BT11N in one communication cycle due to limited data links. To overcome this limitation, a PLC function block creation based on data sorting approach is proposed. Two new function blocks named FB_SEND and FB_RECEIVE are created based on IEC61131-3 standard for adding to the existing ladder diagrams, which execute on the master PLC central processing unit (CPU) and slave PLC CPU, respectively. Experimental results verify that the created function blocks can provide data transfers correctly between the specified sources and destinations. The data received at the slave PLC1 CPU are similar to the data sent from the master PLC CPU. With the proposed solution, the desired conveyor handling system can be upgraded according to user's requirements.

Keywords: CC-Link, Data link, Function block, Master-slave configuration, Programmable logic controller

1. Introduction. A programmable logic controller (PLC) is one of automation controllers offering cost-effective solutions for various industrial manufacturers. As a consequence of its real-time capabilities, the PLC plays an integral part in automatic monitoring and control systems [1,2] as well as mobile platform-based remote monitoring [3]. Nowadays, a variety of open communication protocols are available to enable interchange of PLC input and output data such as Modbus [4], process fieldbus (PROFIBUS) [5], and control and communication link (CC-Link) [6]. Moreover, with digital network communications benefits, a multi-PLC control system based on master-slave configuration can also be implemented [7]. Generally, a master PLC not only supervises production processes but also controls and monitors a set of slave PLCs that control production activities in the manufacturer. This implies that communications interface modules are significant components for providing successful data transfers among the master and slave PLCs connected to the network. Therefore, hardware sizing and selection of the right communication modules are required for successful engineering project execution.

During PLC project execution for upgrading an existing CC-Link based conveyor handling system of a wooden pallet manufacturer in Thailand, a serious problem of network capacity occurred on data links between the master PLC and one of slave PLCs used. In

DOI: 10.24507/icicelb.13.07.681

this article, a solution by using PLC programming to overcome this problem is presented. Two function blocks are created as new subroutine programs for adding the existing control programs. In this article, there are five sections including this introduction. Section 2 describes the studied conveyor handling system, which is required to improve by installing new robotic handling unit. Section 3 and Section 4 give details of the proposed function block creation and results of conducted experiments, respectively. Lastly, Section 5 provides the conclusions and possible future work.

2. Studied CC-Link-Based Conveyor Handling System. Figure 1 shows a diagram of the studied CC-Link-based conveyor handling system, which consists of five assemble units for pallet production with different models. The assembly units named ST1, ST2, ST3, ST4, and ST5 are individually controlled by the slave PLCs named PLC2, PLC3, PLC4, PLC5, and PLC6, respectively. The GT1455-QTBD touchscreen communicated with the slave PLC through RS232 interface is installed at each assembly unit for allowing an assembly operator to set specified operational parameters and perform motor jogging operation as well as for providing relevant information and production instruction that the operator needs to monitor. An operator workstation running human machine interface (HMI) 'Indusoft SCADA' software allows plant personnel not only to set desired pallet production models for all assembly units but also to monitor operating statuses and log important data and activities. The data transfers between the operator workstation and the slave PLCs are accomplished through the master PLC, which consists of the Q03UDE central processing unit (CPU) and the QJ61BT11N interface module. Each slave PLC consists of the FX3UC CPU and the FX2N-32CCL interface module. Based on CC-Link protocol, the QJ61BT11N and FX2N-32CCL modules function as the master station and remote device station, respectively. The FX2N-32CCL module can send (or receive) bit and word data to (or from) the QJ61BT11N module by utilizing cyclic transmission method. A transmission speed of the studied CC-Link network is set to 156 kbps. To increase productivity and reduce labor cost by upgrading the produced pallet sortation to be automated, a robotic handling unit controlled by the slave PLC1 is required for new installation. Moreover, the GT1455-QTBD touchscreen communicated with the slave PLC1 through RS232 interface is used to allow the operator to perform robot-jogging operation, set desired storage units, and monitor defined parameters and operation sequences. The STGE1, STGE2, STGE3, STGE4, and STGE5 storage units are installed for storing finished pallets produced from the ST1, ST2, ST3, ST4, and ST5 assembly units, respectively. Figure 2 illustrates a data transfer diagram for upgrading the studied conveyor handling system. The function of software interface between the operator workstation and the master PLC is based on 'OPC' client-server architecture. The master PLC sends specified pallet models to the slave PLC2, PLC3, PLC4, PLC5, and PLC6 for production at the ST1, ST2, ST3, ST4, and ST5, respectively. Conversely, the actual statuses of sequential assembly operations as well as the number of finished pallets are sent from the slave PLC2-PLC6 to the master PLC. For the manufacturer's requirements of the new installation of the desired robotic handling unit, the specified pallet models for ongoing production at all five assembly units are transmitted from the master PLC to the slave PLC1 to automatically move finished pallets to the associated storage units. On the other hand, the actual statuses of robotic handling unit operations and the number of finished pallets stored in each storage unit are sent from the slave PLC1 to the master PLC. In addition, the data received by the master PLC can be also monitored on the operator workstation. A bit string is used to reflect the connection status of the CC-Link modules as well as the operating status of hardware and software components associated with the assembly and robotic handling units. For example, the 'active' state (1) reflects the 'Normal' or 'OK' operating status, while the 'inactive' state (0) reflects the 'Abnormal' or 'NG' operating status. The data size for storing the number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

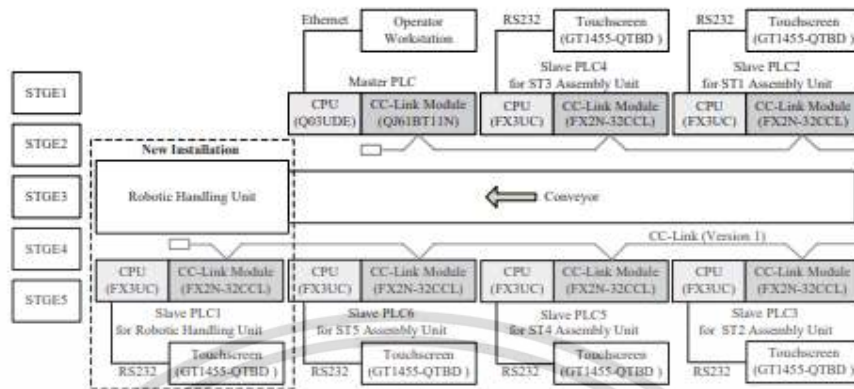


FIGURE 1. Studied conveyor handling system at a wooden pallet manufacturer

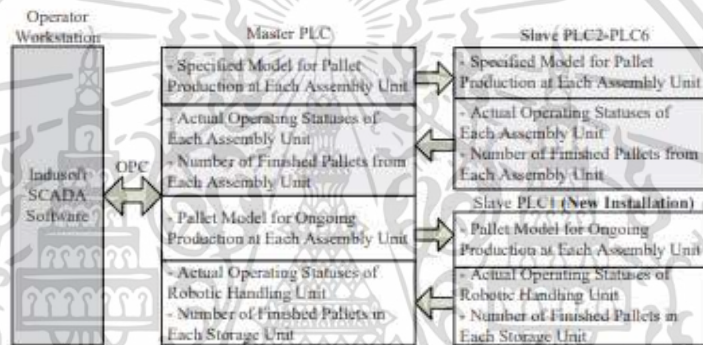


FIGURE 2. Data transfer diagram for upgrading the studied conveyor handling system

of finished pallets produced from each assembly unit is defined on 32 bits, while the data size for storing the number of finished pallets stored in each storage unit is defined on 4 bits. The pallet models are identified by utilizing American standard code for information interchange (ASCII) encoding in 4-word format, e.g., 3P5075G2 and 3P1007Z4.

Figure 3 shows a concept of data links between the master and slave PLCs for cyclic communications of numeric word data when setting the number of occupied stations for the FX2N-32CCL module to be equal to 1, four 'Write' remote registers (RWw0-RWw3) for receiving word data from the QJ61BT11N memory addresses in range of W1000-W1003 as well as four 'Read' remote registers (RWr0-RWr3) for sending word data to the QJ61BT11N memory addresses in range of W00-W03 are available. In case of setting the maximum number of occupied station for the FX2N-32CCL to be 4, sixteen 'Write' remote registers (RWw0-RWwF) and sixteen 'Read' remote registers (RWr0-RWrF) are available. However, for word data links between the master PLC and the slave PLC1, twenty 'Write' remote registers are required to receive all five pallet models for ongoing production at the ST1-ST5 assembly units. Therefore, a severe limitation on network capacity of the studied system occurs when installing the FX2N-32CCL module for the slave PLC1, which uses for controlling the desired robotic handling unit. This means that other appropriate

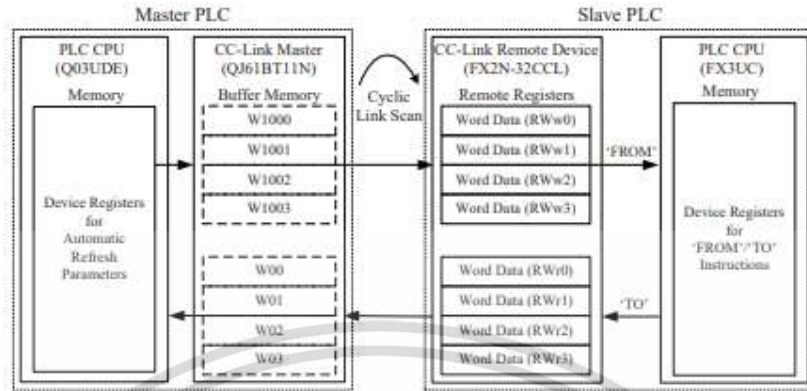


FIGURE 3. Concept of word data links between the master and slave PLCs

models of CC-Link remote devices are required to replace the FX2N-32CCL module used for the slave PLC1. However, the hardware replacement after finished installation has significant influence over the entire PLC control programming during engineering phase for the studied system. However, this replacement method may be a long-term solution for the manufacturer when revamping the studied handling system.

3. Proposed PLC Function Block Creation. To provide a short-term solution without bringing effects on existing control programs for the facing problem, the PLC function block creation based on data sorting approach is proposed. Two function blocks named FB_SEND and FB_RECEIVE are created as new subroutine programs to add the existing ladder diagrams running in the master PLC CPU and the slave PLC1 CPU, respectively, when setting the FX2N-32CCL module with single occupied station (see Figure 4). The repetitive executions of these created function blocks provide transmission of 20 words of five pallet models for ongoing production at the ST1-ST5 assembly units from the device registers in range of D00-D19 of the master PLC CPU to the device registers in range of D100-D119 of the slave PLC1 CPU. Table 1 gives the master PLC and slave PLC1 CPUs. For each data transmission cycle, the buffer memory address of W1000 of the QJ61BT11N module is specified for sending the 'Number_loop' parameter (= 1, 2, ..., 7) to indicate the number of times of the FB_SEND block executions in one 'FOR' instruction loop, while the buffer memory addresses in range of W1001-W1003 are specified for sending the 'DATA1'-'DATA3' parameters of three words of the pallet model. The data stored in the W1000-W1003 addresses of the QJ61BT11N module are transmitted to be recorded in the RWw0-RWw3 remote registers of the FX2N-32CCL module, respectively. Based on the 'From' instruction, these data are then moved to be processed by executing the FB_RECEIVE function block to transfer the 'DATA1'-'DATA3' to be stored in the specified device registers of the FX3UC CPU. Figure 5 shows a flowchart diagram for executing the FB_SEND and FB_RECEIVE function blocks, which are created to minimize the data link limitation between the master PLC and the slave PLC1. For complete transmission of all 20 words of five pallet production models, the number of repetitive executions of the FB_SEND block for running one 'FOR' instruction loop is set to 7. For example, based on the FB_SEND block executions, if 'Number_loop' is 1, then the data stored in the D00-D02 registers of the Master PLC CPU are moved to be recorded in the W1001-W1003 addresses of the QJ61BT11N module, respectively. After data transmission on the CC-Link network, the data in the RWw0 register of the FX2N-32CCL module are

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

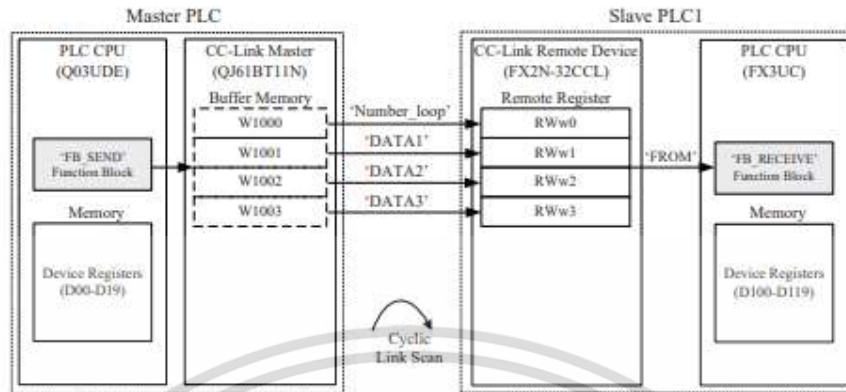


FIGURE 4. Concept of the proposed function block creation

TABLE 1. Device register assignment for the master PLC and slave PLC1 CPUs

Assembly unit	Device registers for recording pallet models for ongoing production	
	Master PLC CPU (source)	Slave PLC1 CPU (destination)
ST1	D00-D03	D100-D103
ST2	D04-D07	D104-D107
ST3	D08-D11	D108-D111
ST4	D12-D15	D112-D115
ST5	D16-D19	D116-D119

equal to 1, and the data in the RWw1-RWw3 are the same as that sent from the W1001-W1003 addresses, respectively. Based on the FB_RECEIVE block executions, the data in the D00-D03 registers in the slave PLC1 CPU are equal to the data in RWw0-RWw3 registers, respectively. In case of $D00 = 1$, then the data in the D100-D102 registers in the slave PLC1 CPU are the same as that sent from the D00-D02 registers in the master PLC CPU. Table 2 summarizes the descriptions of input and output parameters of two created function blocks, whereas Table 3 summarizes the specified sources and destinations for data transfers provided by executing the FB_SEND and FB_RECEIVE blocks for the 'Number_loop' values in range of 1-7.

4. Experimental Results. To verify the workability of two created function blocks, experiments for data transfers of pallet production models from the master PLC to the slave PLC1 were carried out. Figures 6 and 7 show the results for data transmission of five pallet models, which are 3P10007Z, 3P05324H, 3P05075A, 3P02011G, and 3P05075G for production at the ST1, ST2, ST3, ST4, and ST5, respectively. In the first step from conducted experiment, these specified pallet models were entered via the HMI screen at the operator workstation (see Figure 6(a)). In the second step, the data recorded in the D00-D19 (or D0-D19) device registers of the master PLC CPU and the D100-D119 device registers of the slave PLC1 CPU were captured from the MELSOFT GX Work2 program in online monitor mode (see Figures 7(a) and 7(b)). In the last step, the results shown on the touchscreen at the robotic handling unit were captured from the MELSOFT GT Designer3 program (see Figure 6(b)).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

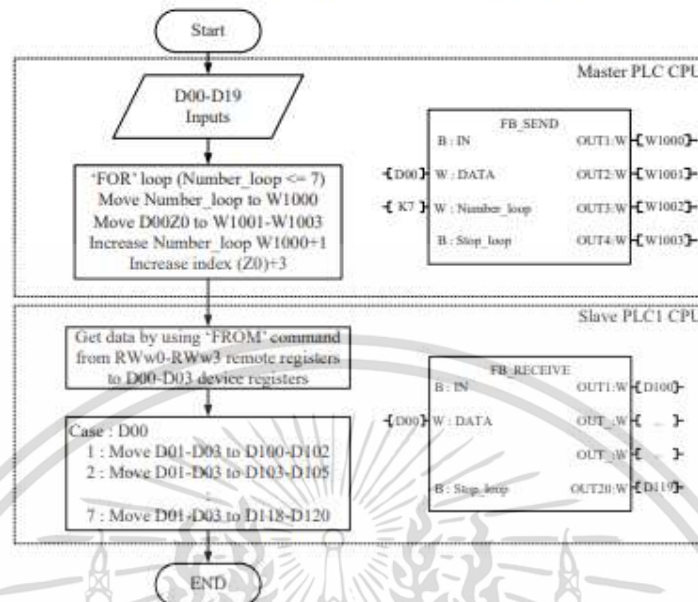


FIGURE 5. Flowchart diagram for executing two created PLC function blocks

TABLE 2. Descriptions of input and output parameters of two created function blocks

Created block	Parameter	Description
FB_SEND	IN	Bit input for starting block executions
	DATA	Word input for the beginning of three device registers, which are required to send their data
	Number_loop	Word input for the number of repetition for running 'FOR' loop
	Stop_loop	Bit input for stopping block executions
	OUT1-OUT4	Word outputs for sending out to desired destination by using 'MOV' instruction
FB_RECEIVE	IN	Bit input for starting block executions
	DATA	Word input gotten from RWw0-RWw3 remote registers by using 'FROM' instruction to record in D00-D03 device registers
	Stop_loop	Bit input for stopping block executions
	OUT1-OUT20	Word outputs for transfer to desired specified device registers by using 'MOV' instruction

The desired pallet production models displayed in Figure 6(a) are the same as that in Figure 6(b). In addition, the similarities between the data recorded in the D00-D19 registers as shown in Figure 7(a) and the data recorded in the D100-D119 registers as shown in Figure 7(b) also support the specified sources and destinations for transmission as given in Table 3. The results of comparison not only between the data shown on Figures 6(a) and 6(b) but also between the data shown on Figures 7(a) and 7(b) confirm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 3. Specified sources and destinations for data transfers

Sources for the FB_SEND				Destinations for the FB_RECEIVE			
Number_loop (OUT1)	W1001 (OUT2)	W1002 (OUT3)	W1003 (OUT4)	D00 (RWw0)	D01 (RWw1)	D02 (RWw2)	D03 (RWw3)
1	D00	D01	D02	1	D100	D101	D102
2	D03	D04	D05	2	D103	D104	D105
3	D06	D07	D08	3	D106	D107	D108
4	D09	D10	D11	4	D109	D110	D111
5	D12	D13	D14	5	D112	D113	D114
6	D15	D16	D17	6	D115	D116	D117
7	D18	D19		7	D118	D119	

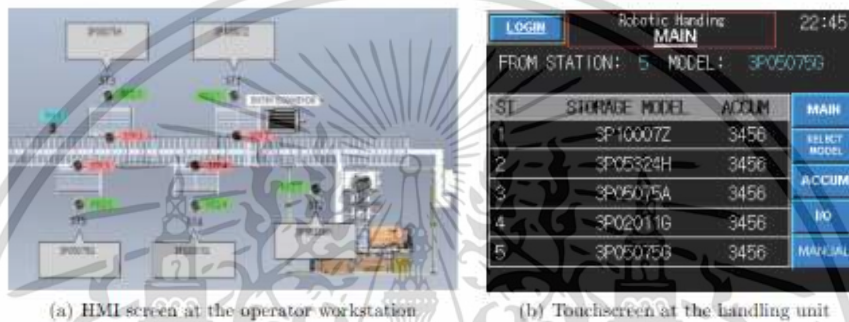


FIGURE 6. Test results from monitoring the operator workstation and the handling unit

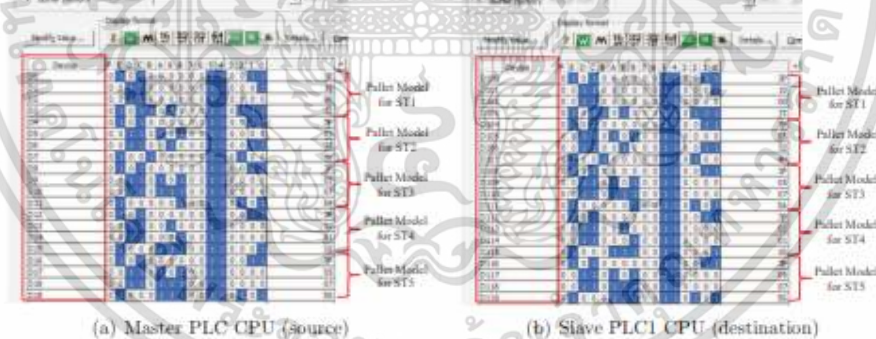


FIGURE 7. Test results recorded in the registers of the master PLC and slave PLC1 CPUs

that the created FB_SEND and FB_RECEIVE blocks can function correctly. Thus, the network capacity problem due to data link limitation can be solved with the proposed function block creation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. **Conclusions.** A short-term solution for solving the network capacity problem of the studied CC-Link-based conveyor handling system for wooden pallet production has been proposed. The function block creation based on data sorting approach for providing data transfers of required pallet production models from the master PLC to the interested slave PLC, used for controlling the new robotic handling unit for automatic finished pallet sortation, has been described. Experimental results used to confirm the workability of two created PLC function blocks has been also presented. Based on the created function blocks, the data link limitation can be minimized. Applying the function block creation concept to other slave PLCs in the studied system as well as other industrial automation systems for providing overall equipment effectiveness (OEE) data collections is the future work.

REFERENCES

- [1] J.-H. Guo, K.-L. Su and B.-Y. Li, Development of a PLC based robot arm, *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, vol.6, no.3, pp.637-642, 2015.
- [2] S. Pongswatd, K. Smerpitak and S. Kummoool, HMI implementation using radar chart for dual-loop system, *ICIC Express Letters*, vol.13, no.8, pp.735-742, 2019.
- [3] A. Z. C. Magalhães, A. B. Lugh and T. C. Pimenta, Study and implementation of a real industrial application involving concepts of Industry 4.0, *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, vol.11, no.7, pp.623-630, 2020.
- [4] L. Chanka, K. Smerpitak, P. Julserewong and A. Julserewong, Integration of weighing indicator with proprietary commands into PLC-based system using Modbus protocol, *Proc. of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, Hong Kong, pp.265-270, 2017.
- [5] F. R. Silva, A. B. Lugh, J. P. C. Henriques and M. M. D. Santos, Automation integrated using PROFIBUS and supervisory system, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, vol.12, no.6, pp.2027-2039, 2016.
- [6] K. Fang and Y. Tian, Touch screen monitoring system based on CC-Link, *Proc. of 2013 International Conference on Computational and Information Sciences*, Shiyang, China, pp.1893-1896, 2013.
- [7] K. Smerpitak, W. Jearnpanitpong, A. Julserewong and T. Thepmanee, Multi-PLC control system based on wireless bridge/base stations for work-in-process movements in corrugated box manufacturer, *Proc. of 2018 18th International Conference on Control, Automation and Systems*, Gangwon, Korea, pp.1175-1180, 2018.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายปฏิภาค นิยมธรรมรัตน์

วัน เดือน ปีเกิด 7 มิถุนายน 2534 ที่ชลบุรี

ที่อยู่ 127/684 ตำบล เสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000

ประวัติการศึกษา 2557 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ผลงานวิจัย Buck boost converter for LED 30 W



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้