สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

RFID PRODUCTION LINE

โดย

นายณัฐพล อรุณโชติ

นายธนบดี ประเสริฐกุล

นายธีรพงศ์ ตันชีวะวงศ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83070
วัน,เดือน,ปี 30 ม.ค. 2551

ร 11964248

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

RFID PRODUCTION LINE

โดย

นายณัฐพล อรุณโชติ

นายธนบดี ประเสริฐกุล

นายธีรพงศ์ ตันชีวะวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

RFID PRODUCTION LINE

ผู้จัดทำ

นายณัฐพล	อรุณโชติ	47010235
นายธนบดี	ประเสริฐกุล	47010302
นายธีรพงศ์	ตันชีวะวงศ์	47010337

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ สุเธียร เกียรติสุนทร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

โดย

นายณัฐพล	อรุณโชติ	47010235
นายธนบดี	ประเสริฐกุล	47010302
นายธีรพงศ์	ตันชีวะวงศ์	47010337

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ สุเธียร เกียรติสุนทร

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันกระบวนการผลิตในโรงงานมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนมากขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิตที่บ่อยขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของสินค้าที่หลากหลาย ดังนั้นปัญหาในกระบวนการผลิตมักเกิดปัญหาด้านการผลิตที่มีการใช้ชิ้นส่วนผิดรุ่น การจัดเก็บที่ผิดพลาด รวมถึงขาดข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอแนวคิดการประยุกต์ใช้ RFID ในกระบวนการผลิต โดยอาศัยอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้งานได้จริงในกระบวนการอุตสาหกรรม ได้แก่ PLC, Inverter, Photoelectric-Sensor, Relay, Touch screen และ RFID เพื่อให้เห็นประโยชน์ของการใช้งาน RFID รวมทั้งการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถควบคุมและสั่งการทำงานที่หลากหลายได้โดยอาศัยไลน์การผลิตเพียงไลน์เดียว จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด โดยที่แต่ละชนิดอาจมีองค์ประกอบร่วมกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องสร้างไลน์การผลิตจำนวนมากเพื่อรองรับการผลิตผลิตภัณฑ์ ที่รูปแบบของแต่ละผลิตภัณฑ์แตกต่างกันเพียงบางส่วน เพื่อลดค่าใช้จ่าย ลดความผิดพลาด และประหยัดเวลาในขั้นตอนการผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RFID PRODUCTION LINE

By

Mr. Nattapon Aroonchote

Mr. Thanabodee Prasertkul

Mr. Teerapong Tanchevavong

Advisor

Assoc. Prof. Suthian Kiatsonthorn

Academic Year 2007

ABSTRACT

At present, the production process in a factory is very complicating and frequently modified to response to the changes of various products. Therefore, the problems such as using wrong parts, keeping parts in wrong place, and lack of information to improve the production effectiveness are usually occurred in the production process.

This thesis presents the proposal to adapt RFID in the production process by using the active control equipments such as PLC, Inverter, Photoelectric-Sensor, Relay, Touch screen and RFID. This reflects the usefulness of RFID and the environment that various equipments working together to control many instructions within one production line. This feature is appropriate for the factory that produces many products that have common characteristic. Therefore, this can reduce number of production lines for the products that have some different formats, reduce expenses, reduce errors, and save the production process time for a factory.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ สุเธียร เกียรติสุนทร ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอด ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิศวกรรมระบบควบคุมทุกท่าน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับผู้ศึกษา ผู้ศึกษารู้สึกสำนึกในพระคุณของทุกๆท่านเป็นอย่างสูง และจะนำวิชาความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ขอกราบขอบพระคุณบุพการีของผู้ศึกษาเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้กำลังใจอยู่เสมอ ท่านคอยดูแล ห่วงใย ให้คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือแก่ผู้ศึกษาตลอดมา ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบริษัท ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นอย่างสูงที่ไว้วางใจสนับสนุนอุปกรณ์การศึกษา ซึ่งมีมูลค่าสูง อีกทั้งคำแนะนำ ปรึกษาอยู่เสมอ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆนักศึกษาทุกคนที่ให้การช่วยเหลือในทุกๆเรื่องเป็นอย่างดีเสมอมา และเป็นกำลังใจให้แก่ผู้ศึกษาอย่างใกล้ชิดมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้สนับสนุนการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีมาจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษาขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายณัฐพล อรุณโชติ
นายธนบดี ประเสริฐกุล
นายธีรพงศ์ ตันชีวะวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VII

สารบัญตาราง X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 RFID (Radio Frequency Identification) 3

2.1.1 ส่วนประกอบของระบบ RFID 3

2.1.2 การทำงานของ RFID 4

2.1.3 คุณสมบัติของระบบ RFID 5

2.1.4 วิธีการเขียนโปรโตคอล 10

2.2 PLC Programmable Controllers 16

2.2.1 ส่วนประกอบของ PLC รุ่น CPM2A 17

2.2.2 คุณสมบัติทั่วไปของ CPM2A 20

2.3 Photoelectric Sensor 26

2.3.1 คุณสมบัติของ E3V3-D61 Photoelectric Sensor 27

2.3.2 ประสิทธิภาพ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.3 วงจรไฟฟ้า 28

2.4 Compact Inverters-3G3JV 29

2.4.1 คุณสมบัติ 29

2.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค 30

2.5 OMRON General-purpose Relay-MY 36

2.5.1 คุณสมบัติของ Relay 37

2.5.2 ข้อมูลทางวิศวกรรม 40

2.6 PT (Programmable terminal) รุ่น NS-series 43

2.6.1 ระบบการทำงานของ PT NS-series 44

2.6.2 โครงสร้างพื้นฐานของ PT NS-series 46

บทที่ 3 หลักการออกแบบ 49

3.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ 49

3.1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Sensor 49

3.1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Touch screen 49

3.1.3 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ มอเตอร์ 50

3.1.4 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Inverter เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส 50

3.1.5 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ RFID Reader 51

3.2 วงจรแสดงการเชื่อมต่อรวม 51

3.3 โครงสร้างทางกายภาพของระบบ 53

3.3.1 รางป้อนบรรจุภัณฑ์ 53

3.3.2 สายพานลำเลียงบรรจุภัณฑ์ 54

3.3.3 หัวจ่ายผลิตภัณฑ์ 56

3.3.4 รางเก็บบรรจุภัณฑ์ 57

3.3.5 บรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4 แผนผังแสดงลำดับขั้นการทำงาน 59

บทที่ 4 การทดลองการทำงานของแบบจำลอง 61

4.1 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง 61

4.2 การทดลองการทำงานของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID 66

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป 68

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 68

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข 68

5.2.1 ปัญหาด้านโครงสร้างของแบบจำลอง 68

5.2.2 ปัญหาในส่วนของระบบควบคุมแบบจำลอง 69

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าและพัฒนา 69

ภาคผนวก 70

โปรแกรมควบคุมการทำงานบน Touch screen 71

การใช้ CX-PROGRAMMER 79

เอกสารอ้างอิง 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 วงจรเทียบเคียงของระบบ RFID 4

2.2 RFID ที่ใช้ในระบบรถไฟฟ้าใต้ดิน 5

2.3 RFID ที่ถูกนำไปใช้งานในไลน์การผลิตเครื่องยนต์ 6

2.4 เป็นสายการประกอบสินค้าอัตโนมัติ 7

2.5 เป็นการประยุกต์ใช้ RFID ในกระบวนการแยกแยะและจัดเก็บยางรถยนต์ 7

2.6 RFID Tags ชนิดต่างๆ ที่ออกแบบมาเพื่อตอบสนองทุกการใช้งาน 8

2.7 เป็นไลน์ผลิตฮาร์ดดิสก์โดยสายพาน 9

2.8 RFID รุ่น V720S ของ OMRON 10

2.9 PLC รุ่น CPM2A ของ OMRON 17

2.10 รอบการทำงานของ PLC 18

2.11 การปฏิบัติการของโปรแกรม 19

2.12 Photoelectric Sensor รุ่น E3V3-D61 26

2.13 ประสิทธิภาพของ Photoelectric Sensor 28

2.14 Omron Compact Inverters รุ่น 3G3JV 29

2.15 General-purpose Relay-MY ของ OMRON 36

2.16 ความสามารถสูงสุดในการสวิตชิ่ง MY2 และ MY4 40

2.17 อายุการใช้งาน MY2 และ MY4 41

2.18 ขนาดรีเลย์แบบขั้วต่อบัดกรีMY2 และ MY4 42

2.19 รูปแบบการต่อใช้งานของ PT 43

2.20 การถ่ายโอน Screen Data ผ่านพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232C 44

2.21 การถ่ายโอน Screen Data ผ่าน Memory Card 44

2.22 การแสดงผลบนหน้าจอ 45

2.23 การอ่านค่าจาก PLC 45

2.24 การส่งข้อมูลไปยัง PLC 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.25 ส่วนต่างๆของ PT NS-series 47

3.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ เซนเซอร์ 49

3.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Touchscreen 49

3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ มอเตอร์ 50

3.4 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ มอเตอร์ 50

3.5 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ RFID 51

3.6 วงจรแสดงการเชื่อมต่อรวม 52

3.7 รางป้อนบรรจุภัณฑ์ 53

3.8 ตัวป้อนบรรจุภัณฑ์ 54

3.9 ชุดสายพานลำเลียง 54

3.10 เซนเซอร์ตรวสสอบกล่องในสายพานลำเลียง 55

3.11 RFID R/W Module สำหรับอ่านค่า Tags ที่ติดอยู่ข้างกล่อง 56

3.12 เซนเซอร์ตรวจสอบกล่องที่เข้ามายังหัวจ่ายลูกแก้ว 56

3.13 หัวจ่ายลูกแก้ว 56

3.13 หัวจ่ายลูกแก้ว 57

3.14 รางเก็บกล่องหลังหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ 57

3.15 ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1 58

3.16 ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2 58

3.17 ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 3 58

3.18 กล่องบรรจุภัณฑ์ 59

3.19 แผนผังแสดงลำดับขั้นการทำงาน 60

4.1 แบบจำลองระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID 61

4.2 สวิตซ์ควบคุมระบบไฟ 62

4.3 หน้าต่าง “Title” 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.4 หน้าต่างของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID 62

4.5 หน้าต่างแสดงส่วนควบคุมระบบ (Control) 63

4.6 หน้าต่างตั้งค่าจำนวนกล่องที่จะถูกป้อนสู่ระบบ 63

4.7 หน้าต่างป้อนรหัสป้องกัน 64

4.8 หน้าต่างสำหรับตั้งตำแหน่งหัวจ่ายลูกแก้ว 64

4.9 หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของระบบ (Status) 65

4.10 หน้าต่างแสดงสถานะขณะทำงานของระบบ 65

4.11 หน้าต่างแสดงสถานะเมื่อระบบเสร็จสมบูรณ์ 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	Command Code	10
2.2	Communication Option	10
2.3	Communications mode	11
2.4	ตัวอย่างการ Set Communication option	13
2.5	Parameter	14
2.6	ตัวอย่างการอ่าน Page Specification	14
2.7	คุณสมบัติทั่วไปของ CPM2A	20
2.8	คุณสมบัติพิเศษของ CPM2A	22
2.9	คุณสมบัติของ E3V3-D61 Photoelectric Sensor	27
2.10	วงจรไฟฟ้าของ Photoelectric Sensor	28
2.11	รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV	30
2.12	ข้อมูลรูปแบบของ Relay	37
2.13	พิกัดคอนแทค	37
2.14	คุณสมบัติทางไฟฟ้า	38
2.15	อายุการใช้งานของรีเลย์รุ่น MY2 เมื่อต่อกับโหลด	39
2.16	อายุการใช้งานของรีเลย์รุ่น MY4 เมื่อต่อกับโหลด	39
4.1	ผลการทดลองแบบต่างๆของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในโลกปัจจุบันวงจรชีวิตของสินค้าที่อยู่ในตลาด มีแนวโน้มสั้นลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากความต้องการของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ในภาคของอุตสาหกรรมการผลิตจึงจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงต่างๆ เหล่านั้น

กระบวนการผลิตในโรงงานจึงมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนมากขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิตที่บ่อยขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของสินค้าที่หลากหลาย ดังนั้นปัญหาในกระบวนการผลิตมักเกิดปัญหาด้านการผลิตที่มีการใช้ชิ้นส่วนผิดรุ่น การจัดเก็บที่ผิดพลาด รวมถึงขาดข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

ระบบ RFID จึงเป็นทางออกของปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี ด้วยความสามารถของระบบ Radio Frequency ที่มีความสามารถมากกว่า Bar Code ทำให้กระบวนการผลิตลดความผิดพลาดลง รวมถึงสามารถสร้างข้อมูลเพื่อใช้เป็นส่วนในการพัฒนาความสามารถในการผลิตได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

โครงงานชิ้นนี้ ออกแบบขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้งาน RFID ในกระบวนการผลิต โดยอาศัยอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้งานได้จริงในกระบวนการอุตสาหกรรม ได้แก่ PLC, Inverter, Photoelectric-Sensor, Relay, Touch screen และ RFID เพื่อให้เห็นประโยชน์ของการใช้งาน RFID ในกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถสั่งการทำงานที่หลากหลายได้โดยอาศัยไลน์การผลิตเพียงไลน์เดียว จึงเหมาะสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ทำให้ไม่จำเป็นต้องสร้างไลน์การผลิตจำนวนมากมารองรับรูปแบบของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 สร้างแบบจำลองของ สายการผลิตสินค้า

1.3.2 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

1.3.3 ออกแบบวงจรการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ

1.3.4 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ PLC

1.3.5 ศึกษาการทำงานของ Protocol เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง PLC กับ เครื่องอ่าน RFID

1.3.6 สร้างหน้าต่างแสดงสถานะการทำงาน และติดต่อผู้ใช้งานบน Touch screen

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำหลักการทำงานของแบบจำลองไปพัฒนา เป็นแนวคิดในการสร้างสายการผลิตสินค้าได้

1.5 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวนำถึงวัตถุประสงค์ หลักการใหม่ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของโครงงานของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงหลักการและทฤษฎี เช่น ความหมายของอาร์เอฟไอดี หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี คุณสมบัติของอาร์เอฟไอดี ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องและนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงงาน

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของระบบ รวมถึงแนวคิดในการออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ตลอดจนการทดลองการทำงานของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้กล่าวในบทที่ 1 แล้วว่า ก่อนที่จะมีการออกแบบและสร้างระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID จำเป็นต้องทำการศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็นของระบบที่สนใจนี้ให้เข้าใจเสียก่อน พบว่าระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID มีส่วนที่สำคัญหลายส่วน ดังนั้นในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆที่จะนำไปใช้งานจริงในระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID ซึ่งประกอบไปด้วย RFID รุ่น V720s, PLC รุ่น CPM2A, Inverter รุ่น 3G3JV, Photoelectric Sensor รุ่น E3V3-D61, Relay รุ่น MY4 และ Touchscreen รุ่น NS-5 ดังนี้

2.1 RFID (Radio Frequency Identification)

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification System เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุหรือบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูพัฒนามาในยุคคริสตทศวรรษ 1970 เพื่อวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการบ่งชี้วัตถุในระยะไกลได้ โดยมีจุดเด่นคือสามารถอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลายๆ Tagsแบบไร้สัมผัส และสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถอ่าน ข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิบที่อยู่ใน Tags

ในปัจจุบันได้มีการนำเอา RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากนำมาใช้ทดแทนรหัสแท่งแบบเดิม ได้แก่ การใช้งานในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวพนักงาน บัตรโดยสาร บัตรสำหรับเปิดประตูห้องพักในโรงแรม บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่างๆ Tagsสำหรับติดกระเป๋าเดินทาง Tagsสำหรับติดสินค้า หนังสือหรือฉลากยา บางครั้งเราอาจพบเห็นอยู่ในรูปของ Tags สินค้าซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแค็ปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่างๆ เป็นต้น

2.1.1 ส่วนประกอบของระบบ RFID

โดยทั่วไประบบ RFID จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ

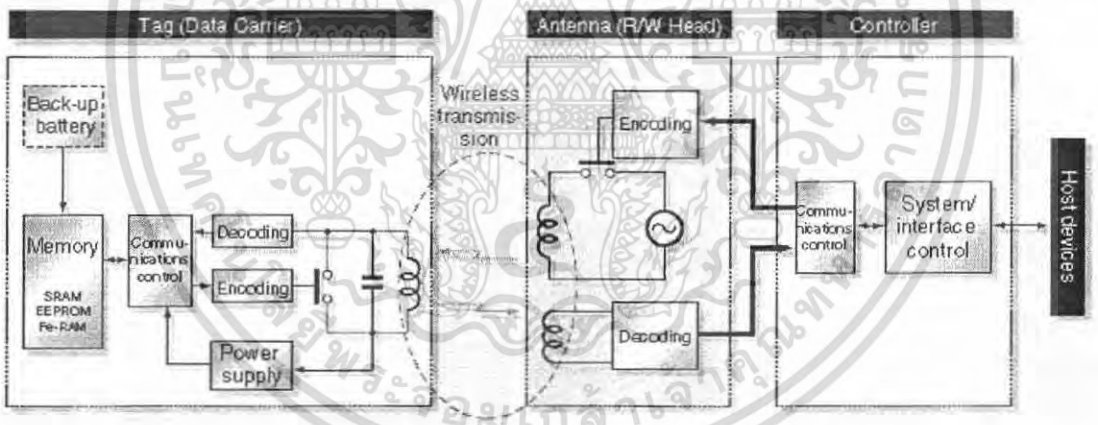
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 ฉลากอิเล็กทรอนิกส์ (Transponder) หรือ Data Carrier หรือเรียกง่ายๆว่า Tags จะเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลและถูกติดตั้งอยู่กับวัตถุที่เราต้องการบ่งชี้ (Identify) จะประกอบไปด้วยเสาอากาศที่ทำหน้าที่คล้องสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องอ่าน และส่วนของไมโครชิพ ในกรณีที่ Tags ไม่มีแบตเตอรี่ในตัวอยู่นอกพื้นที่ที่มีสัญญาณจะไม่มีการทำงานเกิดขึ้น Tags จะทำงานก็ต่อเมื่อ Tags เข้ามาในพื้นที่ที่มีสัญญาณซึ่ง Tags จะได้รับพลังงานจากการคล้องของสัญญาณสนามแม่เหล็ก-ไฟฟ้าและสร้างแรงดันไฟฟ้าขึ้นจำนวนหนึ่ง ปริมาณเพียงพอที่จะใช้ในการทำงานของ Tags

2.1.1.2 เครื่องอ่าน (Reader) จะประกอบไปด้วยภาครับ/ส่งสัญญาณวิทยุ ส่วนควบคุมและเสาอากาศ (Antenna) ทำหน้าที่ค้างสัญญาณกับ Tags และส่วนของการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก (RS232C, RS485 หรือ RS422) ขึ้นอยู่กับลักษณะการสื่อสารที่เราต้องการ

*หมายเหตุ เครื่องอ่านในที่นี้นอกจากจะสามารถอ่านข้อมูลได้แล้ว ยังสามารถเขียนข้อมูลได้อีกด้วย

2.1.2 การทำงานของ RFID



ภาพที่ 2.1 วงจรเทียบเคียงของระบบ RFID

จากวงจรเทียบเคียงส่วนควบคุมและติดต่อสื่อสาร (Control and Interface) จะได้รับคำสั่ง (Command) จากส่วนควบคุมที่สูงกว่า (Host) เช่น คอมพิวเตอร์หรือ PLC (Programmable Logic Controller) จากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลคำสั่งว่า Host ต้องการให้ทำอะไร จากนั้นก็จะสั่งให้ส่วนของภาครับ/ส่งวิทยุที่มีส่วนของวงจรเข้ารหัส (Coding) ทำการเข้ารหัสเป็นดิจิตอลในรูปของ Line code จากนั้นสวนของวงจรผสมสัญญาณ (Modulation) ทำการผสมข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วทำการส่งออกไปทางเสาอากาศ ขนาดของพื้นที่ที่มีสัญญาณอยู่นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของเสาอากาศและพลังงาน (Watt) ของเสาอากาศ เมื่อ Tags เข้ามาในพื้นที่ที่มีสัญญาณแล้วเสาอากาศภายใน Tags จะได้รับการคล้องสัญญาณทำให้ Tags ทำงานได้ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อก่อน วงจรถอดรหัส (Demodulation) จะทำการแยกสัญญาณข้อมูล ที่ถูกผสมมาจากเครื่องอ่าน ออกจากคลื่นพาหะแล้วทำการแปลงรหัส (Decoding) จากนั้น CPU ของ Tags จะรับคำสั่งไปประมวลผล ถ้าเป็นคำสั่งเขียน Tags จะบันทึกข้อมูลที่ส่งมา ลงในหน่วยความจำของ Tags แต่ถ้าเป็นคำสั่งอ่าน Tags จะดึงข้อมูลจากหน่วยความจำที่ระบุไว้จากคำสั่ง แล้วทำการผสมข้อมูลภายใน Tags กับคลื่นพาหะ แล้วส่งออกไปทางเสาอากาศเหมือนกัน เมื่อเครื่องอ่านได้รับสัญญาณจาก Tags วงจรถอดรหัสของเครื่องอ่านก็จะถอดเอาข้อมูลออกจากคลื่นพาหะและส่งไปที่ Host Unit

2.1.3 คุณสมบัติของระบบ RFID

2.1.3.1 อ่าน/เขียนโดยไม่ต้องสัมผัส (Contactless)

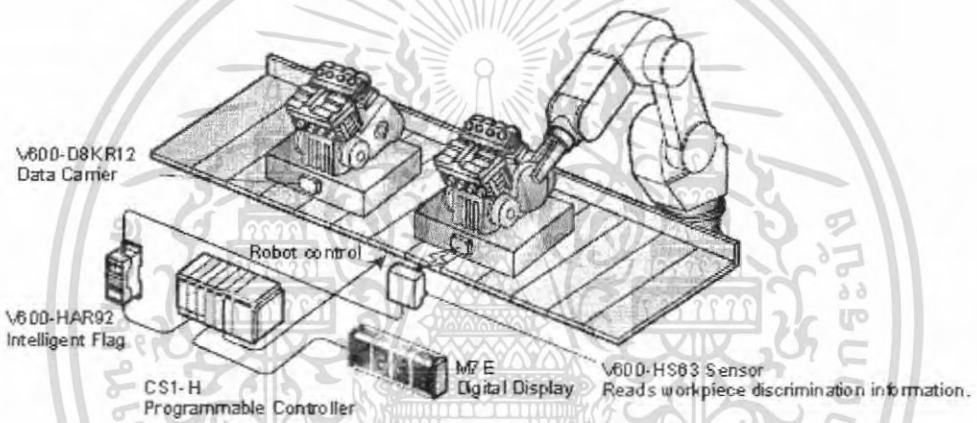
จุดเด่นข้อแรกของระบบ RFID คือเครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องสัมผัส ทำให้ไม่เกิดส่วนของการสึกหรอเหมือนการ์ดแถบแม่เหล็ก ทำให้ต้นทุนในการดูแลต่ำ อายุการใช้งานยาวนานสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน

ภาพที่ 2.2 RFID ที่ใช้ในระบบรถไฟฟ้าใต้ดินผู้ใช้บริการเพียงนำ Tags ที่เป็นตั๋วรถไฟเข้าใกล้บริเวณเครื่องอ่านก็สามารถอ่านข้อมูลได้ ซึ่งสะดวกและประหยัดเวลาได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ทนต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งสกปรก

ปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการอ่าน/เขียนข้อมูลในระบบ Auto ID ที่แก้ไขลำบากก็คือสภาพแวดล้อมในการใช้งานเช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมมีทั้งฝุ่นละออง น้ำมัน ระบบ Auto ID ที่มีปัญหามากที่สุดคือระบบบาร์โค้ด เพราะถ้าแถบบาร์โค้ดสกปรกหรือฉีกขาดก็จะไม่สามารถอ่านข้อมูล หรือถ้าหน้าจอของตัวอ่านสกปรกก็มีปัญหาในการอ่านอีกเช่นกัน แต่ด้วยลักษณะของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นพาหนะนำข้อมูลไปจะพบว่าปัญหาดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อของระบบ RFID เลย 100% ดังนั้น RFID จึงเป็นอุปกรณ์ Auto ID ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

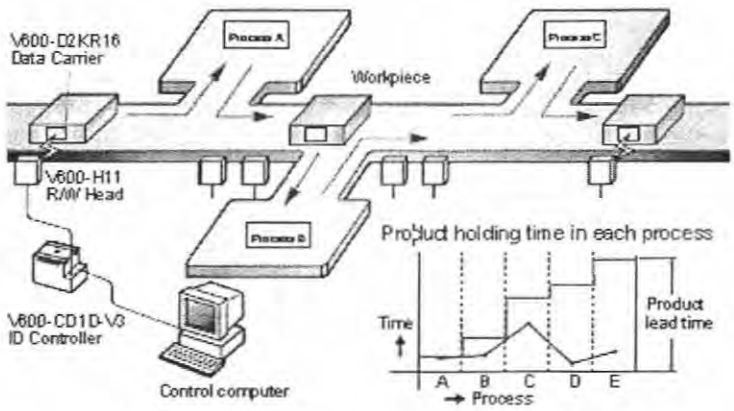


ภาพที่ 2.3 RFID ที่ถูกนำไปใช้งานในไลน์การผลิตเครื่องยนต์ที่มีสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองและละอองน้ำมันจากไลน์ผลิตใกล้เคียง

2.1.3.3 สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวก

มีระบบ Auto ID น้อยชนิดที่สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวกหรือบางระบบต้องใช้เครื่องอ่าน/เขียนแยกกันต่างหาก เช่น บาร์โค้ด ต้องมีเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านแยกกัน สมาร์ทการ์ดต้องนำ Tags มาสัมผัสกับวงจรอ่าน/เขียนโดยตรง แต่ระบบ RFID ตัวอ่านกับตัวเขียนข้อมูลจะอยู่ในตัวเดียวกันเพียงเปลี่ยนโหมดโดยใช้ซอฟต์แวร์เท่านั้น จึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องอ่านและเปลี่ยนแปลงข้อมูลอยู่ตลอดเวลาเช่น สายการผลิตอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



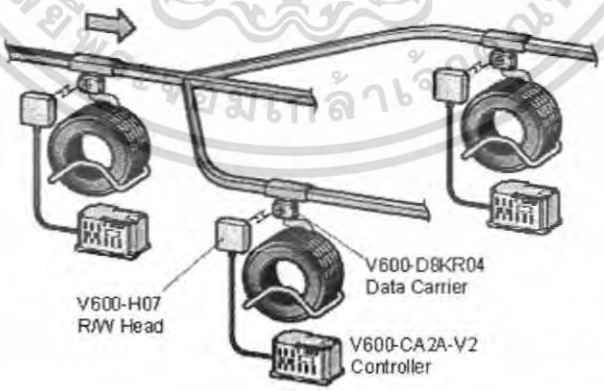
ภาพที่ 2.4 เป็นสายการประกอบสินค้าอัตโนมัติข้อมูลการทำงาน
แต่ละกระบวนการถูกบันทึกลงใน Tags

2.1.3.4 สื่อสารได้ทุกทิศทาง

เนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าการอ่าน/เขียนในระบบ RFID จึงไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางว่า Tags จะต้องอยู่ตรงหน้ากับเครื่องอ่านเสมอ Tags สามารถอยู่ด้านหลัง ด้านข้างหรือแม้กระทั่งถูกทับอยู่ แต่ถ้าเข้ามาอยู่ในพื้นที่สัญญาณแล้วก็จะสามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้ตามปกติ

2.1.3.5 Tags สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ด้วยลักษณะโครงสร้างและสามารถในการเขียนข้อมูลซ้ำได้ทำให้ Tags สามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตได้มากกว่า 100,000 ครั้งต่อ 1 Tags คุณสมบัติข้อนี้เป็นจุดแข็งอีกจุดหนึ่งที่ระบบ Auto ID ชนิดอื่นไม่สามารถทำได้



ภาพที่ 2.5 เป็นการประยุกต์ใช้ RFID ในกระบวนการแยกแยะและจัดเก็บยางรถยนต์
เช่น ขนาดโมเดล Lot Number จะถูกบันทึกไว้ใน Tags ที่ติดอยู่กับตัวแขวนเมื่อยางถูกจัดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในคลังสินค้าแล้วตัวแขวนจะถูกนำกลับมาใช้โดยเขียนข้อมูลใหม่ทับลงไปได้

2.1.3.6 RFID Tags มีหลากหลายแบบให้ประยุกต์ใช้งาน

Tags ของระบบ RFID นั้นจะถูกออกแบบให้มีรูปร่าง ขนาดโครงสร้างความจุของหน่วยความจำ และลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปเช่น มีลักษณะเป็นสมาร์การ์ด กระดุม เหรียญ ทรงสี่เหลี่ยม หรือแม้กระทั่งเป็นแผ่นบางๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ตามความต้องการ

ภาพที่ 2.6 RFID Tags ชนิดต่างๆ ที่ออกแบบมาเพื่อตอบสนองทุกการใช้งาน

2.1.3.7 ความสามารถในการทะลุทะลวงของสัญญาณ

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทะลุผ่านวัตถุที่ไม่ใช่โลหะหรือมีโลหะเป็นส่วนผสมอยู่ได้เช่น พลาสติก ผิวหนัง ไม้ ปูนซิเมนต์ ฯลฯ ดังนั้น Tags จึงสามารถถูกติดตั้งแบบฝังหรือซ่อนลงไปในเนื้อวัตถุที่เราต้องการได้ เช่น เราจะพบเห็นการฉีด RFID ที่มีลักษณะเป็นแท่งแก้วเล็กๆ เข้าไปในตัวสัตว์ การฝัง Tags ลงบนพื้นในระบบ AGV (Automatic Guide Vehicle)

2.1.3.8 สื่อสารได้ระยะไกล

ระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลของระบบ RFID นั้นทำได้ตั้งแต่ 0-10 เมตร ซึ่งถือว่าไกลที่สุดในบรรดาระบบ Auto ID ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้ ทั้งนี้ระยะในอ่าน/เขียนข้อมูลจะขึ้นอยู่กับกำลังส่งของเสาอากาศและช่วงความถี่ที่ใช้งาน สำหรับกำลังส่งของเสาอากาศนั้นจะถูกกำหนดโดยกฎหมายของแต่ละประเทศทำให้ RFID ที่ผลิตในบางประเทศมีระยะในการอ่าน/เขียนต่างกันทั้งที่ความถี่ใช้งานเท่ากัน

2.1.3.9 หน่วยความจำขนาดใหญ่

หน่วยความจำที่ใช้ในระบบ RFID ที่ตั้งแต่ขนาด 1 บิต (EAS) จนถึงมากกว่า 8 กิโลไบต์ หน่วยความจำที่เป็น RAM จะสามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าหน่วยจำแบบอื่น ข้อมูลในกระบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

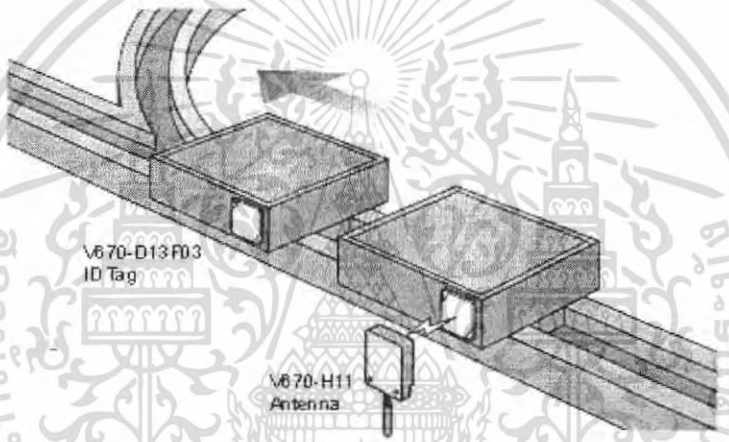
ปฏิบัติงานสามารถบันทึกลงใน Tags ได้ทั้งกระบวนการ หรือแม้กระทั่งข้อมูลส่วนบุคคลก็สามารถบันทึกลงใน Tags ได้

2.1.3.10 อ่าน/เขียนข้อมูลได้ครั้งละมากกว่า 1 Tags พร้อมกัน

เมื่อ Tags เข้ามาอยู่ในพื้นที่สัญญาณมากกว่า 1 Tags พร้อมกันเครื่องอ่านสามารถอ่านข้อมูลซึ่งมาพร้อมกันได้ทั้งหมดหรือจะสามารถเลือกอ่านเฉพาะ Tags ที่ระบุก็ได้

2.1.3.11 สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่

เครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้แม้ขณะฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง กำลังเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับชนิดของการสื่อสาร หน่วยความจำและปริมาณข้อมูลที่ใช้อ่าน/เขียน

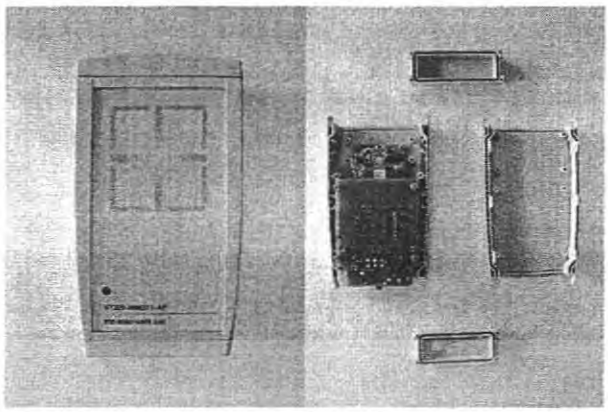


ภาพที่ 2.7 เป็น ไลน์ผลิตฮาร์ดดิสก์โดยสายพานจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงและไม่ต้องการจะหยุดเพื่ออ่าน/เขียนข้อมูล RFID ชนิดความเร็วสูงจะถูกนำมาใช้งาน

ในการทำปริญญานิพนธ์เรื่องระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์ ได้เลือกใช้ RFID OMRON V720 series มาเป็นส่วนประกอบ ซึ่งในส่วนของการใช้งานเราจะกล่าวถึงในบทที่ 3

เราได้รู้จักกับ ระบบRFID มาพอสมควรแล้ว ดังนั้นเราจึงมาทำความเข้าใจในโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับระบบ RFID ในการเขียนโปโตคอลของ RFID รุ่น V720S Training Kit ซึ่งเป็นรุ่นเล็กของทาง บริษัท ออมรอน ใช้ย่านความถี่ที่ 13.56 MHz ซึ่งตอนนี้กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 RFID รุ่น V720S ของ OMRON

2.1.4 วิธีการเขียนโปรโตคอล มีดังนี้

รูปแบบของโปรโตคอลรุ่น V720S Training Kit

ตารางที่ 2.1 Command Code

Command name	No	รายละเอียด
Read	31	อ่านข้อมูลที่อยู่ใน Tag
Write	32	เขียนข้อมูลลงใน Tag
Write identical data	33	เขียนข้อมูลลงในส่วนความจำเฉพาะที่อยู่ใน Tag
Read UID (SNR)	35	อ่านข้อมูลรหัสประจำบัต
Set write-protection	39	ตั้งค่าระบบการป้องกันของบัตร

Communication Option

ส่วนของ Communication Option แบ่งได้ 3 ส่วนใหญ่แต่ใช้เลขควบคุม 2 หลัก โครงสร้างของ Communication Option มีดังนี้

ตารางที่ 2.2 Communication Option

Bit	7	6	5	4	3 2 1 0
Setting details	0	0	Tag type	Data code	Communication Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tag details

Setting	Value	Detail
I Code I	0	Tag แบบ I Code I
ISO/IEC 15693	1	Tag แบบ I-Code 2 หรือได้รับ ISO/IEC 15693

Data codes

Setting	Value	Details
Hex	0	เลือกจ่ายแบบเลขฐาน 10
Asc II	1	เลือกจ่ายแบบตัวอักษร

Communications mode

ตารางที่ 2.3 Communications mode

Communications mode.	No	Details
Single Trigger	0 Hex	หลังจากที่ได้รับคำสั่ง จะเกิดการสื่อสารขึ้นกับ Tag ทันที และผลตอบกลับจะถูกส่งออกไป ถ้าไม่มี Tag ในระยะสื่อสาร "No Tag error" จะถูกส่งออกไป หลังจากที่ผลตอบกลับถูกส่งไปแล้ว โหมดจะเปลี่ยนเป็น sleep จะมี Tag เดียวที่ถูกอนุญาตให้เข้าสู่การสื่อสาร
Single Auto	1 Hex	หลังจากที่ได้รับคำสั่ง โหมดนี้รอจนกระทั่งมี Tag เข้าสู่ระยะสื่อสาร และมีการเชื่อมต่อกับ Tag หลังจากที่ผลตอบกลับถูกส่งไปแล้ว จะเปลี่ยนโหมดเป็น sleep เมื่อได้รับคำสั่ง Stop ขณะที่กำลังรอ Tag อยู่ คำสั่งนั้นถือเป็นการสิ้นสุดการทำงาน จะมี Tag เดียวที่ถูกอนุญาตให้เข้าสู่การสื่อสาร
Single Repeat	2 Hex	หลังจากที่ได้รับคำสั่ง โหมดนี้รอจนกระทั่งมี Tag เข้าสู่ระยะสื่อสาร และมีการเชื่อมต่อกับ Tag หลังจากที่ผลตอบกลับถูกส่งไปแล้ว ถ้าถูกระบุให้เป็นโหมดนี้ จะได้รับคำสั่งให้ทำซ้ำอย่างต่อเนื่อง จนได้รับคำสั่ง Stop โหมดนี้สามารถเพียงอ่านคำสั่งเท่านั้น จะมี Tag เดียวที่ถูกอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ให้เข้าสู่การสื่อสาร

ตารางที่ 2.3 Communications mode **(ต่อ)**

Communications mode.	No	Details
FIFO Trigger	8 Hex	หลังจากที่ได้รับคำสั่ง การสื่อสาร Tag จะเกิดขึ้นทันที และผลตอบสนองจะถูกส่งออกไป ไม่มี Tag เข้ามาในระยะสื่อสาร "No Tag error" จะถูกส่งออกไป จะมีการป้องกันการเข้าถึง Tag จนกระทั่งมีการสื่อสารเสร็จสมบูรณ์ เครื่อง R/W module จะทำงานต่อไป โดยที่ไม่เปลี่ยนสลับไปยัง Tag อื่น ในขณะที่ Tag มีการสื่อสารอยู่ และยังไม่สมบูณ์ จะไม่มีผลตอบสนองกับคำสั่งถัดไป หลังจากที่ผลถูกส่ง กลับไปแล้วจะเปลี่ยนโหมดเป็น sleep เมื่อได้รับคำสั่ง Stop การทำงานจะสิ้นสุดลงทันที
FIFO Auto	9 Hex	หลังจากที่ได้รับคำสั่ง โหมดนี้รอจนกระทั่งมี Tag เข้าสู่ระยะสื่อสารและมีการเชื่อมต่อกับ Tag มีการป้องกันการเข้าถึงจาก Tag อื่น จนกระทั่งมีการสื่อสารเสร็จสิ้น และ R/W module จะไม่ปรับเปลี่ยนสัญญาณเชื่อมต่อ Tag ที่กำลังสื่อสารอยู่แล้วยังไม่สมบูรณ์ จะไม่มีการตอบสนองกับคำสั่งถัดไป หลังจากผลตอบสนองถูกส่งออกไป โหมดจะเปลี่ยนเป็น sleep เมื่อได้รับคำสั่ง Stop การทำงานจะสิ้นสุดลงทันที
FIFO Continuous	A Hex	หลังจากที่ได้รับคำสั่ง โหมดนี้รอจนกระทั่งมี Tag เข้าสู่ระยะสื่อสารและมีการเชื่อมต่อกับ Tag มีการป้องกันการเข้าถึงจาก Tag อื่น จนกระทั่งมีการสื่อสารเสร็จสิ้น และ R/W module จะไม่ปรับเปลี่ยนสัญญาณเชื่อมต่อ Tag ที่กำลังสื่อสารอยู่แล้วยังไม่สมบูรณ์ จะไม่มีการตอบสนองกับคำสั่งถัดไป หลังจากผลตอบสนองถูกส่งออกไป เมื่อได้รับ ACK โหมดนี้จะรอกระทั่งมี Tag เข้ามาในระบบการสื่อสารอีกครั้ง แล้วทำการเชื่อมต่อกับ Tag เมื่อได้รับคำสั่ง Stop การทำงานจะสิ้นสุดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ทันที

ตารางที่ 2.3 Communications mode **(ต่อ)**

Communications mode.	**No**	**Details**
FIFO Repeat	B Hex	หลังจากที่ได้รับคำสั่ง โหมดนี้รอจนกระทั่งมี Tag เข้าสู่ระยะสื่อสารและมีการเชื่อมต่อกับ Tag จะมีการป้องกันการเข้าถึงจาก Tag อื่น จนกระทั่งมีการสื่อสารเสร็จสิ้น Tag ที่ทำการสื่อสารอยู่ จะไม่ตอบสนองกับคำสั่งถัดไป ถ้าโหมดนี้เป็นโหมดเฉพาะ คำสั่งนี้จะทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้รับคำสั่ง Stop การทำงานจะสิ้นสุดลงทันที

ตัวอย่างการ Set Communication option

Tag taye ของ บ. ออมรอน เป็น Tag แบบ ISO/IEC 15693 ค่าที่ได้ = 1

Data code ต้องการอ่านเป็นแบบตัวอักษร (ASC II) = 1

Communicution Mode ต้องการอ่านแบบ Siggle trigger = 0

เขียน Code ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการ Set Communication option

Bit	7	6	5	4	3 2 1 0
Setting Detial			Tag Type	Pata code	Communicution Mode
	0	0	1	1	0

แปลงเป็นเลขฐาน 16 ได้เท่ากับ 3

เพราะฉะนั้นจะได้ค่าเป็น 30

Parameter

ค่าพารามิเตอร์แบ่งได้ 2 ส่วน คือ Bank Specification คือ จำนวนบทที่ต้องการใส่ค่า และ Page Specification คือ จำนวนหน้าที่ต้องการใส่ข้อมูล

รูปแบบมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 Parameter

Bank Specification	Page Specification															
	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
00 to 0F	00 to FF									00 to FF						

64 ตัวอักษร (ASC 11)

* ใน 1 Page สามารถเก็บได้ 4 ตัวอักษร (ASC)

ตัวอย่างการอ่าน Page Specification

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างการอ่าน Page Specification

Page	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Ex_1	Ex_2	Ex_3	Ex_4
0	0	M	R	0	0	1	1	1
1	N	_	E	L	1	1	1	1
2	E	C	T	R	0	0	1	1
3	0	N	I	C	0	0	1	1
4	S	_	C	0	0	0	0	1
5	.	.	L	T	0	0	0	1
6	D	_	_	_	0	0	0	1
7	R	F	I	D	0	0	0	1
8	V	7	2	0	0	0	0	1
9	D	E	M	0	0	0	0	1
A	K	I	T	_	0	0	0	1
B	_	_	_	_	0	0	0	1
C	ท	ด	ล	อ	0	0	0	1
D	ง	ร	ะ	บ	0	0	0	1
E	บ	_	R	F	0	0	0	1
F	I	D	_	_	0	0	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*__ = ช่องว่าง * ในตัวอย่าง 1 – 3 จะเป็นการอ่านค่าแค่ 16 ตัวอักษร

Ex1 ถ้าต้องการอ่านข้อมูลใน Pageที่ 1 จะต้องทำการแปลงเลขฐานได้ดังนี้ 0010

จะได้ = 0 0 1 0 จะได้ค่าเท่ากับ 2 เมื่อเอาไปใส่ใน Page Specification

8+4+2+1 จะได้ 0002 = อ่านค่าใน Page ที่ 1 (4 ตัวอักษร) = N_EL

Ex2 ถ้าต้องการอ่านข้อมูลใน Page ที่ 0 และ 1 จะต้องทำการแปลงเลขฐานได้ดังนี้ 0011

จะได้ 0 0 1 1 จะได้ค่าเท่ากับ 3 จะอ่านค่าใน Page Specification

8+4+2+1 จะได้ 0003 = อ่านค่าใน Page ที่ 0 และ 1 (8 ตัวอักษร) OMRON_EL

EX 3 ถ้าต้องการอ่านข้อมูลใน Page ที่ 0-3 จะต้องทำการแปลเลขฐานได้ดังนี้ 1111

จะได้ = 1 1 1 1 จะได้ค่าเท่ากับ F เมื่อเอาไปใส่ Page Specification

8+4+2+1 จะได้ 000F = จะอ่านค่าใน Page 0 ถึง Page 3 (16 ตัวอักษร)

= OMRON_ELECTRONIC

EX 4 ถ้าต้องการอ่านข้อมูลในทุก ๆ Page จะต้องทำการแปลงเลขฐานได้ดังนี้ 1111 1111 1111 1111

จะได้ = 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 จะได้เท่ากับ FFFF เพื่อเอาค่าไปใส่

8+4+2+1 8+4+2+1 8+4+2+1 8+4+2+1 จะได้ FFFF =จะอ่านค่าใน Page 0-F 64 ตัวอักษร = OMRON_ELECTRONICES_CO.,LTD._ _ RFIDV720DEMOJIT_ _ _ _ _ทดลองระบบ_RFID_ _ ใน Tag ของ V720Demokit นั้นจุได้ 112 ตัวอักษรซึ่งใน Bank specification 00 นั้นจะจุได้ 64 = 112-64 =48 ตัวอักษร ซึ่งยังเหลืออีก 48 ตัวอักษรที่ยังขาดไปซึ่งจะอยู่ใน Bank specification 01 ซึ่งจะได้ Page specification OFFF เมื่อรวม Command ทั้งหมดได้ดังนี้

EX 1 3130000002 *อ่านข้อมูล Page 1 4 ตัวอักษร

EX 2 3130000003 *อ่านข้อมูล Page 0,1 8 ตัวอักษร

EX 3 313000000F *อ่านข้อมูล Page 0-3 16 ตัวอักษร

EX 4 313000FFFF *อ่านข้อมูล Page 0-F 64 ตัวอักษร

EX 5 3130010FFF *อ่านข้อมูลใน Bank specification ที่ 01 Page ที่ 0-B 48 ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31 → ชุดคำสั่ง Command

30 → Communication option

00 → Bank specification

0002 → Page specification

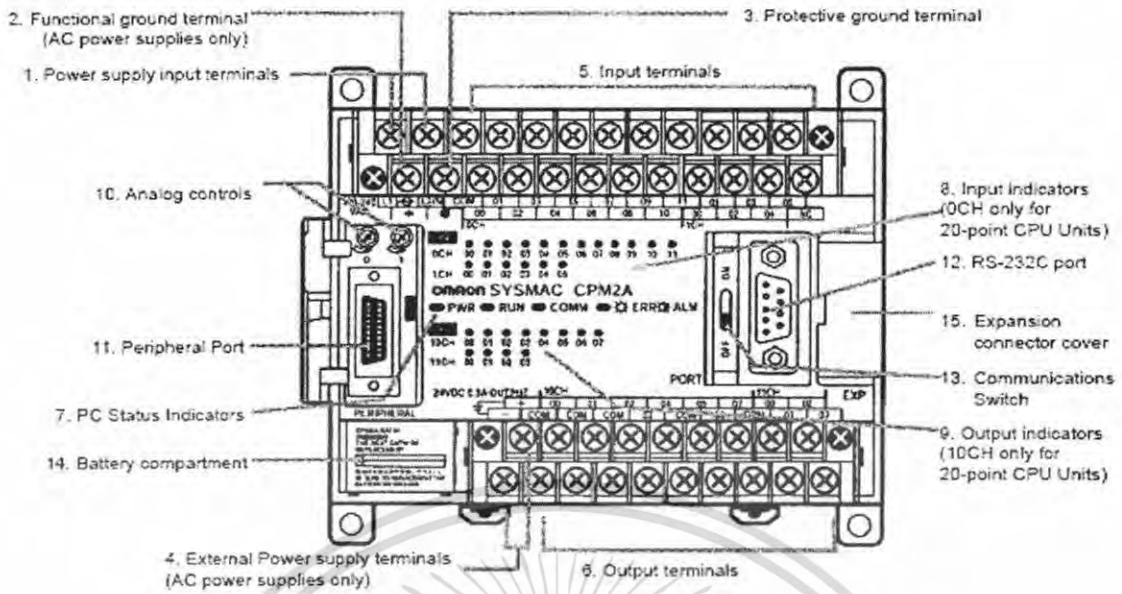
2.2 PLC Programmable Controllers

PLC รุ่น CPM2A ของ OMRON เป็นอุปกรณ์ชนิด โซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟ หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิมการกินกระแสไฟน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉาดกระบัง



ภาพที่ 2.9 PLC รุ่น CPM2A ของ OMRON

2.2.1 ส่วนประกอบของ PLC รุ่น CPM2A

2.1.1.1 ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit: CPU)

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor – based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์ ไทเมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์ แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

CPU จะยอมรับอินพุตดาต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device)ต่างๆจากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ(Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย ยังมีส่วนที่สำคัญที่อยู่ในชุดของ CPU อีกชุดหนึ่ง คือ Process – Memory Module ซึ่งเป็นส่วนสำคัญชิ้นใหญ่ในตัวเรือน (Housing) ของ CPU มันเป็นสมองที่ควบคุมโปรแกรม ภายในประกอบด้วย Microprocessor Memory Chips ที่ทำหน้าที่เก็บและเรียกข้อมูลจากหน่วยความจำ แล้วติดต่อกับวงจรที่ต้องการ

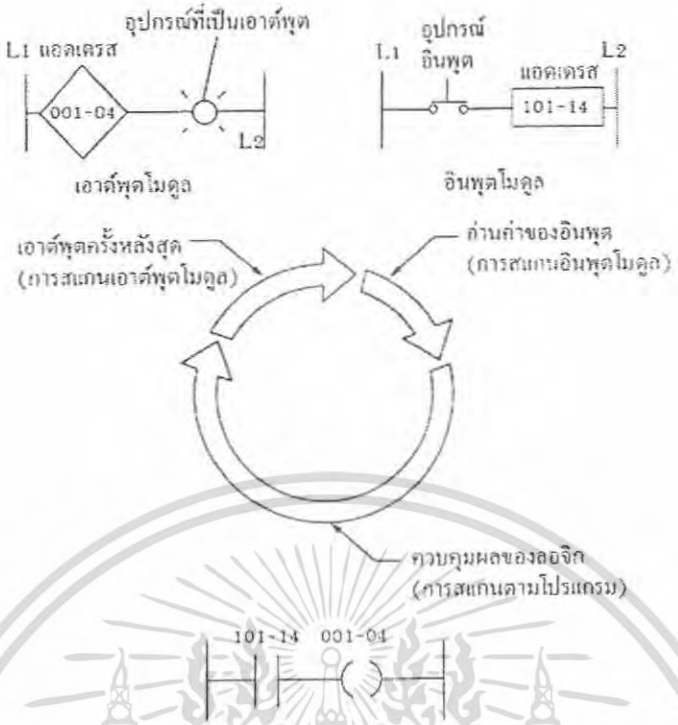
83070
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุตเพื่อส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุต หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับค่าของสภาวะอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต

ภาพที่ 2.10 รอบการทำงานของ PLC

จากรูปการสแกนของ PLC ที่ประกอบด้วย I/O Scan และ Program Scan ซึ่งเป็นการสแกนเดี่ยว (Single PLC Scan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 การปฏิบัติการของโปรแกรม

จากรูปแสดงถึงการปฏิบัติการของโปรแกรม และมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างเวลาที่กำลังสแกนซึ่ง PLC ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่านั้นได้ แต่จะรับไว้ในหน่วยความจำ หลังจากนั้นเมื่อทำการสแกนตามโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จึงนำผลการเปลี่ยนแปลงครั้งหลังสุดส่งออกไปที่หน่วยของเอาต์พุต

เมื่ออุปกรณ์ที่เป็นอินพุตต่อกับแอดเดรส (Address) 101-14 อยู่ในตำแหน่งปิด จะทำให้อินพุตโมดูลส่งสัญญาณเป็นค่า "1" (ON) ไปยังตารางบิตสมมติ 101-14 เมื่อโปรแกรมถูกสแกนก็ทำให้โปรเซสเซอร์บิต 101-14 อยู่ในสภาวะ "1" (ON) ด้วย จึงสรุปว่าเมื่ออินพุต 101-14 เป็น "1" รัง (Rung) นี้จะมีสภาวะเป็นความจริง (True) จึงทำให้โปรเซสเซอร์ตั้งค่าตารางบิตสมมติของเอาต์พุต 001-04 เป็น "1" และโปรเซสเซอร์มีสภาวะเป็น "ON" ทำให้หลอดไปสว่างขึ้น และกระบวนการนี้จะกระทำต่อไปตราบใดที่โปรเซสเซอร์ยังมีสภาวะ "ON" อยู่ หรืออยู่ใน "RUN" โหมด

ถ้าอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตถูกทำให้เปิดออก (Open) จะทำให้ค่า "0" เข้าไปแทนที่ในตารางบิตสมมติทันที เป็นผลให้รัง (Rung) อ่านค่าเป็น "False" ทำให้โปรเซสเซอร์ตั้งค่าเอาต์พุตในตารางบิตสมมติ 001-04 เป็นค่า "0" เป็นผลให้หลอดไฟดับลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output: I/O)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

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

ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์เป็นต้น

2.2.2 คุณสมบัติทั่วไปของ CPM2A

ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติทั่วไปของ CPM2A

รายการ		ชุด CPU รุ่น I/O 40 จุด
แหล่งจ่ายแรงดัน	**ไฟ AC**	100 ถึง 240 VAC, 50/60 Hz
	ไฟ DC	24 VDC
ย่านแรงดันทำงาน	**ไฟ AC**	85 ถึง 264 VAC
	ไฟ DC	20.4 ถึง 26.4 VDC
การใช้กำลังไฟฟ้า	**ไฟ AC**	สูงสุด 60 VA
	ไฟ DC	สูงสุด 20 W
กระแสกระชาก	**ไฟ AC**	สูงสุด 60 A
	ไฟ DC	สูงสุด 20 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติทั่วไปของ CPM2A **(ต่อ)**

รายการ		**ชุด CPU รุ่น I/O 40 จุด**
แหล่งจ่ายแรงดันให้กับภายนอก (สำหรับรุ่นที่เป็น PLC แหล่งจ่ายไฟ AC เท่านั้น)	**แรงดันแหล่งจ่าย**	24 VDC (เฉพาะรุ่นที่ใช้แหล่งจ่ายไฟ AC เท่านั้น)
	ขนาดกระแสเอาท์พุท	300 mA (ดูหมายเหตุ 1, 2)
ความต้านทานของฉนวน		ต่ำสุด 20 MΩ (ที่ 500 VDC) ระหว่างขั้วต่อ AC ภายนอกและขั้วต่อลงกราวนด์
ความคงทนของฉนวน		2,300 VAC 50/60 Hz เป็นเวลา 1 นาทีระหว่างขั้วต่อ AC ภายนอกและขั้วต่อลงกราวนด์, กระแสรั่วไหล : สูงสุด 10 mA
การป้องกันสัญญาณรบกวน		ตามมาตรฐาน IEC61000-4-4, 2 kV (ของระบบไฟ)
ความต้านทานการสั่นสะเทือน		10 ถึง 57 Hz ที่แอมพลิจูดเป็นสองเท่าของ 0.075 มม. 57 ถึง 150 Hz ที่ความเร่ง 9.8 m/s2 เป็นเวลา 80 นาที ตามแนวแกน X, Y และ Z (สัมประสิทธิ์ของเวลา; 8 นาที × 10 (สัมประสิทธ์แฟกเตอร์) = เวลารวมทั้งหมด 80 นาที)
ความต้านทานการกระแทก		147 m/s2 เป็นจำนวน 3 ครั้งตามแนวแกน X, Y และ Z
สภาพอุณหภูมิแวดล้อม		ขณะทำงาน : 0° ถึง 55°C ขณะเก็บรักษา : -20° ถึง 75°C
ความชื้นสัมพัทธ์		10% ถึง 90% (สภาวะไม่ควบแน่น)
สภาวะการใช้งาน		หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีก๊าซกัดกร่อน
ขนาดของขั้วต่อสกรู		M3
เวลาอินเทอร์รัพท์ของการทำงานทางไฟฟ้า		แหล่งจ่ายไฟ AC : ต่ำสุด 10 ms แหล่งจ่ายไฟ DC : ต่ำสุด 2 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติทั่วไปของ CPM2A **(ต่อ)**

รายการ		ชุด CPU รุ่น I/O 40 จุด
น้ำหนักของ CPU	**ไฟ AC**	สูงสุด 700 กรัม
	ไฟ DC	สูงสุด 600 กรัม
น้ำหนักของชุดขยาย		ยูนิตรุ่นที่มี 20 I/O : สูงสุด 300 กรัม ยูนิตรุ่นที่มี 8 เอาท์พุท : สูงสุด 250 กรัม ยูนิตรุ่นที่มี 8 อินพุท : สูงสุด 200 กรัม ชุดอนาล็อก I/O MAD01 : สูงสุด 150 กรัม ชุดอนาล็อก I/O MAD11 : สูงสุด 250 กรัม Temperature Sensor Unit : สูงสุด 250 กรัม CompoBus/S I/O Link Unit : สูงสุด 200 กรัม DeviceNet I/O Link Unit : สูงสุด 200 กรัม

หมายเหตุ 1. ใช้แหล่งจ่ายแรงดันภายนอกเป็นแหล่งจ่ายไฟสำหรับอุปกรณ์อินพุทเท่านั้น (ไม่สามารถใช้กับอุปกรณ์เอาท์พุทได้)

2. ถ้ากระแสของแหล่งจ่ายแรงดันภายนอกมีค่าเกินกว่ากระแสพิกัดหรือเกิดการลัดวงจร แรงดันแหล่งจ่ายไฟภายนอกจะลดลงและ CPU จะหยุดการทำงาน

คุณสมบัติพิเศษของ CPM2A

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติพิเศษของ CPM2A

รายการ	รายละเอียดทางเทคนิค
วิธีการควบคุม	ควบคุมจากโปรแกรมที่เก็บไว้
วิธีการควบคุม I/O	Cyclic scan จากเอาท์พุทโดยตรง (สามารถรีเฟรทได้ทันทีด้วย IORF (97))
ภาษาของโปรแกรม	วงจรแบบแลดเดอร์
ความยาวของชุดคำสั่ง	1 ขั้นตอนต่อคำสั่ง, 1 ถึง 5 words ต่อคำสั่ง
ชุดคำสั่ง	ชุดคำสั่งพื้นฐาน : 14 คำสั่ง ชุดคำสั่งพิเศษ : 105 คำสั่ง, 185 คำสั่งที่แตกต่างออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติพิเศษของ CPM2A **(ต่อ)**

รายการ		รายละเอียดทางเทคนิค
เวลาในการทำงานของคำสั่ง		ชุดคำสั่งพื้นฐาน : 0.64 μs (คำสั่ง LD) ชุดคำสั่งพิเศษ : 7.8 μs (คำสั่ง MOV)
ความจุโปรแกรม		4,096 words
จำนวน I/O	**เฉพาะชุด CPU เท่านั้น**	30 จุด
	เมื่อใช้ชุดขยาย I/O	สูงสุด 90 จุด
บิตอินพุท		IR00000 ถึง IR00915 (Words ที่ไม่ได้ใช้งานสำหรับบิตอินพุทสามารถใช้เป็นบิตทำงานได้
บิตเอาท์พุท		IR01000 ถึง IR01915 (Words ที่ไม่ได้ใช้งานสำหรับบิตเอาท์พุทสามารถใช้เป็นบิตทำงานได้)
บิตทำงาน		928 บิต : IR 02000 ถึง IR 04915 (Words IR 020 ถึง 049) และ IR 20000 ถึง IR 22715 (Words IR 200 ถึง IR 227)
บิตพิเศษ (พื้นที่ SR)		448 บิต : SR 22800 ถึง SR 25515 (Words IR 228 ถึง IR 255)
บิต Temporary (พื้นที่ TR)		8 บิต (TR0 ถึง TR7)
บิต Holding (พื้นที่ HR)		320 บิต : HR 0000 ถึง HR 1915 (Words HR 00 ถึง HR 19)
บิต Auxiliary (พื้นที่ AR)		384 บิต : AR 0000 ถึง AR 2315 (Words AR 00 ถึง AR 23)
บิต Link (พื้นที่ LR)		256 บิต : LR 0000 ถึง LR 1515 (Words LR 00 ถึง LR 15)
ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์		256 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ (TIM/CNT 000 ถึง TIM/CNT 255) เวลา 1 ms : TMHH( ) เวลา 10 m : TIMH(15) เวลา 100 ms : TIM เวลา 1 s/10 s : TIML( ) เคาน์เตอร์นับลง : CNT เคาน์เตอร์นับย้อนกลับ : CNTR(12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติพิเศษของ CPM2A **(ต่อ)**

รายการ		รายละเอียดทางเทคนิค
ข้อมูลหน่วยความจำ (DM)		อ่าน/เขียน : 2,048 words (DM 0000 ถึง 2047)* อ่านอย่างเดียว : 456 words (DM 6144 ถึง 6599) PC Setup : 56 words (DM 6600 ถึง 6655) * Error Log อยู่ในตำแหน่งใน DM 2000 ถึง 2021
อินเทอร์รัพท์พื้นฐาน	**กระบวนการอินเทอร์รัพท์**	อินเทอร์รัพท์ภายนอก : 4 (ใช้ร่วมกันระหว่างอินพุทอินเทอร์รัพท์ภายนอก (โหมดเคาน์เตอร์) และอินพุทที่มีผลตอบสนองรวดเร็ว)
	อินเทอร์รัพท์แบบไทม์เมอร์	1 (โหมดการอินเทอร์รัพท์แบบ Scheduled หรือโหมดการอินเทอร์รัพท์แบบเดี่ยว)
เคาน์เตอร์ความเร็วสูง	**เคาน์เตอร์ความเร็วสูง**	เคาน์เตอร์ความเร็วสูง 1 ตัว : 20 kHz แบบเฟสเดียวหรือ 5 kHz แบบ 2 เฟส (ทำการนับแบบลีเนียร์) อินเทอร์รัพท์เคาน์เตอร์ : 1 (ตั้งค่าเปรียบเทียบหรือตั้งย่านเปรียบเทียบ)
	อินพุทอินเทอร์รัพท์ (โหมดเคาน์เตอร์)	4 อินพุท (ใช้ร่วมกันระหว่างอินพุทอินเทอร์รัพท์ภายนอก (โหมดเคาน์เตอร์) และอินพุทที่มีผลตอบสนองรวดเร็ว) เคาน์เตอร์อินเทอร์รัพท์ : 4 (ใช้ร่วมกันระหว่างอินพุทอินเตอร์รัพท์ภายนอกและอินพุทที่มีผลตอบสนองรวดเร็ว
เอาท์พุทพัลส์		จุดแบบไม่มีการเร่ง/การหน่วงทุกๆ 10 ถึง 10 kHz และไม่มีการควบคุมทิศทาง 1 จุดแบบ Waveform มีการเร่ง/การหน่วง 10 ถึง 10 kHz และมีการควบคุมทิศทาง 2 จุดแบบสามารถเปลี่ยนอัตราของพัลส์ได้โดยใช้คำสั่ง PMW( ) (พัลส์เอาท์พุทสามารถใช้กับเอาท์พุทแบบทรานซิสเตอร์เท่านั้นไม่สามารถใช้ได้กับเอาท์พุทรีเลย์ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติพิเศษของ CPM2A **(ต่อ)**

รายการ	รายละเอียดทางเทคนิค
การควบคุมซินโครไนซ์พัลส์	1 จุด : พัลส์เอาท์พุทสามารถสร้างได้โดยการรวมกันของเคาน์เตอร์ความเร็วสูงกับพัลส์เอาท์พุทและคูณด้วยความถี่พัลส์อินพุทจากเคาน์เตอร์ความเร็วสูงโดยกำหนดแฟกเตอร์คงที่ (เอาท์พุทนี้ใช้ได้กับเอาท์พุททรานซิสเตอร์เท่านั้น ไม่สามารถใช้กับเอาท์พุทรีเลย์)
อินพุทตอบสนองเร็ว	4 จุด (ความกว้างพัลส์อินพุท: ต่ำสุด 50 μs)
ตัวค้างอนาล็อก	2 จุด (0 ถึง 200)
ค่าคงที่ของเวลาอินพุท	สามารถใช้กับอินพุทได้ทุกอินพุท (1 ms, 2 ms, 3 ms, 5 ms, 10 ms, 20 ms, 40 ms, หรือ 80 ms; ค่าเริ่มต้น : 10 ms)
ฟังก์ชันนาฬิกา	แสดง ปี, เดือน, วันในสัปดาห์, วัน, ช.ม., นาที และวินาที (หน่วยความจำสำรอง)
ฟังก์ชันการติดต่อสื่อสาร	พอร์ต Peripheral ในตัว : รองรับการติดต่อแบบ Host link, Peripheral bus, No-protocal, หรือการต่อกับ Programming Console พอร์ต RS-232 ในตัว: รองรับการติดต่อแบบ Host link, No-protocal, 1:1 Slave Unit link, 1:1 Master Unit link, หรือ 1:1 NT Link
ฟังชันโดยชุดขยาย	Analog I/O Unit : มี 2 อินพุทอนาล็อกและ 1 เอาท์พุทอนาล็อก CompoBus/S I/O Link Unit : มี 8 อินพุทและ 8 เอาท์พุทที่เป็น CompoBus/S Slave Temperature Sensor Units: มีเทอร์โมคัปเปิ้ล 2 หรือ 4 อินพุท หรือ 2 หรือ 4 Thermometer อินพุท
การป้องกันหน่วยความจำ	พื้นที่ HR, พื้นที่ AR, รายละเอียดโปรแกรม, รายละเอียดพื้นที่อ่าน/เขียน DM และค่าเคาน์เตอร์จะถูกเก็บไว้ในระหว่างไม่มีแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติพิเศษของ CPM2A **(ต่อ)**

รายการ	รายละเอียดทางเทคนิค
หน่วยความจำสำรอง	Flash Memory : โปรแกรม, พื้นที่อ่านอย่างเดียว DM และ PC Setup หน่วยความจำสำรอง พื้นที่ อ่าน/เขียน DM, พื้นที่ HR, พื้นที่ AR และค่าเคาน์เตอร์จะถูกเก็บไว้ด้วยหน่วยความจำสำรอง (แบตเตอรี่มีอายุใช้งานประมาณ 5 ปี)
ฟังก์ชันวินิจฉัยตัวเอง	ความผิดพลาดของ CPU (Watchdog timer), ความผิดพลาดของบัส I/O, หน่วยความจำไม่ทำงาน และความผิดพลาดของแบตเตอรี่
การตรวจสอบโปรแกรม	ไม่มีคำสั่ง END และข้อผิดพลาดในการป้อนโปรแกรมถูกตรวจสอบขณะเริ่มทำงาน

2.3 Photoelectric Sensor

ภาพที่ 2.12 Photoelectric Sensor รุ่น E3V3-D61

Photoelectric Sensor รุ่น E3V3-D61 เป็นโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์แบบมีแอมพลิฟายเออร์ในตัว ที่สามารถใช้งานได้หลากหลายและมีระยะตรวจจับได้ไกลกว่ารุ่นอื่นๆ เป็นเซนเซอร์ที่ใช้งานและติดตั้งได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ทั้งในแบบ Dark ON และ Light ON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คุณสมบัติของ E3V3-D61 Photoelectric Sensor

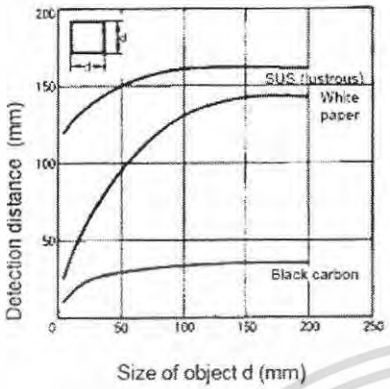
ตารางที่ 2.9 คุณสมบัติของ E3V3-D61 Photoelectric Sensor

วิธีการตรวจสอบ	แบบจรวจจับวัตถุโดยตรง
แรงดันแหล่งจ่าย	12 ถึง 24 VDC ±10%, รวมริปเปิล (p-p) สูงสุด 10%.
การใช้กระแสไฟฟ้า	สูงสุด 40 mA
ระยะทางการตรวจจับ	0.5 ถึง 8 cm
วัตถุตรวจจับมาตรฐาน	กระดาษขาว 10 x 10 cm
Hysteresis	สูงสุด 20% ของการกำหนดระยะทางการตรวจจับ
เวลาตอบสนอง	การทำงานหรือหยุดการทำงาน : สูงสุด 1 ms
เอาท์พุตควบคุม	แรงดันโหลด : สูงสุด 30 V กระแสโหลด : สูงสุด 100 mA(แรงดันตกค้างสูงสุด 1 V)
สภาพแสงแวดล้อม	หลอดไส้ : สูงสุด 3,000 ลักซ์. แสงอาทิตย์ : สูงสุด 10,000 ลักซ์
สภาพอุณหภูมิภายนอก	ขณะทำงาน : -25°C ถึง 55 °C (สภาวะไม่มีน้ำแข็งหรือควบแน่น) ขณะเก็บรักษา : -40°C ถึง 70°C
สภาพความชื้นแวดล้อม	ขณะทำงาน : 35% ถึง 85% (สภาวะไม่ควบแน่น) ขณะเก็บรักษา : 35% ถึง 95%
ความต้านทานฉนวน	ต่ำสุด 20 MΩ ที่ 500 VDC
ความคงทนของฉนวน	1,000 VAC, 50/60 Hz เป็นเวลา 1 นาที
ความต้านทานการสั่นสะเทือน	10 ถึง 55 Hz ที่แอมพลิจูดเป็นสองเท่าของ 1.5-mm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตามแนวแกน X, Y, และ Z
ความต้านทานการกระแทก	เกิดความเสียหาย : 500 m/s^2 3 ครั้ง ตามแนวแกนX, Y, และ Z
ระดับป้องกัน	IP67 (IEC60529)

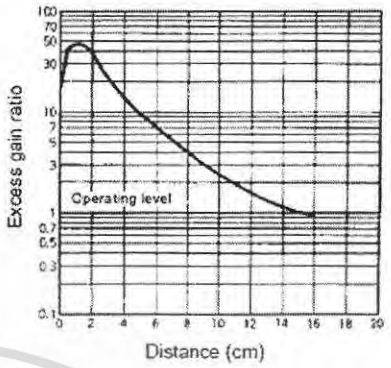
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ประสิทธิภาพ

ระยะในการตรวจจับเมื่อเทียบกับขนาดวัตถุ



ความแรงของสัญญาณเมื่อเทียบกับระยะติดตั้ง

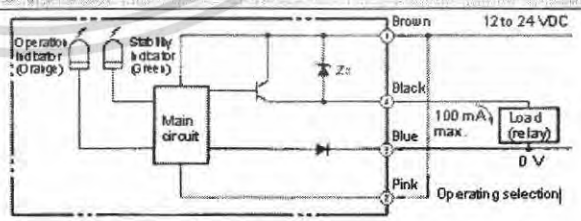
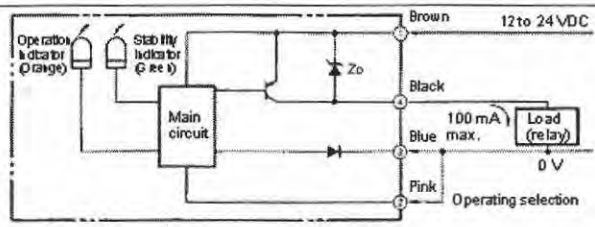


ภาพที่ 2.13 ประสิทธิภาพของ Photoelectric Sensor

2.3.3 วงจรไฟฟ้า

เนื่องจากสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ วงจรที่ได้จึงขึ้นกับโหมดที่ใช้ และทางบริษัทสามารถเปิดเผยข้อมูลได้บางส่วน โดยวงจรหลักถือเป็นความลับของบริษัท ออมรอน อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด จึงไม่สามารถแสดงข้อมูลส่วนนี้ได้

ตารางที่ 2.10 วงจรไฟฟ้าของ Photoelectric Sensor

โหมดที่ใช้งาน	สถานะเอาท์พุตทรานซิสเตอร์	วิธีการเชื่อมต่อ	วงจรภาคเอาท์พุต
NPN (E3V3)	Light-ON	เชื่อมสายสีชมพูกับสีน้ำตาลเข้าด้วยกัน	
	Dark-ON	เชื่อมสายสีชมพูกับสีน้ำเงินเข้าด้วยกัน หรือไม่เชื่อมทั้งสองสายเข้าด้วยกัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Compact Inverters-3G3JV

เป็นอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วมอเตอร์ เหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานควบคุมทั่วไป ใช้กับมอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.1-3.7 kW

2.4.1 คุณสมบัติ

1) มีปุ่มปรับความถี่ด้านหน้า ทำให้ง่ายในการควบคุมความเร็ว
2) มีขนาดเล็กกะทัดรัดง่ายในการติดตั้งและซ่อมบำรุง
3) ใช้ได้ทั้งไฟ 1 เฟสและ 3 เฟส
4) ใช้ได้กับระบบไฟฟ้าทุกประเภท (50/60 Hz)
5) มีฟังก์ชัน Soft-start ช่วยลดปัญหาการกระชากในช่วงสตาร์ทได้
6) รับสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทได้หลากหลายที่ 0 – 10 V, 4 – 20 mA หรือ 0 – 20 mA
7) ได้รับมาตรฐาน CE และ UL/cUL

ภาพที่ 2.14 Omron Compact Inverters รุ่น 3G3JV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV

รุ่น 3เฟส 200VAC	**รุ่น 3G3JV-**		**A2001**	**A2002**	**A2004**	**A2007**	**A2015**	**A2022**	**A2037**
	แหล่งจ่ายแรงดัน	**พิกัดแรงดันและความถี่**	3 เฟส 200 ถึง 230 VAC ที่ 50/60 Hz						
		การแกว่งของแรงดันที่ยอมรับได้	-15% ถึง 10%						
		การแกว่งของความถี่ที่ยอมรับได้	±5%						
		ความสามารถของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุท (kVA) (ดูหมายเหตุ 1)	0.4	0.9	1.6	2.7	4.3	5.9	9.3
	การแผ่รังสีความร้อน (W) (ดูหมายเหตุ 2)		13.0	18.0	28.1	45.1	72.8	94.8	149.1
	น้ำหนัก (กก.)		0.5	0.5	0.8	0.9	1.3	1.5	2.1
	วิธีการระบายความร้อน		ระบายความร้อนโดยธรรมชาติ			ระบายความร้อนโดยใช้พัดลม			
รุ่น 1เฟส 200VAC	**รุ่น 3G3JV--**		**AB001**	**AB002**	**AB004**	**AB007**	**AB015**	-	-
	แหล่งจ่ายแรงดัน	**พิกัดแรงดันและความถี่**	1 เฟส 200 ถึง 240 VAC ที่ 50/60 Hz						
		การแกว่งของแรงดันที่ยอมรับได้	-15% ถึง 10%						
		การแกว่งของความถี่ที่ยอมรับได้	±5%						
		ความสามารถของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุท (kVA) (ดูหมายเหตุ 1)	0.5	0.9	1.6	2.7	4.3	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

รุ่น 1เฟส 200VAC	รุ่น 3G3JV-	A2001	A2002	A2004	A2007	A2015	A2022	A2037
	การแผ่รังสีความร้อน (W) (ดูหมายเหตุ 2)	14.1	20.0	31.9	51.4	82.8	-	-
	น้ำหนัก (กก.)	0.5	0.5	0.9	1.5	1.5	-	-
	วิธีการระบายความร้อน	ระบายความร้อนโดยธรรมชาติ			ระบายความร้อนโดยใช้พัดลม			

หมายเหตุ: 1. ความสามารถของแหล่งจ่ายไฟด้านอินพุทของอินเวอร์เตอร์ขณะทำงานที่พิกัดเอาท์พุท โดยค่าจะเปลี่ยนตามอิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุท (เพราะค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุทจะเปลี่ยนคือ ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์จะดีขึ้นถ้ามี AC รีแอคเตอร์) อัตราส่วนของพิกัดกระแสของมอเตอร์ที่ถูกใช้ต่อพิกัดกระแสเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

2. "การแผ่รังสีความร้อน" เกิดจากการใช้กำลังงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อมีการทำงานที่พิกัดเอาท์พุท

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

ขนาดมอเตอร์สูงสุดที่ใช้งานได้ (kW)		0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7
รายละเอียดทางเทคนิคของเอาท์พุท	พิกัดความสามารถของเอาท์พุท (kW)	0.3	0.6	1.1	1.9	3.0	4.2	6.7
	พิกัดกระแสเอาท์พุท (A)	0.8	1.6	3.0	5.0	8.0	11.0	17.5
	พิกัดแรงดันเอาท์พุท (V)	3 เฟส 200 ถึง 230 VAC (สอดคล้องกับแรงดันอินพุท)						
คุณสมบัติในการควบคุม	ความถี่เอาท์พุทสูงสุด	การตั้งค่าพารามิเตอร์ 400 Hz						
	การป้องกันกระแสฮาร์โมนิค	สามารถต่อ DC รีแอคเตอร์ (อุปกรณ์เสริม) ได้						
	วิธีการควบคุม	รูปคลื่นไซน์ PWM (ควบคุมแบบ V/f)						
	ความถี่	2.5 ถึง 10.0 kHz (ในการควบคุมแบบเวกเตอร์)						
	ย่านการควบคุมความถี่	0.1 ถึง 400 Hz						
	ความเที่ยงตรงของความถี่ (คุณสมบัติทางอุณหภูมิ)	ควบคุมแบบดิจิตอล: ±0.01% (-10°C ถึง 50°C) ควบคุมแบบอนาล็อก: ±0.5% (25°C ± 10°C)						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

	ความละเอียดในการตั้งค่าความถี่	ควบคุมแบบดิจิตอล: 0.1 Hz (น้อยกว่า 100 Hz) และ 1 Hz (100 Hz หรือมากกว่า) ควบคุมแบบอนาล็อก: 0.06 Hz/60 Hz (หรือเท่ากับ 1/1000)
	ความละเอียดของความถี่เอาท์พุท	0.01 Hz (ความละเอียดที่คำนวณได้)
	ความสามารถในการรับโหลดเกิน	150% ของพิกัดกระแสเอาท์พุทเป็นเวลา 1 นาที
	การตั้งสัญญาณความถี่ภายนอก	สามารถเลือกการตั้งค่าแบบ FREQ: 0 ถึง 10 VDC (20 kΩ), 4 ถึง 20 mA (250 Ω) และ 0 ถึง 20 mA (250 Ω)
	เวลาในการเร่ง/การหน่วง	0.0 ถึง 999 s (การตั้งค่าเวลาในการเร่งและการหน่วงแบบอิสระ)
	แรงบิดในการเบรก	ประมาณ 20%
	คุณสมบัติของแรงดัน/ความถี่	ตั้งการควบคุมเป็นแบบ V/f
ฟังก์ชันการป้องกัน	**การป้องกันมอเตอร์**	ป้องกันโดยใช้ Electronic Termal
	การป้องกันกระแสเกินอย่างฉับพลัน	หยุดที่ประมาณ 250% ของพิกัดกระแสเอาท์พุท
	การป้องกันกระแสเกิน	หยุดภายใน 1 นาที ที่ประมาณ 150% ของพิกัดกระแสเอาท์พุท
	การป้องกันแรงดันเกิน	หยุดเมื่อแรงดันไฟตรงของวงจรหลักมีค่าประมาณ 410 V
	การป้องกันแรงดันต่ำ	หยุดเมื่อแรงดันไฟตรงของวงจรหลักมีค่าประมาณ 200 V (160 V สำหรับรุ่น 1 เฟส 200 VAC)
	การชดเชยการหยุดทำงานชั่วขณะ (การเลือก)	หยุด 15 ms หรือมากกว่า โดยการตั้งอินเวอร์เตอร์ไปที่โหมดการหยุดทำงานชั่วขณะ การทำงานจะสามารถทำได้อย่างต่อเนื่องถ้ากลับมาจ่ายไฟในเวลาประมาณ 0.5 s
	ครีบระบายความร้อนเมื่อความร้อนเกิน	ป้องกันที่ 110°C ± 10°C
	การป้องกันการลงกราวนด์	ป้องกันที่ระดับของพิกัดกระแสเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

	ไฟแสดงผล RUN	สว่างเมื่อแรงดันไฟตรงของวงจรหลักมีค่าประมาณ 50 V หรือน้อยกว่า
สภาวะแวดล้อม	**สภาวะการใช้งาน**	ในร่ม (ที่ที่ไม่มีการกัดกร่อนจากก๊าซ, ละอองน้ำมันหรือผงโลหะ)
	สภาพอุณหภูมิแวดล้อม	ขณะทำงาน: -10°C ถึง 50°C
	สภาพความชื้นแวดล้อม	ขณะทำงาน: สูงสุด 95% (สภาวะไม่ควบแน่น)
	สภาพอุณหภูมิแวดล้อม	-20°C ถึง 60°C
	ความต้านทานฉนวน	ต่ำสุด 5 MΩ (ไม่ได้รวมถึงความต้านทานฉนวนอื่น ๆ หรือทนต่อแรงดันทดสอบ)
	ความต้านทานการสั่นสะเทือน	สูงสุด 9.8 m/s2 ระหว่าง 10 ถึง 20 Hz สูงสุด 2.0 m/s2 ระหว่าง 20 ถึง 50 Hz
ระดับการป้องกัน		รุ่นที่ติดตั้งกับแผงติดตั้ง: สอดคล้องกับมาตรฐาน IP20

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

รุ่น 3 เฟส 400 VAC	**รุ่น 3G3JV-**		**A4002**	**A4004**	**A4007**	**A4015**	**A4022**	**A4037**
	แหล่งจ่ายแรงดัน	**พิกัดแรงดันและความถี่**	3 เฟส 380 ถึง 460 VAC ที่ 50/60 Hz					
		การแกว่งของแรงดันที่ยอมรับได้	-15% ถึง 10%					
		การแกว่งของความถี่ที่ยอมรับได้	±5%					
		ความสามารถของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุท (kVA) (ดูหมายเหตุ 1)	1.3	1.9	3.6	5.1	5.9	9.1
	การแผ่รังสีความร้อน (W) (ดูหมายเหตุ 2)		23.1	30.1	54.9	75.7	83.0	117.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

	น้ำหนัก (กก.)	1.0	1.1	1.5	1.5	1.5	2.1
	วิธีการระบายความร้อน	ระบายความร้อนโดยธรรมชาติ			ระบายความร้อนโดยใช้พัดลม		

หมายเหตุ: 1. ความสามารถของแหล่งจ่ายแรงดันเป็นความสามารถของอินเวอร์เตอร์ขณะทำงานที่พิกัดเอาท์พุท โดยค่าจะเปลี่ยนตามอิมพีแดนซ์ทางด้านของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุท (เพราะค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ของแหล่งจ่ายแรงดันอินพุทจะเปลี่ยนคือ ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์จะดีขึ้นถ้ามี AC รีแอคเตอร์) อัตราส่วนของพิกัดกระแสของมอเตอร์ที่ถูกใช้ต่อพิกัดกระแสเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

2. "การแผ่รังสีความร้อน" เป็นกำลังการใช้พลังงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อมีการทำงานที่พิกัดเอาท์พุท

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

ขนาดมอเตอร์สูงสุดที่ใช้งานได้ (kW)		0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7
รายละเอียดทางเทคนิคของเอาท์พุท	**พิกัดความสามารถของเอาท์พุท (kW)**	0.9	1.4	2.6	3.7	4.2	6.6
	พิกัดกระแสเอาท์พุท (A)	1.2	1.8	3.4	4.8	5.5	8.6
	พิกัดแรงดันเอาท์พุท (V)	3 เฟส 380 ถึง 460 VAC (สอดคล้องกับแรงดันอินพุท)					
	ความถี่เอาท์พุทสูงสุด	การตั้งค่าพารามิเตอร์ 400 Hz					
คุณสมบัติในการควบคุม	**การป้องกันกระแสฮาร์โมนิค**	สามารถต่อ DC รีแอคเตอร์ (อุปกรณ์เสริม) ได้					
	วิธีการควบคุม	รูปคลื่นไซน์ PWM (ควบคุมแบบ V/f)					
	ความถี่	2.5 ถึง 10.0 kHz (ในการควบคุมแบบเวกเตอร์)					
	ย่านการควบคุมความถี่	0.1 ถึง 400 Hz					
	ความเที่ยงตรงของความถี่ (คุณสมบัติทางอุณหภูมิ)	ควบคุมแบบดิจิตอล: ± 0.01% (-10°C ถึง 50°C) ควบคุมแบบอนาล็อก: ± 0.5% (25°C ± 10°C)					
	ความละเอียดในการตั้งค่าความถี่	ควบคุมแบบดิจิตอล: 0.1 Hz (น้อยกว่า 100 Hz) และ 1 Hz (100 Hz หรือมากกว่า) ควบคุมแบบอนาล็อก: 0.06 Hz/60 Hz (หรือเท่ากับ 1/1000)						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

	ความละเอียดของความถี่เอาท์พุท	0.01 Hz (ความละเอียดที่คำนวณได้)
	ความสามารถในการรับโหลดเกิน	150% ของพิกัดกระแสเอาท์พุทเป็นเวลา 1 นาที
	การตั้งสัญญาณความถี่ภายนอก	สามารถเลือกการตั้งค่าแบบ FREQ: 0 ถึง 10 VDC (20 kΩ), 4 ถึง 20 mA (250 Ω) และ 0 ถึง 20 mA (250 Ω)
	เวลาในการเร่ง/การหน่วง	0.0 ถึง 999 s (การตั้งค่าเวลาในการเร่งและการหน่วงแบบอิสระ)
	แรงบิดในการเบรก	ประมาณ 20%
	คุณสมบัติของแรงดัน/ความถี่	ตั้งการควบคุมเป็นแบบ V/f
ฟังก์ชันการป้องกัน	**การป้องกันมอเตอร์**	ป้องกันโดยใช้ความร้อนทางอิเล็กทรอนิกส์
	การป้องกันกระแสเกินอย่างฉับพลัน	หยุดที่ประมาณ 250% ของพิกัดกระแสเอาท์พุท
	การป้องกันกระแสเกิน	หยุดภายใน 1 นาที ที่ประมาณ 150% ของพิกัดกระแสเอาท์พุท
	การป้องกันแรงดันเกิน	หยุดเมื่อแรงดันไฟตรงของวงจรหลักมีค่าประมาณ 820 V
	การป้องกันแรงดันต่ำ	หยุดเมื่อแรงดันไฟตรงของวงจรหลักมีค่าประมาณ 400 V
	การชดเชยการหยุดทำงานชั่วขณะ (การเลือก)	หยุด 15 ms หรือมากกว่า โดยการตั้งอินเวอร์เตอร์ไปที่โหมดการหยุดทำงาน ชั่วขณะ การทำงานจะสามารถทำได้อย่างต่อเนื่องถ้ากลับมาจ่ายไฟในเวลา ประมาณ 0.5 s
	ครีบระบายความร้อนเมื่อความร้อนเกิน	ป้องกันที่ 110°C ± 10°C
	การป้องกันการลงกราวนด์	ป้องกันที่ระดับของพิกัดกระแสเอาท์พุท
	ไฟแสดงผล RUN	สว่างเมื่อแรงดันไฟตรงของวงจรหลักมีค่าประมาณ 50 V หรือน้อยกว่า
สภาวะแวดล้อม	**สภาวะการใช้งาน**	ในร่ม (ที่ที่ไม่มีการกัดกร่อนจากก๊าซ, ละอองน้ำมัน หรือผงโลหะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดทางเทคนิคของCompact Inverters-3G3JV **(ต่อ)**

	สภาพอุณหภูมิแวดล้อม	ขณะทำงาน: -10°C ถึง 50°C
	สภาพความชื้นแวดล้อม	ขณะทำงาน: สูงสุด 95% (สภาวะไม่ควบแน่น)
	สภาพอุณหภูมิแวดล้อม	-20°C ถึง 60°C
	ความต้านทานฉนวน	ต่ำสุด 5 MΩ (ไม่ได้รวมถึงความต้านทานฉนวนอื่นๆ หรือทนต่อแรงดันทดสอบ)
	ความต้านทานการสั่นสะเทือน	สูงสุด 9.8 m/s2 ระหว่าง 10 ถึง 20 Hz สูงสุด 2.0 m/s2 ระหว่าง 20 และ 50 Hz
ระดับการป้องกัน		รุ่นที่ติดตั้งกับแผงติดตั้ง: สอดคล้องกับมาตรฐาน IP20

2.5 OMRON General-purpose Relay-MY

ภาพที่ 2.15 General-purpose Relay-MY ของ OMRON

เป็นเพาเวอร์รีเลย์ขนาดเล็กซึ่งได้มีการพัฒนาให้ใช้กับงานควบคุมและประยุกต์ใช้งานด้านไฟฟ้ากำลังได้ เป็นรีเลย์ที่มีหลายแบบ เช่น มีไฟแสดงสภาวะการทำงาน สามารถทนกระแสได้สูง มีไดโอดบรรจุไว้ภายใน และสามารถทนแรงดันได้สูงถึง 2,000 VAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 คุณสมบัติของ Relay

ตารางที่ 2.12 ข้อมูลรูปแบบของ Relay

ชนิด	ชนิดของคอนแทค	แบบขาเสียบซ็อกเก็ต/แบบขั้วต่อบัดกรี	
			มีไฟแสดงผล
แบบมาตรฐาน	DPDT	MY2	MY2N
	4PDT	MY4	MY4N

หมายเหตุ: 1. ในการสั่งซื้อให้ระบุพิกัดแรงดันขดลวดต่อท้ายชื่อรุ่นด้วย พิกัดแรงดันขดลวดแสดงในตาราง *"พิกัดขดลวด"*ตัวอย่างการสั่งซื้อ เช่น MY2, 6 VAC

2. บางรุ่นอาจใช้ไม่ได้กับพื้นที่บางแห่ง กรุณาติดต่อสำนักงานออมรอนที่อยู่ใกล้เพื่อขอรายละเอียดเพิ่มเติม

ตารางที่ 2.13 พิกัดคอนแทค

รายการ	2 ขั้ว		4 ขั้ว	
	โหลดความต้านทาน ($\cos\phi = 1$)	โหลดเหนี่ยวนำ ($\cos\phi = 0.4$, L/R = 7 ms)	โหลดความต้านทาน ($\cos\phi = 1$)	โหลดเหนี่ยวนำ ($\cos\phi = 0.4$, L/R = 7 ms)
พิกัดโหลด	5 A, 220 VAC 5 A, 24 VDC	2 A, 220 VAC 2 A, 24 VDC	3 A, 220 VAC 3 A, 24 VDC	0.8 A, 220 VAC 1.5 A, 24 VDC
การนำกระแส	5 A		3 A	
แรงดันสวิตช์สูงสุด	250 VAC 125 VDC		250 VAC 125 VDC	
กระแสสวิตช์สูงสุด	5 A	5 A	3 A	3 A
กำลังสวิตช์สูงสุด	1,100 VA 120 W	440 VA 48 W	660 VA 72 W	176 VA 36 W
โหลดต่ำสุดที่ใช้งานได้*	ชนิดมาตรฐาน: 100 mA, 5 VDC		ชนิดมาตรฐาน: 1 mA, 1 VDC	

***หมายเหตุ:** ระดับ P: ค่าอ้างอิง $\lambda 60 = 0.1 \times 10\text{-}6$ ต่อ 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

ความต้านทานคอนแทค	สูงสุด 50 mΩ
เวลาที่ใช้ต่อคอนแทค	สูงสุด 20 ms
เวลาที่ใช้ปล่อยคอนแทค	สูงสุด 20 ms
ความถี่ใช้งานสูงสุด	ทางกล : 18,000 ครั้ง/ชม. ทางไฟฟ้า : 1,800 ครั้ง/ชม. (ภายใต้พิกัดโหลด)
ความต้านทานฉนวน	ต่ำสุด 100 MΩ (ที่ 500 VDC)
แรงดันที่ทนต่อฉนวน	2,000 VAC, 50/60 Hz เป็นเวลา 1 นาที (1,000 VAC ระหว่างคอนแทคที่เป็นขั้วชนิดเดียวกัน)
ความต้านทานการสั่นสะเทือน	เกิดความเสียหาย: 10 ถึง 55 Hz ที่แอมพลิจูดเป็นสองเท่าของ 1 มม. ทำงานผิดปกติ: 10 ถึง 55 Hz ที่แอมพลิจูดเป็นสองเท่าของ 1 มม.
ความต้านทานการกระแทก	เกิดความเสียหาย : 1,000 m/s2 (ประมาณ 100G) ทำงานผิดปกติ : 200 m/s2 (ประมาณ 20G)
อายุการใช้งาน	ทางกล : AC: ต่ำสุด 50 × 106 ครั้ง ที่ 18,000 ครั้ง/ชม. DC: ต่ำสุด 100 × 106 ครั้ง ที่ 18,000 ครั้ง/ชม. ทางไฟฟ้า : 2 ขั้ว: ต่ำสุด 500 × 103 ครั้ง 4 ขั้ว: ต่ำสุด 200 × 103 ครั้ง
สภาพอุณหภูมิแวดล้อมขณะทำงาน	2 ขั้ว : -55°C ถึง 70°C (สภาวะไม่เป็นน้ำแข็ง) 4 ขั้ว : -55°C ถึง 60°C (สภาวะไม่เป็นน้ำแข็ง)
ภาพความชื้นแวดล้อมขณะทำงาน	35% ถึง 85%
น้ำหนัก	ประมาณ 85 กรัม

หมายเหตุ: ค่าต่างๆ ข้างต้นเป็นค่าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.15 อายุการใช้งานของรีเลย์รุ่น MY2 เมื่อต่อกับโหลด

พิกัดแรงดัน	ชนิดโหลด	เงื่อนไขการทดสอบ	ความถี่ใช้งาน	อายุการใช้งานทางไฟฟ้า
100 VAC	**มอเตอร์ AC**	50 W, 100 VAC 1 เฟส มีกระแสกระชาก 2.8 Aและการนำกระแส 0.4 A	ON 2 วินาที, OFF 30 วินาที	100 × 103 ครั้ง
		50 W, 100 VAC 1 เฟส มีกระแสกระชาก 1.6 Aและการนำกระแส 1 A	ON 1 วินาที, OFF 30 วินาที	300 × 103 ครั้ง
	ขดลวดโซลีนอยด์ DC	24 W มีการนำกระแส 1 A	ON 1.5 วินาที, OFF 1.5 วินาที	400 × 103 ครั้ง

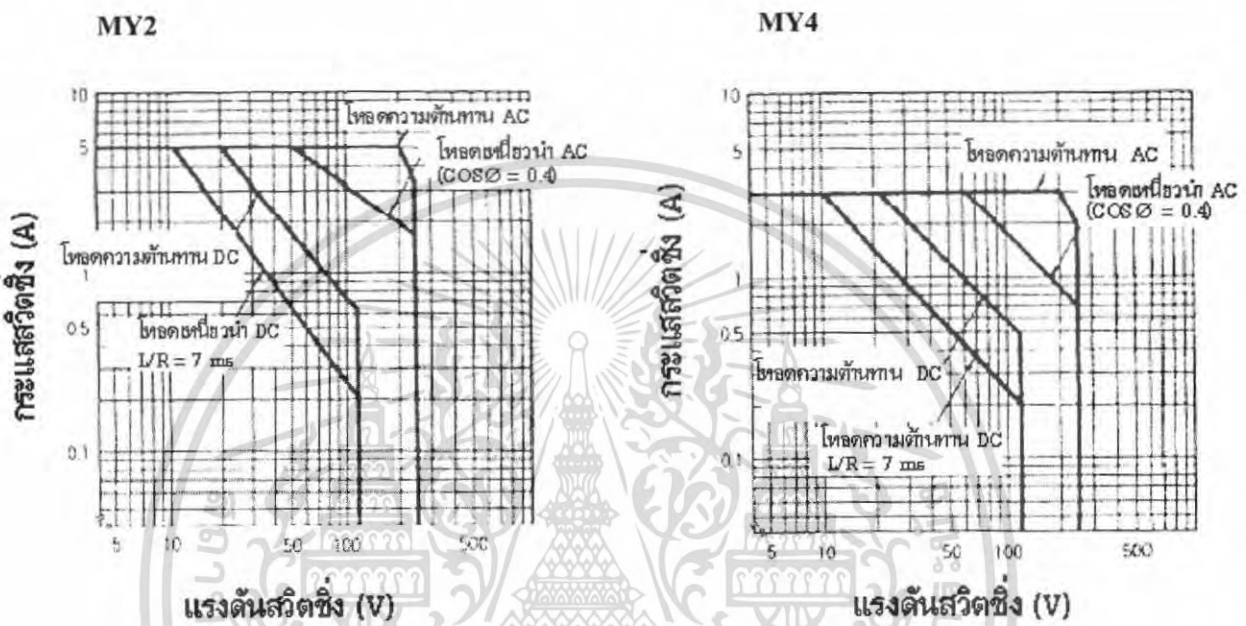
ตารางที่ 2.16 อายุการใช้งานของรีเลย์รุ่น MY4 เมื่อต่อกับโหลด

พิกัดแรงดัน	ชนิดโหลด	เงื่อนไขการทดสอบ	ความถี่ใช้งาน	อายุการใช้งานทางไฟฟ้า
100 VAC	**ขดลวดโซลีนอยด์ AC**	50 VA มีกระแสกระชาก 2 A และการนำกระแส 0.7 A	ON 1 วินาที, OFF 3 วินาที	250 × 103 ครั้ง
	สวิตช์แม่เหล็ก DC	25 W ด้วย L/R = 40 ms และการนำกระแส 0.2 A		
	สวิตช์แม่เหล็ก AC	35 VA มีกระแสกระชาก 1.5 A และการนำกระแส 0.35 A		500 × 103 ครั้ง
24 VDC	**ขดลวดโซลีนอยด์ DC**	40 W ด้วย L/R = 10 ms และการนำกระแส 1.6 A	ON 0.5 วินาที, OFF 1.5 วินาที	500 × 103 ครั้ง
		30 W ด้วย L/R = 10 ms และการนำกระแส 0.34 A	ON 0.5 วินาที, OFF 1.5 วินาที	600 × 103 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ข้อมูลทางวิศวกรรม

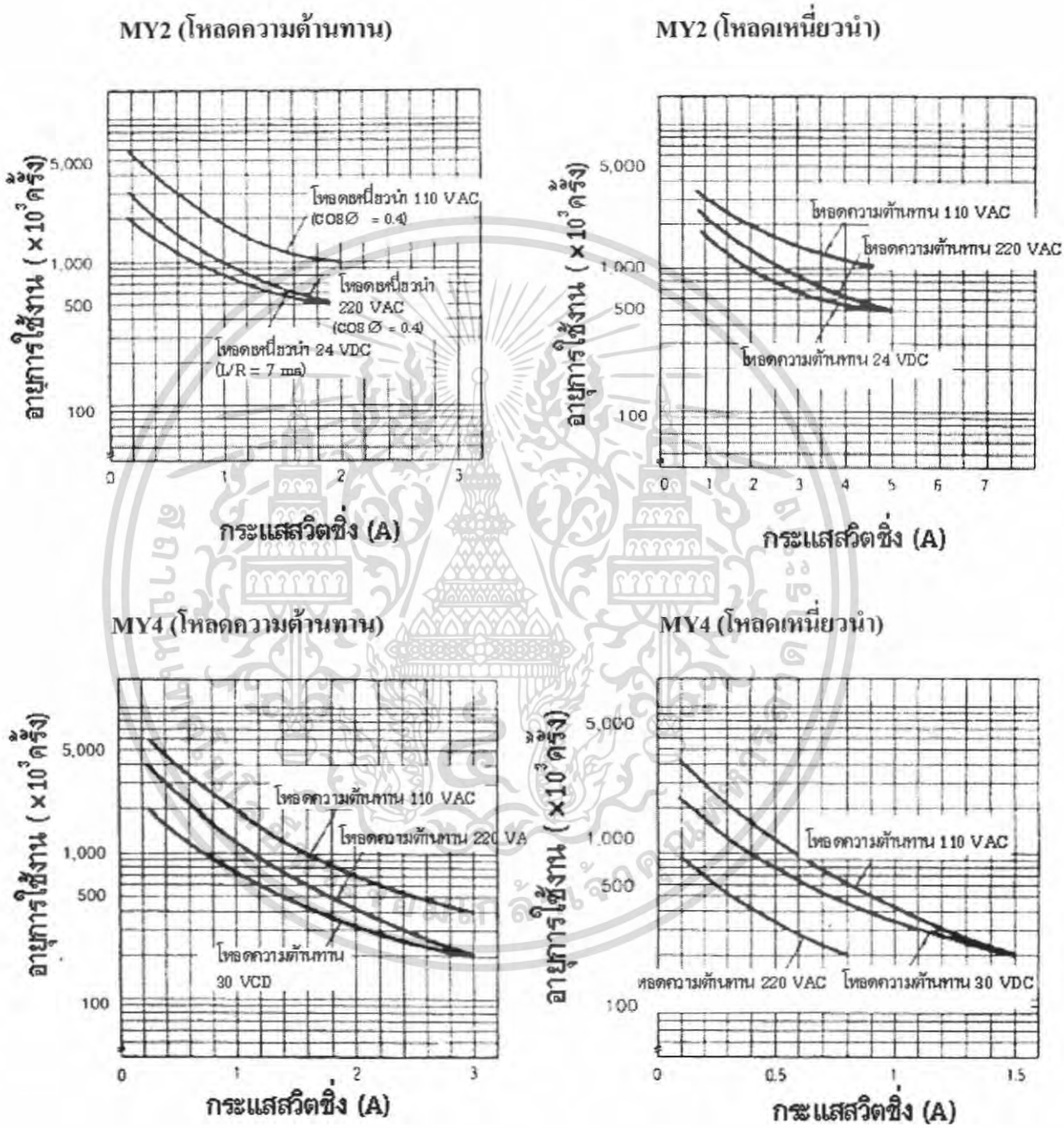
1) ความสามารถสูงสุดในการสวิตชิ่ง



ภาพที่ 2.16 ความสามารถสูงสดในการสวิตชิ่ง MY2 และ MY4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อายุการใช้งาน

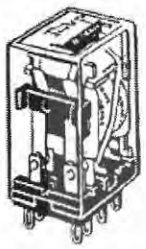


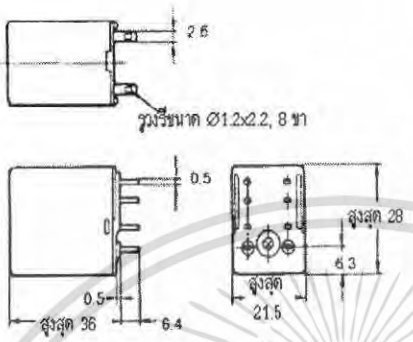
ภาพที่ 2.17 อายุการใช้งาน MY2 และ MY4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

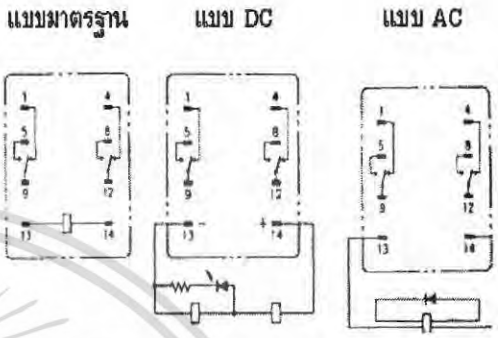
3) ขนาดรีเลย์แบบขั้วต่อบัดกรี

MY2, MY2N





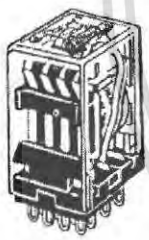
MY2N

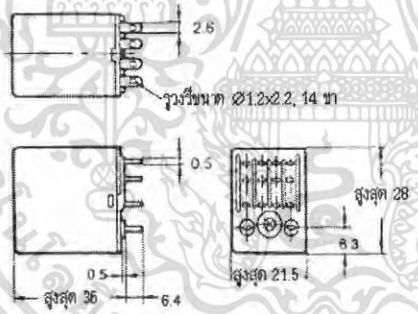


หมายเหตุ : 1. แบบ AC ประกอบด้วยฟังก์ชันตรวจสอบตัวเองเมื่อคอยล์ไม่ได้ถูกต่อใช้งาน

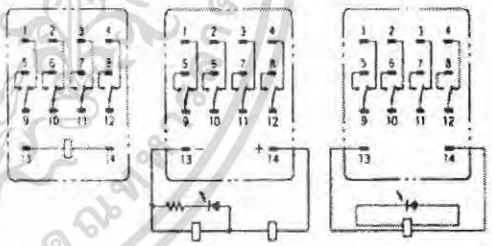
2. แบบ DC ระวังอย่ากลับขั้ว DC รีเลย์

MY4, MY4N





MY4N



หมายเหตุ : 1. แบบ AC ประกอบด้วยฟังก์ชันตรวจสอบตัวเองเมื่อคอยล์ไม่ได้ถูกต่อใช้งาน

2. แบบ DC ระวังอย่ากลับขั้ว DC รีเลย์

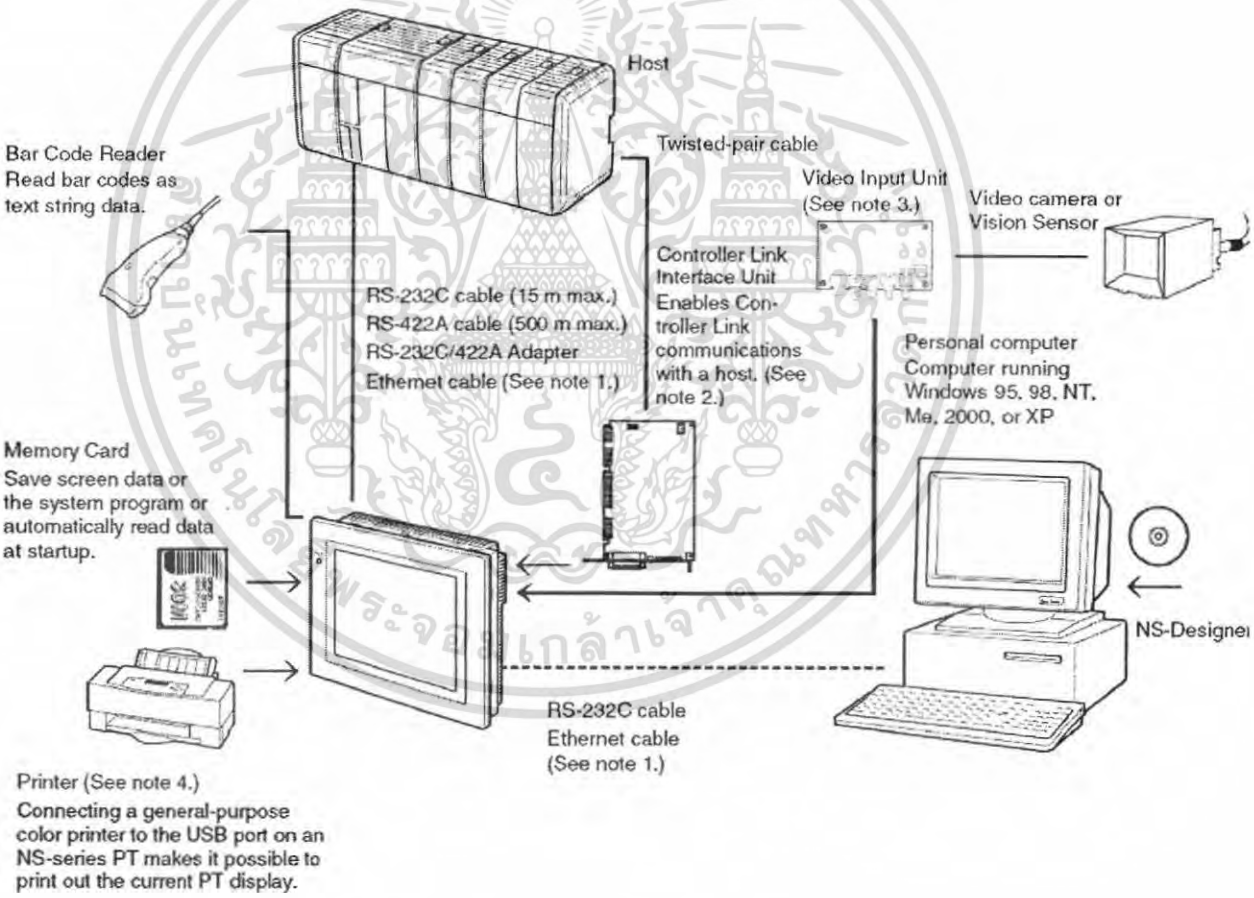
ภาพที่ 2.18 ขนาดรีเลย์แบบขั้วต่อบัดกรีMY2 และ MY4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 PT (Programmable terminal) รุ่น NS-series

PT (Programmable terminal) หรือเรียกตามลักษณะการใช้งานว่า Touch Panel ทำหน้าที่เสมือนเป็นคอนโทรลพาแนล ที่ประกอบด้วยสวิตช์และตัวแสดงผลเป็นจำนวนมาก โดยใช้การสั่งการแบบสัมผัสที่หน้าจอ

รูปแบบการต่อใช้งาน PT โดยทั่วไปจะใช้งานร่วมกับ PLC โดยที่ PT กับ PLC จะใช้การการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232C นอกจากนี้ยังสามารถใช้งาน PT ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้อีกเช่น ต่อใช้งานร่วมกับ Computer, Barcode reader, Printer ฯลฯ ดังรูป



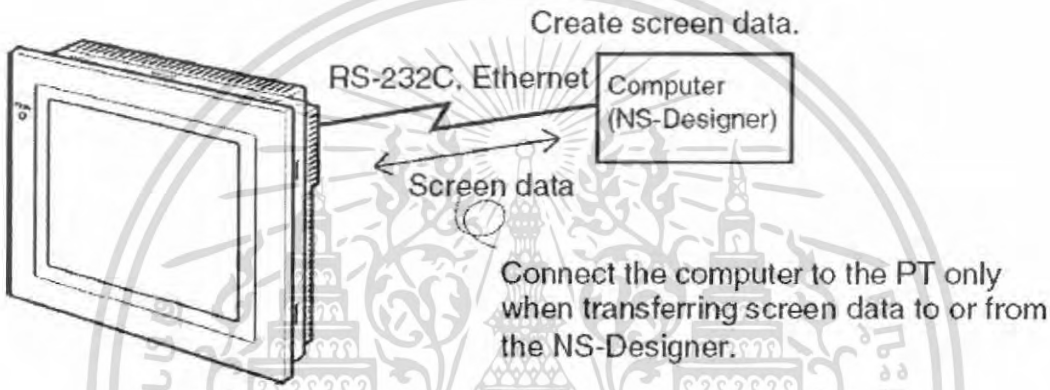
ภาพที่ 2.19 รูปแบบการต่อใช้งานของ PT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ระบบการทำงานของ PT NS-series

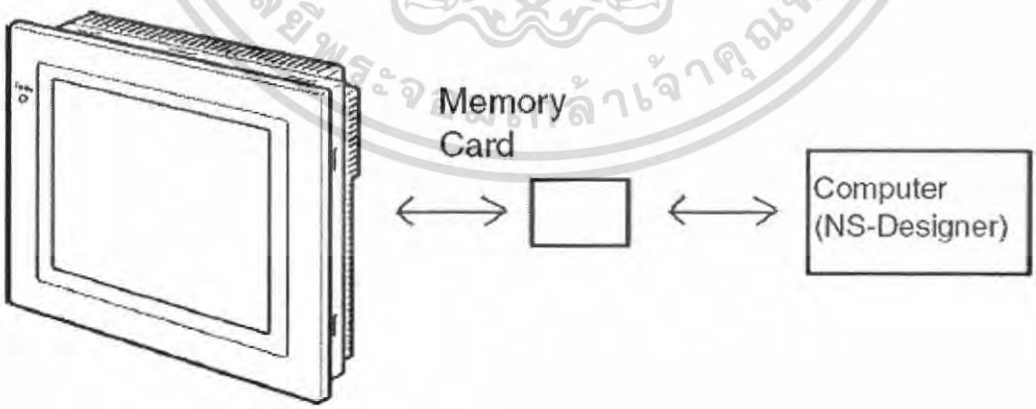
2.6.1.1 การถ่านโอน Screen Data

การแสดงผลบนหน้าจอของ PT **NS-series** จะต้องใช้โปรแกรม CX-Designer บนคอมพิวเตอร์ ในการออกแบบ Screen ต่างๆ และถ่ายโอนข้อมูลไปยัง PT ผ่าน การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232C หรือ Ethernet communications



ภาพที่ 2.20 การถ่ายโอน Screen Data ผ่านพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232C

นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายโอน Screen Data ได้อย่างรวดเร็วผ่าน Memory Card อีกด้วย

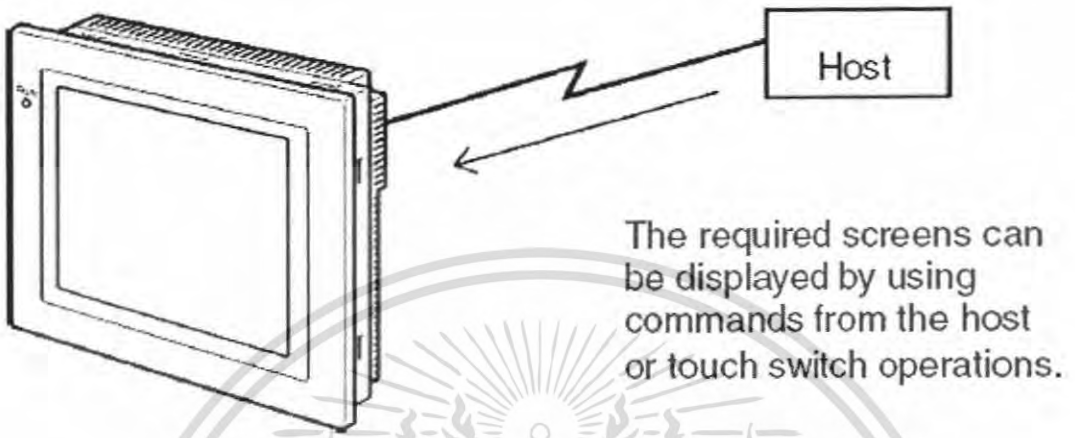


ภาพที่ 2.21 การถ่ายโอน Screen Data ผ่าน Memory Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 การแสดงผลบนหน้าจอ

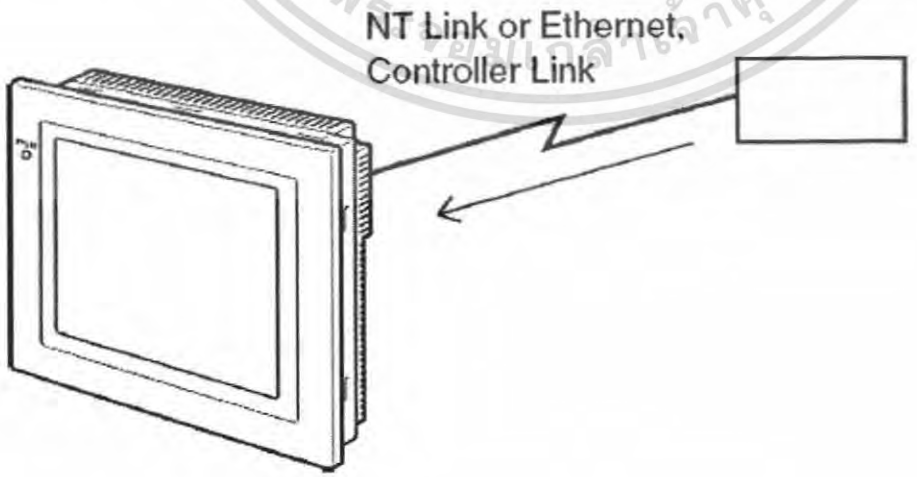
การแสงผลข้อมูลที่ต้องการบนหน้าจอ สามารถสั่งการและควบคมการแสดงผลได้จาก PLC (Host) หรือ การเขียนโปรแกรมที่ซอต์แวร์ของ Touch Screen



ภาพที่ 2.22 การแสดงผลบนหน้าจอ

2.6.1.3 การอ่านค่าจาก PLC (Host)

การอ่านค่าจาก PLC (Host) โดยการเชื่อมต่อ Touch Screen ผ่านระบบสื่อสารต่างๆ ที่มีอยู่ใน PLC ได้แก่ระบบ NT Link, Ethernet หรือ Controller Link สามารถกำหนดให้ทำการอ่านข้อมูลโดยอัตโนมัติจาก PLC (Host) มาแสดงผลที่หน้าจอ Touch Screen ได้ เช่น เขียนโปรแกรมให้แสดงผลการทำงานของกระบวนการผลิตทุกๆ 5 นาที

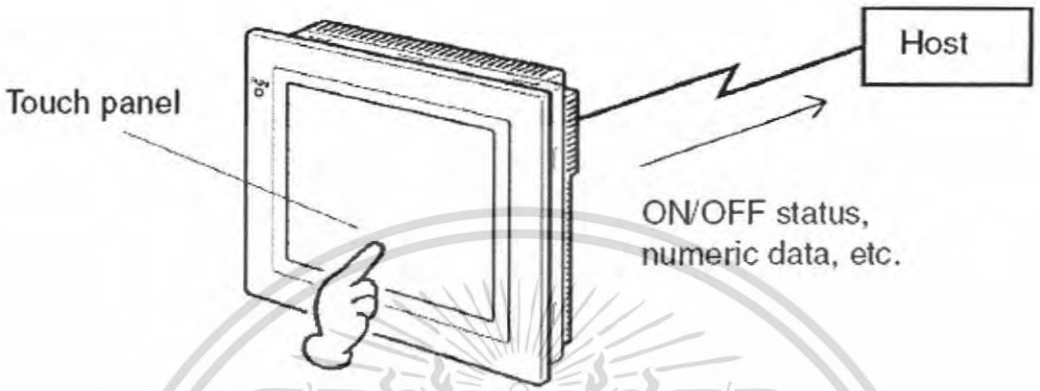


ภาพที่ 2.23 การอ่านค่าจาก PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.4 การส่งข้อมูลไปยัง PLC

สามารถส่งข้อมูลไปควบคุมการทำงานของ PLC ได้ ซึ่งข้อมูลนี้อาจจะเป็นการสั่งงานแบบปิด-เปิด, การกำหนดค่าที่ Host เป็นตัวเลขและตัวอักษรต่างๆ



ภาพที่ 2.24 การส่งข้อมูลไปยัง PLC

2.6.2 โครงสร้างพื้นฐานของ PT NS-series

ภาพที่ 2.24 หน้าจอของ PT NS-series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดเป็นสีเขียว

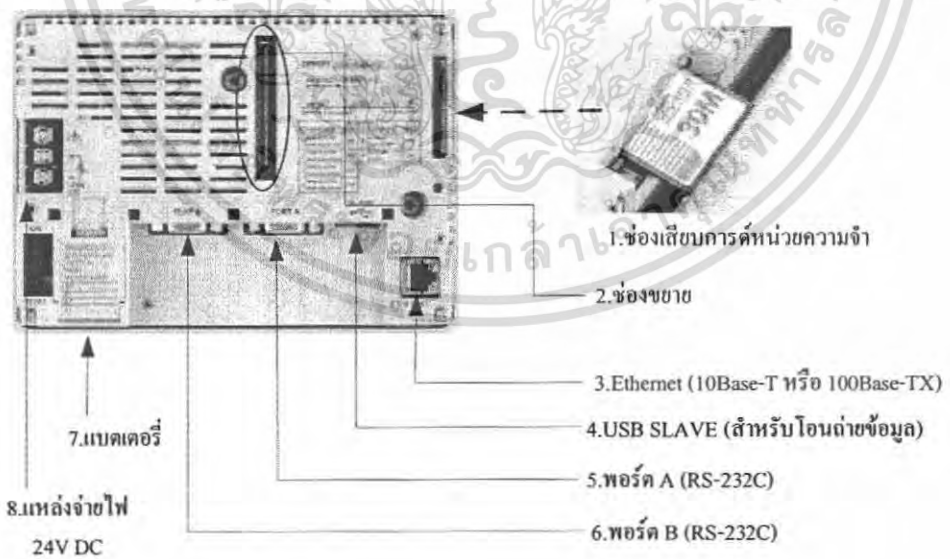
- ติดค้าง อยู่ในสภาวะปกติ
- ติดกระพริบ มีการส่งถ่ายข้อมูลระหว่าง Memory Card กับ NS เรียบร้อยหรือ Backlight Error ขณะที่เริ่มจ่ายไฟให้ NS
- ดับ ไม่ได้จ่ายไฟให้กับ NS, ฟิวส์ขาด หรือ System Program หรือ ไม่สามารถ Boot เครื่องได้

ติดเป็นสีส้ม

- ติดค้าง แบตเตอรี่อ่อน หรือไม่ได้ต่อแบตเตอรี่เข้ากับ NS แต่ NS ทำงานปกติ
- ติดกระพริบ มีการส่งถ่ายข้อมูลระหว่าง Memory Card กับ NS
- ดับ ไม่ได้จ่ายไฟให้กับ NS, ฟิวส์ขาด หรือ System Program หรือ ไม่สามารถ Boot เครื่องได้

ติดเป็นสีแดง

- ติดค้าง เกิด Error ในขณะที่เริ่มเปิด NS
- ติดกระพริบ มีความผิดพลาดในขณะที่มีการส่งถ่ายข้อมูลระหว่าง Memory Card กับ NS
- ดับ ไม่ได้จ่ายไฟให้กับ NS, ฟิวส์ขาด หรือ System Program หรือ ไม่สามารถ Boot เครื่องได้



ภาพที่ 2.25 ส่วนต่างๆของ PT NS-series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Memory card connector: ช่องเสียบ Memory Card สำหรับโหลดข้อมูลที่เป็น Screen Data, Log Data และ System Program
2. Expansion Interface Connector: ช่องเสียบ Video Input Unit และ Controller Link Interface Unit
3. Ethernet Connector: ต่อสาย Ethernet แบบ 10Base-T/100Base-TX 8-Pin modular plug
4. USB Slave Connector: เป็น USB Type B ไม่สามารถใช้ได้กับ NS System V5.
5. Serial Port A: ใช้ต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อป้อนโปรแกรม NS- Designer, Barcode Reader, PLC เป็น Connector แบบ RS-232 9 Pin
6. Serial Port B: ใช้ต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อป้อนโปรแกรม NS- Designer, Barcode Reader, PLC เป็น Connector แบบ RS-232 9 Pin
7. Battery Cover: ช่องเสียบ Battery
8. 0Power Input Terminal Block Cover: จุดต่อแหล่งจ่ายไฟของ NS ซึ่งใช้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแบบ 24 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

3.1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Sensor

เซนเซอร์จะส่งสัญญาณ 24VDC ออกเมื่อมีการตรวจพบกล่องบริเวณด้านหน้า เซนเซอร์ จึงได้ทำการเชื่อมต่อสัญญาณ เข้าไปยังอินพุตของ PLC ที่ตำแหน่ง 0CH 00 ถึง 0CH 08 และ 0CH com

ภาพที่ 3.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ เซนเซอร์

3.1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Touchscreen

การเชื่อมต่อระหว่าง Touchscreen กับ PLC จะเป็นการเชื่อมต่อโดยตรงผ่านทาง พอร์ตอนุกรม RS-232C แต่เนื่องจาก PLC รุ่น CPM2A มีพอร์ตอนุกรมRS-232C เพียงหนึ่งพอร์ต ดังนั้นจึงต้องใช้ RS232C-CIF01 Communications Unit สำหรับการเชื่อมต่อเข้าทาง peripheral port ของ PLC การกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเป็นแบบ 1:1 NT Link ที่ Address DM 6645

ภาพที่ 3.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Touchscreen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

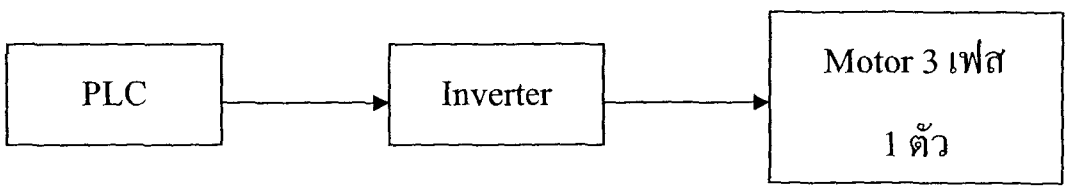
3.1.3 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ มอเตอร์

ถึงแม้ว่ามอเตอร์ที่ใช้งานจะเป็น มอเตอร์ไฟฟ้า 24VDC ซึ่งสามารถที่จะต่อกับสัญญาณ Output 24 VDC ของPLC ได้ เนื่องจากในขณะที่มอเตอร์เริ่มหมุน จะทำให้เกิดการกระชากของกระแสไฟฟ้า ดังนั้นจึงต่อวงจรรีเลย์ ให้มอเตอร์ใช้กระแสไฟฟ้าจาก หม้อแปลงไฟฟ้า 24VDC แทน เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับ PLC ที่เอาท์พุตของ PLC ที่ตำแหน่ง 10CH 04 ถึง 10CH 07 และ 10CH com

ภาพที่ 3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ มอเตอร์

3.1.4 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Inverter เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส

มอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานนั้นเป็น มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสนั้น จะใช้การควบคุมผ่าน Inverters 3G3JV โดยเราสามารถที่จะกำหนด ความเร็ว, เวลาที่ต้องการที่ใช้ในการเร่งความเร็วจาก 0% ถึง 100% ของความเร็วที่กำหนดไว้โดยความถี่อ้างอิง, เวลาที่ต้องการที่ใช้ในการลดความเร็วจาก 100% ถึง 0% ของความเร็วที่กำหนดไว้โดยความถี่อ้างอิง และโหมดการทำงานต่างๆ ได้โดยการกำหนดค่าให้กับ Parameter ในหน่วยความจำของ Inverters ส่วนจังหวะการหมุนจะควบคุมโดยใช้ Multi-function input ในโหมด 2-wire sequence ที่พอร์ต SC และ S1 ซึ่งใช้หน้าสัมผัสที่เอาท์พุตของ PLC ที่ตำแหน่ง 10CH 00 และ com

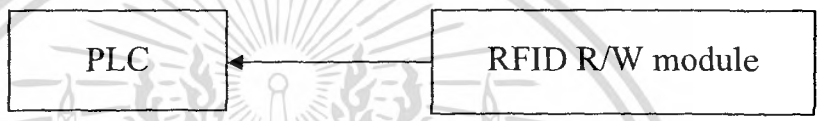


ภาพที่ 3.4 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ RFID Reader

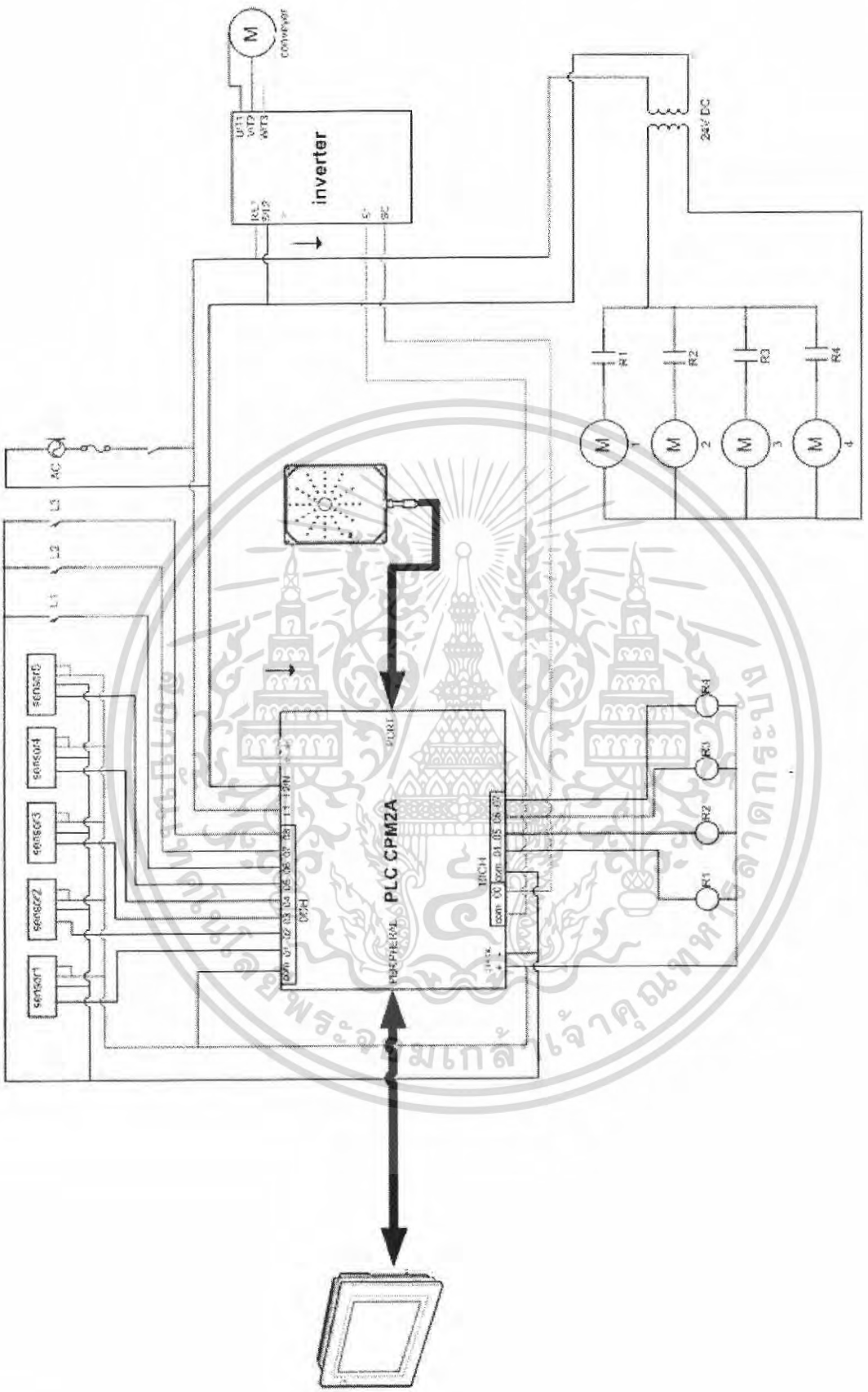
PLC กับ RFID Reader จะติดต่อสื่อสารกันผ่านทาง พอร์ตอนุกรมRS-232C เมื่อมีการอ่านข้อมูลจาก Tag บันทึกข้อมูล RFID Reader จะส่งข้อมูลผ่าน Protocol ไปยัง PLC เพื่อให้ PLC ประมวลผลคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ และการแสดงผล ให้เป็นไปตามข้อมูลที่บันทึกอยู่ใน Tag



ภาพที่ 3.5 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ RFID

3.2 วงจรแสดงการเชื่อมต่อรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 วงจรแสดงการเชื่อมต่อรวม

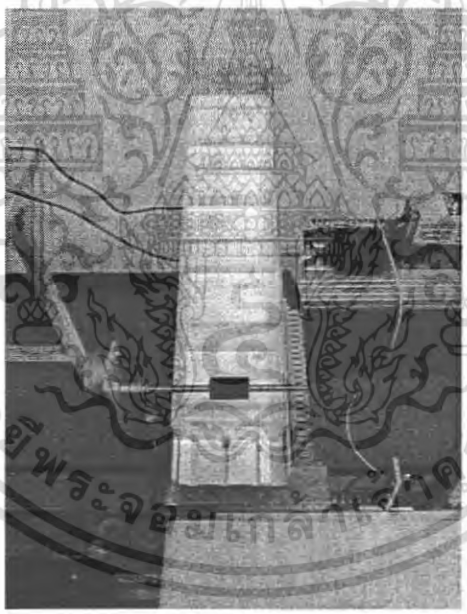
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โครงสร้างทางกายภาพของระบบ

โครงสร้างทางกายภาพของระบบนี้เป็นการจำลองการลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์ภายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเราเลือกใช้กล่องอะครีลิคขนาด 7×10×9.5 เซนติเมตร เป็นบรรจุภัณฑ์และใช้ลูกแก้วสีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงินแทนผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน โครงสร้างของระบบจะประกอบไปด้วย 5 ส่วนหลัก คือ

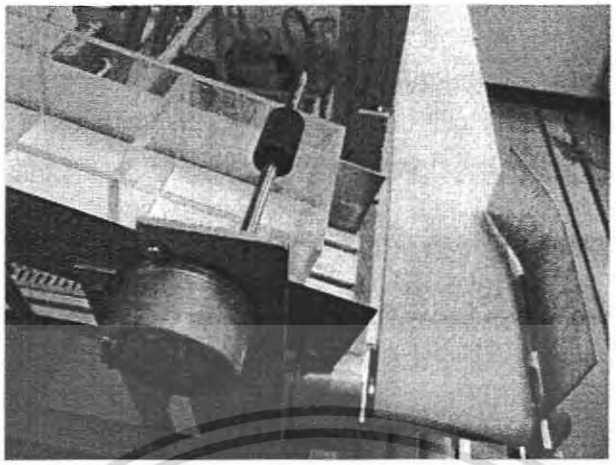
3.3.1 รางป้อนบรรจุภัณฑ์

รางป้อนบรรจุภัณฑ์ จะทำหน้าที่ป้อนกล่องอะครีลิคให้กับสายพานลำเลียง ซึ่งถูกควบคุมด้วยมอเตอร์ขนาด 24 VDC ให้ทำการป้อนกล่องอะครีลิคได้ครั้งละ 1 กล่อง เพื่อให้การบรรจุภัณฑ์ในระบบเป็นไปได้อย่างสะดวก



ภาพที่ 3.7 รางป้อนบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



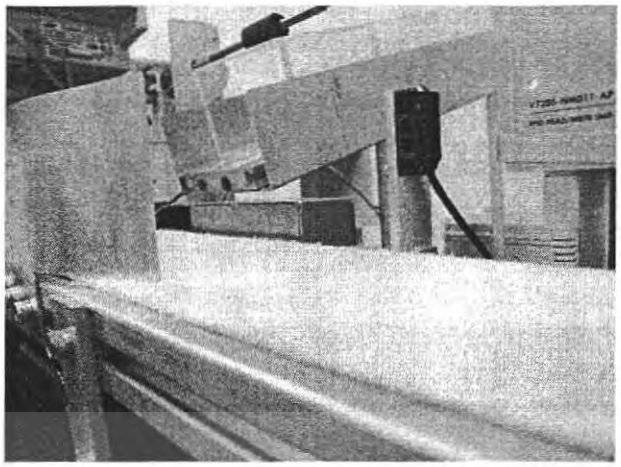
ภาพที่ 3.8 ตัวป้อนบรรจุภัณฑ์

3.3.2 สายพานลำเลียงบรรจุภัณฑ์

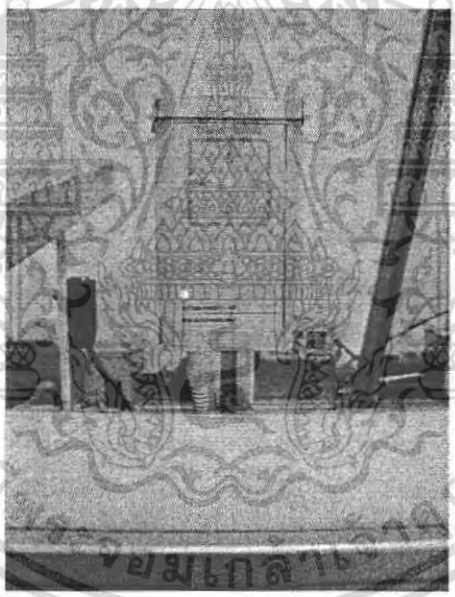
เนื่องจากทางกลุ่มได้ออกแบบให้มีการตรวจว่ามีกล่องเข้ามายังสายพานลำเลียงด้วยเซนเซอร์ โดยหลังจากที่มีกล่องผ่านเซนเซอร์แล้ว จะทำให้ตัวป้อนกล่องหยุดทำงาน และทำให้ RFID อ่านค่าจาก Tags ที่ติดอยู่ข้างกล่อง โดยกล่องจะถูกลำเลียงเลื่อนผ่านไปยังหัวจ่ายลูกแก้วทั้ง 3 สี โดยสายพานลำเลียงซึ่งขับเคลื่อนด้วย Motor 3 เฟส และบริเวณหัวจ่ายลูกแก้วจะมีเซนเซอร์ตรวจสอบการเข้ามาของกล่องเพื่อรอการป้อนลูกแก้วต่อไป

ภาพที่ 3.9 ชุดสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

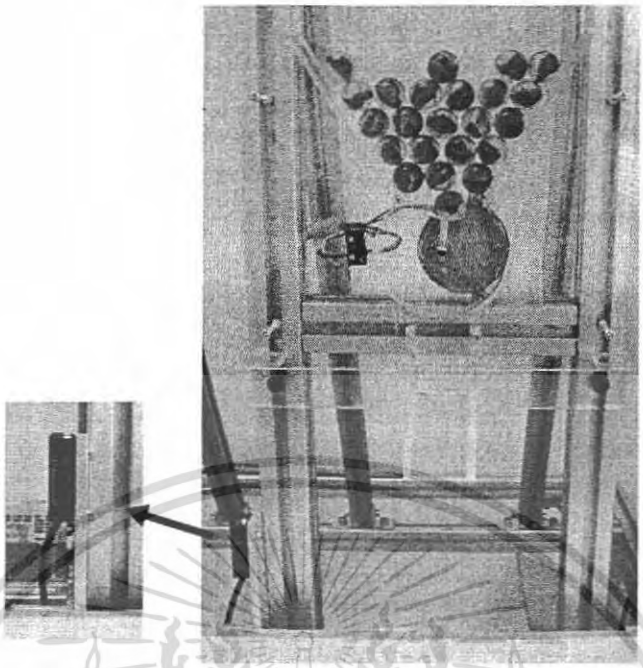


ภาพที่ 3.10 เซนเซอร์ตรวจสอบกล่องในสายพานลำเลียง



ภาพที่ 3.11 RFID R/W Module สำหรับอ่านค่า Tags ที่ติดอยู่ข้างกล่อง

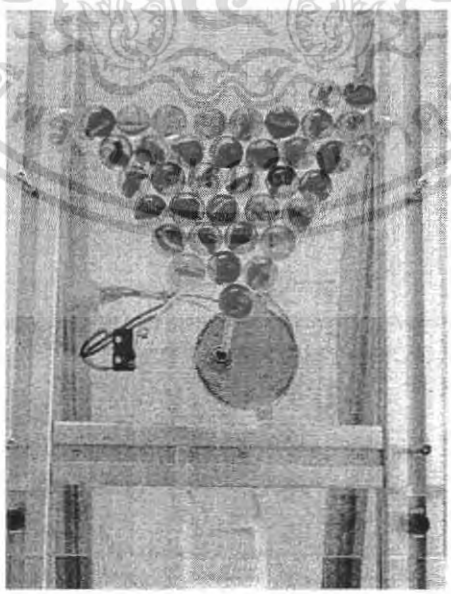
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 เซนเซอร์ตรวจสอบกล่องที่เข้ามายังหัวจ่ายลูกแก้ว

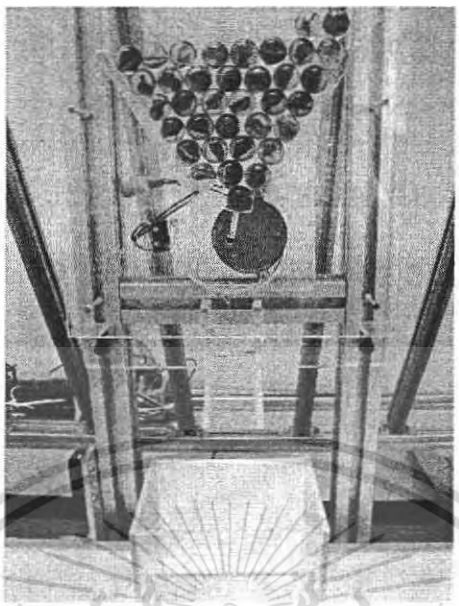
3.3.3 หัวจ่ายผลิตภัณฑ์

หัวจ่ายจะทำหน้าที่ป้อนลูกแก้วให้กับกล่อง ซึ่งจะประกอบด้วย มอเตอร์รอบต่ำ 24 VDC ทำหน้าที่ควบคุมหัวจ่ายลูกแก้วและมีลิมิตสวิตซ์กับเซนเซอร์ร่วมกับทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์



ภาพที่ 3.13 หัวจ่ายลูกแก้ว

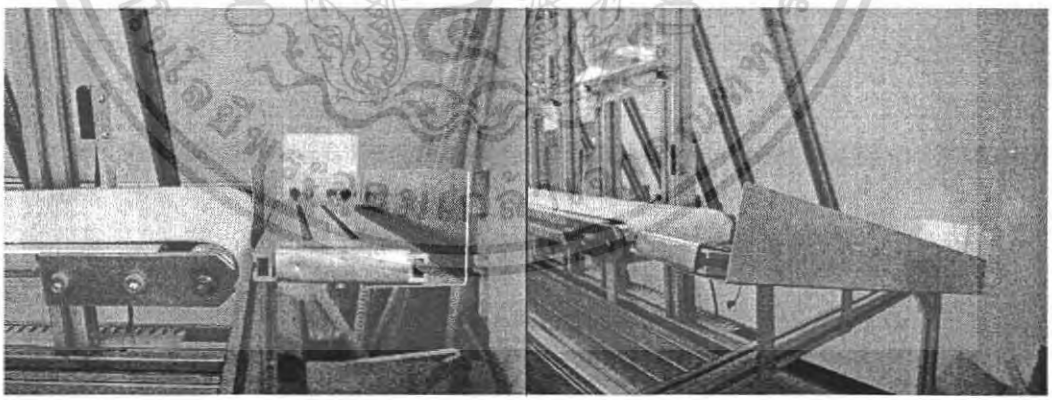
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 หัวจ่ายลูกแก้ว

3.3.4 รางเก็บบรรจุภัณฑ์

จะอยู่บริเวณปลายสายพานลำเลียง ทำหน้าที่รองรับกล่องหลังจากบรรจุลูกแก้วเรียบร้อยแล้ว

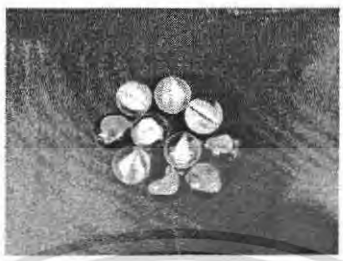


ภาพที่ 3.14 รางเก็บกล่องหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

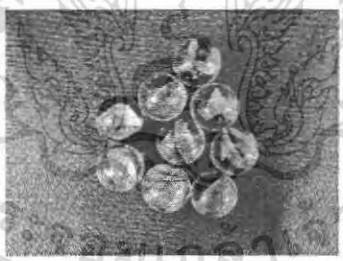
3.3.5 บรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์มีทั้งหมด 3 ชนิด โดยใช้ลูกแก้วสีต่างกัน คือ สีเขียว น้ำเงิน และแดง และให้บรรจุภัณฑ์ทำจากกล่องอะครีลิคขนาด 7 ×10×9.5 เซนติเมตร



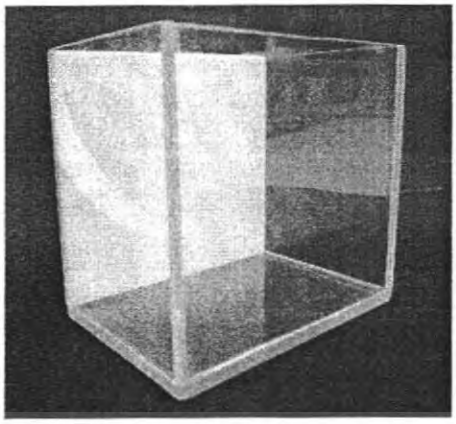
ภาพที่ 3.15 ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1

ภาพที่ 3.16 ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2



ภาพที่ 3.17 ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 กล่องบรรจุภัณฑ์

3.4 แผนผังแสดงลำดับขั้นการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

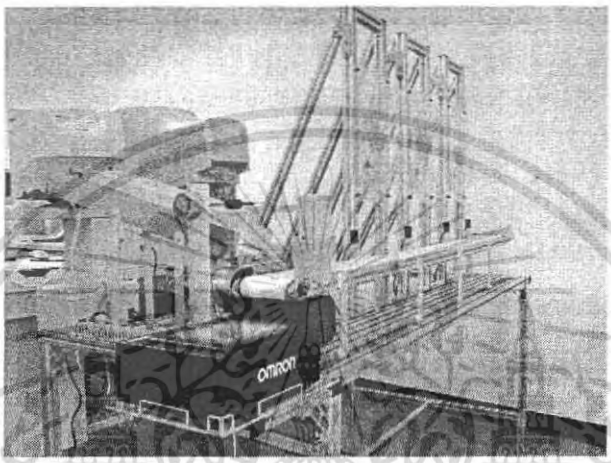
ภาพที่ 3.19 แผนผังแสดงลำดับขั้นการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

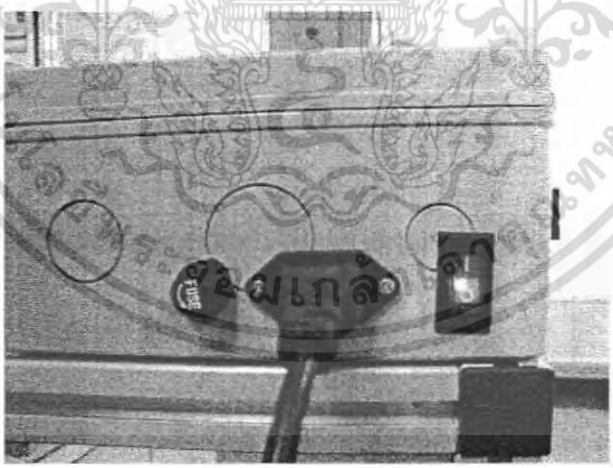
บทที่ 4

การทดลองการทำงานของแบบจำลอง

4.1 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง



ภาพที่ 4.1 แบบจำลองระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID



ภาพที่ 4.2 สวิตช์ควบคุมระบบไฟ

ก่อนที่แบบจำลองจะทำงานได้ต้องทำการเปิดสวิตช์ Power จ่ายไฟให้กับแบบจำลองเสียก่อน โดยการทำงานของแบบจำลองจะถูกควบคุมผ่าน Touchscreen ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) หลังจากเปิดสวิซต์ “Power” ที่ตัวเครื่องและที่ตัวTouchscreen หน้าจอTouchscreenจะแสดงหน้าต่าง “Title”ดังภาพ กด “NEXT” เพื่อเข้าสู่หน้าต่างระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

ภาพที่ 4.3 หน้าต่าง “Title”

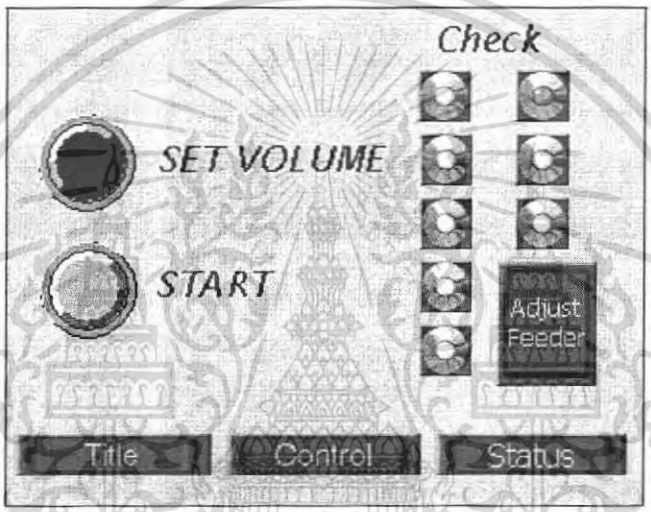
2) ภายในหน้าต่างของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID จะประกอบไปด้วย ปุ่ม “Title”, “Control” และ “Status” ซึ่งสามารถเลือกเข้าไปยังหน้าต่างแสดงส่วนการทำงานอื่น ดังภาพ

ภาพที่ 4.4 หน้าต่างของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

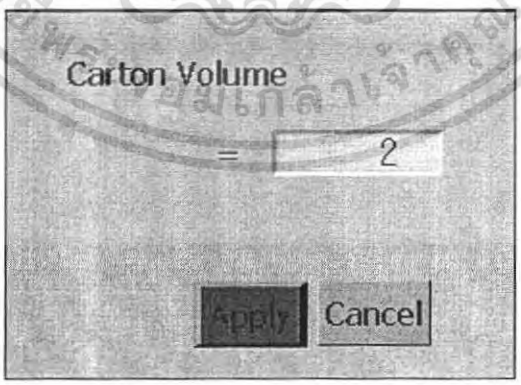
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การใช้งาน กดปุ่ม "Control" เพื่อเข้าสู่หน้าต่างแสดงส่วนควบคุมระบบ ในหน้าต่างนี้จะมีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานของเซนเซอร์ทั้ง 5 ตัวและสัญญาณไฟแสดงการทำงานของหัวจ่ายลูกแก้วทั้ง 3 ตัว มีปุ่ม "Adjust Feeder" เพื่อทำการตั้งตำแหน่งของหัวจ่ายได้

โดยที่เราสามารถตั้งค่าจำนวนกล่องที่จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบ โดยกดปุ่ม "SET" จะมีหน้าต่างให้ป้อนจำนวนกล่อง ให้ใส่จำนวนที่ต้องการลงไปพร้อมกดปุ่ม "ยืนยัน" เริ่มการทำงานของระบบด้วยการกดปุ่ม "START" หลังจากนั้นจะมีหน้าต่าง "Password" เพื่อให้ป้อนรหัส 4 หลัก เป็นการป้องกันการใช้เครื่องจากผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต ระบบจึงจะสามารถทำงานได้

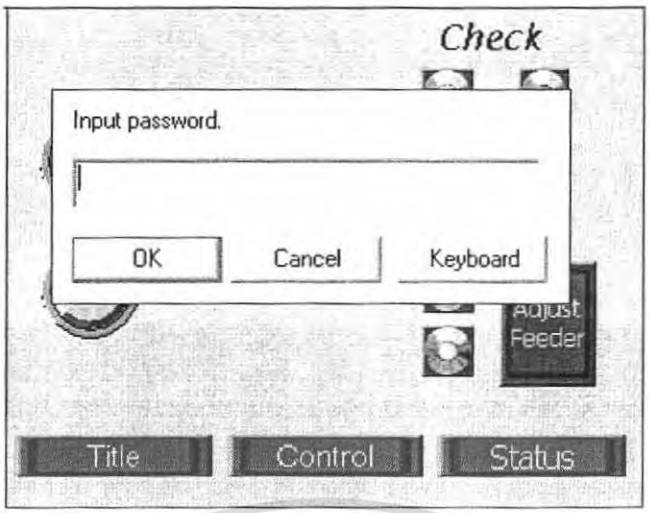


ภาพที่ 4.5 หน้าต่างแสดงส่วนควบคุมระบบ (Control)

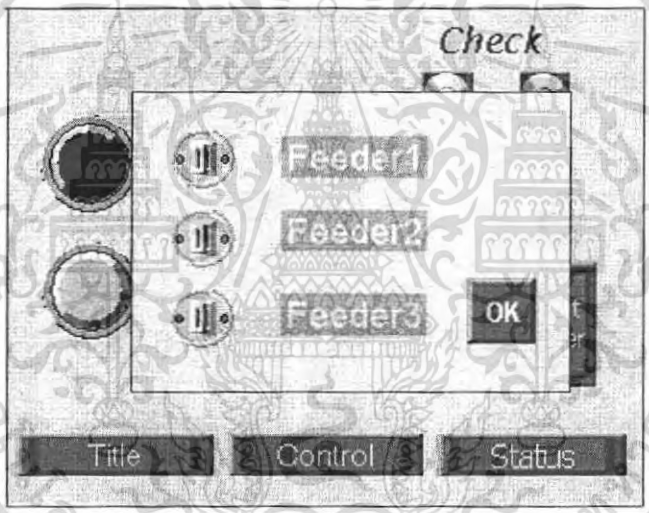


ภาพที่ 4.6 หน้าต่างตั้งค่าจำนวนกล่องที่จะถูกป้อนสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 หน้าต่างป้อนรหัสป้องกัน

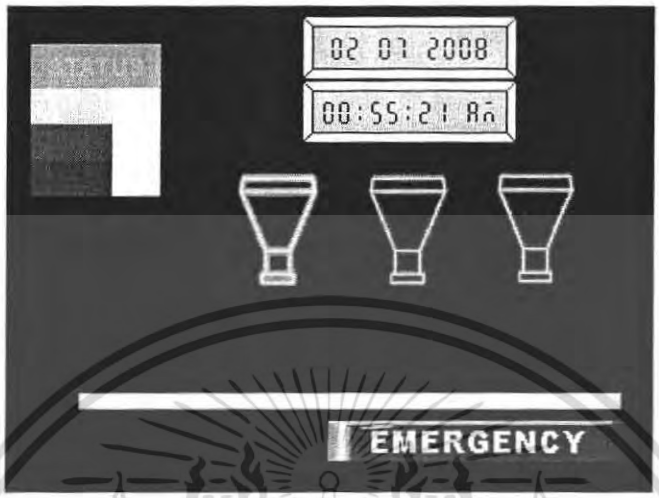


ภาพที่ 4.8 หน้าต่างสำหรับตั้งตำแหน่งหัวจ่ายลูกแก้ว

4) หลังจากที่กดปุ่ม "START" เพื่อเริ่มการทำงานของระบบและป้อนรหัสเรียบร้อยแล้ว หน้าต่างจะเปลี่ยนเป็นหน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของระบบ (Status) จะมีแถบแสดงจำนวนจำนวนลูกแก้ว, สถานะของหัวจ่ายลูกแก้ว และการเคลื่อนที่ของกล่อง ตั้งแต่กล่องเข้ามายังสายพานลำเลียงแล้วเคลื่อนที่ไปตามหัวจ่ายลูกแก้วต่างๆจนกระทั่งเสร็จกระบวนการ หลังจากที่ระบบทำงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว บริเวณส่วนล่างของแถบแสดงจำนวนลูกแก้วจะแสดงคำว่า "PASS" ขึ้นที่แถบ "STATUS" พร้อมกับปุ่ม "Control" เพื่อสามารถที่จะเริ่มการทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

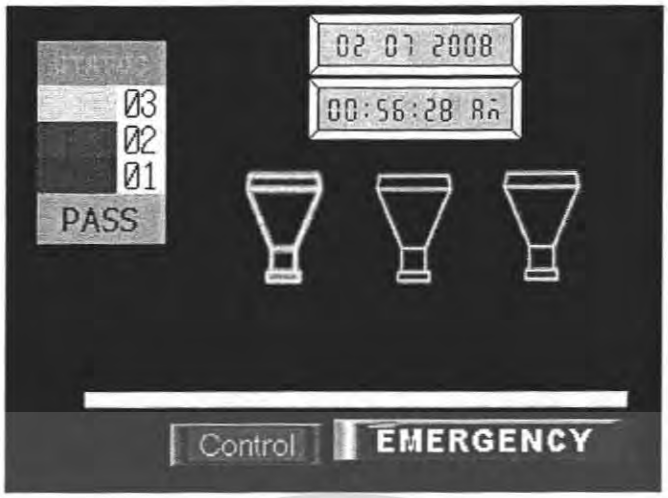
ในขณะที่ระบบกำลังดำเนินงานอยู่ เราจะไม่สามารถสั่งการใดๆได้ นอกจากการสั่งหยุดการทำงานเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินด้วยปุ่ม “Emergency” เท่านั้น



ภาพที่ 4.9 หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของระบบ (Status)

ภาพที่ 4.10 หน้าต่างแสดงสถานะขณะทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 หน้าต่างแสดงสถานะเมื่อระบบเสร็จสมบูรณ์

4.2 การทดลองการทำงานของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของระบบด้วยรูปแบบการทดลองต่างๆ โดยเราได้ออกแบบการทดลองทั้งหมดออกเป็น 4 รูปแบบด้วยกัน คือ กำหนดจำนวนลูกแก้วแต่ละสีให้เท่ากัน, กำหนดจำนวนลูกแก้วแต่ละสีให้เท่ากันและสลับตำแหน่งของกล่องเวลาป้อน, กำหนดจำนวนลูกแก้วแต่ละสีไม่เท่ากัน และกำหนดจำนวนลูกแก้วแต่ละสีไม่เท่ากันและสลับตำแหน่งของกล่องเวลาป้อน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองแบบต่างๆของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID

รูปแบบการทดลอง	กล่อง	จำนวนลูกแก้วที่ถูกกำหนดไว้แล้วใน Tag			จำนวนลูกแก้วที่นับได้จากกล่อง		
		เขียว	น้ำเงิน	แดง	เขียว	น้ำเงิน	แดง
จำนวนลูกแก้วแต่ละสีเท่ากัน	A	1	1	1	1	1	1
	B	2	2	2	2	2	2
	C	3	3	3	3	3	3
จำนวนลูกแก้วแต่ละสีเท่ากันและสลับตำแหน่งของกล่องเวลาป้อน	A	2	2	2	2	2	2
	B	3	3	3	3	3	3
	C	1	1	1	1	1	1
จำนวนลูกแก้วแต่ละสีไม่เท่ากัน	A	2	1	2	2	1	2
	B	2	3	3	2	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองแบบต่างๆของระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID **(ต่อ)**

รูปแบบการทดลอง	กล่อง	จำนวนลูกแก้วที่ถูกกำหนดไว้แล้วใน Tag			จำนวนลูกแก้วที่นับได้จากกล่อง		
		เขียว	น้ำเงิน	แดง	เขียว	น้ำเงิน	แดง
จำนวนลูกแก้วแต่ละสีไม่เท่ากัน	C	1	1	4	1	1	4
จำนวนลูกแก้วแต่ละสีไม่เท่ากันและสลับตำแหน่งของกล่องเวลาป้อน	A	2	2	1	2	2	1
	B	3	1	3	3	1	3
	C	1	5	1	1	5	1

จากตารางที่ 4.1 ซึ่งแสดงผลการทดลองระบบด้วยรูปแบบที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ แบบจำนวนลูกแก้วแต่ละสีเท่ากัน, แบบจำนวนลูกแก้วแต่ละสีเท่ากันและสลับตำแหน่งของกล่องเวลาป้อน, แบบจำนวนลูกแก้วแต่ละสีไม่เท่ากัน และแบบจำนวนลูกแก้วแต่ละสีไม่เท่ากันและสลับตำแหน่งของกล่องเวลาป้อน จะเห็นว่าจำนวนลูกแก้วที่ถูกกำหนดไว้ใน Tag ก่อนที่จะผ่านระบบและจำนวนลูกแก้วที่นับได้จากกล่องหลังจากผ่านระบบแล้วมีจำนวนเท่ากันทั้ง 4 กรณี

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นว่าระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการทำงาน มีความรวดเร็วในการทำงาน พร้อมทั้งมีรูปแบบการทำงานที่สามารถทำได้หลากหลายภายในสายพานการผลิตเดียว แสดงให้เห็นถึงความสามารถของระบบที่ได้นำเอาเทคโนโลยี RFID มาใช้ ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก เพื่อลดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาในขั้นตอนการผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์โดย RFID ซึ่งได้นำ PLC, Inverter, Photoelectric-Sensor, Relay, Touchscreen และ RFID มาประยุกต์ใช้งานในกระบวนการผลิต โดยอาศัยอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้งานได้จริงในกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถสั่งการทำงานที่หลากหลายได้โดยอาศัยไลน์การผลิตเพียงไลน์เดียว ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ จากผลการทดลองใช้งานเครื่องเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากระบบทำงานได้โดยปราศจากข้อผิดพลาด ทั้งนี้หากต้องการให้ระบบมีความสามารถเพิ่มเติม เช่น การแสดง Alarm การทำงานที่ผิดพลาดและหยุดการทำงานระบบได้ทันที เพื่อให้เกิดความปลอดภัยเพิ่มขึ้น

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาด้านโครงสร้างของแบบจำลอง

1) ตัวป้อนกล่องเข้าและรางเก็บบรรจุภัณฑ์ในโครงสร้างของแบบจำลอง มีปัญหาในการป้อนกล่องเข้ามายังสายพานลำเลียงไม่ตรงตำแหน่งบนสายพาน ทำให้กล่องไปชนกับเครื่องอ่าน RFID และหลุดออกจากสายพาน ระบบจึงไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ และจากตำแหน่งของกล่องที่ไม่ถูกต้องบนสายพานลำเลียง ทำให้กล่องไปติดที่ตัวรางบรรจุผลิตภัณฑ์หลังจากที่รับลูกแก้วจากหัวจ่ายเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจึงต้องเสียเวลาในการออกแบบแผ่นกั้นกล่องที่สายพานเพื่อบังคับทิศทางของกล่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนสายพาน

2) ลูกแก้วขัดกันในหัวจ่ายลูกแก้ว ทำให้ลูกแก้วไม่ตกลงมายังตัวคัดของหัวจ่าย ดังนั้นจึงต้องปรับในส่วนของตัวรองรับลูกแก้วของหัวจ่ายให้มีขนาดกว้างขึ้น เพื่อทำให้ลูกแก้วสามารถลงมายังตัวคัดได้สะดวกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ปัญหาในส่วนของระบบควบคุมแบบจำลอง

1) เนื่องจาก PLC รุ่น CPM2A ที่ใช้ มีขีดความสามารถไม่เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน เช่น ไม่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้พร้อมกันหลายๆชุด ทำให้แบบจำลองมีความสามารถจำกัดในส่วนของการจำแนกผลิตภัณฑ์

2) ระยะการอ่านของ RFID รุ่นที่ใช้มีระยะสั้น ทำให้มีความจำเป็นที่ต้องให้กล่องเคลื่อนที่เข้ามาใกล้เครื่องอ่าน RFID มากขึ้น ซึ่งในบางครั้งกล่องไม่อยู่ในตำแหน่งที่เครื่องสามารถอ่านข้อมูลจาก Tag ข้างกล่องได้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าและพัฒนา

ในการศึกษาปริญญานิพนธ์นี้ ถ้ามีอุปกรณ์ควบคุมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น

1) PLC ที่มีความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูลหลายๆชุดพร้อมกันได้ จะสามารถเพิ่มความสามารถให้แบบจำลองเลือกที่จะจ่ายหรือไม่จ่ายลูกแก้วในระบบได้ และสามารถเก็บข้อมูลขั้นตอนการดำเนินการผลิต (Data Log) และหากผลิตภัณฑ์มีปัญหาจะสามารถตรวจสอบหาที่มาของข้อผิดพลาดได้

2) เมื่อเพิ่มขนาดของ Touchscreen จะสามารถแสดงรายละเอียด สถานะการทำงานของระบบได้อย่างละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น

3) สามารถเพิ่มโครงสร้างของแบบจำลอง ในส่วนของสายพานให้จำแนกบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ออกจากกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] OMRON Corporation Industrial Automation Company. **CPM2A Programmable Controllers**

operation manual. Tokyo. 2543

[2] OMRON Corporation Industrial Automation Company. **Built-in Amplifier Photoelectric Sensor**

E3V3 operation manual. Tokyo. 2544

[3] OMRON Corporation Control Devices Division H.Q.. Motion Control Department. **Compact Simplified Inverters Sysdrive 3G3JV user's manual.** Tokyo. 2544

[4] OMRON Corporation Industrial Automation Company. **General-purpose Relay MY-series operation manual.** Tokyo. 2542

[5] OMRON Corporation Control Devices Division H.Q.. **Programmable terminal NS-series user's**

manual. Tokyo. 2545

[6] OMRON Corporation RFID Project Group. **V720-series Electromagnetic Inductive RFID System**

operation manual. Tokyo. 2545

[7] OMRON Corporation Industrial Automation Company. **Auto-Identification Components Group**

Catalog. Tokyo. 2543

[8] ศูนย์พัฒนาธุรกิจแบบวงจรรวม. **รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี.** ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2548

[9] ชาญชัย เซ็งเสาร์ และภูริทัต กาญจนสำราญวงศ์. "RFID-APPLICATION." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

2549.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมควบคุมการทำงานบน Touch screen

Screen 0000

Screen Properties

Title

Title

Screen No.	0
Width	320
Height	240
Background Color	15
Background File	
Compression	ON
The order of display	Display all objects at once
Use as a Pop-up Screen	OFF
Position	Center of Screen
Y	0
X	0
Enable input on other screens	Prohibit
Closes when base screen switches	Not close
No title bar	Display
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

Macro(When loading screen)

Enable	OFF

Details

Macro(When unloading screen)

Enable	OFF

Details

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen 0001

Screen Properties

Title

Mainmenu

Screen No.	1

Width	320
Height	240
Background Color	14
Background File	
Compression	ON
The order of display	Display all objects at once
Use as a Pop-up Screen	OFF
Position	Center of Screen
Y	0
X	0
Enable input on other screens	Prohibit
Closes when base screen switches	Not close
No title bar	Display
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

Macro(When loading screen)

Enable	OFF

Details

Macro(When unloading screen)

Enable	OFF

Details

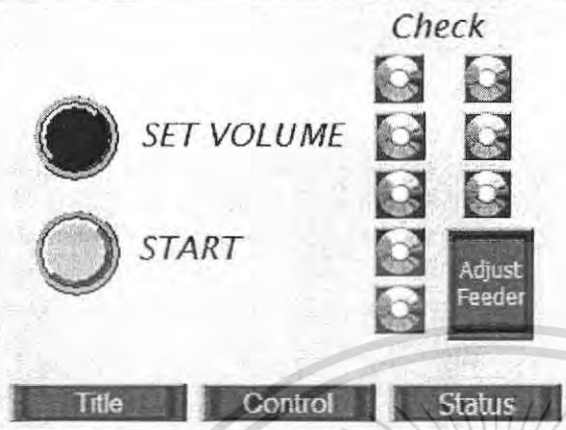
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen 0002

Screen Properties

Title

Control

Screen No.	2
	
Width	320
Height	240
Background Color	16
Background File	
Compression	ON
The order of display	Display all objects at once
Use as a Pop-up Screen	OFF
Position	Center of Screen
Y	0
X	0
Enable input on other screens	Prohibit
Closes when base screen switches	Not close
No title bar	Display
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

Macro(When loading screen)

Enable	OFF

Details

Macro(When unloading screen)

Enable	OFF

Details

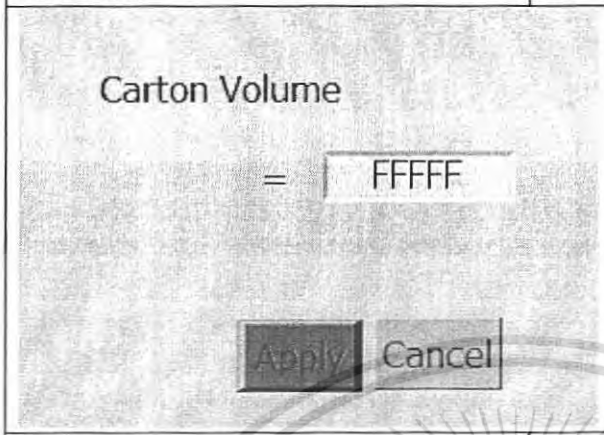
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen 0003

Screen Properties

Title

popupVol

Screen No.	3
	
Width	260
Height	190
Background Color	7
Background File	
Compression	ON
The order of display	Display all objects at once
Use as a Pop-up Screen	ON
Position	Center of Screen
Y	0
X	0
Enable input on other screens	Prohibit
Closes when base screen switches	Not close
No title bar	Display
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

Macro(When loading screen)

Enable	OFF

Details

Macro(When unloading screen)

Enable	OFF

Details

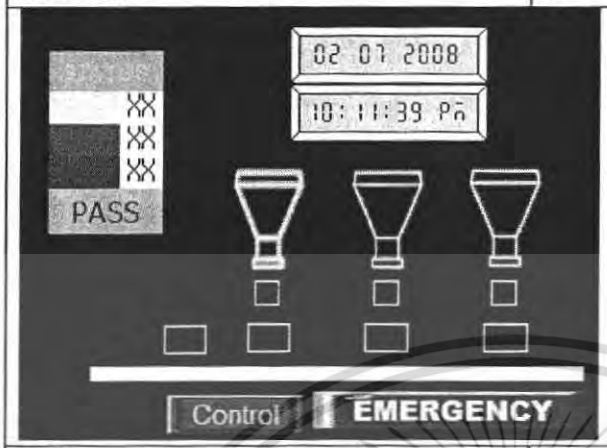
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen 0004

Screen Properties

Title

Status

Screen No.	4
	
Width	320
Height	240
Background Color	0
Background File	
Compression	ON
The order of display	Display all objects at once
Use as a Pop-up Screen	OFF
Position	Center of Screen
Y	0
X	0
Enable input on other screens	Prohibit
Closes when base screen switches	Not close
No title bar	Display
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

Macro(When loading screen)

Enable	OFF

Details

Macro(When unloading screen)

Enable	OFF

Details

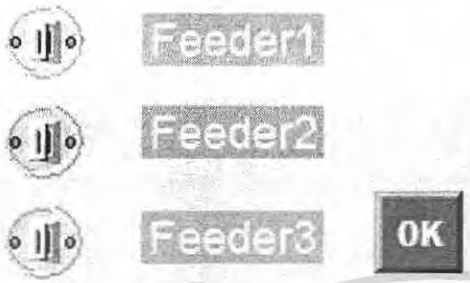
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen 0005

Screen Properties

Title

PopAdFeed

Screen No.	5
	
Width	230
Height	160
Background Color	169
Background File	
Compression	ON
The order of display	Display all objects at once
Use as a Pop-up Screen	ON
Position	Center of Screen
Y	0
X	0
Enable input on other screens	Prohibit
Closes when base screen switches	Not close
No title bar	Display
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

Macro(When loading screen)

Enable	OFF

Details

Macro(When unloading screen)

Enable	OFF

Details

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sheet 0000

Sheet Properties

Title

Sheet000

Sheet No.	0
Width	320
Height	240
Background Color	0
Compression	ON
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sheet 0001

Sheet Properties

Title

Sheet000

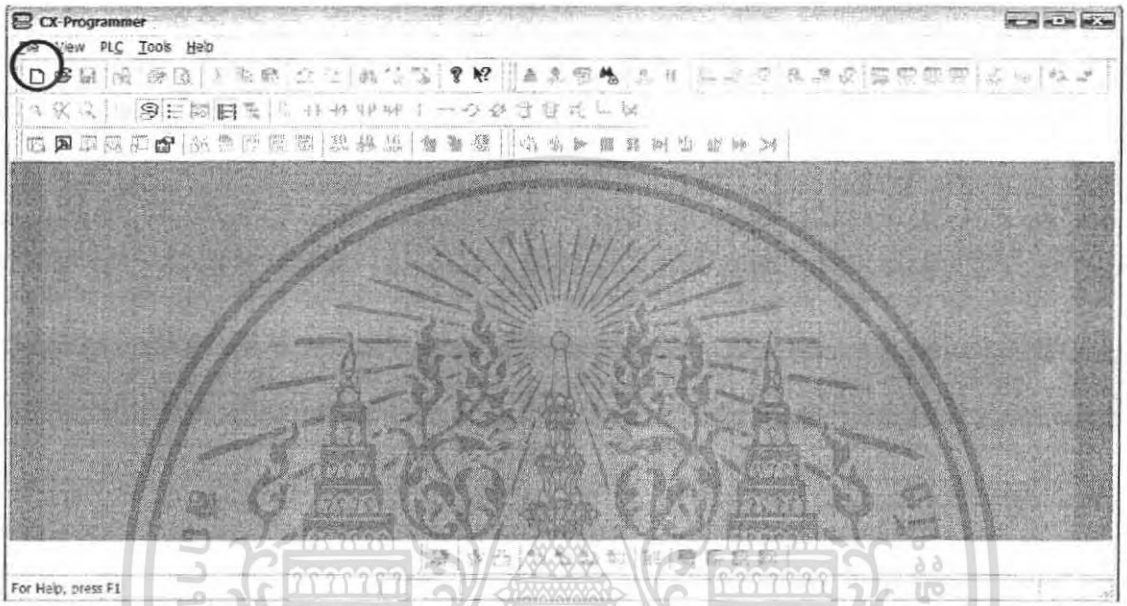
Sheet No.	1
Width	320
Height	240
Background Color	0
Compression	ON
No. of contents	1
Address for switching contents	
Switch contents linking with alarm	ON
Contents No. when alarm does not occur	0
Instruct to switch	OFF
Switch Direction Address	
Smart Active Parts Communication Interval	0

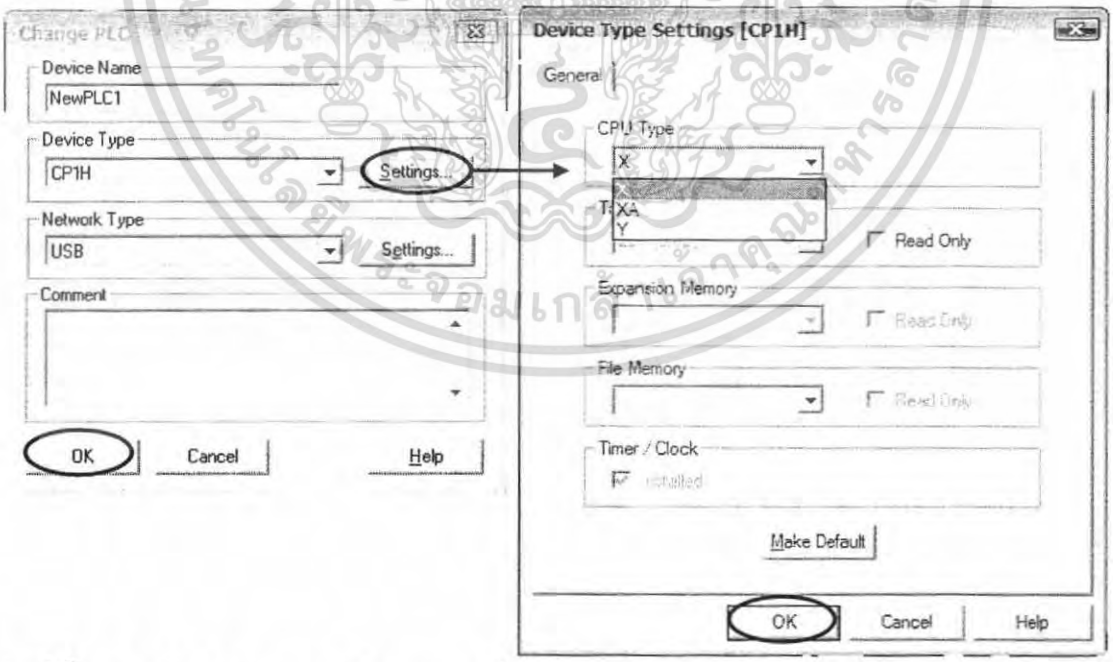
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ CX-PROGRAMMER

CX-PROGRAMMER เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับออกแบบระบบให้กับ PLC ของ OMRON ซึ่งการใช้งานเบื้องต้นของโปรแกรม มีดังนี้

1. เปิดโปรแกรมขึ้นมา แล้วเลือกไปที่ เพื่อสร้างโปรเจกต์ใหม่ โดยจะปรากฏหน้าต่งขึ้นมาให้เลือกรุ่น PLC ที่จะใช้งานด้วย

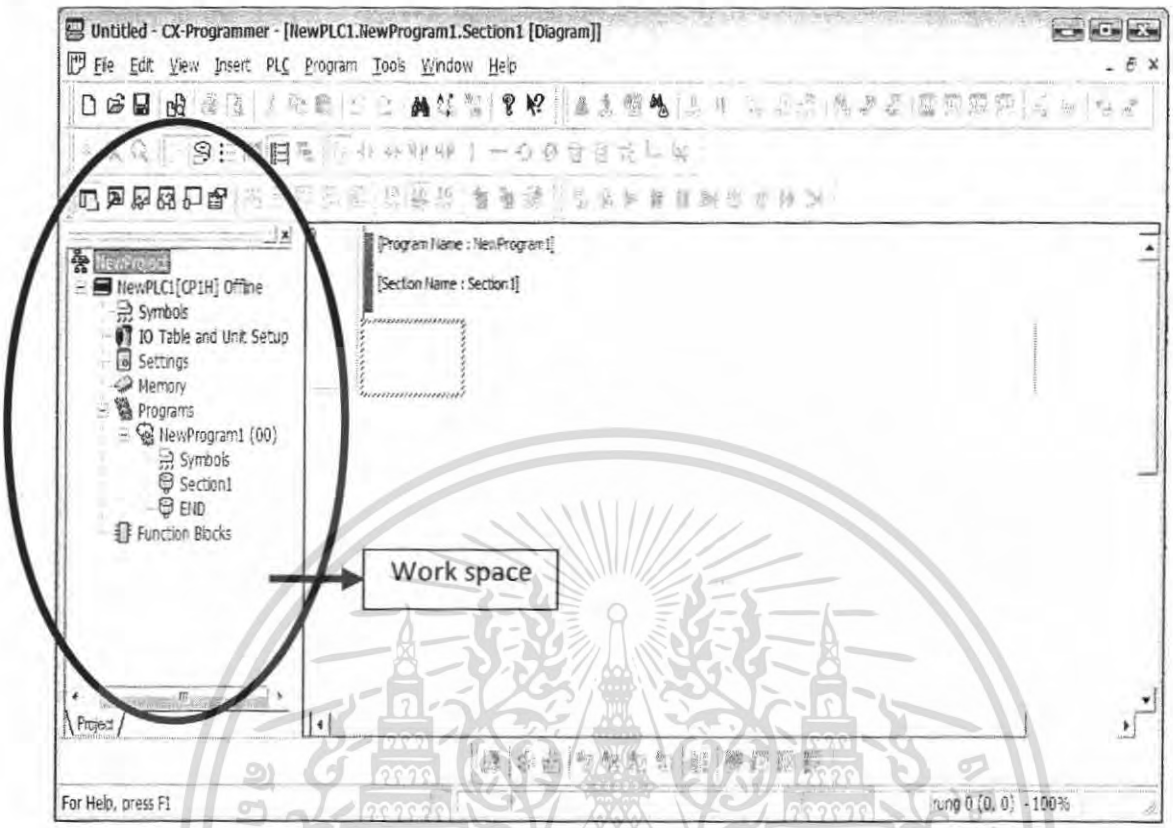




ในที่นี้เราเลือกรุ่นเป็น CP1H แล้ว Settings เพื่อเลือกรุ่น CPU (X หรือ XA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเลือกรุ่นที่ต้องการแล้ว ที่โปรแกรมจะปรากฏ work space ขึ้นมา



3. ในส่วนของการเขียนโปรแกรมนั้น รายละเอียดจะแสดงใน work space โดยอยู่ในหัวข้อ Programs ซึ่งในหัวข้อนี้เมื่อเริ่มต้นจะปรากฏ NewProgam1(00) หมายถึง ชื่อโปรแกรม โดยแบ่งย่อยได้อีกเป็น Symbols, Section1 และ END ซึ่ง section ของโปรแกรมนั้นเราสามารถทำการเพิ่มได้ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ ให้แบ่งระบบควบคุมในแต่ละเรื่องเอาไว้ใน section ต่างๆ แล้วตั้งชื่อเก็บไว้

END ก็เป็น section หนึ่งของโปรแกรมที่ถูกสร้างโดยอัตโนมัติ มีประโยชน์คือผู้ใช้ไม่ต้องทำการเขียนคำสั่ง END โปรแกรม จากที่อธิบายทำให้รู้ว่าแต่ละ section นั้นโปรแกรมจะต่อกัน นั่นคือ PLC จะเห็นเป็นโปรแกรมเดียวทั้งหมด

การเขียน Ladder Diagram เบื้องต้น

การเขียนนั้นให้คลิกที่สัญลักษณ์ที่ต้องการ แล้วนำมาวางในตำแหน่งที่ต้องการ โดยไม่ต้องกดค้าง สัญลักษณที่จะนำมาวางมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 11 สัญลักษณ์นี้มีหน้าที่ดังนี้ (อธิบายจากซ้ายไปขวา)

1. NO Contact Input เมื่อนำมาวาง ให้กำหนดค่าเป็นหมายเลขอินพุตหรือ flag ที่ใช้

2. NC Contact Input เมื่อนำมาวาง ให้กำหนดค่าเป็นหมายเลขอินพุตหรือ flag ที่ใช้

3. OR NO Contact Input เมื่อนำมาวาง ให้กำหนดค่าเป็นหมายเลขอินพุตหรือ flag ที่ใช้

4. OR NC Contact Input เมื่อนำมาวาง ให้กำหนดค่าเป็นหมายเลขอินพุตหรือ flag ที่ใช้

5. Vertical Line ใช้ลากเส้นในแนวตั้ง

6. Horizontal Line ใช้ลากเส้นในแนวระดับ

7. Coil Output เมื่อนำมาวางให้กำหนดค่าเอาท์พุตที่ใช้กับ PLC ที่ต้องการ

8. Closed Coil Output เมื่อนำมาวางให้กำหนดค่าเอาท์พุตที่ใช้กับ PLC ที่ต้องการ

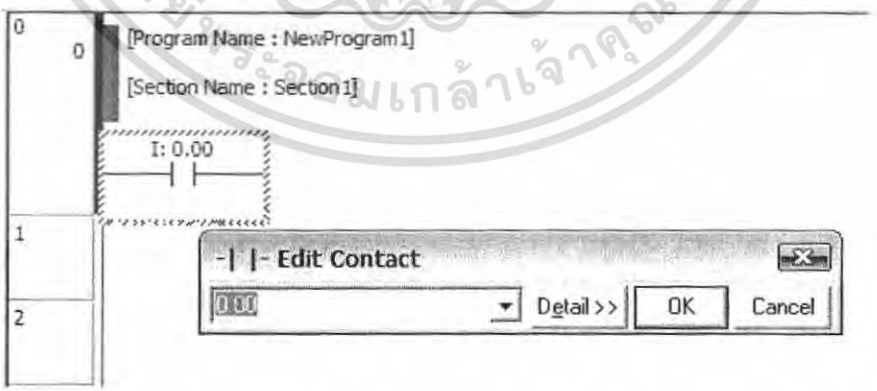
9. Insert Instruction Block ใช้สำหรับเรียกคำสั่งพิเศษ โดยให้กำหนดคำสั่งพิเศษและพารามิเตอร์ลงไป ขั้นตอนการบรรจุคือ การเว้นวรรคหมายถึง บรรจุค่าลงไปใน Block ถัดไป (ข้างล่าง)

10. Insert Function Block ใช้สำหรับเรียกฟังก์ชันบล็อก (รายละเอียดดูในหัวข้อการใช้ Function Block)

11. Insert Function Block Parameter ใช้สำหรับบรรจุพารามิเตอร์ให้ฟังก์ชันบล็อก (รายละเอียดดูในหัวข้อการใช้ Function Block)

- ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

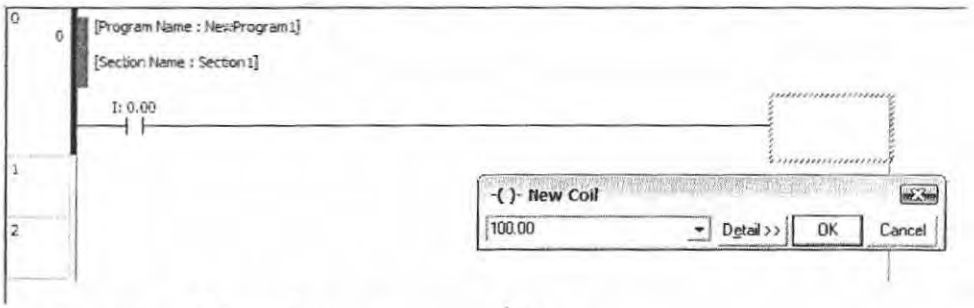
1. สร้างอินพุตโดยให้เป็น NO Contact หมายเลข 0.00 โดยคลิกที่สัญลักษณ์ แล้วนำมาวาง



จากนั้นจะมีหน้าต่างให้เรากำหนดค่า โดยให้เราป้อน 0.00 ลงไป แล้ว OK จะปรากฏหน้าต่างให้ใส่ Comment ซึ่งควรกำหนดชื่อของสัญลักษณ์ลงไป เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

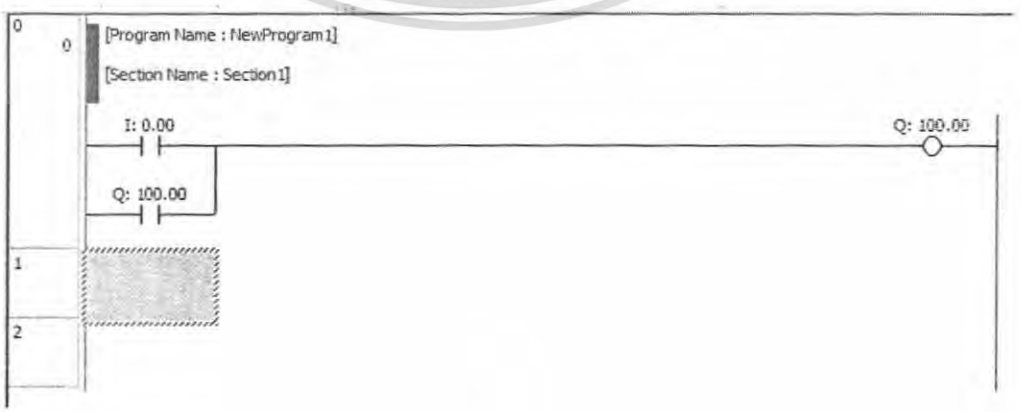
2. ลากเส้นในแนวระดับโดยคลิกที่สัญลักษณ์ Horizontal Line แล้ววางไว้ที่ตำแหน่งถัดจาก NO Contact ไปทางขวาจนถึงบล็อกรองสุดท้าย โดยที่บล็อกสุดท้ายให้วาง Coil Output ลงไป



ให้กำหนดค่า 100.00 ลงไป และกำหนด comment ที่ต้องการ

3. เราจะทำการ OR โปรแกรม ให้ลากเส้นในแนวตั้งด้วย Vertical Line โดยกดที่ตำแหน่งถัดจาก I:0.00 แล้วจะเกิดเส้นลากลงมา (ยังอยู่ใน Rung 0) ที่ตำแหน่งใต้ I:0.00 ให้วาง OR NO Contact ลงไป

ให้กำหนดค่าของ OR NO Contact เป็น 100.00 เพื่อสร้างวงจร Self Hold เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้จะเห็นว่าเส้นสีแดงข้างหน้าหายไป เนื่องจากเส้นสีแดงนี้มีหน้าที่ตรวจสอบว่าโปรแกรมนั้นเขียนได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์หรือไม่

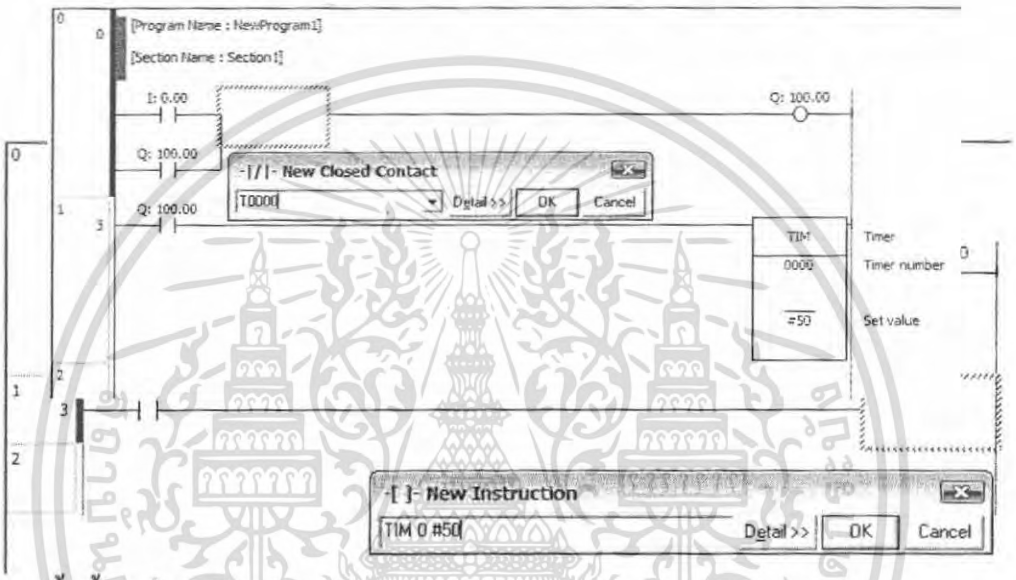


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

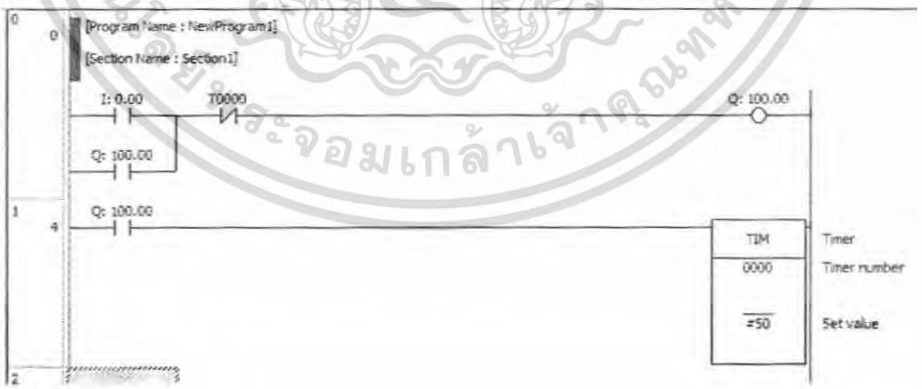
4. สร้าง NO Contact หมายเลข 100.00 ที่ Rung1 แล้วลากเส้นในแนวนอนไปจนถึงบล็อกรองสุดท้าย และในบล็อกสุดท้ายให้วาง Insert Instruction Block ลงไป

ให้กำหนดค่าเป็น TIM 0 #50 หมายถึงให้เป็น Timer หมายเลข 0 โดยหน่วงเวลา 5 วินาที

5. การแก้ไขโปรแกรมที่ทำไปแล้วนั้นทำได้ง่ายเพียงแค่ลบสัญลักษณ์เดิมในตำแหน่งที่ต้องการแก้ไข แล้วบรรจุสัญลักษณ์ใหม่ลงไป เช่น จากโปรแกรมที่ผ่านมาหากต้องการให้ Timer0 ตัดการทำงานของ Q:100.00 ต้องแก้โปรแกรมโดยลบเส้นข้าง I:0.00 ออก แล้ววาง NC Contact ลง



ไปแทน จากนั้นตั้งค่าเป็น T0000



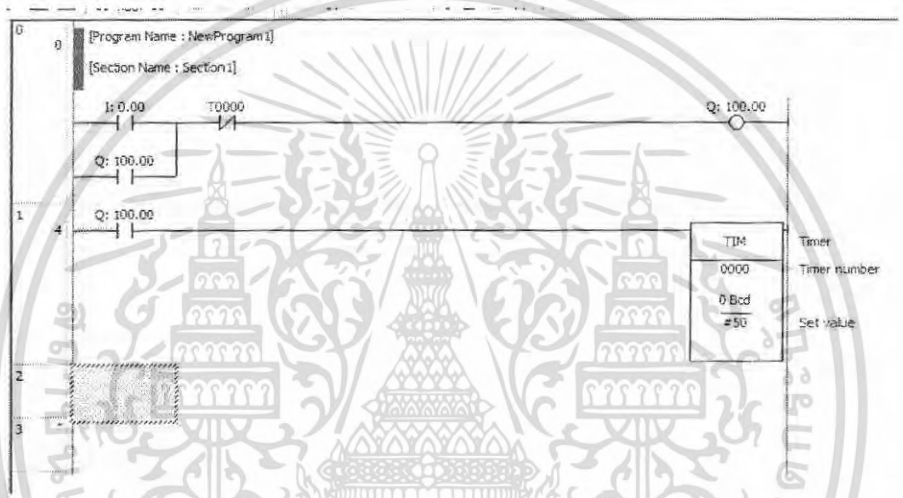
เป็นอันเสร็จการทำตัวอย่าง โดยโปรแกรมนี้หมายถึง เมื่อ On 0.00 แล้ว 100.00 จะ On แล้ว Lock ตัวเองไว้ ในขณะเดียวกันก็จะไป On Timer0 จนเมื่อ Timer0 นับครบก็จะมาตัดการทำงานทั้งหมด ด้วย Contact T0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

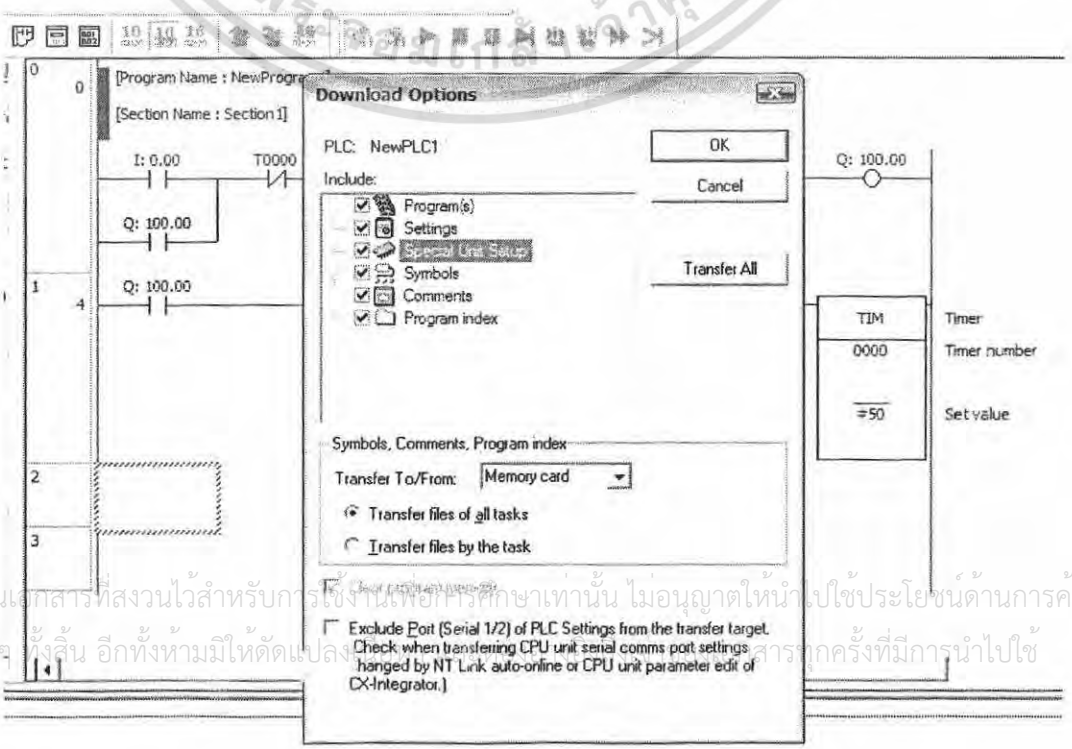
การ Up/Load โปรแกรมกับ PLC

เมื่อได้ออกแบบโปรแกรมที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการโหลดโปรแกรมที่ทำไว้ให้กับ PLC ในทางกลับกันเราก็สามารถอัปโปรแกรมจาก PLC มาดูได้เช่นกัน โดยเราต้องทำการเชื่อมต่อ Computer กับ PLC ที่ใช้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ที่ CX-Programmer ให้คลิกที่ เพื่อสั่งออนไลน์กับ PLC ซึ่งหากตั้งค่ารุ่นของ PLC ได้ถูกต้องก็จะสามารถเชื่อมต่อได้ และหน้าจอจะกลายเป็นสีเทา และมีแถบสีขึ้นที่โปรแกรม (เปรียบเสมือนไฟที่จะวิ่งจากซ้ายไปขวาเพื่อ Run โปรแกรม)



2. ที่เมนูบาร์ให้คลิกที่ เพื่อโหลดโปรแกรมลง PLC ระบบจะถามถึงสิ่งที่ต้องการจะ

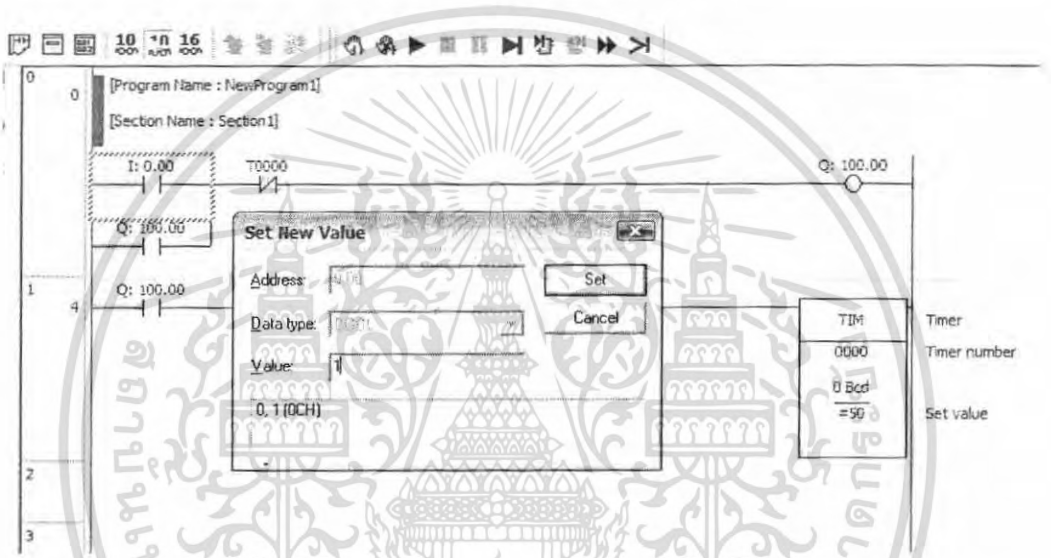


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดให้เลือกทั้งหมดตามภาพ

เมื่อกด OK ระบบจะทำการโหลด จนขึ้น Download Successful ให้กด OK อีกครั้ง

3. เมื่อทำการโหลดโปรแกรมเสร็จแล้ว จะสามารถ Monitor โปรแกรมผ่านทาง Computer ได้ โดยวิธีการทำคือ ดับเบิ้ลคลิกที่ Contact ที่ต้องการ แล้วกำหนดค่าลงไปตามพารามิเตอร์ที่ระบบกำหนด



เช่นที่ I:0.00 ตั้งค่าเป็น 1 เพื่อเปิดหน้าคอนแทค I:0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้