รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบป้องกันการใส่ FUSITE ผิดรุ่นโดยใช้ PLC

FUSITE POKA-YOKE

วิชญ์ภาส กิจเลิศพรไพโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148525

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบป้องกันการใส่ FUSITE ผิดรุ่นโดยใช้ PLC

FUSITE POKA-YOKE

วิชญ์ภาส กิจเลิศพรไพโรจน์

หมู่.....
เลขทะเบียน 148525
วัน.เดือน.ปี 30 ต.ค. 2560

.b 12870432
.l.....

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

ชื่อโครงงาน	ระบบป้องกันการใส่ Fusite ผิดรุ่นโดยใช้ PLC
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายวิชญ์ภาส กิจเลิศพรไพโรจน์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณวัชรพงษ์ อินทจันทร์
สถานประกอบการ	บริษัท อิเมอร์สัน อิเล็คทริค (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เกี่ยวกับการป้องกันการเชื่อม Fusite ผิดรุ่น หรือเรียกว่าการทำ POKA-YOKE เนื่องจากการผลิตในภาคอุตสาหกรรม มีกำลังผลิตต่อวันค่อนข้างสูง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้

ส่วนของ Fusite เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในคอมเพรสเซอร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นตัวที่ใช้ในการเชื่อมต่อไฟฟ้าจากภายนอก เข้าสู่ระบบคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้ตัวคอมเพรสเซอร์สามารถทำงานได้ จึงเป็นส่วนที่สำคัญที่จะต้องได้รับการปรับปรุง

โดยในโครงงานนี้จะใช้ตัวแสกนมือจับตรวจสอบ Barcode ที่อยู่ข้างกล่องบรรจุ Fusite และใช้เซนเซอร์ตรวจสอบอ่านค่า Label ที่อยู่บนตัวถัง Compressor แล้วนำค่าที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องในระบบคอมพิวเตอร์ ที่ตรวจสอบผ่านระบบ Database และส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปส่งงานอุปกรณ์ PLC ที่ควบคุมเครื่อง Fusite Welder ให้เครื่องจักรเริ่มทำงานได้ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการใส่ชิ้นงานก่อนการลงมือปฏิบัติการ

Keywords Fusite, POKA-YOKE, Compressor

Cooperative Title	Fusite Welding POKA-YOKE
Student Intern Name	Mr.Wichapas Kitlerdpornpairot
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name	Asst. Prof. Dr.Noppadol Maneerat
Mentor Name	Watcharapong Intachan
Company	Emerson Electric (Thailand) Ltd.

ABSTRACT

This project is about preventing wrong Fusite-model welding due to a mass production in an industrial factory, defected part could be found frequently.

Fusite is a part of compressor which conduct an electricity from source into compressor therefore this part is an important thing that should have and improvement.

The preventing starts with handheld scanner scan a barcode besides a Fusite box and the other scanner scans a label on a compressor shell. A result will be sent to computer system and be checked by database system, then output parameter is sent to PLC in order to start a machine. The system could prevent a mistaken in production that leads to a better quality of products, cost savings, and decease a production waste.

Keywords Fusite, POKA-YOKE, Compressor

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำรายงานและโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจาก ได้รับคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นนทวัฒน์ จุลเดชะ ที่ได้ให้โอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา และให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของโครงงาน จนทำให้โครงงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ บริษัท อิเมอร์สัน อิเล็คทริค (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ให้โอกาสในการเข้ามาฝึกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ วิศวกรฝ่าย Manufacturing Engineer Compressor ที่สละเวลามาอธิบายรายละเอียดงาน แนะนำวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบ และให้คำแนะนำดีๆ มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาจนโครงการสำเร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี จึงขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของข้าพเจ้าแต่เพียงผู้เดียว และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

วิชญ์ภาส กิจเลิศพรไพโรจน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
3.1 ศึกษาภาพรวมสายการผลิตภายในโรงงาน	7
3.2 ศึกษาการทำงานในส่วนของการเชื่อม Fusite ใน Line 1	7
3.3 ศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงระบบ และวิธีการใช้ PLC ยี่ห้อ Allen Bradley	9
3.4 จัดซื้ออุปกรณ์	11
3.5 ติดตั้งอุปกรณ์ลงในสายการผลิต	14
3.6 เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC ให้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งเข้าไปใหม่	16
บทที่ 4 ผลการวิจัย	22
4.1 การทำงานของอุปกรณ์ที่ติดตั้งเข้าไปใหม่	22
4.2 การทำงานของสถานี Fusite Welding	22
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	24
5.1 สรุปผล	24
5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการทำโครงงาน	24
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	26
ภาคผนวก ก : ADAM 4000 Series	27
ภาคผนวก ข : ADAM 4500 Series	43
ภาคผนวก ค : Allen Bradley Micrologix 1500	55
ภาคผนวก ง : Keyence SR-1000 Scanner	67
ประวัติผู้เขียน	74

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โปรแกรม RS Logix 500	4
2.2 วิธีการอ่าน Barcode	4
2.3 ตัวอย่าง Barcode Code 39	5
2.4 สีของสายไฟ	6
2.5 หัวของสาย LAN	6
3.1 แผนผังลำดับการผลิตก่อนที่มีการเปลี่ยนแปลง	7
3.2 บริเวณที่วางแผนว่าจะติดเซนเซอร์อ่าน Label	8
3.3 ตำแหน่งที่วางแผนว่าจะวาง PC	8
3.4 ตำแหน่งที่วางแผนว่าจะติดตั้งตู้ไฟฟ้า	9
3.5 การเชื่อมต่อของระบบอ่าน Barcode	10
3.6 ADAM-4520	11
3.7 ADAM-4055	12
3.8 Power Supply Keyence MS2-H50	13
3.9 Barcode Reader Keyence SR-1000	13
3.10 Scanner LS-3008	14
3.11 แผนผังไฟฟ้า	15
3.12 ADAM-4055 Digital Output Wiring	15
3.13 รถเข็นวางกล่อง Fusite	16
3.14 แผนผังลำดับการผลิตที่เปลี่ยนแปลงใหม่	17
3.15 โปรแกรม Ladder ด้าน Input	18
3.16 โปรแกรม Ladder ด้าน Output	19
3.17 โปรแกรม Ladder ด้าน Process	20
4.1 Match Fusite	22
4.2 Fusite Not Match	22

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางการทำวิจัยของนักศึกษา	21

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

Compressor ที่ถูกสร้างขึ้นในอิเมอร์สันมีหลากหลายรุ่นหลากหลายขนาดขึ้นอยู่กับการใช้งานของลูกค้า และใน Compressor แต่ละตัวก็จะมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละรุ่น แต่มี Compressor ที่ได้รับการเชื่อมในส่วนของ Fusite ที่ไม่ตรงตามการออกแบบ และส่งผลทำให้มีสินค้าที่มีข้อผิดพลาดถูกส่งไปสู่ลูกค้า แล้วถูกส่งกลับมาที่โรงงาน ทำให้บริษัทเกิดความไม่น่าเชื่อถือ จึงได้มีการควบคุมการผลิตในขั้นตอนการเชื่อมให้ถูกต้องโดยการใช้เซนเซอร์แสง และเซนเซอร์จับภาพเข้ามาช่วยทำงานร่วมกับ PLC เพื่อให้พนักงานที่ทำการเชื่อมมีตัวช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องก่อนการเชื่อมชิ้นงาน

ในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการบันทึกจำนวนชิ้นงานที่ถูกลูกค้าส่งกลับมาที่โรงงาน เนื่องจากมีปัญหาการเชื่อมผิดพลาดที่ตำแหน่ง Fusite จำนวน 132 ลูก ซึ่งในอัตราการผลิตของโรงงานใน 1 ปีสามารถผลิตได้ 1,544,320 ลูก ซึ่งจะทำให้บริษัทสูญเสียรายได้ประมาณ 800,000 บาทต่อปี จึงเห็นความสำคัญในการปรับปรุงการผลิตให้มีคุณภาพมากขึ้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียจากกรผลิตที่ผิดพลาด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ควบคุมให้เกิดข้อผิดพลาดในการผลิตให้น้อยลงเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต
2. ศึกษาการทำงานและการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์และ PLC

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อลดปัญหาการใส่ Fusite ที่ผิดไปจากการออกแบบ และลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นการใส่ผิดรุ่น

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ศึกษาระบบการผลิต Compressor ภายในโรงงานและศึกษากระบวนการผลิตที่ยังมีปัญหาเกิดขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดของพนักงาน ค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดนั้น วิเคราะห์ปัญหาและหาทางแก้ไขปรับปรุงระบบนั้นให้ดีขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การเขียนโปรแกรมบน PLC ยี่ห้อ Allen Bradley
2. การติดต่อสื่อสารระหว่าง PC และ PLC
3. การทำงานของสายการผลิตและวิธีการปรับปรุงระบบสายการผลิตในโรงงาน
4. ลดของเสียที่เกิดจากการเชื่อม Fusite ผิดพลาด
5. สามารถนำงานวิจัยนี้ไปต่อยอดกับสถานีอื่นๆ ภายในโรงงานได้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานนี้ได้นำเอาแนวคิด ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาใช้กับอุปกรณ์ที่ใช้อยู่แล้วภายในโรงงาน เพื่อพัฒนาคุณภาพ และประสิทธิภาพให้ดีขึ้น โดยศึกษาจากวิธีการที่ใช้ในโรงงานอยู่แล้ว เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในโครงงานนี้ แสดงวิธีการเชื่อมต่อ และการติดต่อสื่อสารของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ เช่น การสื่อสารระหว่าง PC กับ PLC การใช้งาน PLC ยี่ห้อ Allen Bradey เป็นต้น รวมไปถึงวิธีการทำงานของระบบดังกล่าว เพื่อให้เข้าในหลักการทำงานของระบบต่างๆ ในโครงงานนี้

2.1.1 การติดต่อสื่อสารระหว่าง PC กับ PLC

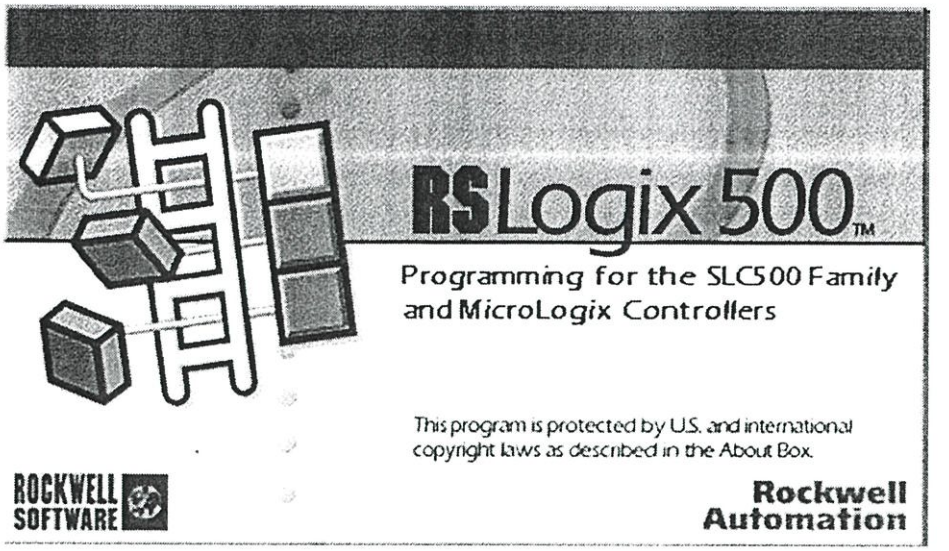
นักศึกษาได้ใช้วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่าง PC และ PLC ด้วยอุปกรณ์ ADAM ซึ่งมีหน้าที่ในการแปลงข้อมูลที่ส่งมาจาก PC โดย RS232 ไปเป็นข้อมูล Input/Output ที่ PLC สามารถรับได้ โดยในการทำวิจัยนั้น ได้ใช้โมดูล ADAM 4055 ในการรับข้อมูลผ่าน RS232 จากอุปกรณ์ PC เพื่อแปลงสัญญาณผ่าน RS485 ไปยังโมดูล ADAM 4520 ด้วย Pin DATA+ และ DATA- เพื่อแปลงสัญญาณเป็น Input/Output ทำให้เครื่อง PLC สามารถเข้าใจคำสั่งที่ถูกส่งมาจาก PC ได้

ทั้งนี้เหตุผลที่ต้องมีการติดต่อสื่อสารกันระหว่าง PC และ PLC นั้น เพราะในการวิจัย ได้มีการใช้เซนเซอร์ประมวลผลภาพ และตัวแสกน Barcode เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์แล้วแสดงผลลัพธ์ให้กับพนักงานที่ทำหน้าที่ได้ทราบพร้อมกับส่งข้อมูลจาก PC ไปยัง PLC เพื่อให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน

2.1.2 การใช้งาน PLC ของ Allen Bradley

ในการใช้งาน PLC ของ Allen Bradley นั้น จะเขียนโปรแกรมอยู่ในรูปแบบขั้นบันได (Ladder Diagram) ซึ่งรูปแบบโปรแกรมแบบขั้นบันไดนั้น จะถูกใช้ใน PLC หลายชนิด แต่วิธีการจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละยี่ห้อ โดย PLC ของ Allen Bradley จะใช้ Software ที่ชื่อว่า RS Logix 500 (รูปที่ 2.1) ในการเขียนโปรแกรม วิธีการเขียนโปรแกรมจะเขียนโดยใช้ระบบขั้นบันได โปรแกรมจะถูกใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC ในการควบคุมการส่ง Input และ Output การหน่วงเวลา การนับจำนวน รวมไปถึงการสร้างเงื่อนไขในการทำงาน

Ladder Diagram ในสมัยก่อน จะถูกเขียนเพื่อใช้ในการวางแผนวงจร Relay เพื่อใช้ในระบบการผลิตในอุตสาหกรรม แต่เมื่อมีการนำเทคโนโลยีการเขียนโปรแกรม และ PLC เข้ามาประยุกต์การใช้ Ladder Logic เข้ากับการเขียน PLC



รูปที่ 2.1 โปรแกรม RS Logix 500

2.1.3 การอ่านแถบ Barcode

Barcode คือ แถบเส้นสีขาวดำสลับกัน มีขนาดที่อาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ และมีรูปแบบการวางตัวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวแปรที่แฝงอยู่ใน Barcode นั้น เครื่องอ่านแถบ Barcode จะส่งคลื่นแสงออกมาใส่แถบ Barcode และสะท้อนกลับไปยังตัวรับแสง และถอดรหัสสัญญาณที่รับมาเป็นผลลัพธ์ของการอ่าน โดยเครื่องจะอ่านจากซ้ายไปขวา ในโรงงานที่ได้ทำการวิจัย มีการใช้ Barcode แบบ Code 39 ที่เป็น Barcode ที่นิยมใช้ในการบ่งบอกถึงรหัสของบรรจุภัณฑ์ของชิ้นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ภายในโรงงาน จะมีวิธีการอ่านโดยตัวแรกและตัวสุดท้ายของ Barcode จะหมายถึงตัว " * " เช่น Barcode ที่เขียนว่า KMITL จะเขียนในรูปแบบ Code 39 ได้ว่า *KMITL* และใน 1 ตัวอักษรจะประกอบไปด้วย แท่งแถบดำและขาว สลับกันจำนวน 9 แท่งที่มีขนาดเท่ากันหรือไม่เท่ากัน เมื่ออ่านดำสลับขาวจากซ้ายไปขวาครบ 9 แท่ง ก็จะได้ 1 ตัวอักษรลักษณะดังรูปที่ 2.2 และตัวอย่างในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.2 วิธีการอ่าน Barcode

รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง Barcode Code 39

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักในการควบคุมคุณภาพในการผลิต หรือ Quality Cycle Control (QCC) ประกอบขึ้นจากหลายหลักการ ขึ้นอยู่กับวิธีที่ต้องการควบคุม และความสำคัญของการควบคุม ในโครงงานนี้ได้นำเอาหลักการ POKA-YOKE ของคนญี่ปุ่น เป็นวิธีที่นิยมใช้ เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำได้สะดวก และมีเปลี่ยนแปลงในระบบงานน้อย

2.2.1 การทำ POKA-YOKE

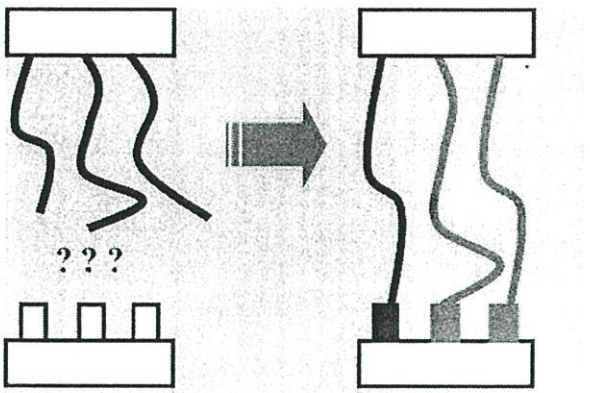
การลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังของบุคคลที่เกิดขึ้นในการทำงาน แนวคิดพื้นฐานของ POKA-YOKE หรือ ポカヨケ ได้ถูกนำมานำเสนอ และใช้ในระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยวิศวกรชาวญี่ปุ่นมีชื่อว่า ชินโงว ชิเงโอะ (新郷重雄) มาจากภาษาญี่ปุ่น 2 คำ คือคำว่า BAKA ที่แปลว่าโง่เขลา และคำว่า YOKERU แปลว่าป้องกัน รวมกันจะมีความหมายว่า ป้องกันความโง่เขลาของพนักงาน ซึ่งวิธี POKA-YOKE ถูกนำมาใช้ได้หลายหลายวิธีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดในโรงงาน นิยมใช้กับการประกอบชิ้นงาน ถ้าในรุ่นใดไม่ตรงกับการออกแบบจะทำให้สวมใส่ไม่ได้หรือเครื่องจักรจะไม่ทำงาน

POKA-YOKE ได้แบ่งระดับออกเป็น 3 ระดับคือ การเฝ้าระวังคือ

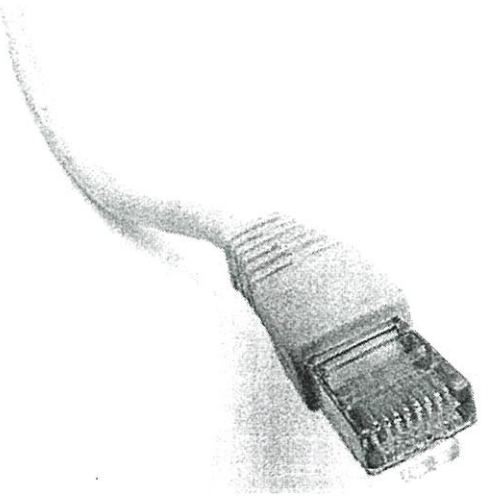
1. การระวังไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน
2. การตรวจจับข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น หรือคาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นในการทำงาน
3. การป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน

การทำ POKA-YOKE ที่ดีควรจะมีการควบคุมทั้ง 3 ระดับ โดยมีจุดประสงค์คือ ไม่ยอมให้เกิดของเสียในกระบวนการ ไม่ให้เกิดชิ้นงานที่เสีย และไม่ยอมให้ชิ้นงานที่เสียถูกส่งไปยังขั้นตอนต่อไป โดยการควบคุม 2 แบบคือ การควบคุมโดยการกระทำ คือการป้องกันทางกายภาพ เช่น ปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงกระบวนการผลิตทาง เปลี่ยนรอยต่อของพาร์ท เปลี่ยนวิธีการประกอบให้ถูกต้อง นำอุปกรณ์เข้ามาใช้ช่วยทำให้งานไม่เกิดความผิดพลาด และอย่างที่สองคือ การเตือนเมื่อมีงานที่ผิดพลาดเกิดขึ้นเพื่อเตือนให้พนักงานที่ปฏิบัติการได้ทราบ และจะได้ไม่ส่งผลงานนี่ความผิดพลาดออกไปสู่ขั้นตอนต่อไป

ตัวอย่างการนำ POKA-YOKE ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเดินสายไฟหลายเส้นในระยะทางยาวๆ อาจจะต้องเรียงลำดับสายไฟในการเชื่อมต่อทีละเส้น เพื่อไม่ให้เชื่อมสายไฟผิดจุด แต่ถ้านำ POKA-YOKE เข้ามาใช้ โดยการทำเครื่องหมายสีบนสายไฟแต่ละเส้น (รูปที่ 2.4) หรือเปลี่ยนรูปร่างของหัวปลั๊ก เช่น สาย LAN (รูปที่ 2.5) ที่ทำให้เสียบได้ด้านเดียว ก็จะทำให้ลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้



รูปที่ 2.4 สีของสายไฟ



รูปที่ 2.5 หัวของสาย LAN

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

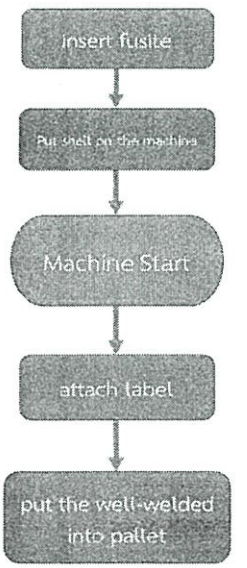
การทำโครงงาน Fusite POKA-YOKE เริ่มจากการศึกษาวิธีการทำงานของสถานีงานการเชื่อม Fusite ข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในโครงงาน วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ แล้วจึงนำอุปกรณ์ทุกชิ้นติดตั้งลงไปในสถานีงาน และเขียนโปรแกรม PLC เป็นลำดับสุดท้าย

3.1 ศึกษาภาพรวมสายการผลิตภายในโรงงาน

ได้ศึกษาการทำงานของระบบสายการผลิตใน Line 1 เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่การนำแผ่นโลหะมาขึ้นรูปให้เป็น Shell ของ Compressor ผ่านการเจาะ การเชื่อมท่อต่างๆ ลงไปบน Shell และศึกษาเกี่ยวกับชนิดของ Compressor ที่ผลิตรุ่นโมเดลต่างๆ ซึ่งภายในโรงงานของบริษัท อิเมอร์สัน ได้มีการผลิต Compressor มากมายหลายโมเดล ในแต่ละโมเดลก็จะมีส่วนประกอบ และวิธีการประกอบที่แตกต่างกันออกไป ในโรงงานจะมีหลายสายการผลิตที่ผลิตโมเดลแตกต่างกัน

3.2 ศึกษาการทำงานในส่วนของการเชื่อม Fusite ใน Line 1

เพื่อศึกษาวิธีการแล้ววิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าการเชื่อม Fusite ก่อนที่จะมีการทำ POKA-YOKE นั้นมีลำดับการทำงานดังรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่าวิธีการเชื่อม Fusite นั้นไม่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องในการทำงาน หากพนักงานเชื่อมมีความพลาดพลั้งในการหยิบ Fusite ก็จะเกิดของเสียขึ้นในการผลิตได้



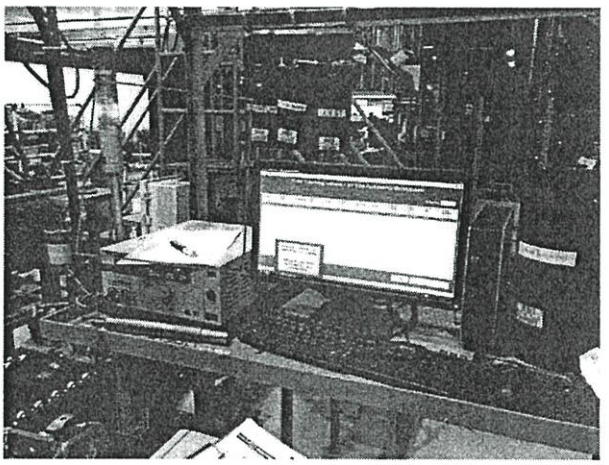
รูปที่ 3.1 แผนผังลำดับการผลิตก่อนที่มีการเปลี่ยนแปลง

จากการวิเคราะห์ปัญหาในการกระบวนการเชื่อม Fusite จึงได้วางแผนการปรับปรุงระบบ โดยมีความคิดเห็นว่าควรจะมีการตรวจสอบความถูกต้องก่อนการเชื่อม โดยให้มีการตรวจสอบรุ่นของ

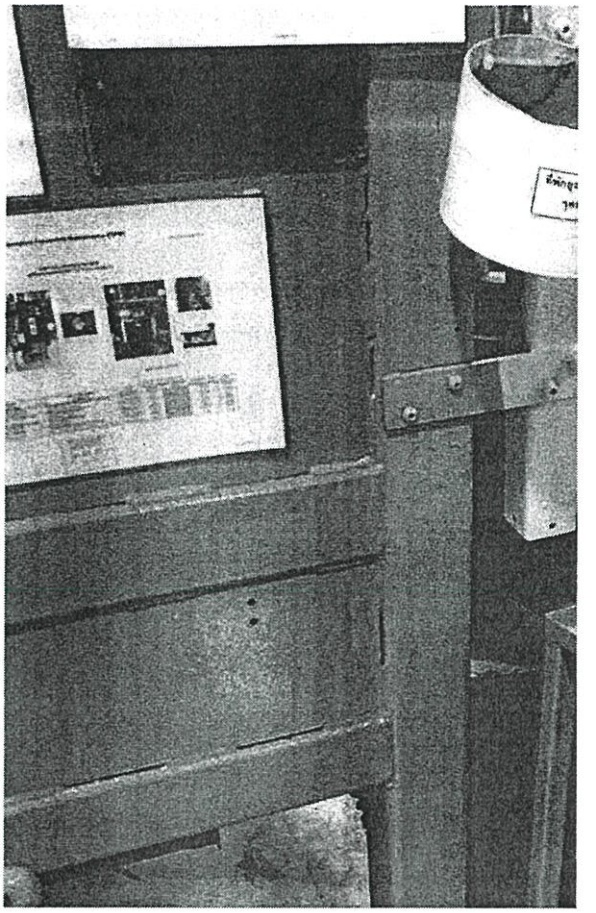
Shell ที่กำลังจะนำมาเชื่อม และรุ่นของ Fusite ที่นำมาใส่ว่าเป็นรุ่นที่ตรงกันหรือไม่ โดยใช้การสแกนข้อมูล Barcode บน Label ที่แปะบนตัว Shell กับสแกน Barcode บริเวณข้างกล่อง Fusite ที่นำมาเชื่อม เมื่อมีการตรวจสอบว่ารุ่นถูกต้องตามแบบแล้ว จึงจะให้เครื่องเชื่อมทำงาน

ในบริเวณสถานี ได้ไปทำงานสำรวจบริเวณที่จะทำการปรับปรุง และเพิ่มเซนเซอร์ตรวจจับเข้าไป วางอุปกรณ์ต่างๆ ตามตำแหน่งในรูปที่ 3.2, รูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 ตามลำดับ โดยคำนึงไม่ให้มีผลกระทบต่อระบบการผลิตเดิม และยังต้องเพิ่มคุณภาพในการผลิตด้วย

รูปที่ 3.2 บริเวณที่วางแผนว่าจะติดเซนเซอร์อ่าน Label



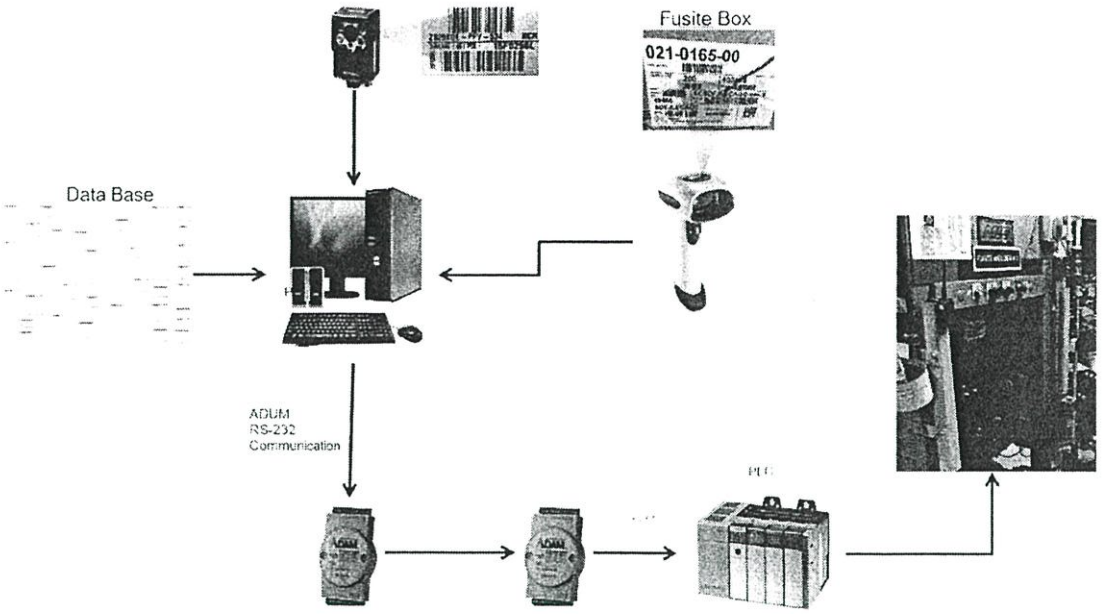
รูปที่ 3.3 ตำแหน่งที่วางแผนว่าจะวาง PC



รูปที่ 3.4 ตำแหน่งที่แผนว่าจะติดตั้งตู้ไฟฟ้า

3.3 ศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงระบบ และวิธีการใช้ PLC ยี่ห้อ Allen Bradley

อุปกรณ์สแกน Barcode จะอ่านค่าที่ได้บน Barcode แบบ Code 39 และเครื่องสแกน Label บนตัวถังจะอ่านค่าจากแล้วส่งผลลัพธ์ของการอ่านไปใน PC ที่วางอยู่ที่สถานี เพื่อนำไปประมวลผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และถูกเชื่อมต่อกันดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อของระบบอ่าน Barcode

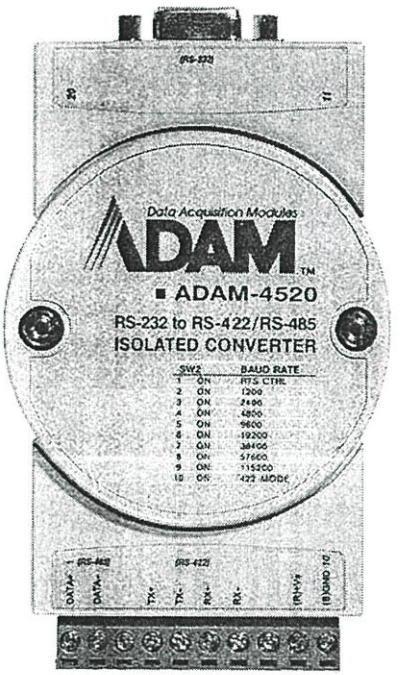
เนื่องจากโปรแกรม RS Logix 500 เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นนานแล้ว แต่ยังใช้งานได้ดีและมีความเสถียร แต่จะไม่สามารถทำงานร่วมกับ Operating System (OS) รุ่นใหม่ๆ เช่น Windows 10 หรือ Windows 7 ได้ จึงต้องใช้โปรแกรมในการจำลอง Windows XP ขึ้นมาในการใช้โปรแกรม โดยเลือกใช้โปรแกรม VMware เป็นโปรแกรมที่ใช้จำลอง Virtual Drive ที่เป็น OS ที่ทำงานอยู่บนตัวโปรแกรมอีกทีหนึ่ง

3.4 จัดซื้ออุปกรณ์

การเลือกซื้ออุปกรณ์ต่างๆ จะคำนึงถึงการใช้งานที่จำเป็นภายในโครงงานนี้ และคำนึงถึงการต่อยอดในการใช้อุปกรณ์ในอนาคต

3.4.1 ADAM 4520

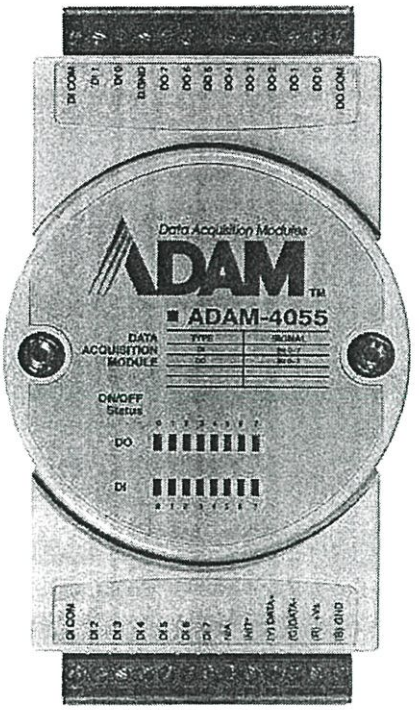
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณจาก PC ที่ส่งมาโดย RS232 ไปเป็น RS485 แบบ DATA+ DATA- เพื่อส่งไปยังอุปกรณ์ ADAM 4055 เหตุผลที่เลือกใช้อุปกรณ์ตัวนี้ เพราะจะสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปในรูปแบบอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์ตัวอื่นได้ในอนาคต



รูปที่ 3.6 ADAM-4520

3.4.2 ADAM 4055

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณ DATA+ และ DATA- ที่ได้รับมาจาก ADAM 4520 มาแปลงเป็นสัญญาณ I/O สำหรับ PLC



รูปที่ 3.7 ADAM-4055

3.4.3 Power Supply Keyence MS2-H50

เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าโดยมี Input เป็น 220VAC แปลงเป็น Output คือ 24VDC 2.1A มีหน้าจอแสดงข้อมูล 3 หลัก และมีระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินเมื่อมีการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน 125 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 3.8 Power Supply Keyence MS2-H50

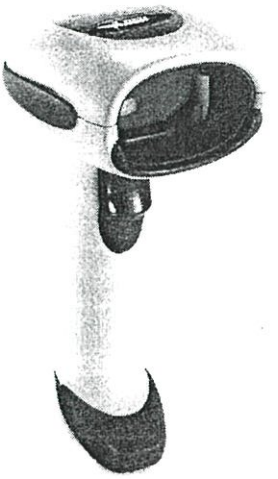
3.4.4 Barcode Reader Keyence SR-1000

เป็นอุปกรณ์อ่าน Barcode มีความละเอียด 1280x1024 Pixel โดยใช้ Image Sensor ระยะตรวจจับอยู่ที่ 110 มม. ถึง 1,000 มม. มีระบบการโฟกัสอัตโนมัติ และรองรับ Barcode แบบ Code 39 และระบบการตรวจจับทั้งแบบสองมิติและสามมิติ

รูปที่ 3.9 Barcode Reader Keyence SR-1000

3.4.5 Scanner LS-3008

เป็นอุปกรณ์อ่าน Barcode แบบมือถือ ใช้สำหรับการอ่าน Barcode ที่อยู่บนข้างกล่อง Fusite เพื่อตรวจสอบรหัสชิ้นส่วน แล้วส่งข้อมูลไปยัง PC เพื่อประมวลผล

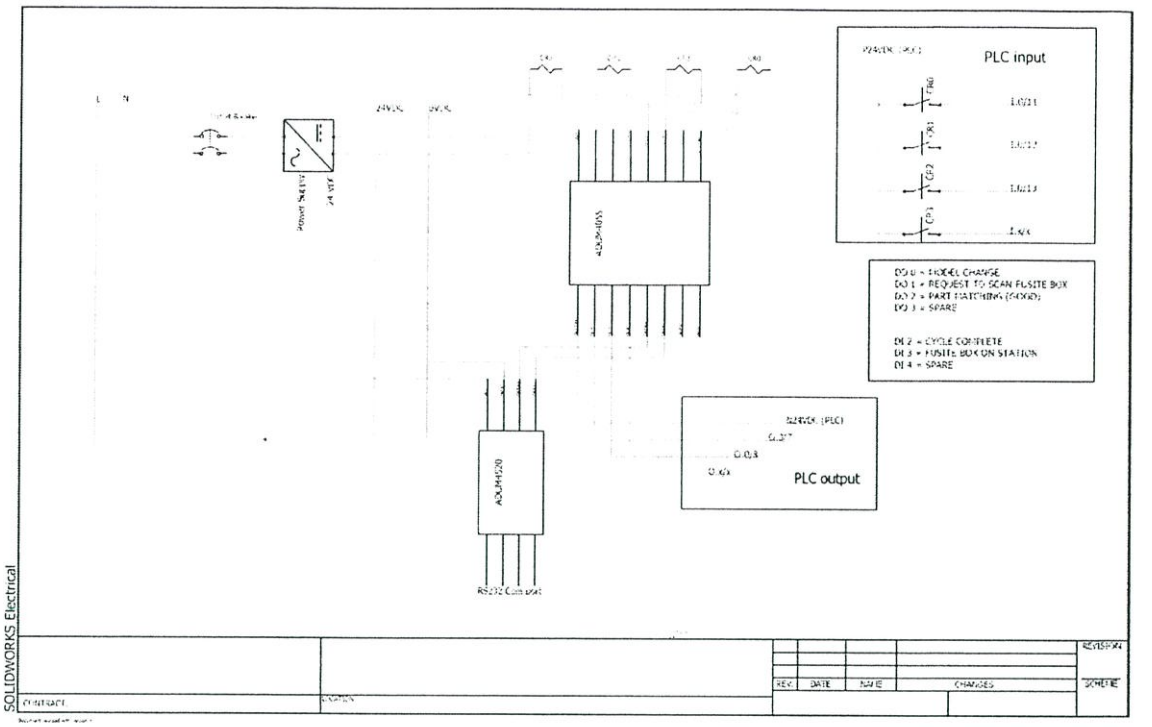


รูปที่ 3.10 Scanner LS-3008

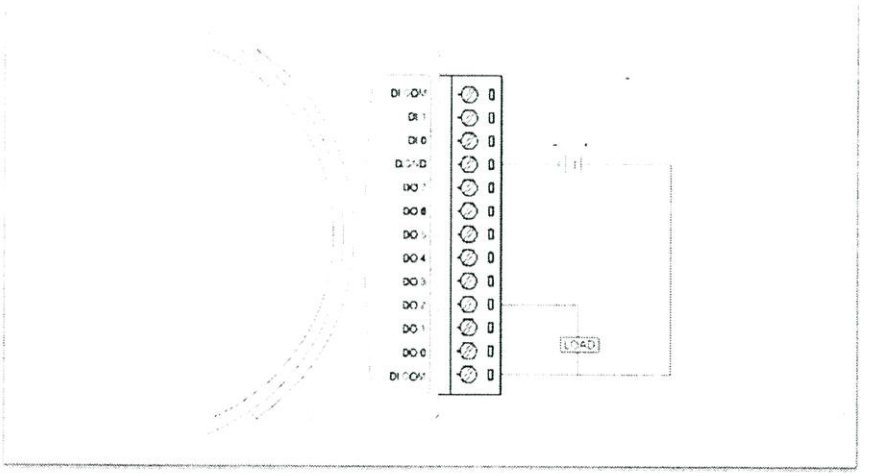
3.5 ติดตั้งอุปกรณ์ลงในสายการผลิต

การติดตั้งอุปกรณ์ที่จะใช้ลงในสถานี จะต้องวางแผนการเดินสายไฟ โดยการวาด Schematics ของตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเข้าไป โดยได้ใช้โปรแกรม Solidworks Electrical ในการวาดแผนผังไฟฟ้าโดยรวม เพื่อที่จะให้คนอื่นที่เข้ามาปรับปรุงตู้ไฟฟ้าสามารถอ่านแบบไฟฟ้าได้อย่างเข้าใจดังรูปที่ 3.11

ในแผนผังไฟฟ้า จะประกอบด้วยไฟฟ้า 220 VAC ที่เป็นลักษณะ Single-phase Line โดยจะมีสาย Line กับ Neutral วิ่งผ่าน Circuit Breaker ไปยัง Power Supply เพื่อแปลงไฟฟ้าลงเป็น 24 VDC เพื่อจ่ายเลี้ยงไปยัง ADAM ทั้งสองตัว และขดลวดรีเลย์ เนื่องจาก Output ของ ADAM-4055 จะไม่สามารถจ่ายให้ขดลวดโดยตรงได้ โดยจะต้องให้ 24 VDC ในการช่วยจ่ายไฟให้ด้วย โดยมีวิธีการต่อสายดังรูปที่ 3.12

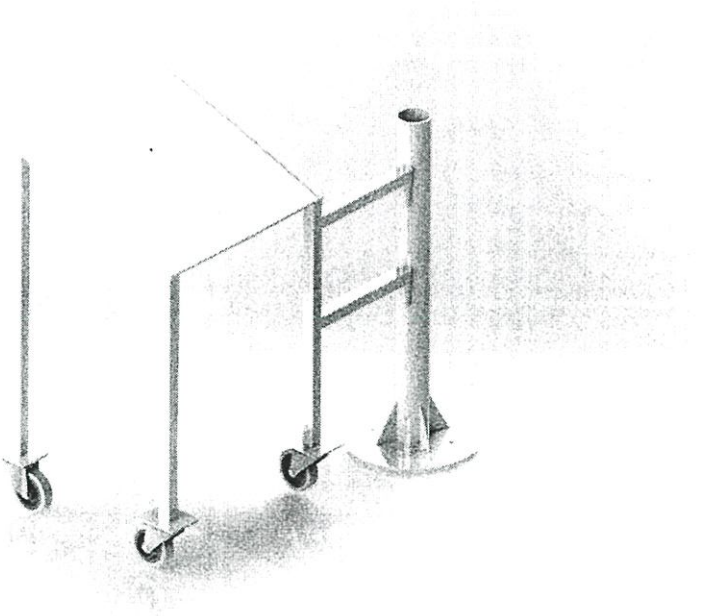


รูปที่ 3.11 แผนผังไฟฟ้า



รูปที่ 3.12 ADAM-4055 Digital Output Wiring

ติดตั้งรถเข็นที่วางกล่อง Fusite แบบใหม่ โดยตรงตำแหน่งที่วางจะมี Proximity Sensor ที่ตรวจจับกล่อง Fusite อยู่ตรงกลางตลอดเวลา ลักษณะของรถเข็นที่วางกล่องจะมีเสาแล้วมีคานยึดกับตัวรถ ทำให้รถเข็นมีลักษณะคล้ายบานพับประตู จะต้องมีการตรวจสอบว่ารถเข็นอยู่ในตำแหน่งที่พร้อมทำงาน จึงจะเริ่มทำงานได้ดังรูปที่ 3.13



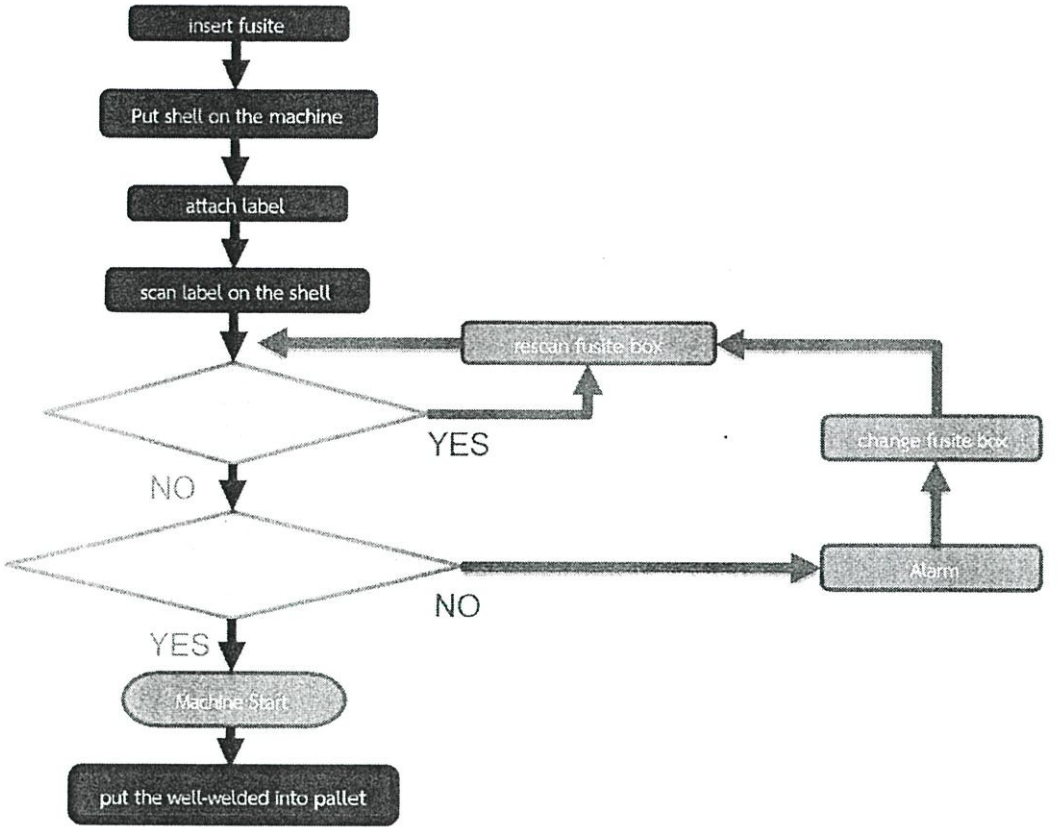
รูปที่ 3.13 รถเข็นวางกล่อง Fusite

การติดตั้งตู้ไฟลงในสถานี จะต้องมีการโยงสายไฟภายในตู้ไฟให้เรียบร้อย แล้วรวบรวมสายที่จะโยงไปยังตำแหน่งอื่นๆ เช่น PC, PLC, เซนเซอร์ แล้วโยงผ่านท่อเดินสายไฟไปที่ตำแหน่งนั้นๆ

3.6 เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC ให้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งเข้าไปใหม่

เขียน Flowchart เพื่อศึกษารูปแบบการทำงานของโปรแกรม เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรม Ladder และเป็นการจำลองการทำงานของระบบด้วย โดยการเขียน Flowchart นี้จะอ้างอิงจากระบบการทำงานเดิมเป็นหลัก แต่จะมีเซนเซอร์ต่างๆ เข้ามาควบคุมความถูกต้องในการทำงาน ก่อนที่จะมีการเริ่มต้นการทำงานของเครื่องจักร โดยจะมีการรับค่าผลลัพธ์ที่ส่งไปประมวลผลใน PC แล้วส่งออกมาผ่าน ADAM ทั้ง 2 ตัวมายัง PLC เพื่อตรวจสอบว่า Barcode ที่อ่านได้ของ Label และบนกล่อง Fusite ตรงกันหรือไม่ ดังรูปที่ 3.14

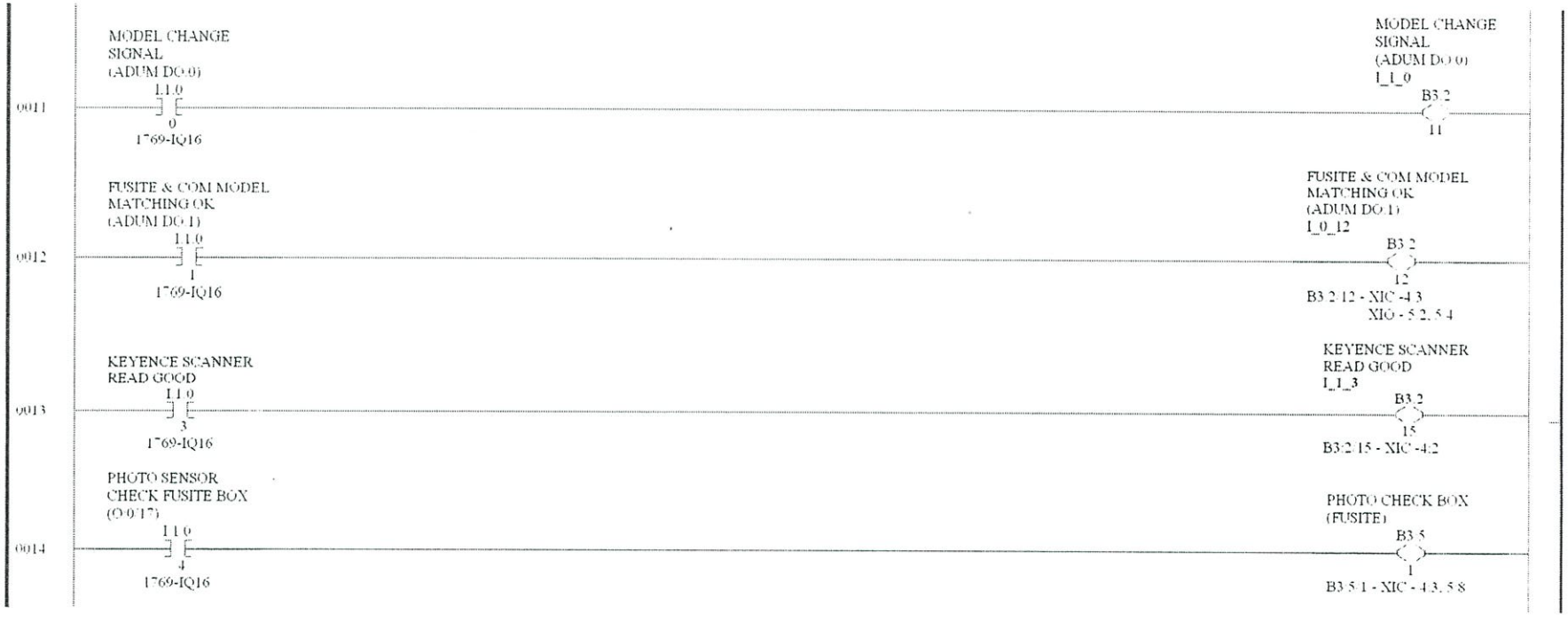
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.14 แผนผังลำดับการผลิตที่เปลี่ยนแปลงใหม่

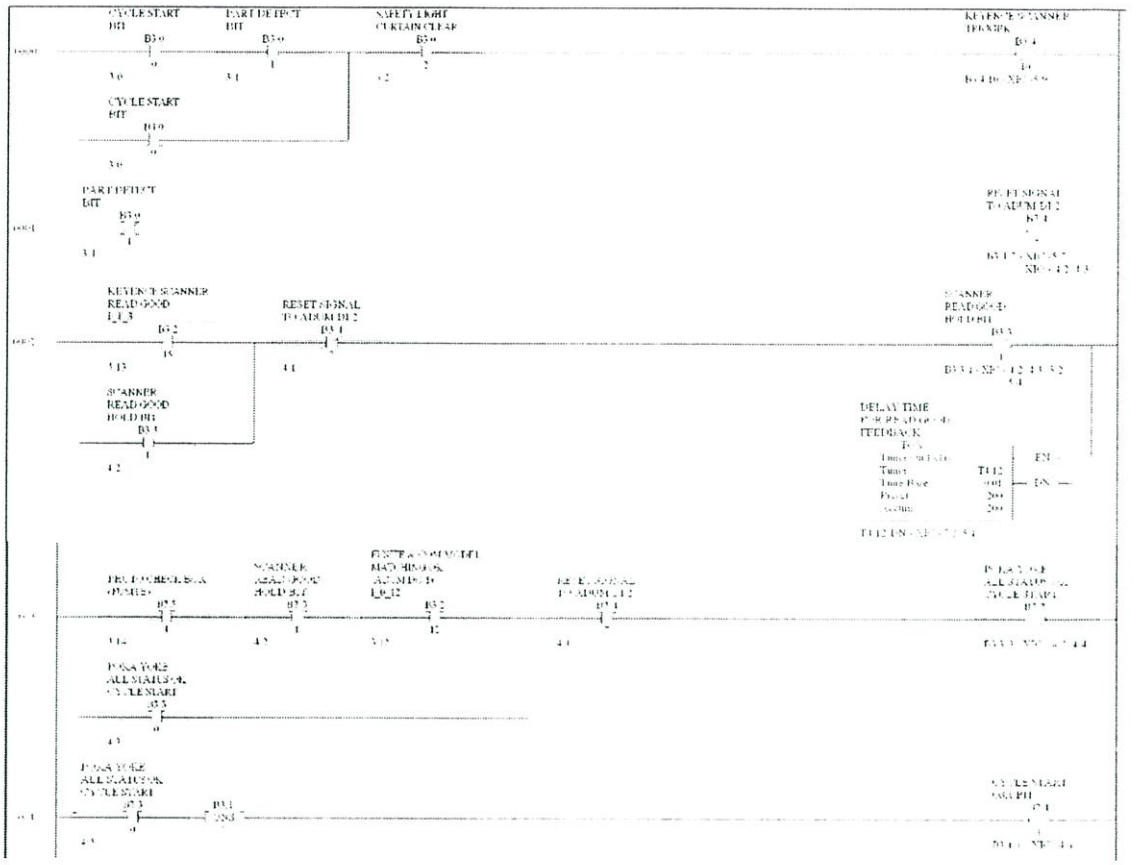
นำ Flowchart ที่ทดลองเขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาเขียนลงในโปรแกรม RS Logix 500 เพื่อในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC เพื่อที่สั่งให้ PLC ทำงานตาม Flowchart แบบใหม่และสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ใหม่ที่นักศึกษาได้เพิ่มเติมเข้าไป โดยส่วนที่เพิ่มเติมเข้าไปคือ Input Output และ Process ดังรูปที่ 3.15, 3.16 และรูปที่ 3.17 ตามลำดับ

148525



รูปที่ 3.15 โปรแกรม Ladder ด้าน Input

รูปที่ 3.16 โปรแกรม Ladder ด้าน Output



รูปที่ 3.17 โปรแกรม Ladder ด้าน Process

ทั้งนี้ระยะเวลาที่ได้ทำการวิจัยได้วางแผนในการทำงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางการทำวิจัยของนักศึกษา

	แผนงาน	คำอธิบาย	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน		
			8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	7	14	21
1	ศึกษากระบวนการผลิตภายในโรงงาน	ศึกษาขั้นตอนในการผลิต compressor															
2	ศึกษาขั้นตอนการเชื่อม Fusite	ศึกษาการเชื่อม fusite ใน line 1															
3	ศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือ	ศึกษาอุปกรณ์ที่จะนำมาปรับปรุงระบบ															
4	จัดซื้ออุปกรณ์	จัดซื้ออุปกรณ์ที่ใช้งาน															
5	ติดตั้งอุปกรณ์	ติดตั้งอุปกรณ์ลงในบริเวณ															
6	เขียนโปรแกรมการทำงานให้กับ PLC	ตั้งค่าทดลองเชื่อมต่อโปรแกรม PLC															
7	สรุปผลและบันทึกผล	สรุปผลและตรวจสอบการทำงาน															

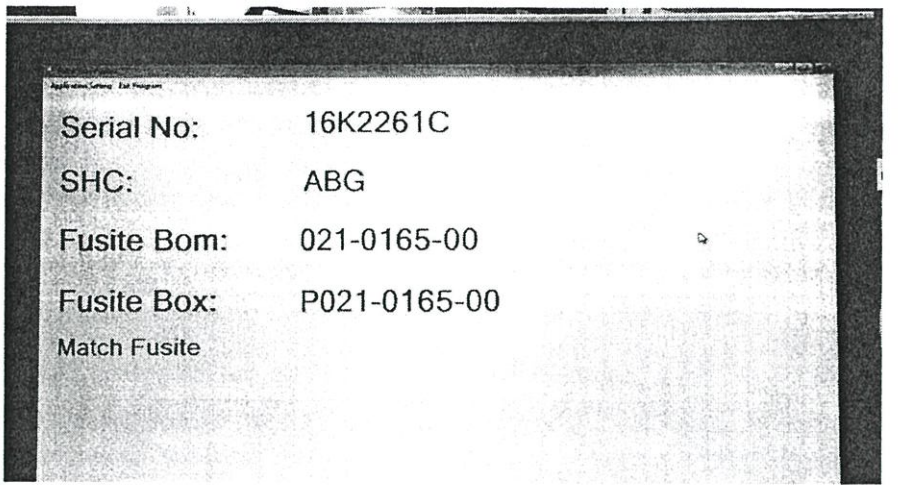
บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การทำงานของอุปกรณ์ที่ติดตั้งเข้าไปใหม่

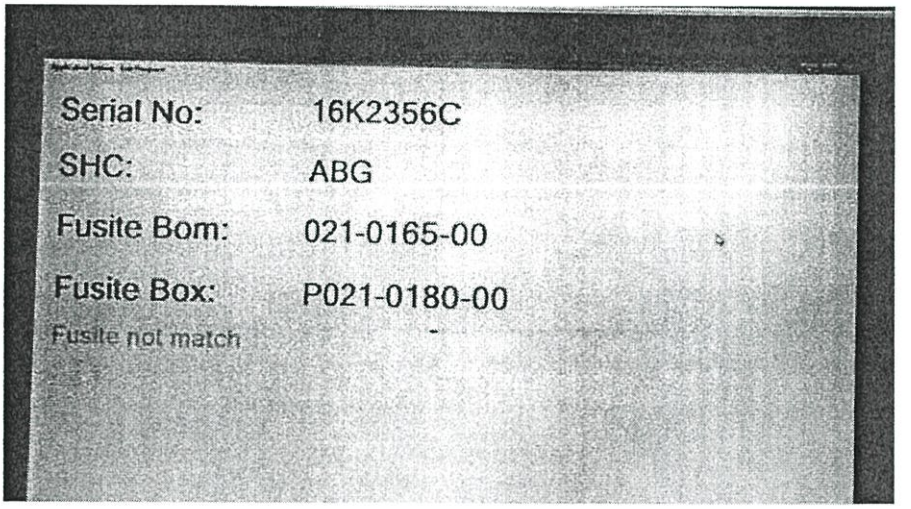
เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เตรียมไว้ติดตั้งลงในสถานีงาน พบว่าอุปกรณ์ทุกตัวสามารถทำงานได้เป็นไปตามที่คาดไว้ทุกประการ เครื่องอ่าน Barcode บนตัวถังสามารถอ่านแถบ Barcode บนตัวถังแล้วส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำไปตรวจสอบกับระบบ Database ได้อย่างถูกต้อง

4.2 การทำงานของสถานี Fusite Welding

หลังจากที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ลงในสถานี Fusite Welding แล้ว จึงได้ทำการทดลองให้พนักงานเดินเครื่องจักรตามปกติ เมื่อใส่ Fusite ตรงกับรุ่นของถังแล้ว จะได้ผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ว่า Match Fusite ดังรูปที่ 4.1 แล้วเครื่องเชื่อมก็จะเริ่มทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้ใน PLC แต่เมื่อทดลอง แสกน Barcode ที่ผิดไป จะขึ้นว่า Fusite Not Match แทนดังรูปที่ 4.2 แล้วเครื่องจักรก็ไม่ทำงานอีกด้วยแสดงให้เห็นว่าถ้ามีการใช้ชิ้นส่วนอย่างใดอย่างหนึ่งผิดไป ก็จะไม่สามารถทำให้เครื่องจักรทำงานได้เลย พร้อมทั้งส่งสัญญาณไฟและเสียงเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบ เพื่อทำการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น



รูปที่ 4.1 Match Fusite



รูปที่ 4.2 Fusite Not Match

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

เมื่อติดตั้งชุดอุปกรณ์ป้องกันการใส่ Fusite ผิดรุ่นไปแล้ว เนื่องจากการเก็บข้อมูลทางสถิติ ต้องใช้ระยะเวลาอย่างมาก จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำในระยะเวลาที่จำกัดได้

จากการได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ PLC ในระบบอุตสาหกรรม และทำระบบป้องกันนี้ขึ้น ก็สังเกตได้ว่า ในโรงงานอุตสาหกรรมสมัยนี้ ได้นำเทคโนโลยีเข้ามาทำงานร่วมกันเป็นส่วนใหญ่ เพื่อทำให้ระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมดีขึ้น ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แต่ระบบคอมพิวเตอร์ก็ยังไม่สามารถเข้ามาแทนที่ระบบ PLC ที่ใช้อยู่ปัจจุบันได้ เนื่องจากความเสถียรในการทำงานของคอมพิวเตอร์ยังน้อยกว่าระบบ PLC และความซับซ้อนในการสั่งงานของเครื่องจักรในการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ยังไม่ซับซ้อนเกินความสามารถของ PLC ดังนั้นเครื่องจักรภายในโรงงานของอิเมอร์สัน จะใช้ PLC ในการสั่งงาน และใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมกับเก็บบันทึกสถิติคอมเพรสเซอร์ทุกลูกที่ถูกผลิตภายในโรงงาน เพื่อให้ง่ายต่อการติดตามผล ในสถานี Fusite Welding เมื่อคอมเพรสเซอร์ได้มาถูกเชื่อม Fusite ที่สถานีนี้ ก็จะถูกบันทึกวัน เวลา และผู้ปฏิบัติงานไว้แล้วด้วย

5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการทำโครงงาน

ปัญหาในระหว่างการปฏิบัติงานคือ การติดตั้งอุปกรณ์ลงในพื้นที่งานจำเป็นต้องทำในช่วงเวลาที่ไม่มีการผลิตเท่านั้น เพื่อที่จะไม่ได้ขัดขวางการทำงานของพนักงานในสายการผลิต จึงต้องเข้าไปติดตั้งช่วงพักกลางวัน หรือในวันที่ไม่มีการผลิตใน Line 1

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

นักศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้นำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้ในสถานีอื่นๆ ภายในโรงงานในภายภาคหน้า เพื่อเป็นการปรับปรุงและพัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้นไป และหวังว่าจะสามารถนำแนวคิดการทำ POKA-YOKE ไปประยุกต์พัฒนาใช้กับระบบงานอื่นๆ ได้ต่อไปในภายภาคหน้า

เอกสารอ้างอิง

[1] "ADAM 4000 Series User's Manual" (Online) Available :

http://www.bb-elec.com/Products/Manuals/ADAM-4000.pdf

[2] "ADAM 4500 Series User's Manual" (Online) Available :

http://www.lima.com.tr/Advantech%20eAutomation/Manuals/ADAM-4500%20Manual.PDF

[3] "MicroLogix 1500 Programmable Controller User Manual" (Online) Available :

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1764-um001_-en-p.pdf

[4] "Keyence SR-1000 Series User Manual Rev 5.0" (Online) Available :

http://www.entek.com.tr/images/UserFiles/Documents/Editor/SR-1000_C_600G89_GB_WW_1075-1%20(1).pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ADAM 4000 Series

ADAM 4000

Data Acquisition Modules
User's Manual

Introduction

1.1 Overview

The ADAM Series is a set of intelligent sensor-to-computer interface modules containing built-in microprocessor. They are remotely controlled through a simple set of commands issued in ASCII format and transmitted in RS-485 protocol. They provide signal conditioning, isolation, ranging, A/D and D/A conversion, data comparison, and digital communication functions. Some modules provide digital I/O lines for controlling relays and TTL devices.

Software Configuration and Calibration

By merely issuing a command from the host computer, you can change an analog input module to accept several ranges of voltage input, thermocouple input or RTD input. All of the module's configuration parameters including I/O address, communication speed, HI and LO alarm, calibration parameters settings may be set remotely. Remote configuration can be done by using either the provided menu-based software or the command set's configuration and calibration commands. By storing configuration and calibration parameters in a nonvolatile EEPROM, modules are able to retain these parameters in case of power failure.

Watchdog Timer

A watchdog timer supervisory function will automatically reset the ADAM modules in the event of system failure. Maintenance is thus simplified.

Power Requirements

Although the modules are designed for standard industrial unregulated 24 V_{DC} power supply, they accept any power unit that supplies power within the range of +10 to +30 V_{DC}. The power supply ripple must be limited to 5 V peak-to-peak, and the immediate ripple voltage should be maintained between +10 and +30 V_{DC}.

Connectivity and Programming

ADAM modules can connect to and communicate with all computers and terminals. They use RS-485 transmission standards, and communicate with ASCII format commands. The command set for every module type consists of approximately ten different commands.

The command set for input modules is larger because it incorporates alarm functions. All communications to and from the module are performed in ASCII, which means that ADAM modules can be virtually programmed in any high-level language.

RS-485 Network

The RS-485 network provides lower-noise sensor readings, as modules can be placed much closer to the source. Up to 256 ADAM modules may be connected to an RS-485 multi-drop network by using the ADAM RS-485 repeater which extends the maximum communication distance up to 4,000 ft. The host computer is connected to the RS-485 network with one of its COM ports through the ADAM-452x module (RS-232 to RS-422/485 converter).

To boost the network's throughput, ADAM RS-485 repeater uses a logical RTS signal to manage the repeater's direction. The only two wires that are needed for the RS-485 network, DATA+ and DATA-, are inexpensive shielded twisted pair.

Panel/DIN Rail mounting

Installation Guideline

This chapter provides guidelines to what is needed to set up and install an ADAM network. A quick hookup scheme is provided that lets you configure modules before they are installed in a network. To help you connect ADAM modules with sensor inputs, several wiring examples are provided. At last, you will find a programming example using the ADAM command set at the end of this chapter.

Be sure to plan the layout and configuration of your network carefully before you start. Guidelines regarding layout are given in Appendix E: RS-485 Network.

2.1 System Requirements to set up an ADAM network

The following list gives an overview of what is needed to setup, install and configure an ADAM environment.

- ADAM modules
- A host computer, such as an IBM PC/AT compatible, that can output ASCII characters with a RS-232C or RS-485 port.
- Power supply for the ADAM modules (+10 to +30 V_{DC})
- ADAM Series Utility software
- ADAM Isolated RS-232/RS-485 Converter (optional)
- RS-232/RS-485 ADAM Repeater (optional)

Host computer

Any computer or terminal that can output in ASCII format over either RS-232 or RS-485 can be connected as the host computer. When only RS-232 is available, an ADAM RS-232/RS-485 Converter is required to transform the host signals to the correct RS-485 protocol. The converter also provides opto-isolation and transformer-based isolation to protect your equipment.

Power supply

For the ease of use in industrial environments, the ADAM modules are designed to accept industry standard +24 V_{DC}, unregulated power. Operation is guaranteed when using any power supply between +10 and +30 V_{DC}. Power ripples must be limited to 5 V peak to peak while the voltage in all cases must be maintained between +10 and +30 V_{DC}. All power supply specifications are referenced at module connector. When modules are powered remotely, the effects of DC voltage drops must be considered.

All modules use on-board switching regulators to sustain good efficiency over the 10 to 30 V input range; therefore, we can assume that the actual drawn current is inversely proportional to the DC voltage. The following example shows how to calculate the required current that a power supply should provide.

Assume that a +24 V_{DC} is used for five ADAM-4011 Analog Input Modules, and the distance between modules and power supply is not significant enough to cause a DC voltage drop. One ADAM-4011 module consumes a maximum of 1.2 Watts (W). The total required power will equal to 5 x 1.2=6 W. A power supply of +24 V_{DC} should therefore be able to supply a minimal current of 6 / 24=0.25 Amps.

Small systems may be powered by using wall-mounted modular power supplies. Also, when modules operate in long communication lines (>500 feet), it is often more reliable to obtain power locally through modular power supplies. These inexpensive units can be easily obtained from any electronic retail stores.

The power cables should be selected according to the length of the power lines and the number of modules connected. When implementing a network with long cables, the use of thicker wire is more suitable due to the limitation of DC voltage drop. Furthermore, long wires can also cause interference with communication wires.

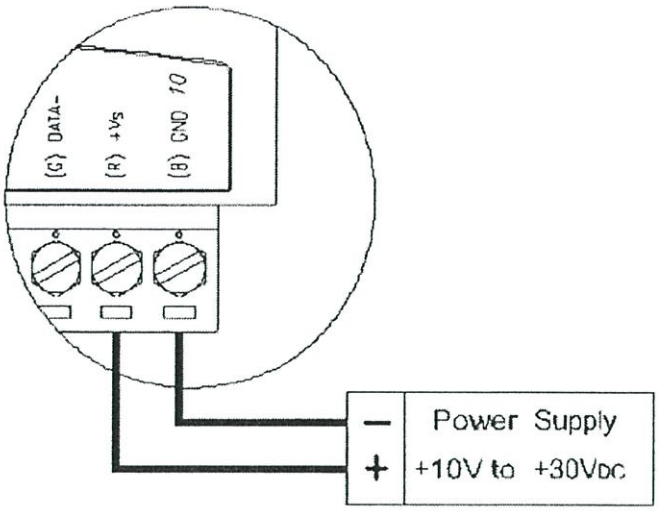


Figure 2-1 ***Power Supply Connections***

We advise the following standard colors (as indicated on the modules) for each power line:

+Vs	(R)	Red
GND	(B)	Black

Communication Wiring

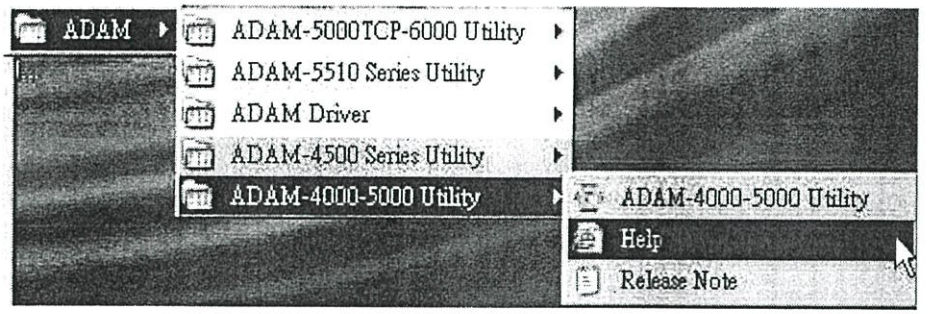
We recommend the use of shielded-twisted-pair cable in the ADAM network for reducing interference purpose, but the cable has to comply with the EIA RS-485 standard. Furthermore, only one set of twisted-pair cable is required for transmitting Data. We advise the following standard colors (as indicated on the modules) for each the communication line:

DATA+	(Y)	Yellow
DATA-	(G)	Green

ADAM Utility Software

A menu-driven utility program is provided for ADAM module configuration, monitoring and, calibration. It also includes a terminal emulation program that lets you communicate through the ADAM command set. (See Appendix D, Utility Software and online help)

Notice: User can refer our help file to see more details for explanation of Utility operation.



ADAM Communication Speed

In ADAM series, the baud rate can be configured from 1200 bps to 38.4 Kbps. However, the baud rate of all modules in an RS-485 network must be the same.

ADAM Isolated RS-232/RS485 Converter (optional): ADAM-452x

When the host computer or terminal only has a RS-232 port, an ADAM Isolated RS-232/RS-485 Converter is required. Since this module is not addressable by the host, the baud rate must be reset using a switch inside the module. The factory default setting is 9600 baud.

ADAM Repeater (optional): ADAM-451x

When communication lines exceed 4000 ft (1200 meter) or more than 32 ADAM modules are connected, a repeater should be implemented. In a network, up to eight Repeater modules can be connected allowing connection up to 255 ADAM modules. As with the Converter module, the Repeater module is not addressable by the host and the baud rate must be reset by changing the switch inside the module. The factory default setting is 9600 baud.

2.2 Basic configuration and hook-up

Before placing a module in an existing network, the module should be configured. Though all modules are initially configured at the factory, it is recommended to check if the baud rate is set correctly beforehand.

Default Factory Settings

Baud rate: 9600 Bit/sec.
Address: 01 (hexadecimal)

The basic hook-up for module configuration is shown below.

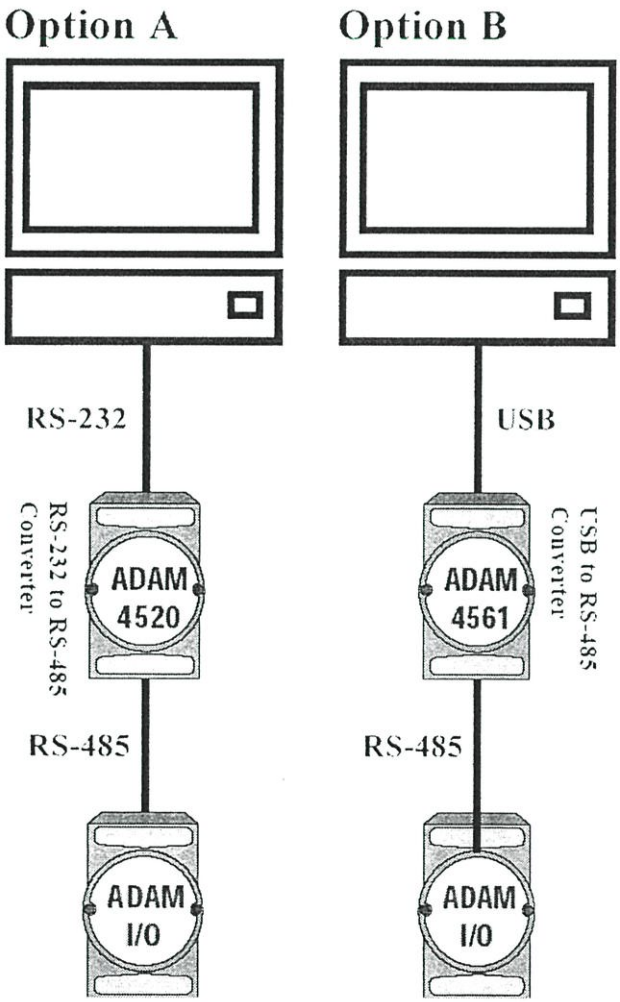


Figure 2-2 *Basic Hook-up of ADAM Module to Host Switches*

The following items are required to configure a module: an ADAM converter module, a personal computer with RS-232 port (baud rate set to 9600) and the ADAM utility software.

Configuration with the ADAM Utility Software

The easiest way to configure the ADAM module is by using the ADAM utility software. It is a user friendly structured menu program that will guide you through every step of the configuration. (See Appendix D, Utility Software)

Changing the protocol from ADAM ASCII to Modbus

Some ADAM-4000 modules support both ADAM ASCII and Modbus protocols, and the factory default setting of these modules is ADAM ASCII protocol. If you would like to configure the modules to Modbus protocol, please refer to Appendix H which describes how to change the protocol in ADAM utility.

Configuration with the ADAM command set

ADAM modules can also be configured by issuing direct commands through a terminal emulation program that is part of the ADAM utility software. The following example will guide you through the setup of an analog input module. Assume an ADAM-4011 Analog Input module still has its default settings (baud rate 9600 and address 01h), and you are being requested to send its default settings before any reconfiguration is made.

NOTICE: An analog input module requires a maximum of 7 seconds to perform auto calibration and ranging after reboot or start up. During this time span, the module can not be addressed to perform any other actions.

Example:

Make sure that the module is properly connected and turn on all the connected devices. Then, start the terminal emulation program, and type in the following command:

$012(cr)

The command above requests the module with address 01 to send its configuration status

!01050600

I/O Modules

3.0 The common specification of ADAM-4000 I/O Series

Communication:

- RS-485 (2-wire) to host
- Speeds: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bps (ADAM-4080, ADAM-4080D only support up to 38400 bps)
- Max. communication distance: 4000 feet (1.2 km)
- Power and communication LED indicator
- ASCII command/response protocol
- Communication error checking with checksum
- Asynchronous data format: **1** start bit, **8** data bits, **1** stop bit, **no** parity **(N, 8, 1)**
- Up to 256 multidrop modules per serial port
- Online module insertion and removal
- Transient suppression on RS-485 communication lines

Power Requirement:

- Unregulated +10 ~ +30 V_{DC}
- Protected against power reversal

Mechanical:

Case	ABS+PC with captive mounting hardware
Plug-in screw Terminal block	Accepts 0.5 mm2 to 2.5 mm2, #14 ~22 or #14~28 AWG

Environment

EMI	Meets FCC Class A or CE
Operating Temperature	-10 ~ 70° C (14 ~ 158° F)
Storage Temperature	-25 ~ 85° C (-13 ~ 185° F)
Humidity	5 ~ 95%, non-condensing

3.15 ADAM-4055 16-channel Isolated Digital I/O Module

The ADAM-4055 offers 8 channel isolated digital input and 8 channel isolated digital output for critical applications. The inputs accept 10~50 V voltage, and the outputs can supply 5~40 V_{DC} at the open collector. The ADAM-4055 is user friendly with built LED indicator for status reading.

Notice: we had updated the digital input dry/wet contact option by using jumper selection. The default setting is to support these two DI contacts both at the same time. However, a customer can also choose his or her needs by supporting only one. Please refer to the following wiring illustration figure 3-54b for more details

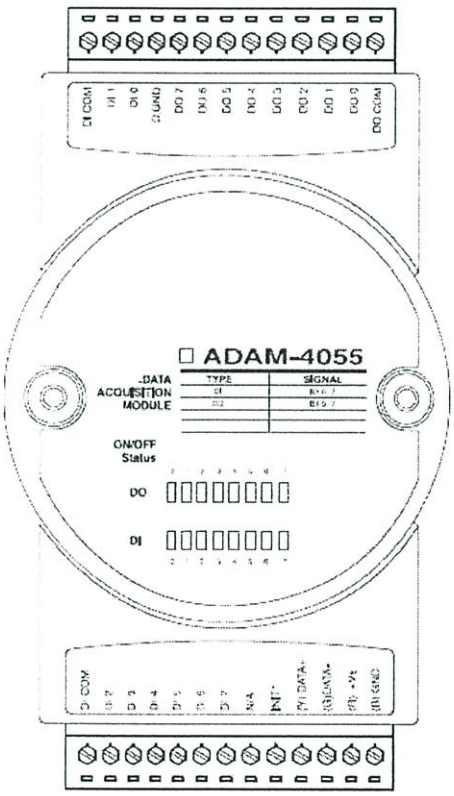


Figure 3-52 *ADAM-4055 16-channel Digital I/O Module*

Application Wiring:

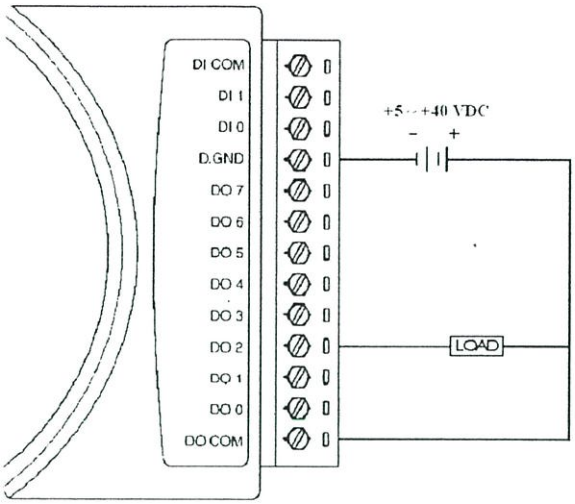


Figure 3-53 *ADAM-4055 Digital Output Wiring Diagram*

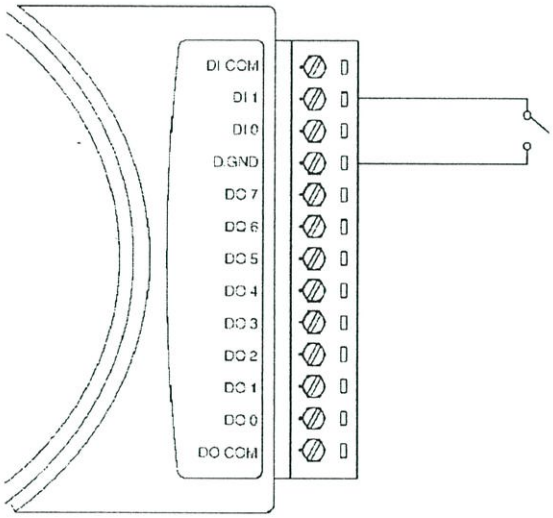


Figure 3-54a *ADAM-4055 Digital Input Dry Contact Wiring Diagram*

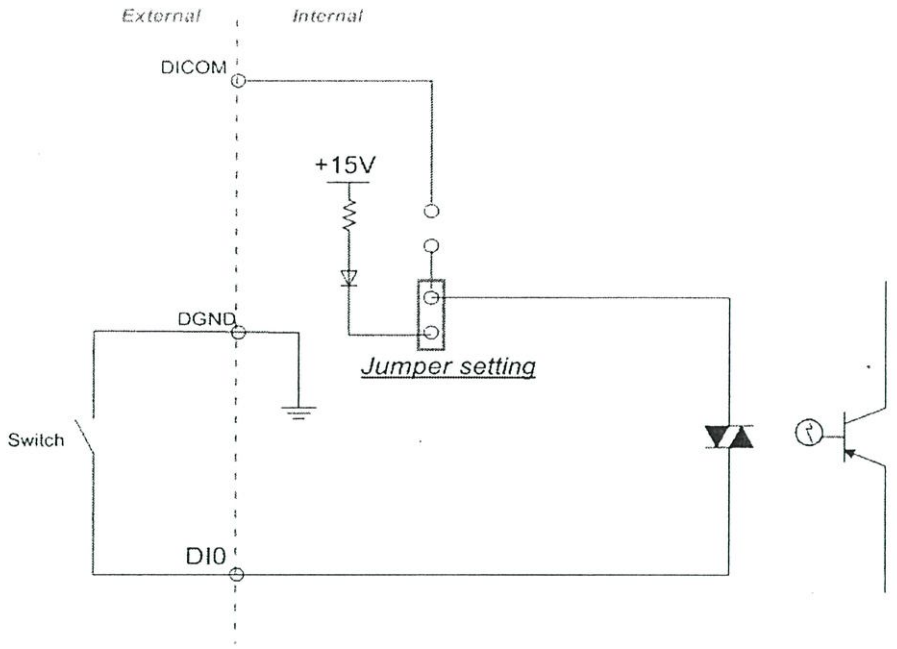


Figure 3-54b *ADAM-4055 Digital Input Dry Contact Diagram (Internal)*

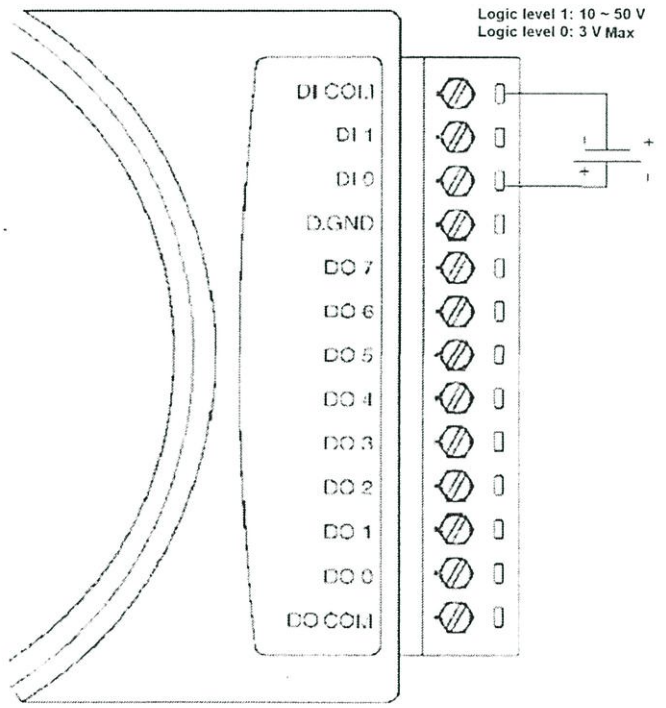


Figure 3-55a *ADAM-4055 Digital Input Wet Contact Wiring Diagram*

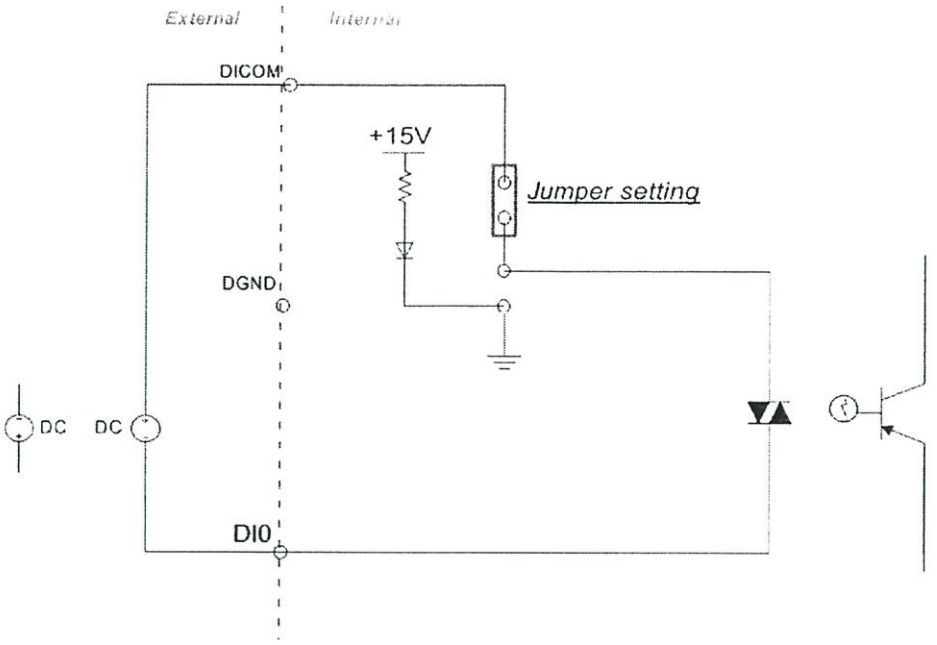


Figure 3-55b *ADAM-4055 Digital Input Wet Contact Diagram (Internal)*

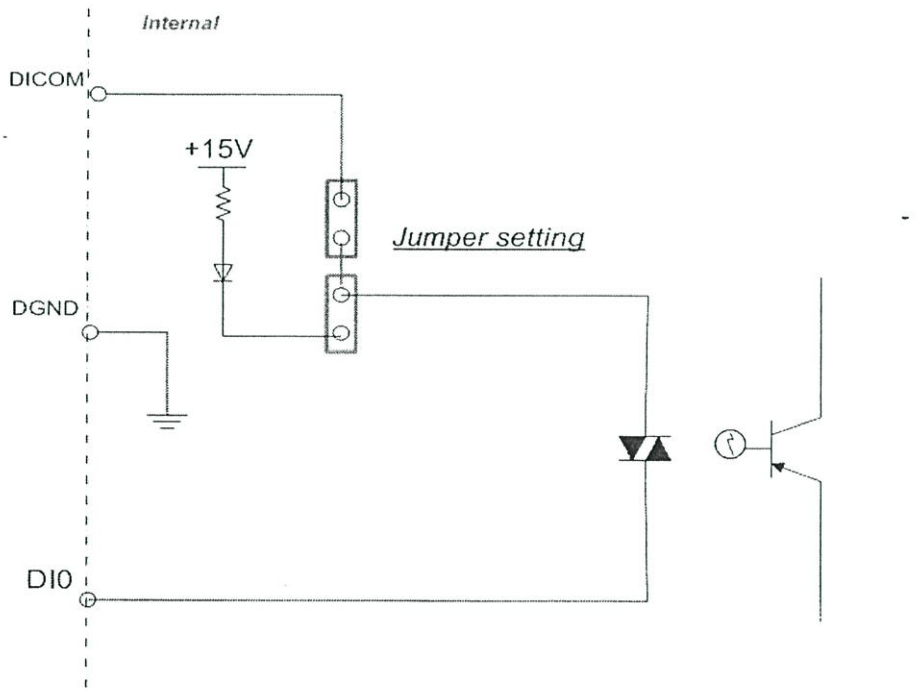
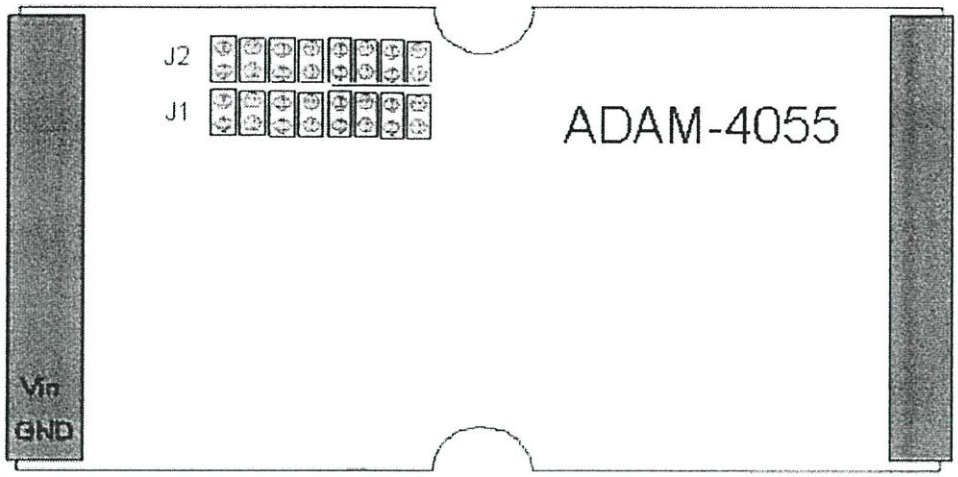


Figure 3-56a *ADAM-4055 Default Jumper Setting for the Digital Input Wiring (Support dry and wet contact digital input at the same time)*



Notice:1. J1 setting is for digital input Dry contact
2. J2 setting is for digital input Wet contact
3. J1 & J2 of the default setting are closed individually to support dry and wet contact at the same time

Figure 3-56b ***ADAM-4055 Default Jumper Setting for the Digital Input Wiring***

ภาคผนวก ข

ADAM 4500 Series

ADAM-4500 Series

Ethernet-enabled Communication
Controller with I/O Modules

User's Manual

Copyright Notice

This document is copyrighted, 1997, by Advantech Co., Ltd. All rights are reserved. Advantech Co., Ltd., reserves the right to make improvements to the products described in this manual at any time without notice.

No part of this manual may be reproduced, copied, translated or transmitted in any form or by any means without the prior written permission of Advantech Co., Ltd. Information provided in this manual is intended to be accurate and reliable. However, Advantech Co., Ltd. assumes no responsibility for its use, nor for any infringements upon the rights of third parties, which may result from its use.

Acknowledgments

ADAM is a trademark of Advantech Co., Ltd.
IBM and PC are trademarks of International Business Machines Corporation.

Edition 2.0
May 2008

1.1 Introduction

Standalone Data Acquisition and Control System

As the growth of PC-based technology, Advantech PC-based Programmable Controllers have been widely applied in variety of industrial automation applications. Shrunk from the original ADAM-5510 series controller, the ADAM-4500 Series Controller
is a new series of stand-alone programmable communication controller. It does not only support high memory capacity, user- friendly configuration tool, rich serial communication interfaces,
but also support Ethernet port available and original libraries on specific models. Applying the ADAM-4500 Series Controller, the C programmers would be able to handle any complex task easily.

The ADAM-4500 Series Controller is a compact-sized Ethernet- enabled communication controller under x-86 CPU architecture. It supports not only Ethernet interface but also 4 serial ports, which lets ADAM-4500 Series Controller be very suitable for industrial communication and control applications. The Ethernet-enabled features include built-in HTTP Server, FTP Server and E-mail functions. The modularized I/O design provides high flexibility for versatile application requirements. ADAM-4500 Series Controller also supports rich Modbus function libraries including Modbus/RTU (Master and Slave) and Modbus/TCP (Server and Client) function libraries.

The ADAM-4500 Series Controller includes following models:

- **ADAM-4501** Ethernet-Enabled Communication Controller with 8 DI/O
- **ADAM-4501D** Ethernet-Enabled Communication Controller with 8 DI/O and LED Display
- **ADAM-4502** Ethernet-Enabled Communication Controller with 2-ch AI/O and 4-ch DI/O

1.2 Features

The system of ADAM-4500 Series Controller consists of two major components: the main unit and I/O modules. The main unit includes the communication ports, CPU ....and so on. The I/O Module of ADAM-4501/4501D includes the 8 digital I/O channels and the ADAM-4502 includes 2 analog I/O and 4 digital I/O. Besides, the ADAM-4501D also includes 7-segment display to show needed information.

1.2.1 Control flexibility with C programming

The ADAM-4500 Series Controller includes an 80188 CPU and a built-in ROM-DOS operating system. It can be used in a way similar to how one uses an x86 PC in the office. Programmers in C can write and compile applications in Borland C 3.0 and download to the ADAM-4500 Series Controller. Given the prevalence of C language programming tools, this is a distinct advantage for many users and can result in a very short learning curve and very modest training expense requirements.

1.2.2 RS-232/485 communication ability

The ADAM-4500 Series Controller has four serial communication ports, giving it excellent communication abilities. This facilitates its ability to control networked devices. The communication ports of different models are listed as below table.

	ADAM-4500 Series
COM1	RS-232(Full modem signal)
COM2	RS-485
COM3	RS-485
COM4/Prog	RS-485/RS-232

Table 1-1 Communication Ports of ADAM-4500 Series Controller

- ADAM-4500 Series COM1 is a dedicated RS-232 port, COM2 and COM3 are dedicated RS-485 port, and the fourth communication port is shared by COM4 and Programming port. It is a selectable port by using jumper.

These four ports allowed the ADAM-4500 Series to satisfy diverse communication and integration demands. Programming port is for downloading or transferring executable programs from a host PC to ADAM-4500 Series Controller. It can also be used as an RS-485 communication port (Refer to section 2.2.1 to see how to configure COM4 as Programming port or standard RS-485 communication port). Please refer to following figure to check the location of COM ports.

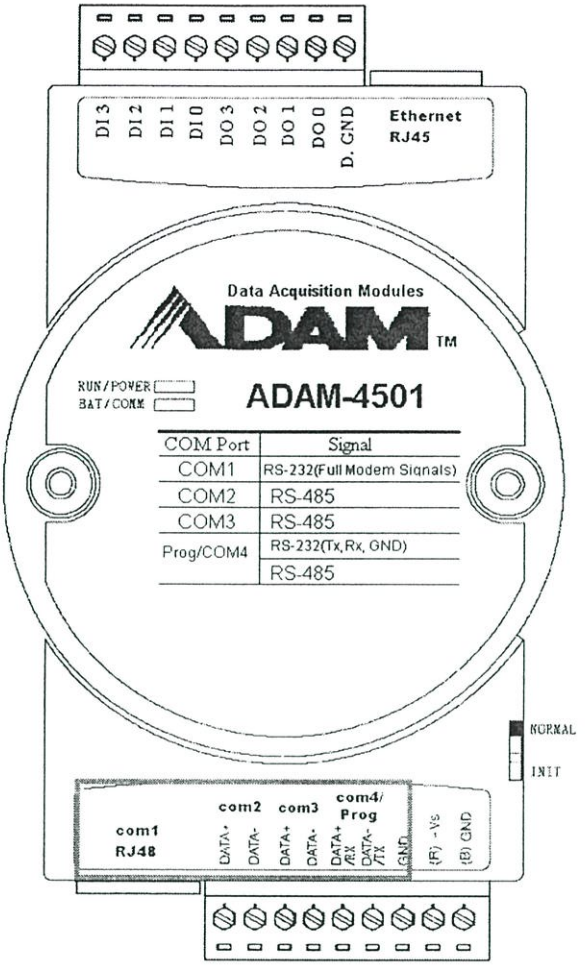


Figure 1-1 ADAM-4501 Communication Ports

COM4 Communication Mode Selection Setting

The communication mode of COM4 is setting by the Jumper JP6 and JP7. Please refer to Figure 2-9 to set the communication mode. The default setting of COM4 is Programming port (RS-232 mode) for program download. You can also set COM4 as RS-485 mode. Jumper settings are listed below:

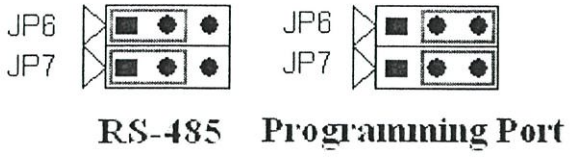


Figure 2-4 Jumper of COM4 communication mode selection

2.3 System Wiring and Connections

This section provides basic information on wiring the power supply, I/O units, communication port connection and programming port connection.

2.3.1 Power Supply Wiring

Although the ADAM-4500 Series Controller is designed for using a standard industrial unregulated 24 V DC power supply, they accept any power unit that supplies within the range of +10 to +30 VDC . The power supply ripple must be limited to 200 mV peak-to-peak, and the immediate ripple voltage should be maintained between +10 and +30
V_{DC}. Screw terminals +Vs and GND are for power supply wiring and the wires used should be sized at least 2 mm.

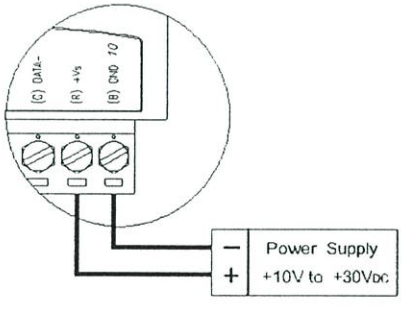


Figure 2-5 ADAM-4500 Series Controller power wiring

ADAM-4510 RS-422/RS-485 Repeater
ADAM-4510S Isolated RS-422/485 Repeater
ADAM-4520 Isolated RS-422/485 Converter
Startup Manual

Packing List

Before you begin installing your module, please make sure that the following materials have been shipped:

- 1 x ADAM-4510, ADAM-4510S or 4520
- 1 x DIN-rail mounting bracket (attached to module)
- 1 x ADAM-4510/4510S/4520 Startup Manual
- 1 x Panel mounting bracket

If any of these items are missing or damaged, contact your distributor or sales representative immediately.

Manual and Software

For detailed information about the ADAM-4510, ADAM-4510S or ADAM-420, please refer to the manual on the enclosed CD (in PDF format).
CD:\Manual\ADAM 4000\ADAM-4000.pdf

Note : Acrobat Reader is required to view any PDF file. Acrobat Reader can be downloaded at: http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html (Acrobat is a trademark of Adobe.)

A software utility and user manual can be found on the driver CD: CD:\ADAM-4000-5000\ADAM_Utility.exe

CE/FCC Notification

ADAM-4510, ADAM-4510S and ADAM-4520 developed by Advantech Co., Ltd. has passed the CE and FCC test for environmental specifications. The test conditions for passing including the equipment being operated within an industrial enclosure. Therefore, in order to protect the ADAM module from being damaged by ESD, we strongly recommend that the use of CE-compliant industrial enclosure products

For more information on this and other Advantech products, please visit our website at:

http://www.advantech.com

http://www.advantech.com/eAutomation

For technical support and service, please visit our support website at:

http://service.advantech.com.tw/eservice/

This manual is for ADAM-4510, ADAM-4510S and ADAM-4520.

Part No. 2003451000 4th Edition
March 2005.

Overview

Most industrial computer systems come with RS-232 serial ports. Though widely accepted, RS-232 has limited transmission speed, range and networking capabilities. The RS-422 and RS-485 standards overcome these limitations by using differential voltage lines for data and control signals.

ADAM-4520 is a isolated converter for systems originally equipped with RS-232. It transparently converts RS-232 signals into isolated RS-422 or RS-485 signals. You don't need to change your PC's hardware or your software. The ADAM-4520 lets you easily build an industrial grade, long distance communication system with standard PC hardware.

The ADAM-4510 and ADAM-4510S repeaters simply amplify, or boost, existing RS-485 signals to enable them to cover longer distances. They extend the communication distance by 4000 ft (1200 m) or extends the number of connected nodes by 32.

Intelligent RS-485 Control

The RS-485 standard supports half-duplex communication. This means that just two wires are needed to both transmit and receive data. Handshaking signals (such as RTS, Request To Send) are normally used to control the direction of the data flow. A special I/O circuit in ADAM-4510, ADAM-4510S, and ADAM-4520 automatically senses the direction of the data flow and switches the transmission direction. No handshaking signals are necessary. So you can build an RS-485 network with just two wires. This RS-485 control is completely transparent to the user. Software written for half-duplex RS-232 works without modification.

Isolation (ADAM-4510S/4520 only)

ADAM-4510S and ADAM-4520's Opto-isolators provide 3000 V_{DC} isolation to protect the host computer from ground loops and destructive voltage spikes on the RS-485 data lines.

Surge Protection (RS-485 only)

ADAM-4510/4510S and ADAM-4520 offer internal surge-protection on their data lines. Internal high speed transient suppressors on each data line protect the modules from dangerous voltages levels or spikes.

Tough Industrial Design

You can power ADAM-4510, ADAM-4510S and ADAM-4520 with any unregulated power source between +10 and +30 V_{DC}. Their industrial-grade plastic shells can be mounted on a DIN-rail, panel or in a piggybacked stack. You make signal connections through plug-in screw terminal blocks, guaranteeing easy installation, maintenance and modification

Features

- Automatic internal RS-485 bus supervision
- No external flow control signals required for RS-485
- Minimum 3000 V_{DC} isolation (ADAM-4510S/4520)
- Transient suppression on RS-485 data lines
- Baudrate up to 115.2 kbps
- Networking up to 4000 feet
- Reserved space for termination resistors
- Power and data flow indicator for troubleshooting
- Power requirement: +10 to +30 V_{DC}
- Mounts easily on DIN-rail or panel

Specifications

Common

- **Power Requirement:**
  Unregulated +10 to +30 V_{DC} with protection from power reversals
- **Case**: ABS with captive mounting hardware
- **Accessories (Supplied)**:
  DIN-rail Mounting Adapter
  Panel Mounting Bracket
- **Plug-in screw terminal wiring**:
  Accepts AWG 1-#12 to #22 (0.5 to 2.5 mm) wires
- **Operating Temperature**: -10 ~ 70° C (14 ~ 158° F)
- **Storage Temperature**: -25 ~ 85° C (13 ~ 185° F)
- **Humidity**: 5 ~ 95%, non-condensing

ADAM-4510/4510S Specifications

- **Baudrate (bps)**: 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2 k, 38.4 k, 57.6 k, 115.2 k, RS-422 (switchable)
- **Isolation Voltage:** 3000 V_{DC} (4510S only)
- **RS-422/RS-485 interface connector**: plug-in screw terminal
- **Power Consumption:** 1.4 W

ADAM-4520 Specifications

- **Baudrate (bps)**: 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2 k, 38.4 k, 57.6 k, 115.2 k, RTS control and RS-422 mode (switchable)
- **Isolation Voltage**: 3000 V_{DC}
- **RS-232 Interface Connector**: Female DB-9
- **RS-422/RS-485 Interface Connector**: plug-in screw terminal
- **Power Consumption**: 1.2 W

Switch Settings

Switch Descriptions

DIP switches in the ADAM converter and repeater modules set the data format (number of bits) and baudrate for the ADAM network. You can configure the other modules in the network via software commands. Your program and the PC's serial port should match the settings of the converter and repeater modules.

SW1

Switch 1 controls the data format. Data can be 9, 10, 11 or 12 bits. The factory default is 10 bits: one start bit, eight data bits, no parity bit and one stop bit.

When using the converter in combination with other ADAM modules, do not change the default setting as ADAM modules have a fixed data format of ten data bits. The option of changing to 9, 11 or 12 bits is for use with other modules (other than ADAM modules) that have different data formats. Should you change the data format, be aware that you will have to change the data format settings on all the other modules in the network.

SW2

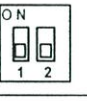
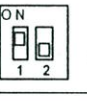
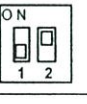
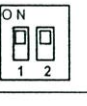
Switch 2 sets the baudrate. The options range from 1200 bps to 115.2 kbps. The factory default is 9600 bps. Be aware that when you change the baudrate, you have to change the baudrate for all the connected modules accordingly. If the RS-422 mode is ON, the baudrate doesn't need to be set.

Default Settings

Both Modules are not addressable by the host computer, the baud rate and data format must be set using SW1 and SW2 located inside the module. The default settings are:

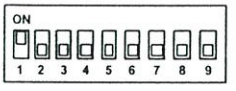
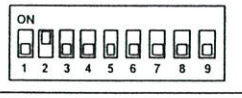
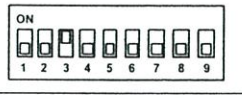
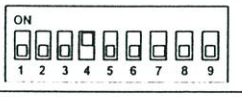
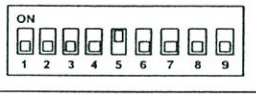
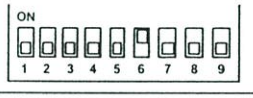
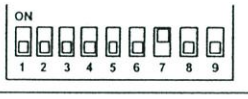
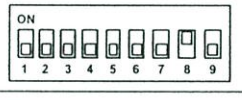
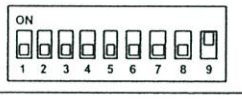
Function	Setting
Baud rate	9600 bps
Data format	10 bits

Data Format Settings (SW1)

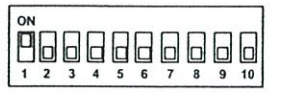
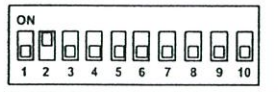
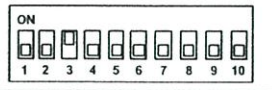
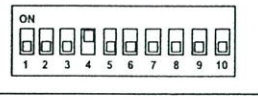
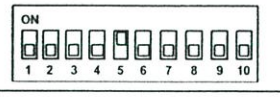
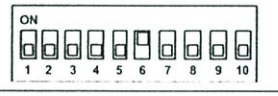
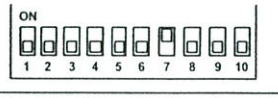
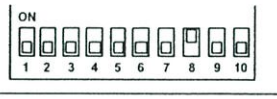
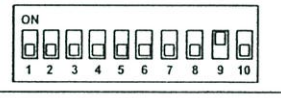
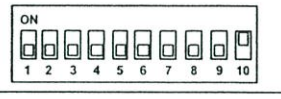
9 bits	
10 bits (default)	
11 bits	
12 bits	

Baud Rate Settings (SW2)

ADAM-4510/4510S Repeater Module

1200 bps	
2400 bps	
4800 bps	
*9600 bps	
19.2 kbps	
38.4 kbps	
57.6 kbps	
115.2 kbps	
RS-422	

ADAM-4520 RS-232/RS-485 Converter Module

RTS Control	
1200 bps	
2400 bps	
4800 bps	
*9600 bps	
19.2 kbps	
38.4 kbps	
57.6 kbps	
115.2 kbps	
RS-422	

There is one LED located on the top panel of ADAM-4510/ 4510S/4520. Its purpose is to show the communication status.

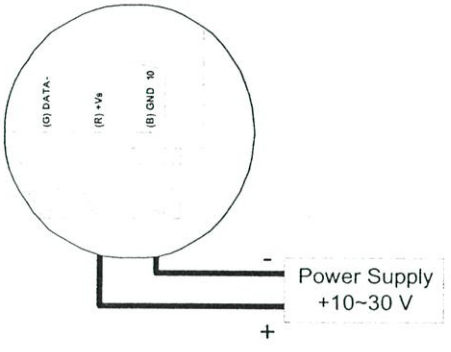
Communication status		LED color
RS-485	idle	Green
	RS-232 → RS-485	Dark
	RS-485 → RS-232	Red
RS-422	idle	Dark
	RS-232 → RS-422	Dark
	RS-422 → RS-232	Red

Application Wiring

Power Supply

For easy use in industrial environments, the ADAM modules are designed to accept industry standard +24 V_{DC} unregulated power. Operation is guaranteed when using any power supply between +10 and +30 V_{DC}. Power ripples must be limited to 5 V peak to peak while the voltage in all cases must be maintained between +10 and +30 V_{DC}. All power supply specifications are referenced at module connector.

The power cables should be selected according to the number of modules connected and the length of the power lines. When using a network with long cables, we advise the use of thicker wire to limit the line voltage drop. In addition to serious voltage drops, long voltage lines can also cause interference with communication wires.



We advise that the following standard colors (as indicated on the modules) be used for power lines:

+Vs (R) Red

GND (B) Black

Communication Wiring

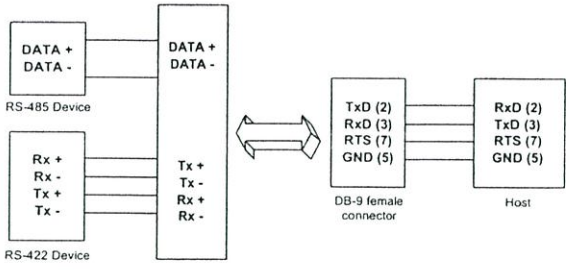
We recommend that shielded-twisted-pair cables that comply with the EIA RS-485 standard be used with the ADAM network to reduce interference. Only one set of twisted-pair cables is required to transmit both data and RTS signals. We advise that the following standard colors (as indicated on the modules) be used for the communication lines:

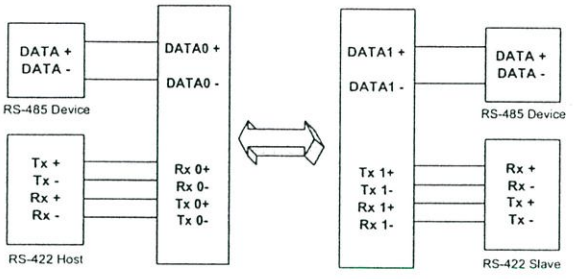
DATA + (Y) Yellow

DATA - (G) Green

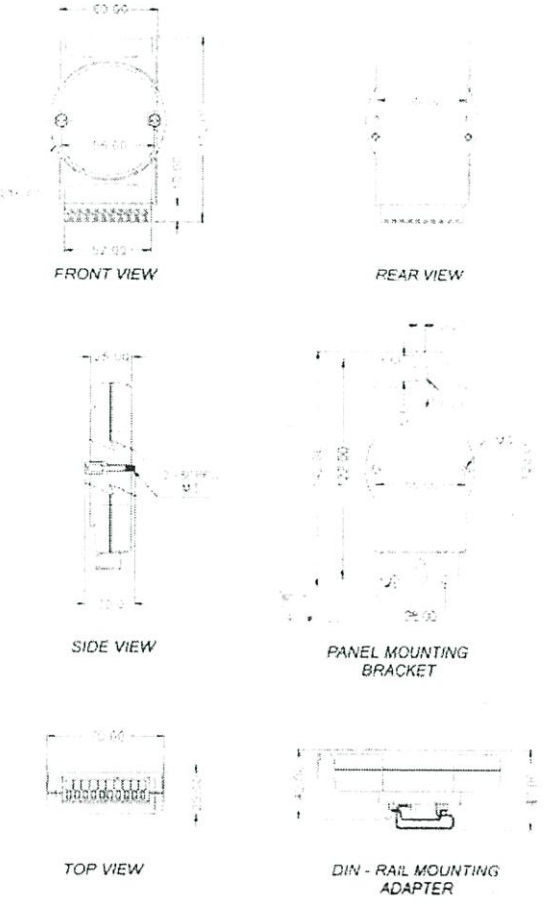
Basic configuration hook-up.

Before placing a module in an existing network, the module should be properly configured. The two following diagrams show typical layouts for both modules.



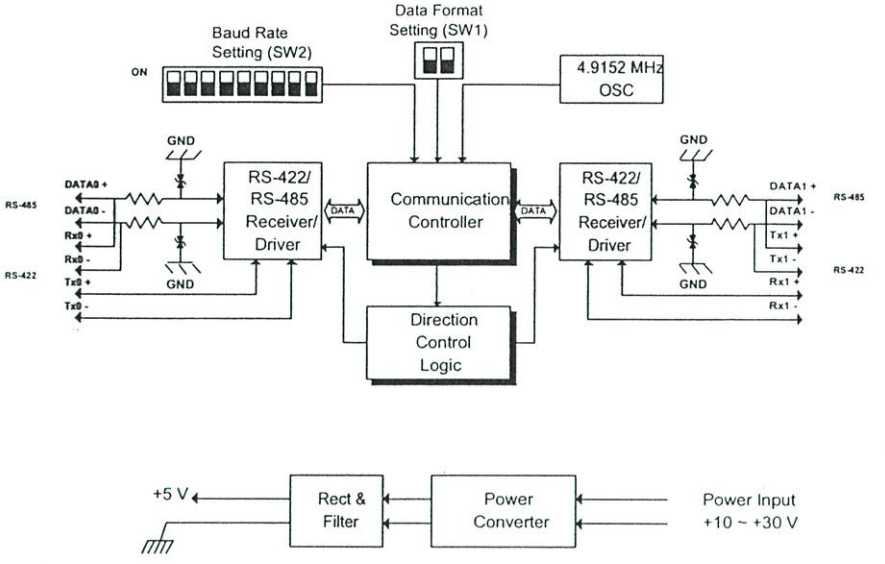


ADAM Dimensions

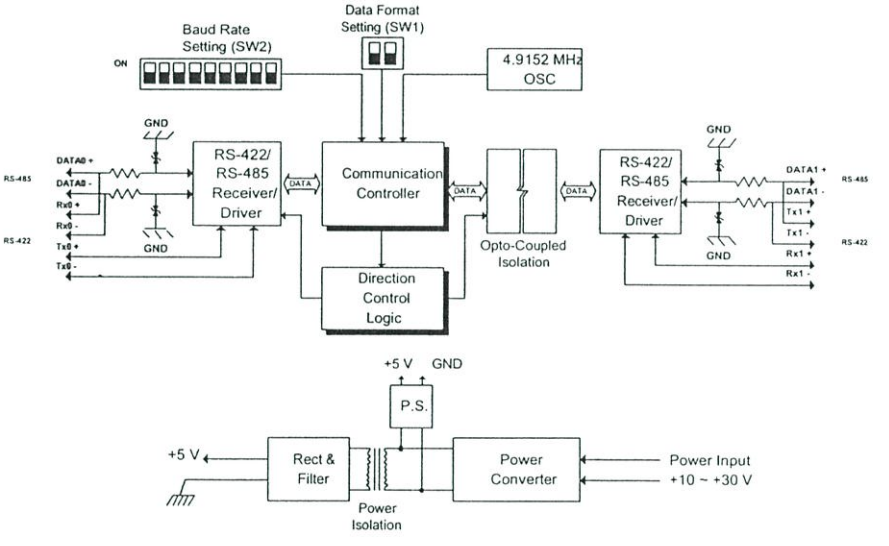


Function Diagrams

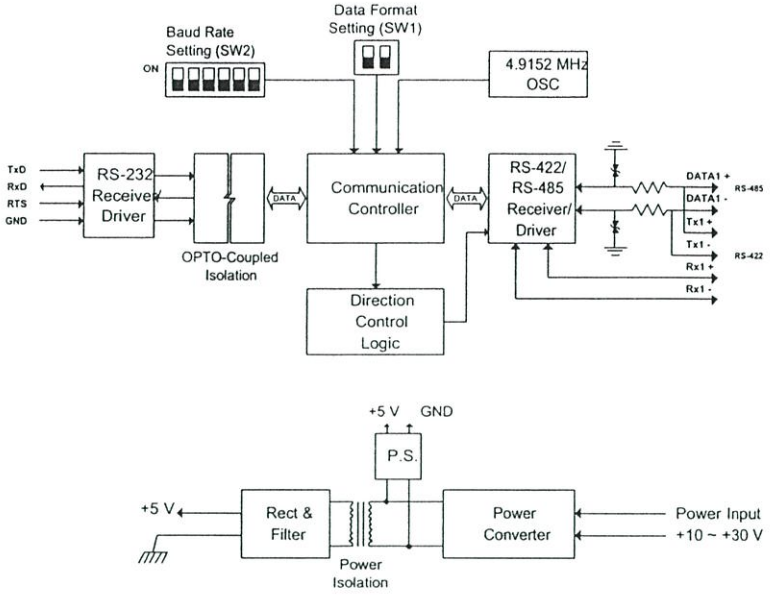
ADAM-4510 Repeater



ADAM-4510S Repeater

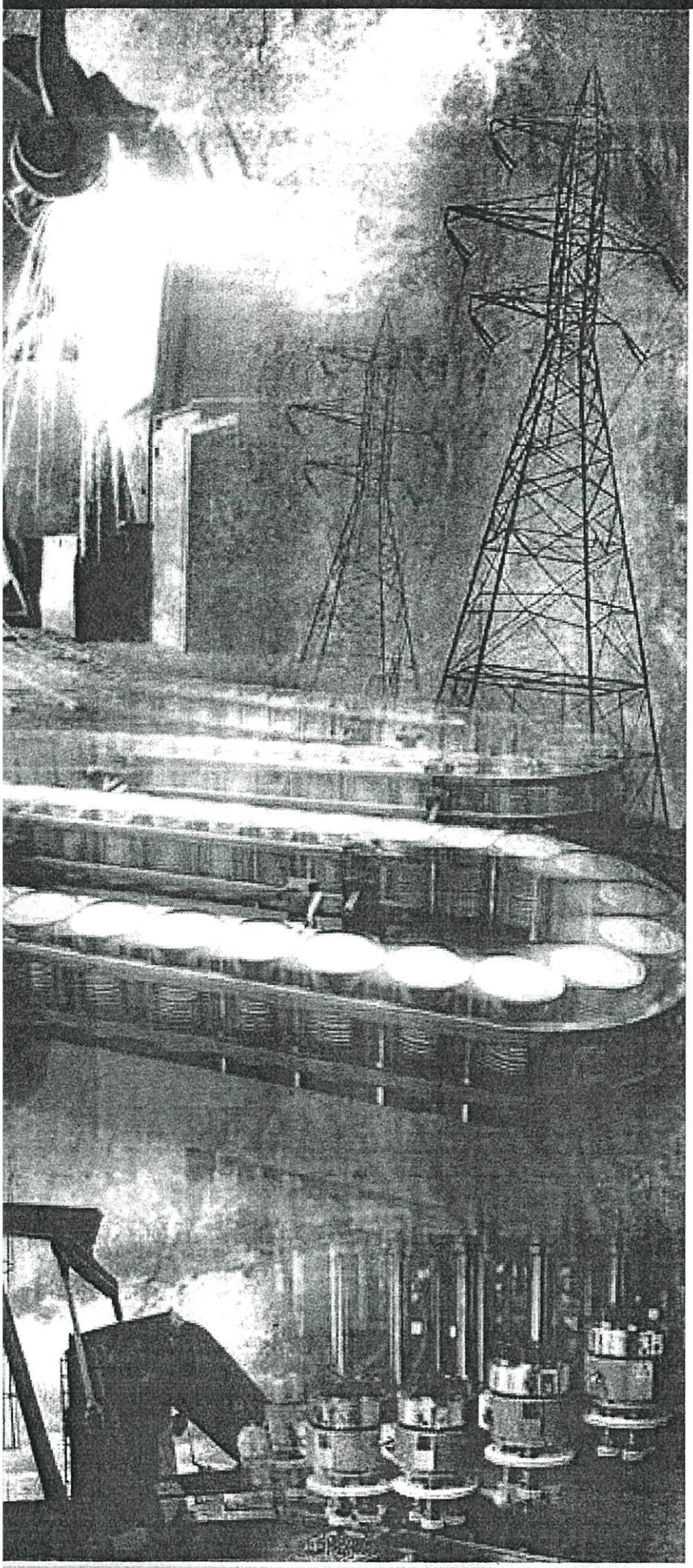


ADAM-4520 Converter



ภาคผนวก ค

Allen Bradley Micrologix 1500



Allen-Bradley

MicroLogix 1500 Programmable Controllers

Bulletin 1764

User Manual

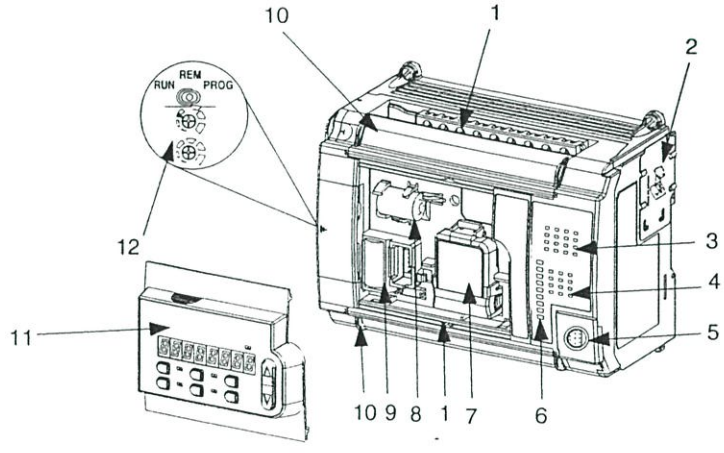
Rockwell Automation

Hardware Overview

Hardware Features

The MicroLogix 1500 programmable controller is composed of a base unit, which contains a power supply, input and output circuits, and a processor. The controller is available with 24 or 28 points of embedded I/O. Additional I/O may be added using Compact™ I/O.

The hardware features of the controller are:



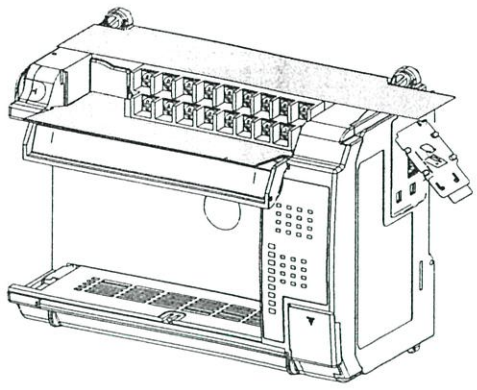
Feature	Description	Feature	Description
1	Removable Terminal Blocks	7	Memory Module/Real-Time Clock(1)
2	Interface to Expansion I/O, Removable ESD Barrier	8	Replacement Battery(1)
3	Input LEDs	9	Battery
4	Output LEDs	10	Terminal Doors and Label
5	Communication Port	11	Data Access Tool(1)
6	Status LEDs	12	Mode Switch, Trim Pots

(1) Optional.

MicroLogix 1500 Component Descriptions

A controller is composed of a processor (1764-LSP or enhanced 1764-LRP with RS-232 port) and one of the base units listed below. The FET transistor outputs are available on the 1764-28BXB base only.

Base Units



Catalog Number	Line Power	Inputs	Outputs	High Speed I/O
1764-24AWA	120/240V ac	(12) 120V ac	(12) Relay, 2 isolated relays per unit	n/a
1764-24BWA	120/240V ac	(8) Standard 24V dc (4) Fast 24V dc	(12) Relay, 2 isolated relays per unit	(4) 20 kHz input
1764-28BXB	24V dc	(8) Standard 24V dc (8) Fast 24V dc	(6) Relay, 2 isolated relays per unit (4) Standard 24V dc FET (2) Fast 24V dc FET	(8) 20 kHz input (2) 20 kHz output

Specifications

Controller Specifications

Table A.1 General Specifications

Description	1764-24BWA	1764-24AWA	1764-28BXB
Number of I/O	12 inputs 12 outputs	12 inputs 12 outputs	16 inputs 12 outputs
Line Power	85 to 265V ac at 47 to 63 Hz	85 to 265V ac at 47 to 63 Hz	20.4 to 30V dc
Power Supply Usage	88 VA	70 VA	30W[2]
Power Supply Inrush	120V ac = 25A for 8 ms 240V ac = 40A for 4 ms	120V ac = 25A for 8 ms 240V ac = 40A for 4 ms	24V dc = 4A for 150 ms
User Power Output	24V dc at 400 mA, 400 µF max.	none	none
Input Circuit Type	24V dc, sink/source	120V ac	24V dc, sink/source
Output Circuit Type	relay	relay	6 relay, 6 FET transistor (24V dc source)
Typical CPU Hold-up Time	10 to 3000 ms		
Operating Temp.	+0°C to +55°C (+32°F to +131°F) ambient		
Storage Temp.	-40°C to +85°C (-40°F to +185°F) ambient [1]		
Operating Humidity	5% to 95% relative humidity (non-condensing)		
Vibration	Operating: 10 to 500 Hz, 5G, 0.030 in. max. peak-to-peak Relay Operation: 2G		
Shock (without Data Access Tool installed)	Operating: 30G panel mounted (15G DIN Rail mounted) Relay operation: 7.5G panel mounted (5G DIN Rail mounted) Non-Operating: 40G panel mounted (30G DIN Rail mounted)		
Shock (with Data Access Tool installed)	Operating: 20G panel mounted (15G DIN Rail mounted) Relay operation: 7.5G panel mounted (5G DIN Rail mounted) Non-Operating: 30G panel mounted (20G DIN Rail mounted)		
Agency Certification	• UL 508 • C-UL under CSA C22.2 no. 142 • Class I, Div. 2, Groups A, B, C, D (UL 1604, C-UL under CSA C22.2 no. 213) • CE/RCM/EAC compliant for all applicable directives		

Table A.1 General Specifications

Description	1764-24BWA	1764-24AWA	1764-28BXB
Electrical/EMC	The module has passed testing at the following levels: • EN61000-4-2: 4 kV contact, 8 kV air, 4 kV indirect • EN61000-4-3: 10 V/m • EN61000-4-4: 2 kV, 5 kHz; communications cable: 1 kV, 5 kHz • EN61000-4-5: communications cable1 kv galvanic gun -I/O: 2 kV CM, 1 kV DM, -Power Supply (1764-24AWA/1764-24BWA): 4 kV CM, 2 kV DM -Power Supply (1764-28BXB): 0.5 kV CM, 0.5 kV DM • EN61000-4-6: 10V, communications cable 3V		
Terminal Screw Torque	1.13 Nm (10 in-lb) rated; 1.3 Nm (12 in-lb) maximum		
Programming Software	For 1764-LSP Series A Processors: RSLogix 500, Version 3.01.09 or higher For 1764-LSP and 1764-LRP Series B Processors: RSLogix 500, Version 4.00.00 or higher.		

(1) Recommended storage temperature for maximum battery life (5 years typical with normal operating/storage conditions) of the 1764-RTC, 1764-MM1RTC, 1764-MM2RTC, and 1764-MM3RTC is -40°C to +40°C (-40°F to +104°F). Battery life is significantly shorter at elevated temperatures.

(2) See Choosing a Power Supply on page A-2.

Choosing a Power Supply

This section contains information for selecting a power supply for applications using a 1764-28BXB base unit. Use the tables in Appendix F to calculate the total power (Watts) consumed by the system. With that information, use the graphs below to chose a power supply. You can use either current or power, depending on how the power supply is rated.

Figure 1.1 Input Current Required

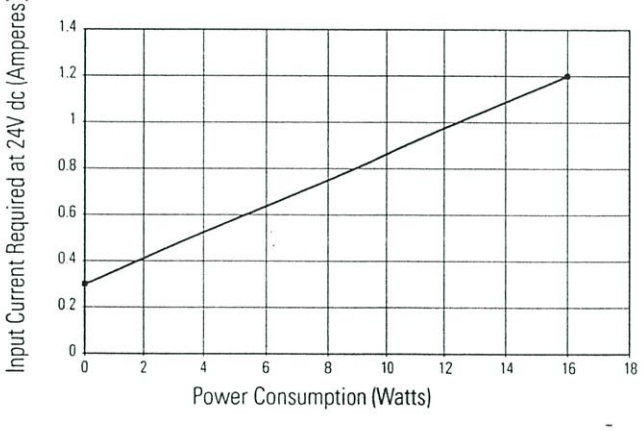


Figure 1.2 Input Power Required

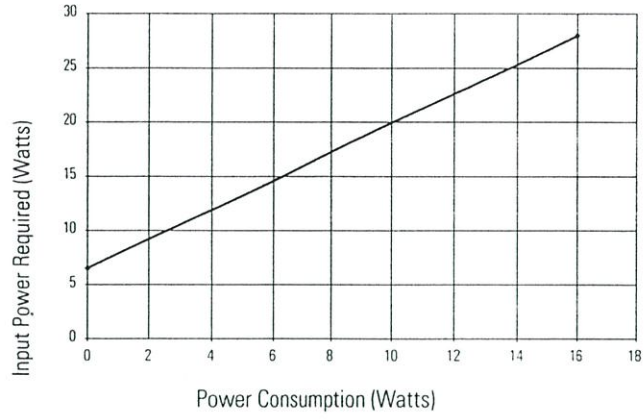


Table A.2 Input Specifications

Description	1764-24AWA	1764-24BWA and 1764-28BXB	
		Inputs 0 thru 7	Inputs 8 and Higher
On-State Voltage Range	79 to 132V ac	14 to 30.0V dc at 30°C (86°F) 14 to 26.4V dc at 55°C (131°F)	10 to 30.0V dc at 30°C (86°F) 10 to 26.4V dc at 55°C (131°F)
Off-State Voltage Range	0 to 20V ac	0 to 5V dc	
Operating Frequency	Not Applicable	0 to 20 kHz	0 to 500 Hz(1)
On-State Current: • minimum • nominal • maximum	 • 5.0 mA at 79V ac • 12.0 mA at 120V ac • 16.0 mA at 132V ac	 • 2.5 mA at 14V dc • 7.3 mA at 24V dc • 12.0 mA at 30V dc	 • 2.0 mA at 10V dc • 8.9 mA at 24V dc • 12.0 mA at 30V dc
Off-State Leakage Current	2.5 mA minimum	1.5 mA minimum	
Nominal Impedance	12k ohms at 50 Hz 10k ohms at 60 Hz	3.3k ohms	2.7k ohms
Inrush Current (max.)	250 mA at 120V ac	Not Applicable	Not Applicable

(1) Scan-time dependant.

TIP

The 1764-24AWA input circuits (inputs 0-11) do not support adjustable filter settings. They have maximum turn-on and maximum turn-off times of 20 milliseconds.

Table A.3 Response Times for High-Speed dc Inputs 0 Through 7 (applies to 1764-24BWA and 1764-28BXB)

Maximum High-Speed Counter Frequency at 50% Duty Cycle (KHz)	Filter Setting (ms)	Minimum ON Delay (ms)	Maximum ON Delay (ms)	Minimum OFF Delay (ms)	Maximum OFF Delay (ms)
20.000	0.025	0.005	0.025	0.005	0.025
6.700	0.075	0.040	0.075	0.045	0.075
5.000	0.100	0.050	0.100	0.060	0.100
2.000	0.250	0.170	0.250	0.210	0.250
1.000	0.500	0.370	0.500	0.330	0.500
0.500	1.000	0.700	1.000	0.800	1.000
0.250	2.000	1.700	2.000	1.600	2.000
0.125	4.000	3.400	4.000	3.600	4.000
0.063	8.000(1)	6.700	8.000	7.300	8.000
0.031	16.000	14.000	16.000	14.000	16.000

(1) This is the default setting.

Table A.4 Response Times for Normal dc Inputs 8 Through 11 (1764-24BWA) and 8 Through 15 (1764-28BXB)

Maximum Frequency at 50% Duty Cycle (kHz)	Filter Setting (ms)	Minimum ON Delay (ms)	Maximum ON Delay (ms)	Minimum OFF Delay (ms)	Maximum OFF Delay (ms)
1.000	0.500	0.090	0.500	0.020	0.500
0.500	1.000	0.500	1.000	0.400	1.000
0.250	2.000	1.100	2.000	1.300	2.000
0.125	4.000	2.800	4.000	2.700	4.000
0.063	8.000(1)	5.800	8.000	5.300	8.000
0.031	16.000	11.000	16.000	10.000	16.000

(1) This is the default setting.

IMPORTANT The relay current must stay within the limits defined in Tables A.5 and A.6.

Table A.5 Relay Contact Rating Table 1764-24AWA, -24BWA, -28BXB

Maximum Volts	Amperes		Amperes Continuous	Voltamperes	
	Make	Break		Make	Break
240V ac	7.5A	0.75A	2.5A	1800VA	180VA[2]
120V ac	15A	1.5A			
125V dc	0.22A[1]		1.0A	28VA	
24V dc	1.2A[1]		2.0A	28VA	

(1) For dc voltage applications, the make/break ampere rating for relay contacts can be determined by dividing 28 VA by the applied dc voltage. For example, 28 VA/48V dc = 0.58A. For dc voltage applications less than 14V, the make/break ratings for relay contacts cannot exceed 2A.

(2) The total load controlled by the 1764-24AWA and 1764-24BWA is limited to 1440VA (break).

Table A.6 Output Specifications - Maximum Continuous Relay Current

Specification		1764-24AWA, -24BWA	1764-28BXB
Current per Common		8A	8A
Current per Controller	at 150V Maximum	24A	18A
	at 240V Maximum	20A	18A
Relay Output			
Relay life - Electrical		Refer to Relay Life Chart below.	
Relay life - Mechanical		20,000,000 cycles.	

ATTENTION Do not exceed the "Current per common" specification.

Relay Life Chart

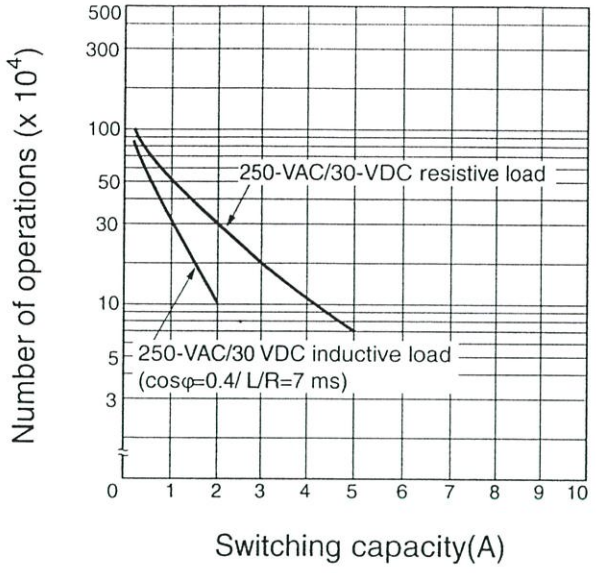


Table A.7 1764-28BXB FET Output Specifications

Specification		General Operation (Outputs 2 thru 7)	High Speed Operation[1] (Outputs 2 and 3 Only)
User Supply Voltage	minimum	20.4V dc	20.4V dc
	maximum	26.4V dc	26.4V dc
On-State Voltage Drop	at maximum load current	1V dc	Not Applicable
	at maximum surge current	2.5V dc	Not Applicable
Current Rating per Point	maximum load	1A at 55°C (131°F) 1.5A at 30°C (86°F)	100 mA
	minimum load	1.0 mA	10 mA
	maximum leakage	1.0 mA	1.0 mA
Surge Current per Point	peak current	4.0A	Not Applicable
	maximum surge duration	10 msec	Not Applicable
	maximum rate of repetition at 30°C (86°F)	once every second	Not Applicable
	maximum rate of repetition at 55°C (131°F)	once every 2 seconds	Not Applicable
Current per Common	maximum total	6A	Not Applicable
On-State Current	minimum	2.5 mA at 14V dc	2.0 mA at 10V dc

Table A.7 1764-28BXB FET Output Specifications

Specification		General Operation (Outputs 2 thru 7)	High Speed Operation[1] (Outputs 2 and 3 Only)
Off-State Leakage Current	maximum	1 mA	1 mA
Turn-On Time	maximum	0.1 msec	6 µsec
Turn-Off Time	maximum	1.0 msec	18 µsec
Repeatability	maximum	n/a	2 µsec
Drift	maximum	n/a	1 µsec per 5°C (1 µsec per 9°F)

(1) Outputs 2 and 3 are designed to provide increased functionality over the other FET outputs (4 through 7). They may be used like the other FET transistor outputs, but in addition, within a limited current range, they may be operated at a higher speed. Outputs 2 and 3 also provide a pulse train output (PTO) or pulse width modulation output (PWM) function.

Table A.8 Working Voltage (1764-24AWA)

Specification	1764-24AWA
Power Supply Input to Backplane Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Input Group to Backplane Isolation and Input Group to Input Group Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 151V ac for 1 second or 2145V dc for 1 second
	132V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Output Group to Backplane Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Output Group to Output Group Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (basic insulation) 150V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation).

Table A.9 Working Voltage (1764-24BWA)

Specification	1764-24BWA
Power Supply Input to Backplane Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Power Supply User 24V Output to Backplane Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 600V ac for 1 second or 848V dc for 1 second
	50V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Input Group to Backplane Isolation and Input Group to Input Group Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1200V ac for 1 second or 1697V dc for 1 second
	75V dc Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Output Group to Backplane Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation).
Output Group to Output Group Isolation.	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (basic insulation) 150V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)

Table A.10 Working Voltage (1764-28BXB)

Specification	1764-28BXB
Input Group to Backplane Isolation and Input Group to Input Group Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1200V ac for 1 second or 1697V dc for 1 second
	75V dc Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
FET Output Group to Backplane Isolation and FET Outputs Group to Group	Verified by one of the following dielectric tests: 1200V ac for 1 second or 1697V dc for 1 second
	75V dc Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Relay Output Group to Backplane Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Relay Output Group to Relay and FET Output Group Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 second or 2596V dc for 1 second
	265V Working Voltage (basic insulation) 150V Working Voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)

Transistor Output Transient Pulses

Refer to page 3-16 for "Transistor Output Transient Pulses".

ภาคผนวก ง

Keyence SR-1000 Scanner

KEYENCE

392GB

Autofocus Code Reader
SR-1000 Series
User's Manual Rev.5.0

Read this manual before use.
Keep this manual in a safe place for future reference.

■ Symbols

The following symbols alert you to important messages. Be sure to read these messages carefully.

DANGER	**It indicates a hazardous situation which, if not avoided, will result in death or serious injury.**
WARNING	**It indicates a hazardous situation which, if not avoided, could result in death or serious injury.**
CAUTION	**It indicates a hazardous situation which, if not avoided, could result in minor or moderate injury.**
NOTICE	**It indicates a situation which, if not avoided, could result in product damage as well as property damage.**

Important **It indicates cautions and limitations that must be followed during operation.**

Point **It indicates additional information on proper operation.**

Reference It indicates tips for better understanding or useful information.

Indicates the reference pages in this manual or the reference pages in separate manuals.

Introduction

This user's manual describes the connection/wiring procedure, setting instructions, and precautions for using the "SR-1000 Series Autofocus Code Reader". Please read this manual thoroughly before using the SR-1000 Series to ensure optimum performance. Keep this manual handy for quick future reference.

Table of Contents

General Precautions 2
Safety Precautions 2

Part 1 Basic Operation

Chapter 1 Before Using the Product

1-1 Checking the Package Contents 3
1-2 Part Names 3
1-3 System Configuration and Setup Flow 4

Chapter 2 Connection and Wiring

2-1 Connection and Wiring 5
2-2 Wiring to a PC 6
2-3 Wiring to a PLC or Peripheral 6
2-4 Wiring to a Sensor or Switch 6

Chapter 3 Mounting

3-1 Before Mounting 7
3-2 Mounting Methods 7
3-3 Position Adjustment 8

Chapter 4 Tuning

4-1 Tuning 9
4-2 Reading Check 9

Chapter 5 AutoID Network Navigator Functions and Operations (Basic)

5-1 Connecting 10
5-2 Reading Settings 10
5-3 Communication Settings 11
5-4 Sending Settings 12
5-5 Saving Settings/Quick Setup Codes 12

Part 2 Detailed Information

Chapter 6 AutoID Network Navigator Functions and Operations (Advanced)

6-1 Change Field of View 13
6-2 Read Multiple Codes 13
6-3 Read Moving Codes 16
6-4 Change Reading Behavior 17
6-5 Control Multiple Readers 18
6-6 Check Print Quality 18
6-7 Edit Read Data 19
6-8 Control the I/O Terminals 19
6-9 Save Captured Images 20
6-10 Output Read Data to CSV Files 21
6-11 Compare the Read Data (Preset Data Comparison) 22
6-12 Suppress Data Output 22
6-13 Lock SR-1000 Series Buttons 22
6-14 Connect to AutoID Network Navigator over Ethernet 23

Chapter 7 Checking Reading Results and Operations

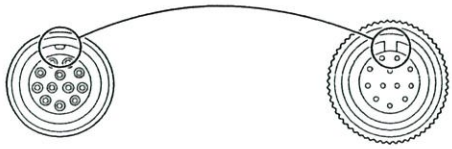
7-1 Check the Read Data 24
7-2 Send Commands 24
7-3 Acquire Saved Images (Image View) 24
7-4 View Live Images (MultiMonitor) 25
7-5 Acquire Saved Files (File View) 25
7-6 Output Read Results as a Report 26

2-1 Connection and Wiring

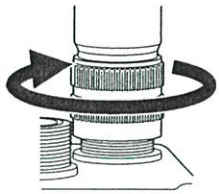
Connection and Wiring

■ Connecting the control cable and wiring

1 Align the protrusion in the cable connector with the notch in the control port.

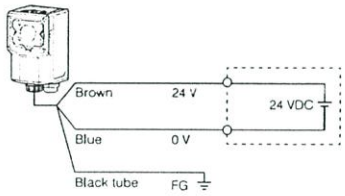


2 Tighten the connector screw by turning it clockwise.

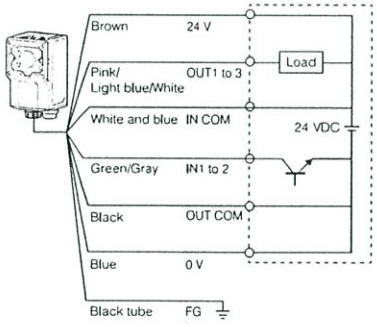


3 Connect the wires according to usage.

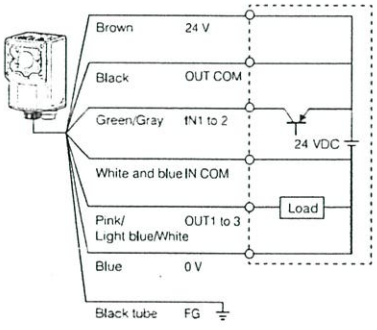
- When the I/O terminals are not used



- NPN wiring



- PNP wiring



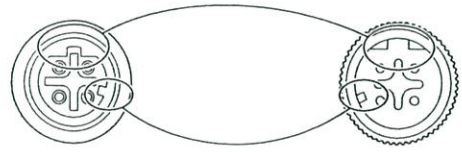
Wire color	Name	Description	Signal direction	Initial assignment	AWG
Brown	24 V	24 VDC	Input	-	26
Blue	0 V	Power GND	-	-	26
Orange	RXD (RD)	RS-232C Receive	Input	-	28
Yellow	TXD (SD)	RS-232C Send	Output	-	28
Purple	SGND	RS-232C GND	-	-	28
Green	IN1	Input signal 1	Input	Reading start	26
Gray	IN2	Input signal 2	Input	-	28
White and blue	IN COM	Input common	-	-	28
Pink	OUT1	Output signal 1	Output	Reading OK	28
Light blue	OUT2	Output signal 2	Output	Reading ERROR	28
White	OUT3	Output signal 3	Output	BUSY	28
Black	OUT COM	Output common	-	-	28
Black tube	FG	Frame ground	-	-	-

NOTICE

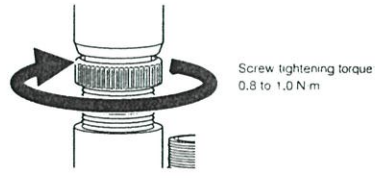
- **Be sure to turn power off before attempting to connect or disconnect the control cable.**
- **Insert the connector straight so that it is not tilted and then tighten it securely. Under-tightening can lead to a loose connector due to vibrations, resulting in poor contact.**
- **After tightening it as much as possible by hand, tighten it further approximately 90° - 120° using a tool such as pliers.**
- **Insulate unused wires individually.**
- **Be sure to provide Class D ground for the FG wire.**
- **The shield and FG wires of the control cable and the shield wire of the Ethernet cable are electrically connected via the main unit housing. Be sure to provide them with a common ground.**

■ Connecting the Ethernet cable

1 Align the protrusion in the cable connector with the notch in the Ethernet port and connect the cable to the main unit.



2 Tighten the connector screw by turning it clockwise.
The screw tightening torque should be within the range between 0.8 and 1.0 N·m.

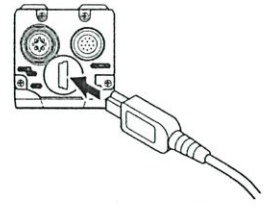


NOTICE

- **When connecting the connector, insert it so that it does not tilt, and then push in and tighten the connector securely. Under-tightening can lead to a loose connector due to vibrations, resulting in poor contact.**
- **After tightening it as much as possible by hand, tighten it further approximately 5° - 10° using a tool such as pliers.**
- **Do not bend the base of the Ethernet cable connector repeatedly. It may cause connection failure.**

■ Connecting the USB cable

1 Confirm the orientation and insert the connector straight so that it is not tilted.



NOTICE

When connecting, insert the connector straight so it does not tilt. Otherwise, the connector pin may be damaged.

2-2 Wiring to a PC

RS-232C

■ OP-87527/87528/87529

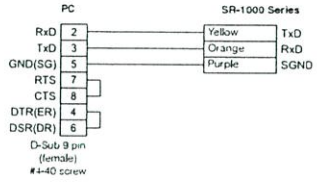
Connect the cable to the RS-232C port of the PC.

- **OP-87527/875278/87539 pin arrangement**

D-sub 9-pin (female)
DTE (terminal definition)
#4-40 screw (male)

Pin number	Symbol	Description	Signal direction
2	TXD (SD)	RS-232C send	Output
3	RXD (RD)	RS-232C receive	Input
5	SGND	RS-232C GND	-

■ OP-87353/87354/87355/87224/87225/87226



Ethernet

Connect the OP-87230/87231/87232 cable to the Ethernet port of the PC.
For the Ethernet communication settings, refer to "5-3 Communication Settings" (page 11).

USB

Connect the OP-51580 cable to the USB port of the PC.

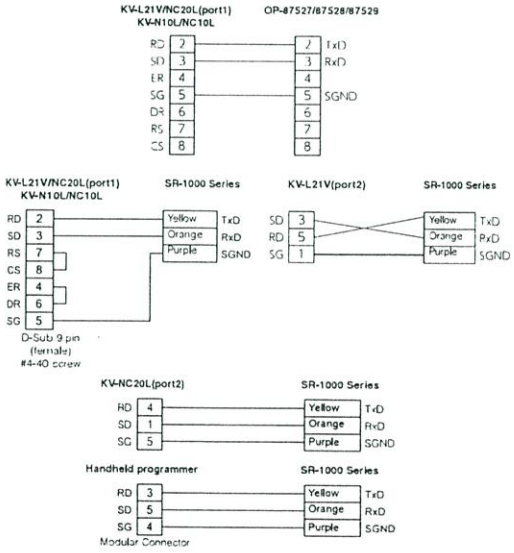
- **Installing the USB driver**

The first time that you connect the SR-1000 to a PC and turn on the SR-1000, you will be prompted to install the driver.
Specify the USB driver inside the "SR-H5W" DVD-ROM to install it.

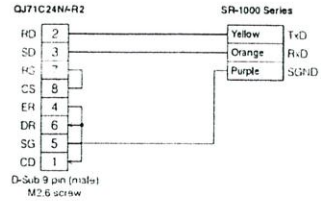
2-3 Wiring to a PLC or Peripheral

RS-232C

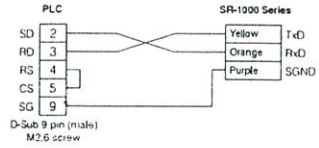
■ Connecting to the KV Series



■ Connecting to the MELSEC Series

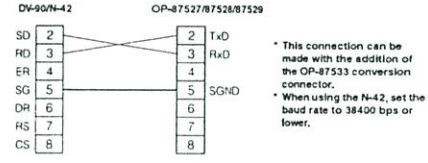


■ Connecting to the SYSMAC Series



■ Connecting to a peripheral manufactured by KEYENCE

- DV-90/N-42



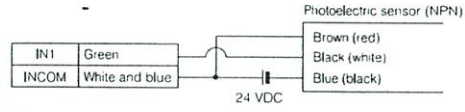
Ethernet

Connect the OP-87230/87231/87232 cable to the Ethernet port of the PLC.
For the Ethernet communication settings, refer to "5-3 Communication Settings" (page 11).

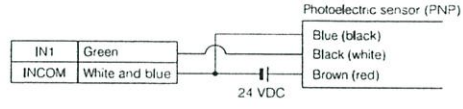
2-4 Wiring to a Sensor or Switch

Example of wiring the reader to a photoelectric sensor manufactured by KEYENCE

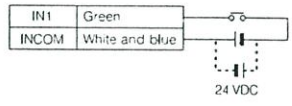
- NPN



- PNP



Example of wiring the reader to a switch



4-1 Tuning

What Is Tuning?

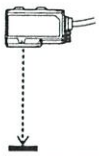
With just a simple operation, the SR-1000 Series automatically adjusts the reading parameters to the optimal values based on the target codes and stores these parameters in its internal memory. This function is called "Tuning."
This chapter explains how to use the unit's buttons to complete tuning.

* For details on how to complete tuning using AutoID Network Navigator, refer to "5-2 Reading Settings" (page 10).

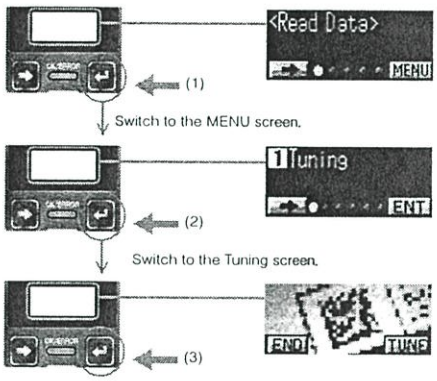
Operation Procedure

1 Turn on the SR-1000 Series.

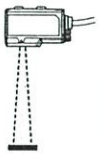
2 Align the green pointer with the code.



3 Press the [ENTER] button three times as shown below.



The LED flashes and tuning starts.



Normally mount the reader on a surface such that the reader is level.
If reading fails, try to set the reader at an angle and complete tuning.

When tuning is complete, the reading rate test mode screen is displayed.

This completes the tuning procedure.

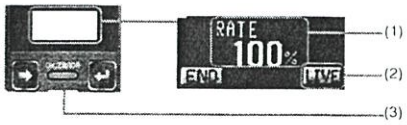
Point

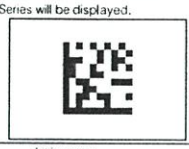
■ Operations when tuning is executed with the SR-1000 Series unit

- **In smart mode**
  When tuning, the focus position is automatically adjusted according to the mounting distance of the unit.
- **In custom mode**
  Use AutoID Network Navigator to adjust the focus position according to the mounting distance.
- **The pointer position is an approximation of the center position of the field of view. The center may be offset depending on the distance. Make adjustments while watching the unit's display screen.**
- **For details on how to complete tuning using AutoID Network Navigator, refer to 📖 "5-2 Reading Settings" (page 10).**

4-2 Reading Check

Display



(1)	Reading rate	Displays the reading rate, which indicates the number of times the code could be read among 10 scans.
(2)	Live View display	If you press the [ENTER] button on this screen, the live view of the SR-1000 Series will be displayed. 
(3)	OK/ERROR LED	Reading OK: Lit in green. Reading error: Lit in red.

* When the SR-1000 Series is operating in "custom mode," the following display is shown.

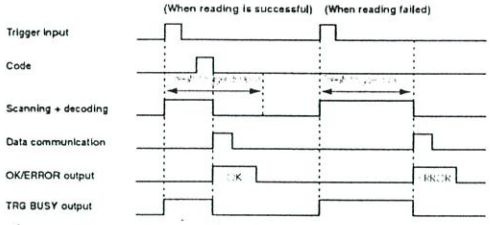
(1)	Reading rate	Displays the reading rate, which indicates the number of times the code could be read among 10 scans
(2)	Matching level	Displays the reading stability (0 to 100)*1

*1 For details on the matching level, refer to "9-8 Matching level" (page 47).

■ One-shot trigger

On the rising edge of the trigger input, the LED lights only for the specified time. Reading is attempted during this time.
When a code is read, the LED turns off and the data is transmitted.
If a code cannot be read during the one-shot trigger duration, a reading error occurs.

● **Timing diagram**[*1]



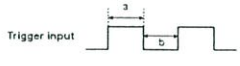
■ Differences between the level trigger and the one-shot trigger

	Reading	Reading success	Reading error
Level trigger	While the trigger input is on	When the code can be read while the trigger input is on	When the code cannot be read before the trigger input turns off
One-shot trigger	During the specified time from the rising edge of the trigger input	When the code can be read during the one-shot trigger duration	When the code cannot be read during the one-shot trigger duration

*1 The timing diagrams indicate examples with the factory default configurations of the "Reading Mode" and "Data Transmission" settings. For the sake of simplicity, the input time constant and the scan delay time have been omitted.

Point

- **When the trigger input is on for a length of time greater than or equal to the input time constant, the SR-1000 Series starts reading.**
- **The "TRG BUSY" output turns on when the rising edge of the trigger input is recognized and remains on until the code reading is complete or the trigger input is turned off.**
- **Ensure that the trigger input remains on for a length of time sufficient to facilitate reading.**
- **Set the one-shot trigger duration to a length of time sufficient to facilitate reading.**
- **The one-shot trigger duration can be set to a value from 30 to 25500 ms.**
- **The one-shot trigger duration is only a setting. The reading time may not match this value due to factors such as the communication load.**
- **When a code is read at an interval shorter than the OK/NG/ERROR output ON time, the output turns off even if the output ON time of the previous output signal has not elapsed, and a new output signal turns on for the specified output ON time. If the same output terminal operations occur successively, the previous output signal turns off, and then the new output signal turns on 10 ms later.**
- **In order to recognize the trigger input turning on, it must turn on for a length of time greater than or equal to the input time constant.**
- **In order to recognize the trigger input turning off, it must turn off for a length of time greater than or equal to the input time constant.**
- **When using a fast-tact, high-speed pulse signal as the trigger input, set the on/off time of the pulse signal to a value that is greater than or equal to the input time constant.**
- **Let the input time constant be a and the trigger input off time be b. The trigger input off state is not recognized if a is greater than b. Ensure that a is less than or equal to b.**



Data Transmission

■ Send after read

The read data and the OK/ERROR signal will be output immediately after the code is read. Normally use this mode.

● **Timing diagram**

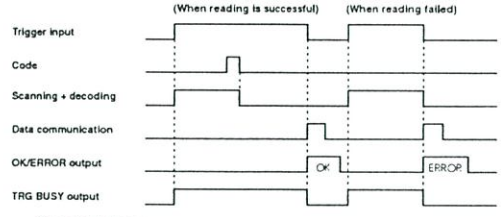
The details are the same as those explained under "Timing Mode."

■ Send after timing off

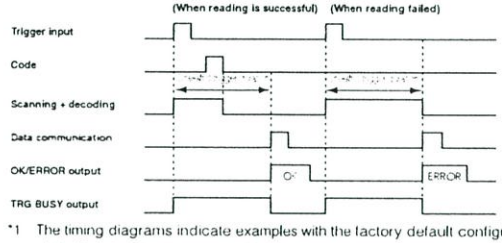
The read data and the OK/ERROR signal will be output when the trigger input turns off, not immediately after the code is read.

● **Timing diagrams**[*1]

- Level trigger



- One-shot trigger



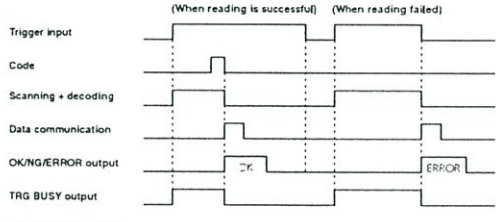
*1 The timing diagrams indicate examples with the factory default configuration of the "Reading Mode" setting. For the sake of simplicity, the input time constant and the scan delay time have been omitted.

Reading Mode

■ Single

In this mode, a single code is read while the trigger input is on.
Normally use this mode.

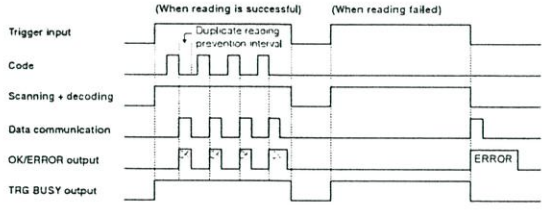
● **Timing diagram**[*1]



■ Continuous

In this mode, multiple codes are read consecutively while the trigger input is on.
Data is transmitted each time that a code is read.

● **Timing diagram**[*1]



17-1 Specifications

Model			SR-1000	SR-1000W	SR-1000 + SR-10AH
Type			Standard	Wide range	High-resolution type
Receiver	Sensor		CMOS Image Sensor		
	Number of pixels		1280 x 1024 pixels		
Lighting	Light source		High-intensity red LED		
Pointer	Light source		High-intensity green LED		-
Reading specifications	Supported symbol	2D code	QR, MicroQR, DataMatrix (ECC200), GS1 DataMatrix PDF417, Micro PDF417, GS1 Composite (CC-A, CC-B, CC-C)		
		Barcode	CODE39, ITF, 2of5, Industrial 2of5, COOP 2of5, NW-7, Codabar, CODE128, GS1-128, GS1 DataBar, CODE93, JAN/EAN/UPC, Trioptic CODE39, CODE39 Full ASCII, Pharmacode		
	Minimum resolution	2D code	0.063 mm	0.082 mm	0.025 mm
		Barcode	0.082 mm	0.082 mm	0.082 mm
	Reading distance		110 mm to 1000 mm	50 mm to 600 mm	20 mm to 40 mm
	Reading view range (with an installation distance of 400 mm)		122 mm x 97 mm	257 mm x 206 mm	19 mm x 15 mm (at a distance of 40 mm)
I/O specifications	Control input	Points	2		
		Input type	Bidirectional voltage input		
		Maximum rating	26.4 VDC		
		Minimum ON voltage	15 VDC		
		Maximum OFF current	0.2 mA or less		
	Control output	Points	3		
		Output type	Photo MOS relay output		
		Maximum rating	30 VDC		
		Maximum load current	1 output: 50 mA or less, 3-output total 100 mA or less		
		Leakage current when OFF	0.1 mA or less		
		Residual voltage when ON	1 V or less		
	Ethernet	Communication standard	IEEE 802.3 compliant, 10BASE-T/100BASE-TX		
		Supported protocol	TCP/IP, SNTP, FTP, BOOTP, EtherNet/IP, PROFINET, KV Studio, MC Protocol, OMLON PLC link		
	Serial communication	Communication standard	RS-232C compliant		
		Communication speed	9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bps		
		Supported protocol	None, KV STUDIO, MC protocol, SYSWAY		
	USB	Communication standard	USB 2.0 Full Speed compliant		
Environmental resistance	Enclosure rating		IP65		
	Ambient temperature		0 to 45°C		
	Ambient storage temperature		-10 to +50°C		
	Relative humidity		35 to 85% RH (No condensation)		
	Storage ambient humidity		35 to 85% RH (No condensation)		
	Ambient light		Sunlight: 10000 lux, Incandescent lamp: 6000 lux, Fluorescent lamp: 2000 lux		
	Operating environment		No dust or corrosive gas present		
	Vibration		10 to 55 Hz Double amplitude 0.75 mm/ 3 hours each in X, Y and Z directions		
Rating	Power supply voltage		24 VDC±10%		
	Current consumption		700 mA		
Weight			Approx. 200 g		Approx. 250 g

■ Setup software (AutoID Network Navigator)

Model	SR-H5W
Supported operating system	Windows 8 Professional or later, 32 bit/64 bit (excluding Windows RT) Windows 7 Professional or later, 32 bit/64 bit Windows Vista Business/Ultimate SP2 or later, 32 bit*
Running environment	Processor: 2.0 GHz or higher Memory: 1 GB for 32 bit and 2 GB for 64 bit DVD-ROM drive: Required for installation Screen resolution: 1024 x 768 or higher

* The SR-G100 does not support Windows Vista.
  * .NET Framework 3.5 SP1 or later must be installed in advance.
  * When installing .NET Framework 3.5 on Windows 8, an Internet connection is necessary.
  * Use Control Panel to install .NET Framework 3.5 on Windows 8.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ : นายวิชญ์ภาส กิจเลิศพรไพโรจน์

วันเกิด : วันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ.2537

ประวัติการศึกษา :

สำเสร็จการศึกษาระดับมัธยมจาก โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เข้ารับการศึกษาต่อที่หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีพ.ศ.2556

ที่อยู่ : 57 ซอยร่มเกล้า19/2 ถนนร่มเกล้า แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เบอร์โทรศัพท์ : 086-400-5858

อีเมลล์ : toonwichapas@gmail.com

ความสามารถในการใช้โปรแกรม : Microsoft office, MATLAB, Solidworks, AutoCAD, Altium Designer, Arduino

ทักษะภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ, ภาษาญี่ปุ่น

สถาที่ฝึกงาน : National Institute of Technology, Kushiro College ประเทศญี่ปุ่น