



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

งานรีโทรฟิตติดตั้งประตูและบัตรอัตโนมัติ

THE RETROFITTING INSTALLATION FOR AUTOMATIC GATES

โดย

นายสิทธิศักดิ์	เดี่ยวสุวรรณ	5903200007
นายชาญชัย	คงรอด	5903200008
นายชัยมงคล	สุขุม	5903200011

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา สหกิจศึกษา

ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2560

หัวข้อโครงการ งานรีโทรฟิตติดตั้งประตูและบัตรอัตโนมัติ
THE RETROFITTING INSTALLATION FOR AUTOMATIC GATES

รายชื่อผู้จัดทำ นายสิทธิศักดิ์ เด็ชสุวรรณ 5903200007
 นายชาญชัย คงรอด 5903200008
 นายชัยมงคล สุขุม 5903200011

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุดาพร อร่ามบุญ

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานฝึกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สุดาพร อร่ามบุญ)

..... พนักงานที่ปรึกษา

(นายกิตติพล แสงวิจิตร)

..... กรรมการกลาง

(อาจารย์สันติสุข สว่างกล้า)

.....

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ.ดร. มารุง ลิ้มปะวัฒนะ)

Project Title : The Retrofitting Installation for Automatic Gates for AMR Asia Co.,Ltd.

By : Sitthisak diawsuwan 5903200007

Chanchai khongrod 5903200008

Chaimongkon sukhum 5903200011

Advisor : Mrs. Sudaporn Aramroon

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Electrical Engineering

Faculty : Engineering

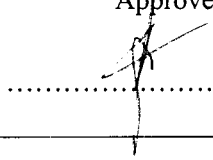
Semester/Academic Year : 3/2017

Abstract

Co-operative education training program for semester 2017, Bachelor Degree aimed to learn with the real situations of the work procedure from AMR Asia Co., Ltd., the co-operative training period started from 14 May 2018 to 31 August 2018, for the period of 16 weeks. AMR Asia Co., Ltd. is a leading solution provider of telecommunications and computer systems and they provide consulting services, system design, supply implementation of turnkey projects, and outsourcing services. In addition, AMR Asia Co., Ltd. possesses state-of-the-art, in-house H/W & S/W development facilities and have a distribution business for several leading IT solutions. The training program focused on the job of the automatic key card access door retrofit. Job descriptions included work site control, caring quality of installation and coordinating with the technicians. This training program helped creating knowledge, skill and ability of work.

Keywords: IT Solutions, Automatic key card access, AMR Asia

Approved by



.....

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัทเอเอ็มอาร์ เอเชีย จำกัด (AMR Asia Co., Ltd) ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้ความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

- 1.) นายกิตติพล แสงวิจิตร ตำแหน่ง Senior Engineer
- 2.) นายอนุวัฒน์ ทรงสิทธิ์ ตำแหน่ง Senior Engineer

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่กรุณาได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการจัดทำรายงานเล่มนี้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ
นายสิทธิศักดิ์ เดี่ยวสุวรรณ
นายชาญชัย คงรอด
นายชัยมงคล สุขุม

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานสหกิจ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายและลักษณะเซนเซอร์ (sensor)	3
2.2 ความหมายและลักษณะรีเลย์ (Relay)	7
2.3 ความหมายและลักษณะมอเตอร์	12
2.4 ความหมายและลักษณะหลอด LED	20
2.5 ระบบ ไฟไหม้ (Fire Alarm System)	23
2.6 ความหมายและลักษณะประตูอัตโนมัติ (Automatic Gate :AG)	25
2.7 ความหมายและลักษณะเครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ	27
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	31
3.2 ลักษณะการให้บริการของสถานประกอบการ	32
3.3 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ	32
3.4 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	32
3.5 ผังการดำเนินงาน	33
3.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 บล็อกไดอะแกรมขั้นตอนการปฏิบัติงาน	34
4.2 ศึกษาข้อมูลคู่มืออินสตอลเลชั่น(Installation)ก่อนออกติดตั้ง	35
4.3 เตรียมอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง	43
4.4 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	46
4.5 เปรียบเทียบระบบ	51

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของการดำเนินงาน	52
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	52
5.3 ข้อเสนอแนะ	53

บรรณานุกรม	54
------------	----

ภาคผนวก	55
---------	----

ประวัติคณะผู้จัดทำ	110
--------------------	-----

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของตู้เกท	26
ตารางที่ 2.2 ประเภทของบัตรโดยสารแบ่งออกตามสี	27
ตารางที่ 3.1 ช่วงเวลาในการดำเนินงาน	33
ตารางที่ 4.1 สายเคเบิลที่ถอดออกจากตู้	44
ตารางที่ 4.2 สายเคเบิลใหม่ที่จะติดตั้ง	45
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบระบบก่อนเปลี่ยนและหลังเปลี่ยน	51



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของเซ็นเซอร์แสง	4
รูปที่ 2.2 ลักษณะการทำงานของ Retroreflective	4
รูปที่ 2.3 ลักษณะการทำงานของ Opposed Mode	5
รูปที่ 2.4 ลักษณะของ Inductive Proximity Sensor	6
รูปที่ 2.5 ลักษณะของ Capacitive proximity Sensor	6
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ Reed switch	7
รูปที่ 2.7 รูปร่างและสัญลักษณ์ของรีเลย์	7
รูปที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของรีเลย์	8
รูปที่ 2.9 ลักษณะภายในของ Squirrel Cage และ Wound Rotor	13
รูปที่ 2.10 โรเตอร์ (ซ้าย) และ สเตเตอร์ (ขวา)	13
รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของโรเตอร์	14
รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบของมอเตอร์	15
รูปที่ 2.13 ลักษณะมอเตอร์กระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือ ซิงเกิลเฟส	16
รูปที่ 2.14 ลักษณะของรีฟลักซ์มอเตอร์	16
รูปที่ 2.15 ลักษณะของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์	17
รูปที่ 2.16 ลักษณะของเซ็คเคดโพล มอเตอร์	17
รูปที่ 2.17 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟส	18
รูปที่ 2.18 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส	18
รูปที่ 2.19 ลักษณะภายในของซีรี่ย์มอเตอร์ หรือ มอเตอร์แบบอนุกรม	19
รูปที่ 2.20 มอเตอร์กระแสตรง	19
รูปที่ 2.21 มอเตอร์กระแสสลับ	20
รูปที่ 2.22 ลักษณะของแบบ Lamp Type	21
รูปที่ 2.23 ลักษณะของแบบแบบ Surface Mount Type	22
รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการใช้งานของหลอด LED	23
รูปที่ 2.25 ลักษณะของประตูอัตโนมัติ	26
รูปที่ 2.26 ยูพีเอสแบบออฟไลน์/สแตนด์บาย	29
รูปที่ 2.27 ยูพีเอสแบบไลน์อินเตอร์แรคทีฟ	30
รูปที่ 3.1 แผนที่ บริษัท เอเอ็มอาร์ เอเชีย	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.1 ศึกษาข้อมูลก่อนออกปฏิบัติงาน	35
รูปที่ 4.2 ลักษณะภายในเกท	35
รูปที่ 4.3 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 001	36
รูปที่ 4.4 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 002	36
รูปที่ 4.5 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 004	37
รูปที่ 4.6 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 005	37
รูปที่ 4.7 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 008	38
รูปที่ 4.8 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 011	38
รูปที่ 4.9 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 013	39
รูปที่ 4.10 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 0141	39
รูปที่ 4.11 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 015	40
รูปที่ 4.12 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 026	40
รูปที่ 4.13 เดินสายเคเบิล STE 9812-0321	41
รูปที่ 4.14 เดินสายเคเบิล STE 9812-0112	41
รูปที่ 4.15 เดินสายเคเบิล STE 9812-0332	42
รูปที่ 4.16 เดินสายเคเบิล STE 9812-0523	42
รูปที่ 4.17 แผงเหล็กที่ติดตั้งอุปกรณ์	43
รูปที่ 4.18 อุปกรณ์และสายเคเบิลต่างๆที่นำมาติดตั้ง	43
รูปที่ 4.19 ตัวอย่าง การเชื่อมซีเรียลของอุปกรณ์	44
รูปที่ 4.20 ตัวอย่าง สาย BTSUG AG3 004	45
รูปที่ 4.21 ภายในตู้เกท	46
รูปที่ 4.22 ตั้ระบบจ่ายไฟเพื่อความปลอดภัย	46
รูปที่ 4.23 อุปกรณ์เก่าที่ถอดจากตู้เกท	47
รูปที่ 4.24 ตัวอย่าง ซีเรียลนัมเบอร์ของ ECU	47
รูปที่ 4.25 การติดตั้งอุปกรณ์	48
รูปที่ 4.26 การถอดสายเก่าภายในเกท	48
รูปที่ 4.27 การจ่ายไฟเพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.28 อัปเดตโดยซอฟต์แวร์ของบริษัท STE	49
รูปที่ 4.29 ขั้นตอนการทดสอบระบบคู่มือ	50
รูปที่ 4.30 ขั้นตอนการทดสอบระบบแต่ละบัตร	51



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

ในการมาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้เนื่องจาก มหาวิทยาลัยสยาม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริงในการทำงานจึงส่งให้นักศึกษาฝึกงานออกไปปฏิบัติงานที่หน่วยงานจริงและส่งเสริมให้นักศึกษาฝึกงานได้คิดที่จะเป็นเจ้าของกิจการ ได้เห็นหน่วยงาน ได้ปฏิบัติงานและการพบเจอปัญหาในการปฏิบัติงานจริงจึงทำให้เกิดโครงการนี้ขึ้นมาซึ่งทางกลุ่มได้เข้าไปเรียนรู้ระบบการทำงานจริง ณ บริษัท เอเอ็มอาร์ เอเชีย จำกัด (AMR Asia Co., Ltd) มีระยะฝึกงานสหกิจศึกษา ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561 รวมเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ บริษัท เอเอ็มอาร์ เอเชีย จำกัด เป็นบริษัทที่เกี่ยวข้องกับระบบสื่อสารโทรคมนาคม อิเล็กทรอนิกส์ ระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งด้านการจัดหา ออกแบบ ติดตั้ง อุปกรณ์ตลอดจนให้คำปรึกษา รวมถึงการเป็นผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ชั้นนำของโลก จากที่ได้รับการฝึกงานในครั้งนี้ เป็นงานรีโทรฟิตติดตั้งประตูและบัตรอัตโนมัติ ซึ่งลักษณะงานที่ได้ทำเป็นงานที่ต้องเข้าไปควบคุมหน้างาน ดูแลคุณภาพการติดตั้ง ทำการติดตั้งปรับปรุงและประสานงานช่างเพื่อให้เกิดคุณภาพและความถูกต้องตามสแตนดาร์ดไฟฟ้าบีทีเอส

1.2 วัตถุประสงค์ของงานสหกิจ

- 1.2.1 เพื่อให้ นักศึกษามีโอกาสพัฒนาความรู้ ทักษะ ความชำนาญในด้านสาขาที่เรียน
- 1.2.2 เพื่อซ่อมแซมและอัปเดตอุปกรณ์ให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น
- 1.2.3 เพื่อควบคุมการติดตั้งให้ตรงตามเวลาที่กำหนดไว้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 สามารถเปลี่ยนระบบเข้าออกผู้โดยสารของบีทีเอสจากระบบควบคุมบัตรเป็นแตะบัตรได้
- 1.3.3 สามารถถอดและติดตั้งอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานของบีทีเอส
- 1.3.4 เปลี่ยนระบบเข้าออกผู้โดยสารของบีทีเอสได้ 3 สถานีคือ
 1. S12 สถานีบางหว้า
 2. S10 สถานีตลาดพลู
 3. S11 สถานีวุฒนาภาศ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 รู้ถึงขบวนการทำงาน เรียงลำดับความสำคัญของงาน
- 1.4.2 ได้นำความรู้ความสามารถจากการเรียนมาประยุกต์ใช้กับงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.4.3 มีความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและเข้าสังคมของการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- 1.4.4 สร้างความรับผิดชอบให้เกิดขึ้นกับตนเองให้มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่การงาน
- 1.4.5 ช่วยให้มีทักษะในการถอดและติดตั้งอุปกรณ์ของระบบบีทีเอสมากขึ้น



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

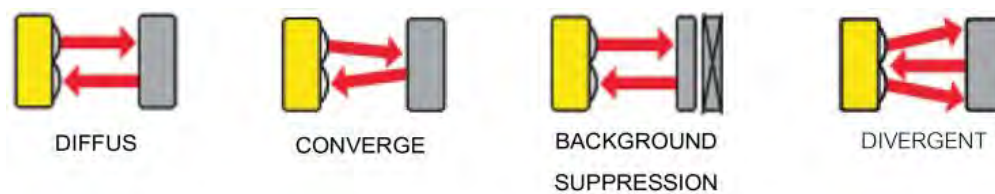
2.1 ความหมายและลักษณะเซนเซอร์ (sensor)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง แรงทางกล ความดันบรรยากาศ ระยะกระจัด ความเร็ว อัตราเร่ง ระดับของของเหลวและอัตราการไหล จากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสัญญาณออกหรือปริมาณเอาต์พุตที่ได้จากการวัดในอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ ที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ชนิด

2.1.1) โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor) คือ เครื่องเซนเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุโดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส โดยมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีการตอบสนองตอบอย่างรวดเร็ว ระยะการตรวจจับไกล และที่สำคัญไม่ว่าวัตถุใดๆ เซนเซอร์แสงก็จะสามารถตรวจจับได้เหมาะสมสำหรับใช้งานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับและไม่มีการสัมผัสกับตัววัตถุ แต่การใช้งานเซนเซอร์ประเภทนี้ จะไม่ค่อยเหมาะกับการติดตั้งในบริเวณ ที่มีฝุ่น หรือ สารเคมีที่สามารถกัดกร่อนอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากจะทำให้ระยะในการตรวจจับ และ ความแม่นยำในการตรวจจับลดลงเป็นอย่างมาก โดยเซนเซอร์แสงมีหลากหลายแบบให้เลือก ซึ่งแต่ละประเภทมีฟังก์ชันการทำงานที่แตกต่างเซนเซอร์แสง หลักการทำงานมี 3 แบบ

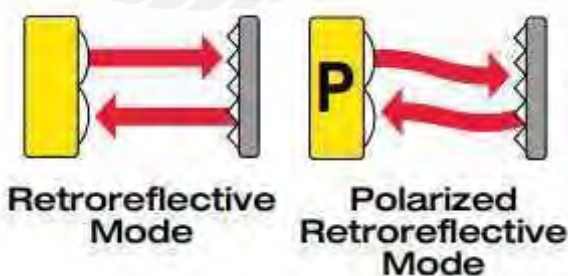
- พร็อกซิมิตี โหมด (Proximity mode) หรือ โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อนกับวัตถุโดยตรง ภายในตัวเซนเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่ง (Emitter) และ ตัวรับ (Receiver) ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนแบบเซนเซอร์ที่ตัวส่งและตัวรับอยู่ตรงข้ามกัน ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อนกับวัตถุ เซนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ในการตรวจจับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสง และ โปร่งแสงได้ ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับจะไม่สามารถรับสัญญาณจากตัวส่งได้เนื่องจากไม่มีวัตถุที่จะทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนลำแสงกลับมายังตัวรับโดยเซนเซอร์แบบนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านที่หน้าของเซนเซอร์ โดยวัตถุหรือชิ้นงานที่ผ่านหน้าเซนเซอร์จะทำหน้าที่สะท้อนลำแสงที่ส่งมาจากตัวส่งกลับไปยังตัวรับ จึงทำให้ตัวรับสามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ ซึ่งจะช่วยให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่ามีวัตถุหรือชิ้นงานวางอยู่ทำให้สถานะของเอาต์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า

ไลท้ออน (Light On) หรือ ไลท้อโอเปอร์เรท (Light Operate) นอกจากนี้ตัวเซ็นเซอร์แสงที่ใช้แผ่นสะท้อน



รูปที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของเซ็นเซอร์แสง

- รีโทรเฟกทีฟ โฟโต้เซ็นเซอร์ (Retroreflective Photoelectric sensor) หรือ โฟโต้เซ็นเซอร์แบบใช้งานคู่กับแผ่นสะท้อนภายในตัวเซ็นเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่งและตัวรับ ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนแบบ ออฟโพสโหมด (Opposed Mode) ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนหรือ รีเฟลกเตอร์ (Reflector) ไว้ตรงข้ามกับตัวเซ็นเซอร์เอง โดยโฟโต้เซ็นเซอร์แบบที่ใช้แผ่นสะท้อนแบบนี้จะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวเซ็นเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และ ทำให้ทำงานผิดพลาดได้เซ็นเซอร์แบบนี้จะมีช่วงในการทำงาน หรือ ระยะในการตรวจจับจะได้ไกลกว่าแบบ ออฟโพสโหมด (Opposed mode) ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับจะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่งได้ตลอดเวลา เนื่องจากลำแสงจะสะท้อนกับแผ่นสะท้อนอยู่ตลอดเวลา หน้าที่หลักของเซ็นเซอร์ชนิดนี้ จะคอยตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซ็นเซอร์ เมื่อวัตถุ หรือ ชิ้นงานผ่านเข้ามาที่หน้าเซ็นเซอร์ แล้วจะการขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่งที่ส่งไปยังแผ่นสะท้อน จึงทำให้ตัวรับไม่สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้



รูปที่ 2.2 ลักษณะการทำงานของ Retroreflective

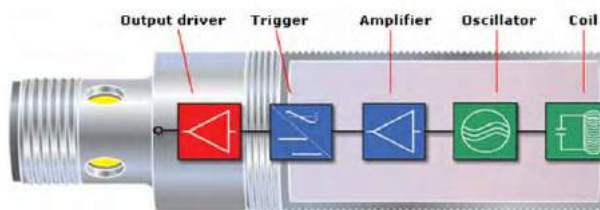
- ออฟโพสโหมดทรูบีมโฟโต้อิเล็กทรอนิกส์เซนเซอร์ (Opposed Mode, Through Beam Photoelectric sensor) หรือ ตัวโฟโต้เซนเซอร์แบบตัวรับ ตัวส่ง อยู่แยกกัน เมื่อถึงเวลาการใช้งานจะวางให้อยู่ตรงข้ามกัน ซึ่งเป็นโฟโต้เซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่และช่วงระยะในการตรวจจับมากที่สุด ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับ (Receiver) จะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่ง (Emitter) ได้ตลอดเวลาโดยเซนเซอร์แบบนี้จะทำหน้าตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซนเซอร์ ซึ่งวัตถุหรือชิ้นงานที่ผ่านหน้าเซนเซอร์จะขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับ เมื่อลำแสงไม่สามารถถึงตัวรับ จะทำให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่า มีวัตถุหรือชิ้นงานขวางอยู่ ทำให้สถานะของเอาต์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า คาร์คอน (Dark On) หรือคาร์โอเปอร์เรท (Dark Operate)



รูปที่ 2.3 ลักษณะการทำงานของ Opposed Mode

2.1.2) พร็อกซิมิตีเซนเซอร์ (Proximity Sensor) หรืออีกชื่อหนึ่งที่นิยมเรียกกันว่า พร็อกซิมิตีสวิตช์ (Proximity switch) เซนเซอร์ชนิดนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการตรวจจับวัตถุ โดยปราศจากการสัมผัส ซึ่งการตรวจจับวัตถุนั้นจะทำให้เราทราบถึงตำแหน่งของวัตถุหรือสามารถระบุได้ว่าขณะนั้นมีวัตถุใดผ่านเข้ามาในตำแหน่งที่เรากำหนดไว้หรือไม่ พร็อกซิมิตีเซนเซอร์แบ่งเป็น 2 แบบ

- อินดักทีฟพร็อกซิมิตีเซนเซอร์ (Inductive Proximity Sensor) คือ เซนเซอร์ที่มีความจับไวและแม่นยำต่อการตรวจจับวัตถุที่เป็น "โลหะ" โดยเฉพาะ ซึ่งในท้องตลาดนั้นมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ คือ เซนเซอร์ชนิดนี้ โดยผู้ใช้งานใหญ่มักจะสับสนในการเรียกชื่อ "อินดักทีฟพร็อกซิมิตีเซนเซอร์" สั้นๆว่าพร็อกซิมิตีเซนเซอร์เท่านั้น" ซึ่งโดยแท้จริงแล้วคำว่า อินดักทีฟพร็อกซิมิตีเซนเซอร์ คือประเภทหนึ่งของ พร็อกซิมิตีเซนเซอร์ นั่นเอง



รูปที่ 2.4 ลักษณะของ Inductive Proximity Sensor

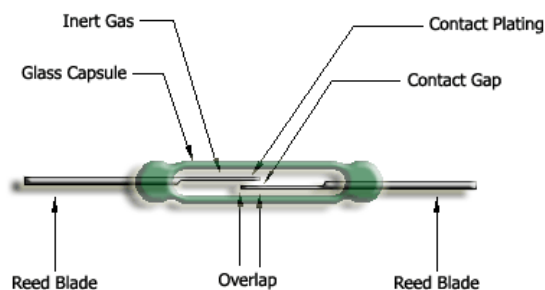
- คาปาซิทีฟร็อกซิมีตีเซ็นเซอร์ (Capacitive proximity Sensor) คือ เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุที่สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็น "โลหะและอโลหะ" ได้เหมาะสำหรับการตรวจจับระดับของวัตถุ เช่น ระดับน้ำ ดังนั้น การเลือกร็อกซิมีตีเซ็นเซอร์ให้ตรงประเภทการใช้งานย่อมเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยให้กับเครื่องจักรที่ใช้งานได้อีกด้วย



รูปที่ 2.5 ลักษณะของ Capacitive proximity Sensor

2.1.3) แม็กเนติกเซ็นเซอร์ (Magnetic sensor) ตรวจจับแม่เหล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิด

-รีดสวิตช์ (Reed switch) คือ แม็กเนติกเซ็นเซอร์ที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้ว จะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) สวิตช์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเห็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ แผ่นหน้าสัมผัสจะทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็กๆที่มีการเติมก๊าซเฉื่อย เพื่อให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ Reed switch

- อิเล็กทรอนิกส์สวิทช์ (Electronic switch) ทำงานด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์อายุการใช้งานนานกว่ารีดสวิทช์

2.2 ความหมายและลักษณะรีเลย์ (Relay)

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย



รูปร่างของรีเลย์ที่มีตัวถังเป็นพลาสติกใสป้องกันฝุ่น

สัญลักษณ์แบบลวดพัน

สัญลักษณ์แบบตัวเหนี่ยวนำพันแกนเหล็ก

รูปที่ 2.7 รูปร่างและสัญลักษณ์ของรีเลย์

2.2.1 รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

- ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวด

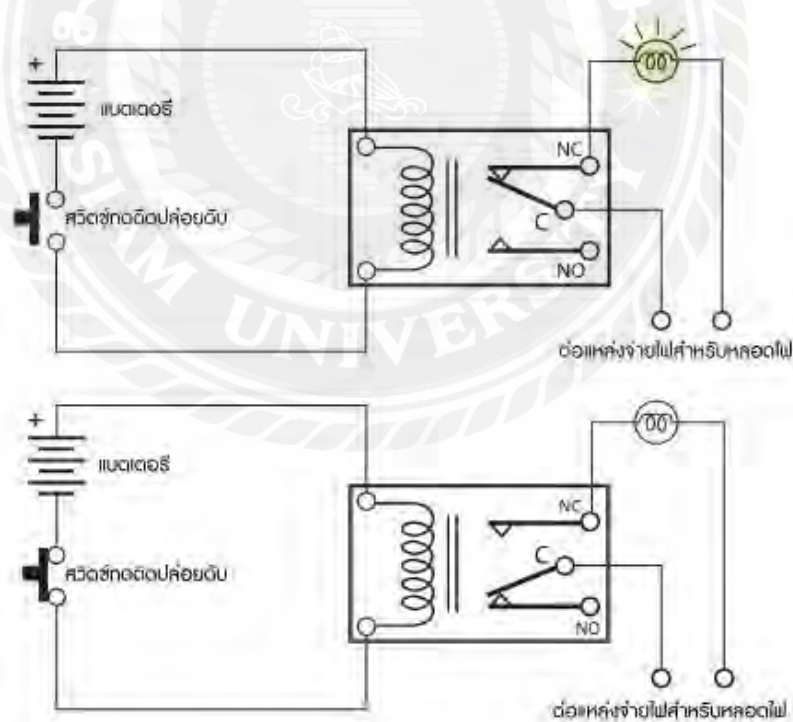
เหนี่ยวนำนี้เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ถูกผลิตกำหนด)จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทบกับแผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

- ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการเชื่อมต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อเอ็นซี (NC : normal close) หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

จุดต่อเอ็นโอ (NO : normal open) หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่น โคมไฟสนามหน้าบ้าน

จุดต่อซี (C : common) คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของรีเลย์

2.2.2 ข้อจำกัดในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

- แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น ไฟตรง 12 โวลต์ ก็ต้องใช้แรงดันที่ไฟตรง 12 โวลต์เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายในตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้

- การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น ไฟสลับ 10A 220AC คือหน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถนำกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC แต่การใช้อีกควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่า เพราะถ้ากระแสผ่านหน้าสัมผัสของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

- จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อันและมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

2.2.3 ชนิดของรีเลย์

รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลาย 4 ชนิด

1. อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)
2. รีดรีเลย์ (Reed Relay)
3. รีดสวิตช์ (Reed Switch)
4. โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)

2.2.4 ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม (Control relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

2.2.5 ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ 11 แบบ คือ

ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่ รีเลย์ดังต่อไปนี้

1. รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under-current) และกระแสเกิน (Over current)
2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และแรงดันเกิน (Over voltage)
3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่นจึงจะทำงานได้
4. รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแสและรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน
5. รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ
 - รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส
 - รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้
 - รีเลย์แบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น
 - รีเลย์แบบอินเวอร์สดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และแบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส
7. รีเลย์มีทิศทาง (Directional relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศทาง (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศทาง (Directional current relay)
8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้
 - รีแอคแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
 - อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
 - โมห์รีเลย์ (Mho relay)
 - โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
 - โพลาริซ์โมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)
 - ออฟเซตโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)
9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้
10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้
11. บุคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ทำงาน

2.2.6 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรีเลย์

หน้าที่ของรีเลย์ คือ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วน ในระบบกำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาหากระบบมีการทำงานที่ผิดปกติ รีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดส่วนที่ลัดวงจรหรือส่วนที่ทำงานผิดปกติ ออกจากระบบทันทีโดยเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเป็นตัวที่ตัดส่วนที่เกิดฟอลต์ออกจากระบบจริงๆ

2.2.7 ประโยชน์ของรีเลย์

- ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพ (Stability) สูงโดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดผิดปกติ ออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด
- ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดผิดปกติ

- ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่นๆ
- ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

2.2.8 คุณสมบัติที่ดีของรีเลย์

- ต้องมีความไว (Sensitivity) คือมีความสามารถในการตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อย
- มีความเร็วในการทำงาน (Speed) คือความสามารถทำงานได้รวดเร็วทันใจ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบกระเทือนต่อระบบโดยทั่วไปแล้วเวลาที่ใช้ในการตัดวงจรจะขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบด้วย

ระบบ 6-10 กิโลโวลต์ (kv) จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 1.5-3.0 วินาที (s)

ระบบ 100-220 กิโลโวลต์ จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.15-0.3 วินาที

ระบบ 300-500 กิโลโวลต์ จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.1-0.12 วินาที

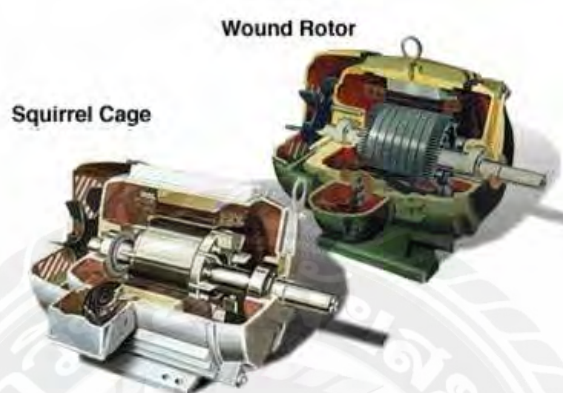
2.3 ความหมายและลักษณะมอเตอร์

มอเตอร์ (motor) หรือมอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ในการใช้งานตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการขนส่งใช้มอเตอร์ลูกลากเป็นต้น

มอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำไปใช้งานที่หลากหลายเช่น พัดลม เครื่องเป่า บี้ม เครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน และดิสก์ไครฟ์ มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) เช่น จากแบตเตอรี่, ยานยนต์หรือวงจรเรียงกระแส หรือจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เช่น จากไฟฟ้าบ้าน อินเวอร์เตอร์ หรือ เครื่องปั่นไฟ มอเตอร์ขนาดเล็กอาจจะพบในนาฬิกาไฟฟ้า มอเตอร์ทั่วไปที่มีขนาดและคุณลักษณะมาตรฐานสูงจะให้พลังงานกลที่สะดวกสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้าอาจจำแนกตามประเภทของแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าหรือตามโครงสร้างภายในหรือตามการใช้งานหรือตามการเคลื่อนไหวกของเอาต์พุตและอื่น ๆ

อุปกรณ์เช่นขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าและลำโพงที่แปลงกระแสไฟฟ้าให้เป็นการเคลื่อนไหว แต่ไม่ได้สร้างพลังงานกลที่ใช้งานได้ จะเรียกว่า แอ็กทูเอเตอร์ (actuator) และทรานสดิวเซอร์ (transducer) ตามลำดับ กล่าวคือมอเตอร์ไฟฟ้านั้น ต้องใช้สร้างแรงเชิงเส้น (linear force) หรือ แรงบิด (torque) หรือ เรียกอีกอย่างว่า หมุน (rotary) เท่านั้น



รูปที่ 2.9 ลักษณะภายในของ Squirrel Cage และ Wound Rotor

2.3.1 โครงสร้างมอเตอร์



รูปที่ 2.10 โรเตอร์ (ซ้าย) และ สเตเตอร์ (ขวา)

- โรเตอร์ (Rotor)

ในมอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนที่เคลื่อนที่คือโรเตอร์ ซึ่งจะหมุนเพลาเพื่อจ่ายพลังงานกล โรเตอร์มักจะมี ขดลวดตัวนำพันอยู่โดยรอบ ซึ่งเมื่อมีกระแสไหลผ่าน จะเกิดอำนาจแม่เหล็กที่จะไปทำปฏิกิริยากับ สนามแม่เหล็กถาวรของสเตเตอร์ ขับเพลลาให้หมุนได้ อย่างไรก็ตามโรเตอร์บางตัวจะเป็นแม่เหล็กถาวรและสเตเตอร์จะมีขดลวดตัวนำสลับที่กัน



รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของมอเตอร์

- สเตเตอร์ (Stator)

จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ซึ่งจะประกอบด้วยโครงของมอเตอร์ แกนเหล็กสเตเตอร์ และขดลวด

- ช่องว่างอากาศ

ระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์จะเป็นช่องว่างอากาศ ซึ่งจะต้องมีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ช่องว่างขนาดใหญ่จะมีผลกระทบทางลบอย่างมากต่อประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

- ขดลวด (Windings)

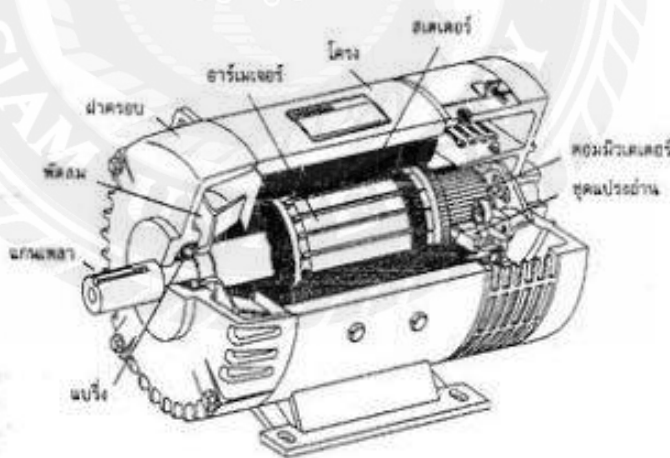
ขดลวดจะพันโดยรอบเป็นคอยล์ ปกติจะพันรอบแกนแม่เหล็กอ่อนที่เคลือบฉนวน เพื่อให้เป็นขั้วแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

มอเตอร์ไฟฟ้ามีขั้วสนามแม่เหล็กในสองรูปแบบ ได้แก่แบบขั้วที่เห็นได้ชัดเจนและแบบขั้วที่เห็นได้ไม่ชัดเจน ในขั้วที่ชัดเจน สนามแม่เหล็กของขั้วจะถูกผลิตโดยขดลวดพันรอบแกนด้านล่าง ในขั้วที่ไม่ชัดเจน หรือเรียกว่าแบบสนามแม่เหล็กกระจาย หรือแบบรอบๆ โรเตอร์ ขดลวดจะกระจายอยู่ในช่องบนแกนรอบโรเตอร์ มอเตอร์แบบขั้วแฝงมีขดลวดรอบส่วนหนึ่งของขั้วเพื่อหน่วงเฟสของสนามแม่เหล็กของขั้วนั้นให้ช้าลง

มอเตอร์บางตัวขดลวดเป็นโลหะหนากว่า เช่นแท่งหรือแผ่นโลหะที่มักจะเป็นทองแดง บางทีก็เป็น อะลูมิเนียม มอเตอร์เหล่านี้โดยปกติจะถูกขับเคลื่อนโดยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า

- ตัวสับเปลี่ยน (Commutator)

ตัวสับเปลี่ยนเป็นกลไกที่ใช้ในการสลับอินพุทของมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้กระแสที่ไหลในขดลวดในโรเตอร์ไหลทางเดียวตลอดเวลาในระหว่างการหมุน ประกอบด้วยวงแหวนลื่นขึ้นเล็กน้อยแยกจากกันด้วยฉนวน วงแหวนนี้ยังแยกจากเพลลาของมอเตอร์ด้วยฉนวนอีกด้วย วงแหวนแต่ละคู่ที่อยู่ตรงข้ามกันจะเป็นขดลวดหนึ่งชุด กระแสที่จ่ายให้มัดขั้วต้ม หรือที่เรียกว่า อะมาทู (armature) ของมอเตอร์จะถูกส่งผ่านแปรงถ่านสองตัวที่แตะอยู่กับตัวสับเปลี่ยนแต่ละด้านที่กำลังหมุนอยู่ ซึ่งจะทำให้กระแสจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับที่ไหลกลับทางไหลในขดลวดทิศทางเดียวในขณะที่โรเตอร์หมุนจากขั้วหนึ่งไปอีกขั้วหนึ่ง ในกรณีที่ไม่มีกระแสแหล่งจ่ายไม่กลับทางมอเตอร์จะ เบรกหยุดอยู่กับที่ ในแง่ของความก้าวหน้าที่สำคัญในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา อันเนื่องมาจากเทคโนโลยีที่ดีขึ้นในการควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ มอเตอร์เหนี่ยวนำที่ควบคุมโดยไม่ใช้เซ็นเซอร์ และมอเตอร์ที่มีสนามแม่เหล็กถาวร มอเตอร์ที่มีตัวสับเปลี่ยนแบบกลไกไฟฟ้า กำลังถูกแทนที่เพิ่มขึ้นด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ใช้ตัวสับเปลี่ยนภายนอกและมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบของมอเตอร์

2.3.2 ประเภทของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

1). มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี. มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase)

- สปลิตเฟส มอเตอร์ (Split-Phase motor)



รูปที่ 2.13 ลักษณะมอเตอร์กระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือ ซิงเกิลเฟส

- รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)



รูปที่ 2.14 ลักษณะของรีพัลชั่นมอเตอร์

- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)



รูปที่ 2.15 ลักษณะของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

- เชดเคด โพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)



รูปที่ 2.16 ลักษณะของเชดเคดโพล มอเตอร์

2. มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C.Two phas Motor)



รูปที่ 2.17 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟส

3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor)

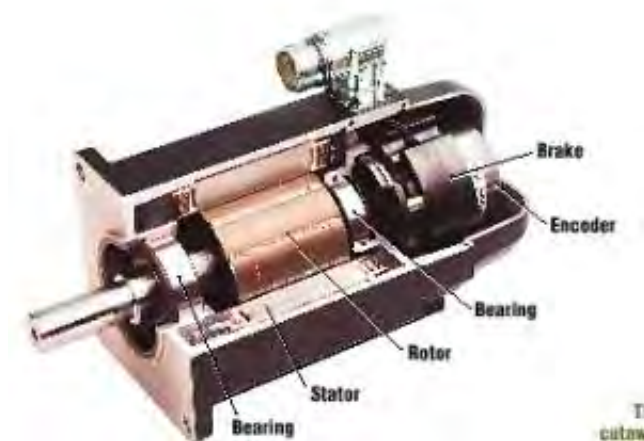


รูปที่ 2.18 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

2). มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR)

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้ดังนี้

1. มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีย์มอเตอร์ (Series Motor)

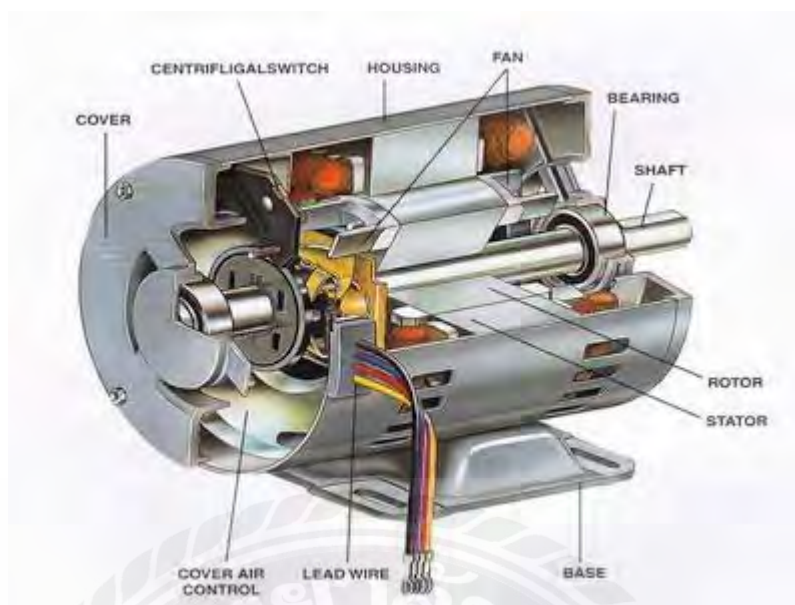


รูปที่ 2.19 ลักษณะภายในของซีรี่ย์มอเตอร์ หรือ มอเตอร์แบบอนุกรม

2. มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชัณฑ์มอเตอร์ (Shunt Motor)
3. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาต์มอเตอร์ (Compound Motor)



รูปที่ 2.20 มอเตอร์กระแสตรง



รูปที่ 2.21 มอเตอร์กระแสสลับ

2.4 ความหมายและลักษณะหลอด แอลอีดี (LED)

หลอด แอลอีดี (LED) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่งที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะปล่อยแสงสว่างออกมาทันที น้ำหนักเบา แสงสว่างที่เกิดขึ้นมาจากการเคลื่อนของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ

2.4.1 หลักการทำงานของหลอดแอลอีดี

หลอดแอลอีดี หรือไดโอดเปล่งแสง โครงสร้างประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิด (สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P) ประกบเข้าด้วยกัน มีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจกเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัวแอลอีดี โดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอนโนด (A) จ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K) ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง

สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างแอลอีดี ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE, GaP) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกเลียมอาร์เซไนด์ ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE, GaAsP) เกิดแสงสี

เหลืองและเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอดแอลอีดี หากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงมากไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

2.4.2 รูปแบบของแอลอีดี

ปัจจุบันแอลอีดีมีหลายรูปแบบ หากแบ่งแอลอีดีตามลักษณะของพาเกต (Packet) แบ่งได้ 2 แบบคือ

1. แบบแลมป์ไทป์ (Lamp Type) เป็นแอลอีดีชนิดที่พบกันอยู่ทั่วไปมีขายื่นออกมาจากตัว Epoxy 2 ขาหรือมากกว่า โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 mm. ขึ้นไป บริษัทผู้ผลิตจะออกแบบให้ขับกระแสได้ไม่เกิน 150 mA



รูปที่ 2.22 ลักษณะของแบบ Lamp Type

2. แบบเซอร์เฟสเมาท์ไทป์ (Surface Mount Type : SMT) มีลักษณะพาเกต เป็นตัวแบนๆ เวลาประกอบต้องใช้เครื่องมือชนิดพิเศษมีขนาดการขับกระแสตั้งแต่ 20 mA-มากกว่า 1 A สำหรับแอลอีดีแบบเซอร์เฟสเมาท์ไทป์ ถ้าขับกระแสได้ตั้งแต่ 300 mA ขึ้นไป จะเรียกว่า เพาเวอร์แอลอีดี (power LED) การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ภายในเนื่องจากสารเคลือบหน้าหลอดแอลอีดีส่วนใหญ่จะเป็นซิลิโคน ซึ่งละอองน้ำหรือความชื้นสามารถซึมผ่านได้



รูปที่ 2.23 ลักษณะของแบบแบบ Surface Mount Type

2.4.3 ข้อดีของหลอดแอลอีดี

- อายุการใช้งานยาวนาน หลอดแอลอีดีมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ถึง 100,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 11 ปี เมื่อเทียบกับหลอดไส้ทั่วไป ซึ่งมีอายุการใช้งานที่ราวๆ 1,000 ชั่วโมง เท่านั้น
- สีแสงจัดจ้าน หลอดแอลอีดี ให้สีแสงจัดจ้านมากกว่าหลอดไส้
- มีความทนทานสูง เพราะหลอดแอลอีดีเป็นอุปกรณ์ โซลิดสเตต (Solid State) ซึ่งไม่มีชิ้นส่วนใดที่เคลื่อนไหว ไม่มีส่วนใดที่เป็นกระຈก ไม่มีไส้หลอดซึ่งอาจจะขาดได้ง่าย
- ประหยัดพลังงานหลอดแอลอีดีใช้พลังงานน้อยกว่าหลอดไส้ทั่วไปถึง 80-90%
- หลอดแอลอีดีไม่มีส่วนประกอบด้วยสารปรอท ทำให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- หลอดแอลอีดีสามารถเปิดใช้งานได้อย่างรวดเร็ว เปิดแล้วหลอดติดทันที ไม่ต้องรอกระพริบ

2.4.4 ข้อจำกัดของหลอดแอลอีดี

- ราคาหลอดแอลอีดียังแพงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้พอสมควร



รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการใช้งานของหลอด LED

2.5 ระบบ ไฟไหม้ (Fire Alarm System)

ไฟอะลามซิสเต็ม (Fire Alarm Systems) หรือ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ คือระบบที่มีไว้สำหรับแจ้งเตือนเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้ ไฟไหม้ โดยจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับชนิดต่างๆ กันออกไปตามความเหมาะสม เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) , อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) , สัญญาณเตือนอัคคีภัยแบบใช้มือกด (Manual Push Station) เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เราสามารถรับรู้และแก้ไขไม่ให้ไฟไหม้นั้นลุกลามจนไม่สามารถควบคุมได้

2.5.1 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ไฟอะลามซิสเต็มคอมโพเน้น (Fire Alarm System Component)

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มี 5 ส่วนใหญ่ๆ ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกัน

1. ชุดจ่ายไฟ เพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) ชุดจ่ายไฟเป็นอุปกรณ์แปลงกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟมาเป็นกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้ปฏิบัติงานของระบบและจะต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองเพื่อให้ระบบทำงานได้ในขณะที่ไฟปกติดับ

2. แผงควบคุม ไฟอะลามคอนโทรลพาแนล (Fire Alarm Control Panel : FCP) เป็นส่วนควบคุมและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์และส่วนต่างๆในระบบทั้งหมด จะประกอบด้วยวงจรตรวจสอบคอยรับสัญญาณจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ, วงจรทดสอบการทำงาน, วงจรป้องกันระบบ, วงจรสัญญาณแจ้งการทำงานในสภาวะปกติและสภาวะขัดข้อง เช่น สายไฟจากอุปกรณ์ตรวจจับขาด, แบตเตอรี่ต่ำหรือไฟจ่ายตู้แผงควบคุมโดนตัดขาด เป็นต้น แผงควบคุมจะมีสัญญาณไฟและเสียงแสดงสภาวะต่างๆบนหน้าตู้ เช่น

- ไฟอะลาม (Fire Lamp) : จะติดเมื่อเกิดเพลิงไหม้
- เมนซอทบัสเซอร์ (Main Sound Buzzer) : จะมีเสียงดังขณะแจ้งเหตุ
- 1. ชุดจ่ายไฟ
- 2. แผงควบคุม
- 3. อุปกรณ์ประกอบ
- 4. อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ
- 5. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ
- Zone Lamp : จะติดค้างแสดงโซนที่เกิด (Alarm)
- Trouble Lamp : แจ้งเหตุขัดข้องต่างๆ
- Control Switch : สำหรับการควบคุม เช่น เปิด/ปิดเสียงที่ตู้และกระดิ่ง, ทดสอบการทำงานตู้, ทดสอบ แบตเตอรี่ (Battery) , รีเซ็ต (Reset) ระบบหลังเหตุการณ์เป็นปกติ

3. อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Initiating Devices)

เป็นอุปกรณ์ต้นกำเนิดของสัญญาณเตือนอัคคีภัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- 3.1 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากบุคคล (Manual Station) ได้แก่ สถานีแจ้งสัญญาณเตือนอัคคีภัยแบบใช้มือกด (Manual Push Station)
- 3.2 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณโดยอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติที่มีปฏิกิริยาไวต่อสภาวะตามระยะต่างๆ ของการเกิดเพลิงไหม้ ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector)

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector)
 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส (Gas Detector)

4. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณด้วยเสียงและแสง (Audible & Visual Signalling Alarm Devices)
 หลังจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณทำงานโดยส่งสัญญาณมายังผู้ควบคุมแล้วผู้ควบคุม จึงส่งสัญญาณ
 ออกมาโดยผ่านอุปกรณ์ ได้แก่ กระดิ่ง,ไซเรน,ไฟสัญญาณ เป็นต้น เพื่อให้ผู้อยู่อาศัย, ผู้รับผิดชอบ
 หรือเจ้าหน้าที่ดับเพลิงได้ทราบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น

5. อุปกรณ์ประกอบ (Auxiliary Devices) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นที่
 เกี่ยวข้องกับการควบคุมป้องกันและดับเพลิงโดยจะถ่ายทอดสัญญาณระหว่างระบบเตือนอัคคีภัยกับ
 ระบบอื่น เช่น

- 5.1 ส่งสัญญาณกระตุ้นการทำงานของระบบบังคับลิฟต์ลงชั้นล่าง,การปิดพัดลมในระบบ
 ปรับอากาศ,เปิดพัดลมในระบบระบายอากาศ,เปลี่ยนแปลงเพื่อควบคุมควันไฟ,การ
 ควบคุมเปิดประตูทางออก,เปิดประตูหนีไฟ, ปิดประตูกันควันไฟ,ควบคุมระบบ
 กระจายเสียงและการประกาศแจ้งข่าว,เปิดระบบดับเพลิง เป็นต้น
- 5.2 รับสัญญาณของระบบอื่นมากระตุ้นการทำงานของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย เช่น
 จากระบบพ่นน้ำปัดดับเพลิงระบบดับเพลิงด้วยสารเคมีชนิดอัตโนมัติ เป็นต้น

2.6 ความหมายและลักษณะประตูอัตโนมัติ (Automatic Gate :AG)

ประตูอัตโนมัติทำหน้าที่ควบคุมการเข้าออกของผู้โดยสารในพื้นที่ยังไม่ชำระเงินและพื้นที่
 ชำระเงินแล้ว โดยติดตั้งอยู่ที่ชั้นจำหน่ายตั๋วทั้งสองฝั่งในทุกสถานีรถไฟฟ้า ก่อนขึ้นไปยังชั้นชาน
 ขालา ซึ่งมีส่วนประกอบหลายชนิด แต่ที่จะนำมากล่าวถึงในครั้งนี้เป็นส่วนประกอบของแผ่นปิด
 กัน (Barrier) และอุปกรณ์ตรวจจับบริเวณทางเดิน (Sensor)

- แผ่นปิดกัน เป็นอุปกรณ์ที่เปิดให้ผู้โดยสารผ่านเข้าออก
- อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซ็นเซอร์ ทำหน้าที่สั่งให้แผ่นปิดกันปิดลงเมื่อมีวัตถุผ่านอุปกรณ์
 ตรวจจับ หมายความว่า เมื่อผู้โดยสารเดินผ่านเข้าประตูโดยสอดตัว หรือตะบັตร แผ่นปิด

กั้นประตูก็จะเปิดเพื่อให้ผู้โดยสารผ่านเข้าหรือออก และปิดลงเมื่อผู้โดยสารเดินผ่านตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจจับหรือในเวลา 60 วินาทีหากไม่มีวัตถุหรือผู้โดยสารผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ แต่ในกรณีที่ผู้โดยสารถือสัมภาระและมีได้ยกขึ้นสูงเหนือกว่าขอบประตูอัตโนมัติ โดยสัมภาระที่ถือไปนั้นได้ผ่านตำแหน่งของจุดตรวจจับไปก่อนแล้ว โดยที่ตัวยังไม่ได้ผ่าน ทำให้อุปกรณ์ตรวจจับทำงาน แผ่นปิดกั้นประตูอัตโนมัติก็จะปิดลง เป็นเหตุให้แผ่นปิดกั้นกระแทกผู้โดยสารได้ แต่หากผู้โดยสารที่ถือสัมภาระไม่ว่าจะเป็นสิ่งของชิ้นเล็กหรือสัมภาระชิ้นใหญ่ หากยกให้สูงกว่าเหนือขอบประตูอัตโนมัติ และเมื่อเดินผ่านจุดอุปกรณ์ตรวจจับ ประตูอัตโนมัติจะทำงานตามปกติ ผู้โดยสารจะไม่ถูกแผ่นปิดกั้นหนีบหรือกระแทก นอกจากนั้นการเดินผ่านเข้าออกประตูอัตโนมัติ ควรเดินเข้าตรงๆ ไม่เอียงตัวหรือเอียงด้านข้าง เพราะอาจไปบังจุดตรวจจับทำให้ระบบเข้าใจว่าผู้โดยสารได้ผ่านเข้าออกแล้วซึ่งอาจเป็นเหตุให้ถูกแผ่นปิดกั้นกระแทกได้



รูปที่ 2.25 ลักษณะของประตูอัตโนมัติ

นอกจากนี้ ในการเข้าผ่านเข้าออกประตูอัตโนมัติ (AG) ยังประกอบด้วยอุปกรณ์อื่น ๆ อาทิ เช่น

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของตู้เกท

ส่วนประกอบ	ความหมาย
1. ช่องสอดบัตร (Ticket Entry Bezel)	สำหรับสอดบัตรระบบแถบแม่เหล็กเท่านั้น
2. ช่องคืนบัตร (Ticket Exit Slot)	บัตรระบบแถบแม่เหล็กที่สอดเข้าไป จะถูกส่งคืนจากช่องนี้

3. อุปกรณ์อ่าน และบันทึกข้อมูล (Contactless Smart Card-Reader/Writer: CSC-RW)	สำหรับอ่านบัตรระบบสมาร์ทการ์ด และบัตร โดยสารห่างไม่เกิน 10 เซนติเมตร และต่อเนื่อง ไม่เกิน 10 ใบ
4. ไฟแสดงสถานะบัตรโดยสาร (Validation Display)	สีเขียว (ผ่านได้), สีแดง (ผ่านไม่ได้)
5. จอแสดงผลข้อมูล (Passenger Display Unit : PDU)	สำหรับแสดงสถานะของบัตร ทั้ง 2 ระบบและ สถานะการทำงานของประตูอัตโนมัติ ข้อมูล บัตรโดยสารมูลค่า/จำนวนเที่ยวคงเหลือ วัน หมดอายุ
6. ไฟแสดงการอนุญาตให้ผ่าน (Concession Lamp)	โดยสีของไฟจะสว่างขึ้น และมีสัญญาณเสียง เมื่อใช้บัตรนักศึกษา , บัตรผู้สูงอายุ , และบัตร ประจำตัวพนักงาน โดยจะแสดงสีของไฟดังนี้

ตารางที่ 2.2 ประเภทของบัตรโดยสารแบ่งออกตามสี

สีของไฟ	ประเภทบัตรโดยสาร
สีแดง	บัตรนักเรียน บัตรนักศึกษา (CSC)
สีน้ำเงิน	บัตรพนักงาน,บัตรผู้สูงอายุ, และบัตรพลเมือง อาวุโส กทม. (CSC)
สีเขียว	บัตรกรณีมี Promotion (CSC)

2.7 ความหมายและลักษณะเครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ

2.7.1 ยูพีเอส (UPS)

เครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง (อังกฤษ: uninterruptible power supply) หรือ ยูพีเอส (UPS) คือ เครื่องมือทางไฟฟ้าที่ให้พลังงานฉุกเฉินกับเครื่องมือรับพลังงานไฟฟ้าเมื่อพลังงานหลักไม่สามารถใช้ได้ ยูพีเอสแตกต่างกับระบบพลังงานสำรองหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำลังสำรอง ตรงความสามารถในการให้การป้องกันจากการขัดข้องของกำลังไฟฟ้าเข้าแทบจะทันที โดยการให้พลังงานจากแบตเตอรี่ ตัว

เก็บประจุ ยิ่งยาว หรือ ล้อตุนกำลัง เทียบกับแบตเตอรี่แบบอื่น แบตเตอรี่ของยูฟิเอสส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับอายุได้ไม่นาน ทว่าเพียงพอที่จะให้แหล่งพลังงานสำรองเริ่มทำงานหรือปิดเครื่องที่เราต้องการจะป้องกันเท่านั้น

โดยปกติแล้ว ยูฟิเอสจะใช้รองรับการจ่ายพลังงานให้กับฮาร์ดแวร์ เช่น คอมพิวเตอร์ ศูนย์ข้อมูล อุปกรณ์ทางโทรคมนาคม หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งการทิ้งช่วงของพลังงานอย่างฉับพลันอาจก่อให้เกิดการเสียหายทางธุรกิจ หรือ การข้อมูล ขนาดหน่วยของยูฟิเอสมีตั้งแต่ที่ออกแบบมาให้ปกป้องคอมพิวเตอร์ตัวเดียว ไปจนถึง การให้พลังงานศูนย์เก็บข้อมูลขนาดใหญ่หรือตึกทั้งตึก ยูฟิเอสที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือ 46-megawatt Battery Electric Storage System : BESS ในแฟร์แบงก์ รัฐอลาสกา ซึ่งให้พลังงานทั้งนครและชุมชนชนบทใกล้เคียงได้ระหว่างไฟฟ้าดับ

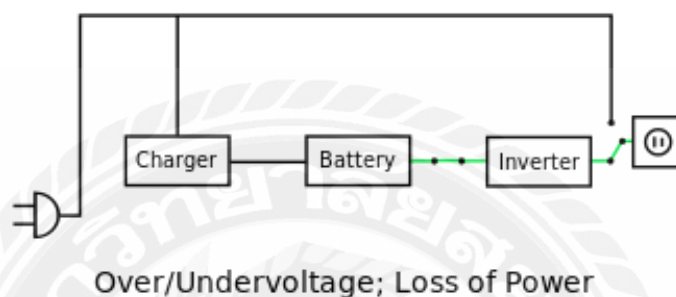
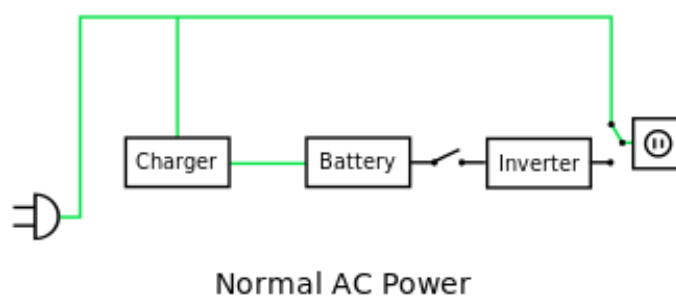
2.7.2 ปัญหาพลังงานที่พบได้บ่อย

หน้าที่หลักของยูฟิเอสคือการให้พลังงานระยะสั้นเมื่อแหล่งพลังงานนั้นไม่สามารถใช้งานได้ ทว่ายูฟิเอสส่วนใหญ่ยังสามารถแก้ปัญหาทางพลังงานที่พบได้บ่อย เช่น

1. การเกิดไฟกระชาก หรือ การเกิดภาวะแรงดันเกิน เป็นเวลานาน
2. การลดลงของแรงดันไฟฟ้าเข้าทั้งระยะเวลาหนึ่งและเป็นเวลานาน
3. การรบกวนทางไฟฟ้า ที่ถูกให้ความหมายว่า ทรานเซียนท์ความถี่สูง หรือ การสั้นทางไฟฟ้า ซึ่งปกติแล้วจะเข้าสู่สายผ่านอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้ๆ
4. ความไม่เสถียรของความถี่กำลังไฟฟ้า
5. ความผิดปกติฮาร์โมนิก หรือ การแปลกไปจากคลื่นรูปไซน์

2.7.3 ออฟไลน์/สแตนด์บาย

ยูฟิเอสแบบออฟไลน์/สแตนด์บาย (Standby: SPS) มีเพียงลักษณะพื้นฐาน คือ การป้องกันไฟฟ้ากระชากและการสำรองแบตเตอรี่เท่านั้น ปกติแล้วอุปกรณ์ที่ได้รับการป้องกันจะต่อกับตัวจ่ายพลังงานโดยตรง เมื่อกระแสไฟฟ้าในขาเข้ามีกำลังตกลงต่ำกว่าปกติ หรือ เพิ่มขึ้นกว่าระดับที่กำหนดไว้ เอสฟิเอสจะทำการเปิดวงจรอินเวอร์เตอร์กระแสตรง-สลับ ซึ่งใช้พลังงานจากถ่านสำรองภายใน จากนั้นยูฟิเอสจึงสลับอุปกรณ์มาต่อกับอินเวอร์เตอร์กระแสตรง-สลับขาออก เวลาในการเปลี่ยนอาจนานถึง 25 มิลลิวินาที ขึ้นอยู่กับเวลาที่เอสฟิเอส ใช้ในการตรวจจับกระแสไฟฟ้าที่ขาดไป



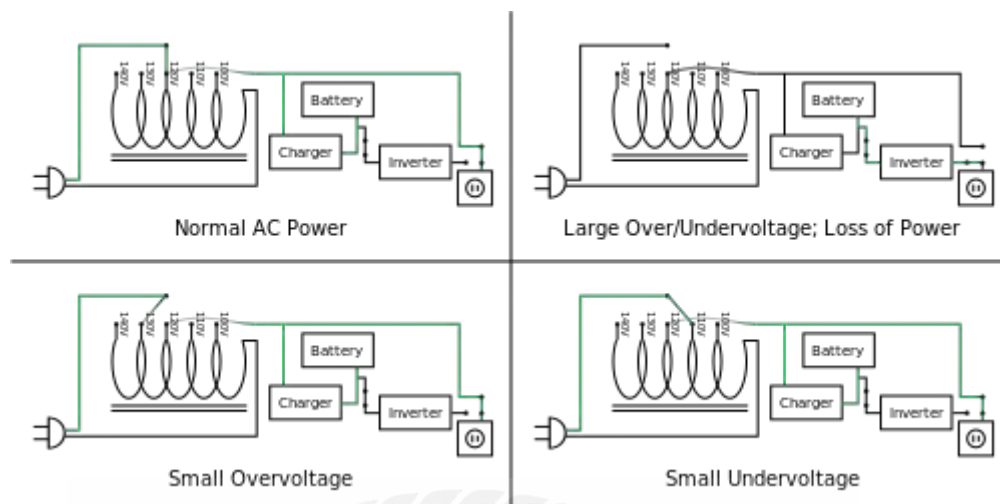
รูปที่ 2.26 ยูพีเอสแบบออฟไลน์/สแตนด์บาย

ซึ่งมีระยะเวลาการป้องกันอยู่ระหว่าง 0 ถึง 20 นาที โดยส่วนใหญ่แล้วจะไม่สามารถขยาย
ความจุได้

2.7.4 ไลน์อินเตอร์แรกทีฟ

ยูพีเอสแบบไลน์อินเตอร์แรกทีฟทำงานคล้ายกับแบบสแตนด์บาย ทว่ามีการเพิ่มเติมของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ ซึ่งคือแบบพิเศษหม้อแปลงไฟฟ้าที่สามารถเพิ่มหรือลดขดลวดที่ให้พลังงาน และส่งผลในการเพิ่มหรือลดสนามแม่เหล็กและจำนวนกระแสไฟฟ้าไหลออกจากหม้อแปลงไฟฟ้า

ยูพีเอสแบบนี้ทนต่อภาวะไฟตกเป็นระยะเวลานาน และ ไฟกระชาก โดยไม่ใช้พลังงานจากถ่านอันมีพลังงานจำกัด โดยการเลือกแถบพลังงานต่างๆของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบอัตโนมัติโดยอัตโนมัติ การเปลี่ยนแถบของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบอัตโนมัติอาจทำให้เกิดการหยุดให้พลังงานเพียงระยะเวลาสั้นๆแล้วแต่การออกแบบตัวเครื่อง ซึ่งอาจทำให้ยูพีเอสซึ่งต่อกับตัวเดินเมื่อพลังงานขาด "ร้องขึ้น" สักพักหนึ่ง



รูปที่ 2.27 ยูพีเอสแบบไลน์อินเตอร์แรคทีฟ

ซึ่งมีระยะเวลาการป้องกันอยู่ระหว่าง 5 ถึง 30 นาที โดยส่วนใหญ่แล้วจะไม่สามารถขยายความจุได้หลายชั่วโมง

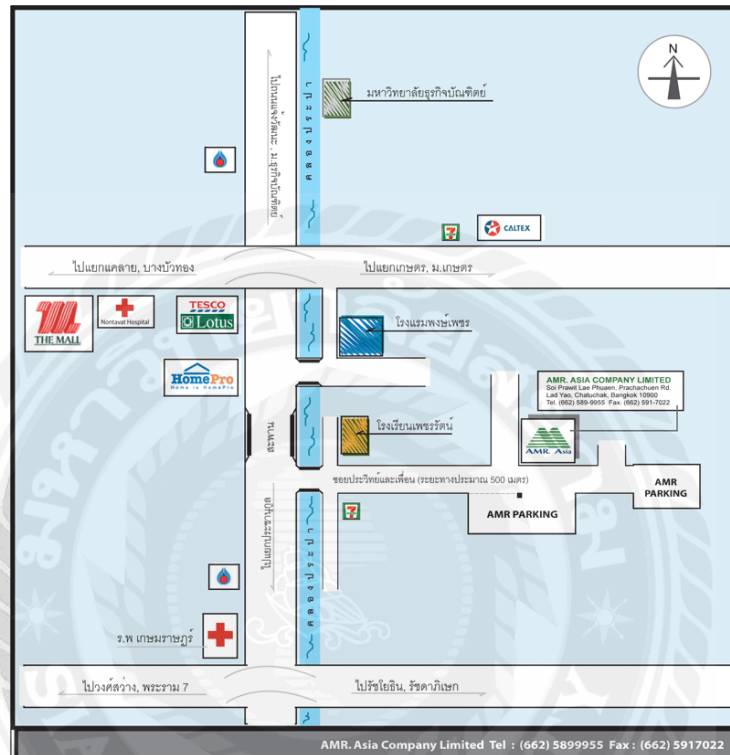
2.7.5 ออนไลน์/เปลี่ยนแปลงสองครั้ง

ถ่านของยูพีเอสแบบออนไลน์/เปลี่ยนแปลงสองครั้งนั้นจะต่อกับอินเวอร์เตอร์อยู่ตลอด จึงไม่จำเป็นต้องทำการสลับพลังงาน เมื่อการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้น ตัวทำกระแสนั้นจะออกจากวงจรไป และถ่านจะช่วยให้พลังงานที่คงที่ เมื่อพลังงานกลับมา ตัวทำกระแสนั้นจะกลับมามีส่วนช่วยรับพลังงานส่วนใหญ่และเริ่มชาร์จถ่าน แม้กระแสไฟฟ้าที่ถูกใช้การชาร์จนั้นอาจถูกจำกัดเพื่อป้องกันตัวทำกระแสน้ำสูงไม่ให้ทำให้ถ่านร้อนเกินไปจนทำให้อิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ลัดเตี๊ยม ประโยชน์หลักของออนไลน์ยูพีเอสคือความสามารถในการสร้าง "ไฟร์วอลล์ไฟฟ้า" ระหว่างพลังงานที่เข้ามากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อันบอบบาง

บทที่ 3

รายละเอียดภาคปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ



รูปที่ 3.1 แผนที่ บริษัท เอเอ็มอาร์ เอเชีย

ชื่อบริษัท : บริษัท เอเอ็มอาร์ เอเชีย (AMR Asia Co., Ltd)

ที่ตั้ง : 469 ซอยประวิทย์และเพื่อน ถนนประชาชื่น แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัด
กรุงเทพฯ 10900.

โทร : 02-589-9955

แฟกซ์ : 02-591-7022

เว็บไซต์ : <http://www.amrasia.com>

3.2 ลักษณะการให้บริการของสถานประกอบการ

บริษัท เอเอ็มอาร์ เอเชีย (AMR Asia Co., Ltd) เป็นบริษัท ประกอบกิจการเกี่ยวกับการกับระบบสื่อสารโทรคมนาคม อิเล็กทรอนิกส์ ระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งด้านการจัดหา ออกแบบ ติดตั้ง อุปกรณ์ตลอดจนให้คำปรึกษาในลักษณะ Turnkey และ Outsourcing รวมถึงระบบโทรมาตร ระบบกล้องวงจรปิด ระบบ Network กรุงเทพมหานคร

3.3 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ

ตำแหน่ง Supervisor ผู้ควบคุมงาน,ดูแลคุณภาพและขั้นตอนการติดตั้ง Product

เช่น - ลูกค้าติดต่อ / ใ้รับงาน

- เช็กหน้างาน / รวบรวมข้อมูล

- ทำ BOQ (ถอดแบบทำรายการจำนวน)

- ส่งแบบให้ผู้รับเหมาเสนอราคา

- ทำใบเสนอราคาให้ลูกค้า

- ส่งใบเสนอราคาให้ลูกค้า

- ลูกค้าตกลงออก PO

- ลูกค้าต่อรองราคา (แก้ไข)

- ทำแผนงานส่งเสนอลูกค้า

- วางแผนจัดซื้อวัสดุ / อุปกรณ์

- จัดช่าง / ผู้รับเหมาเข้าทำงาน

- ทดสอบระบบส่งงานลูกค้า

- ทำรายงาน+ทำบิลส่งลูกค้า

3.4 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

1. นายกิตติพล แสงวิจิตร

ตำแหน่ง Senior Engineer

2. นายอนุวัฒน์ ทรงสิทธิ์

ตำแหน่ง Senior Engineer

3.5 ผังการดำเนินงาน

ระยะเวลา 4 เดือน ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561

ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน

ที่	หัวข้องาน	สัปดาห์ที่														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ศึกษารายละเอียด การปฏิบัติงาน	➡														
2	เริ่มถอดแบบ ประเมินราคา					➡										
3	สั่งของ								➡							
4	ออกหน้างาน									➡						
5	รวบรวมข้อมูลการ ปฏิบัติงาน														➡	
6	เขียนโครงการ	➡														

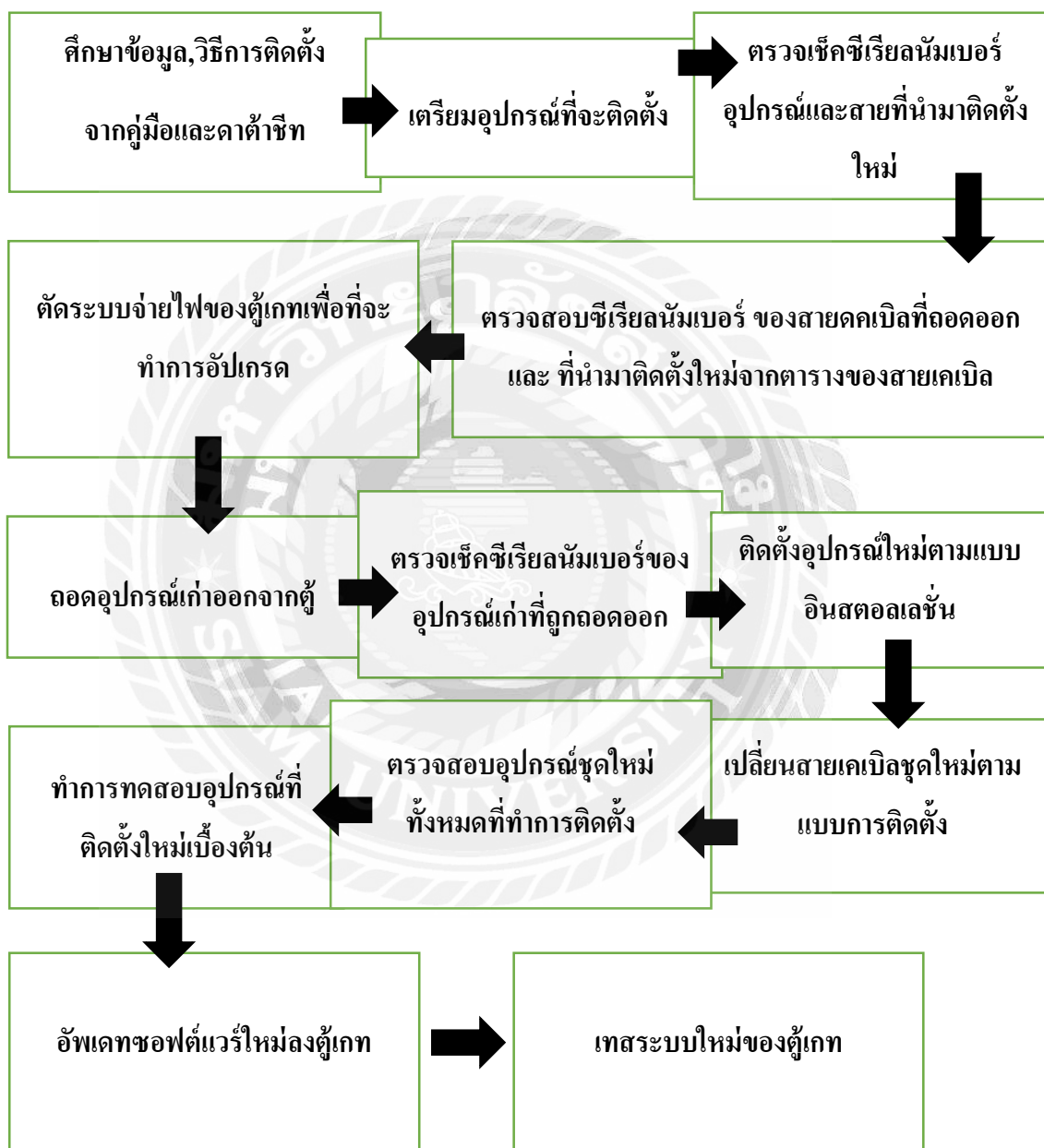
3.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- ดิจิตอลมัลติมิเตอร์
- คลิปแอมป์
- ตลับเมตร
- ไขควงวัดไฟ ไขควงแบน แฉก
- คีมตัด คีมจับ คีมปอกสายไฟฟ้า คีมย้ำหางปลา
- เทปพันสายไฟ
- ส่วนไฟฟ้า
- ไฟฉาย และ อื่นๆ

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 บล็อกไดอะแกรมขั้นตอนการปฏิบัติงาน



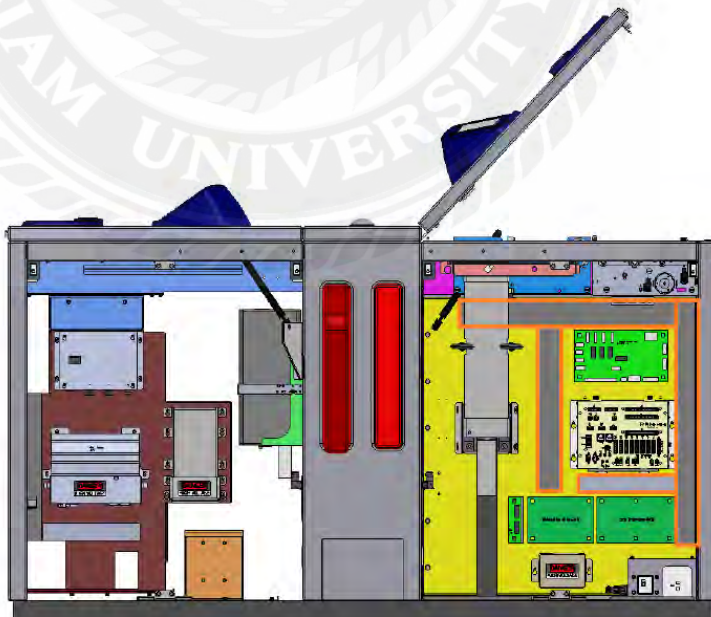
4.2 ศึกษาข้อมูลคู่มืออินสตอลเลชั่น (Installation) ก่อนออกติดตั้ง

- คู่มืออินสตอลเลชั่น (Installation)



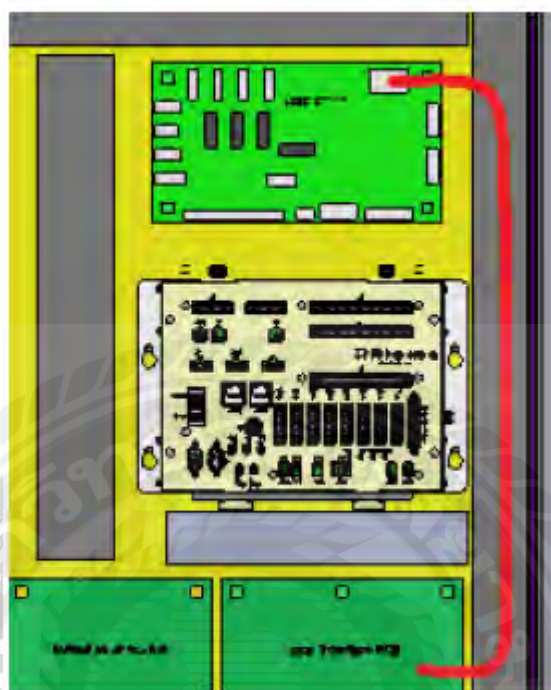
รูปที่ 4.1 ศึกษาข้อมูลก่อนออกปฏิบัติงาน

- โมเดลประตูเกต (Gate)

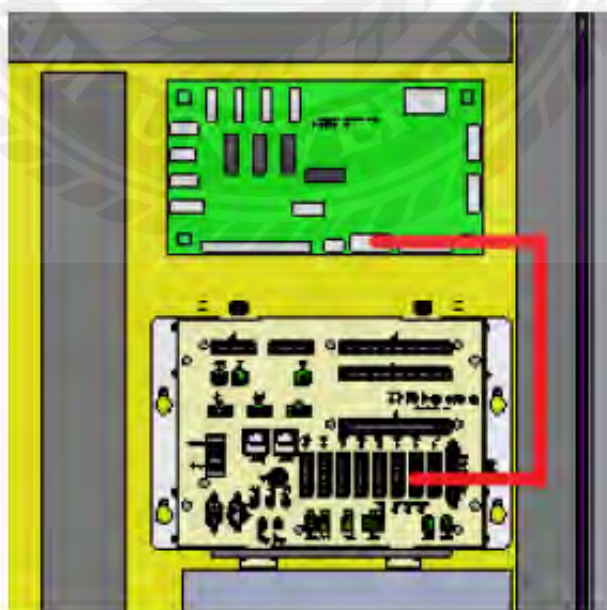


รูปที่ 4.2 ลักษณะภายในเกต

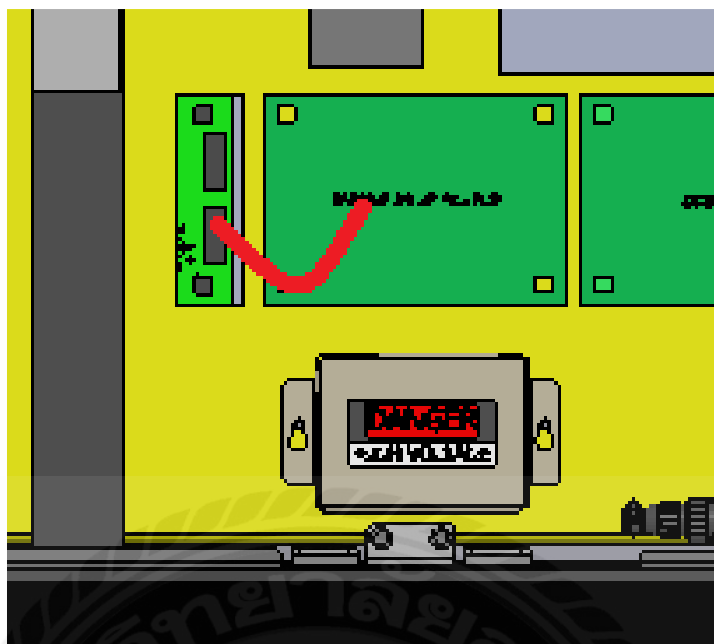
- ขั้นตอนการติดตั้งสายเคเบิล



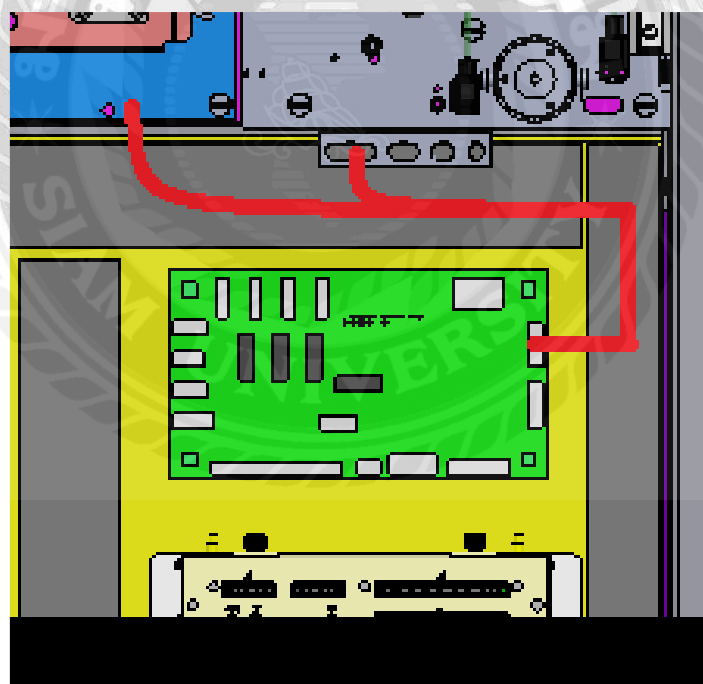
รูปที่ 4.3 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 001



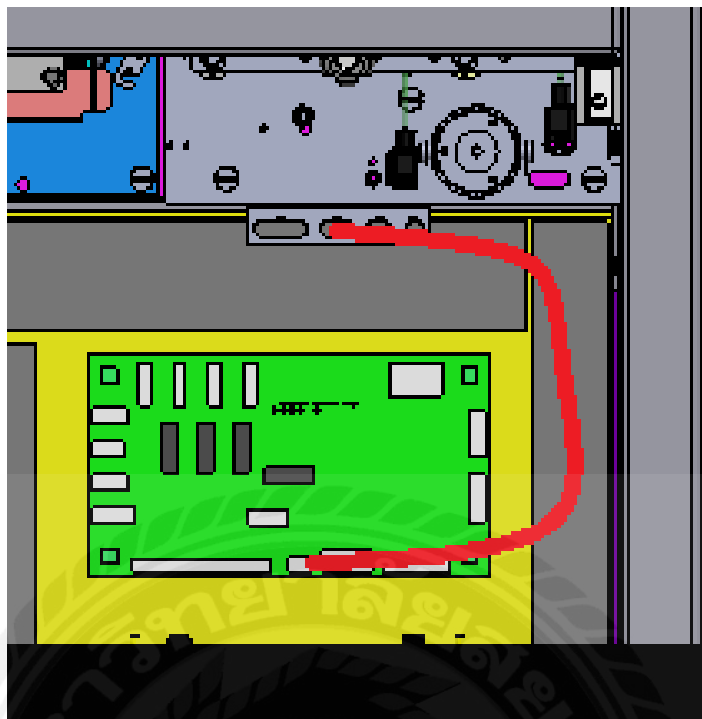
รูปที่ 4.4 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 002



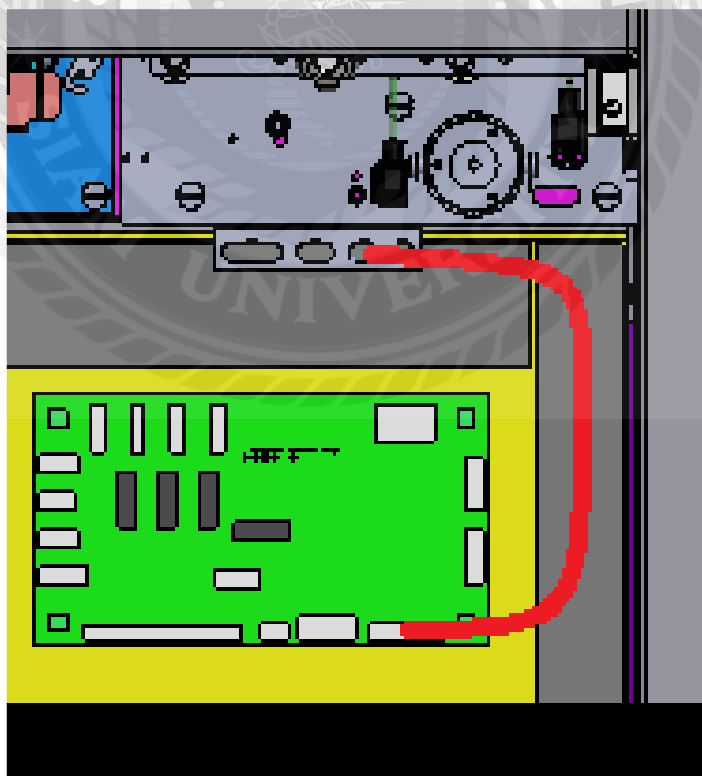
รูปที่ 4.5 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 004



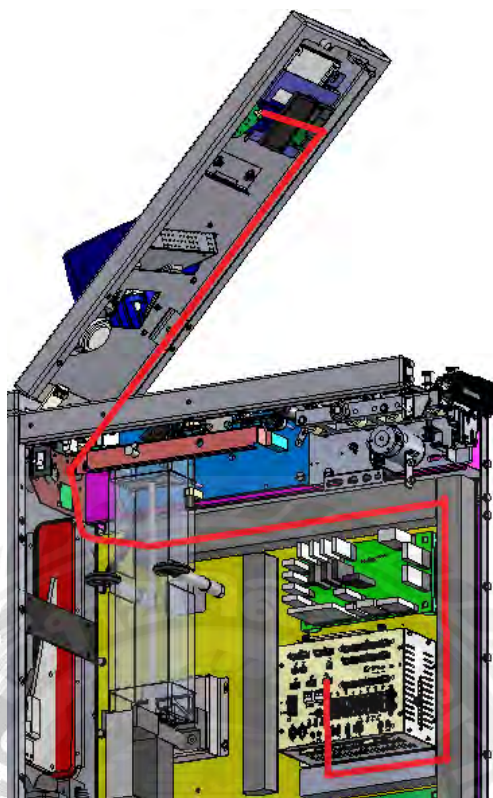
รูปที่ 4.6 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 005



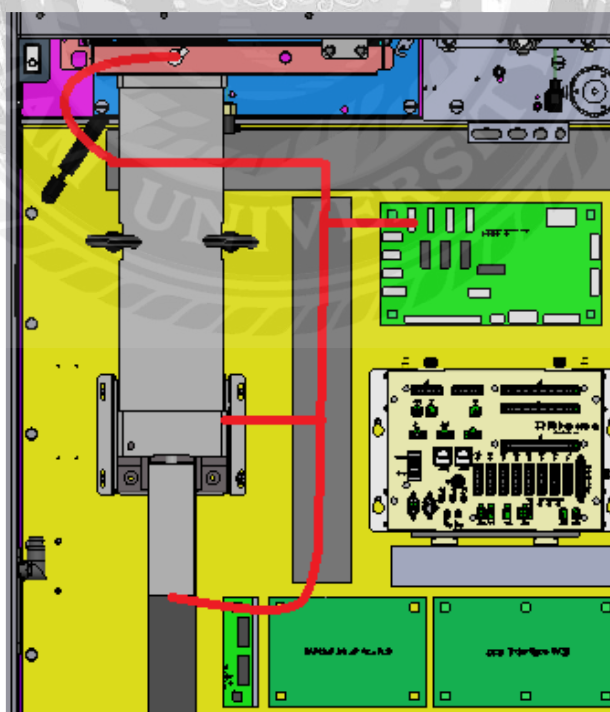
รูปที่ 4.7 เดินสายเคเบิ้ล BTSUG AG1 008



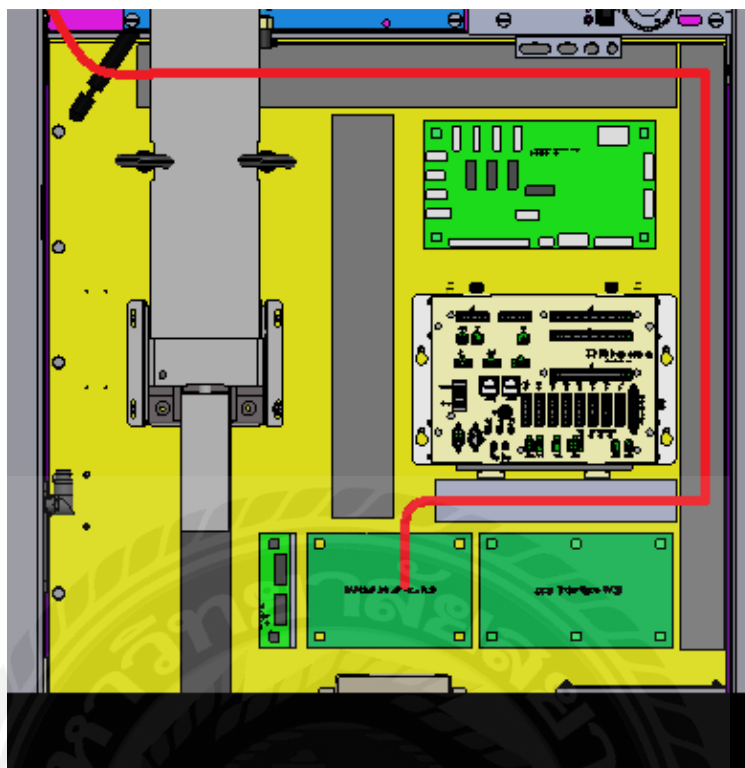
รูปที่ 4.8 เดินสายเคเบิ้ล BTSUG AG1 011



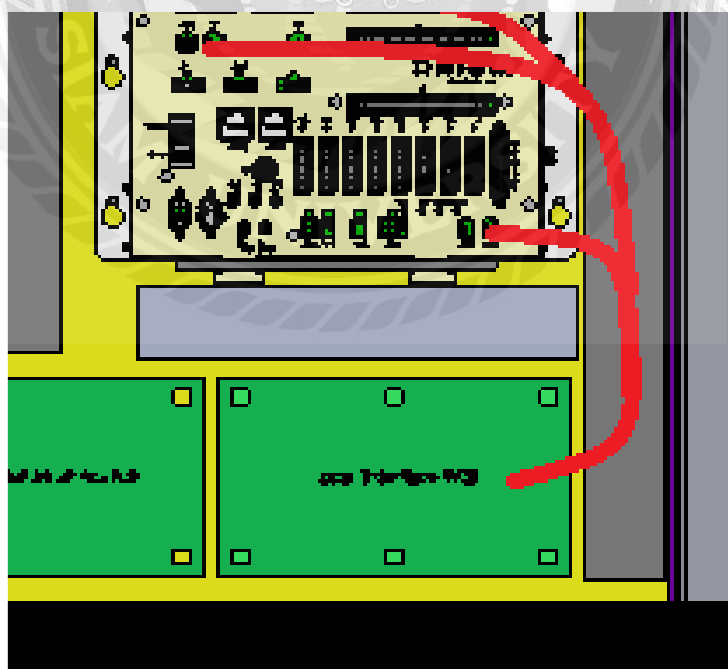
รูปที่ 4.9 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 013



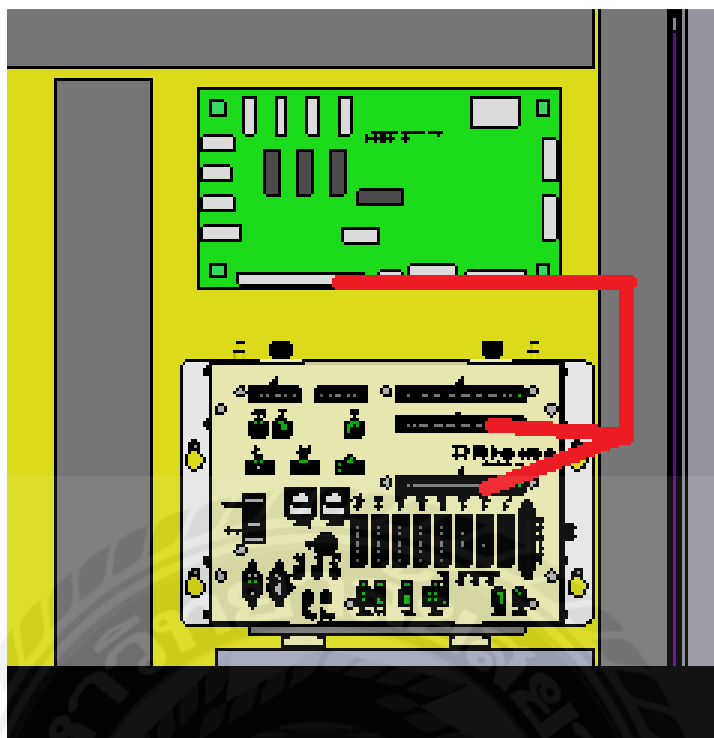
รูปที่ 4.10 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 014



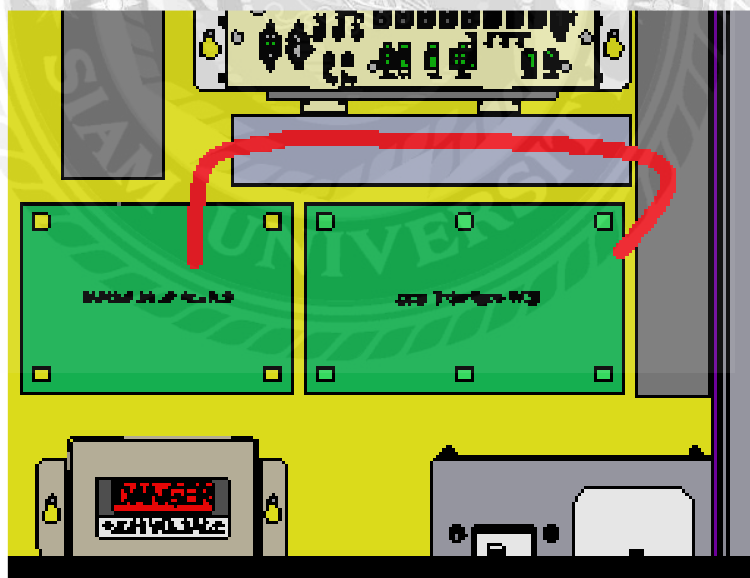
รูปที่ 4.11 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 015



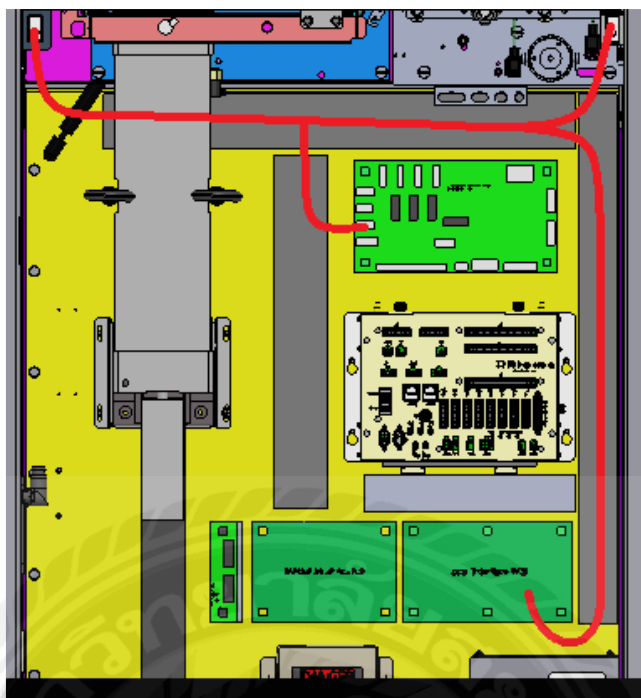
รูปที่ 4.12 เดินสายเคเบิล BTSUG AG1 026



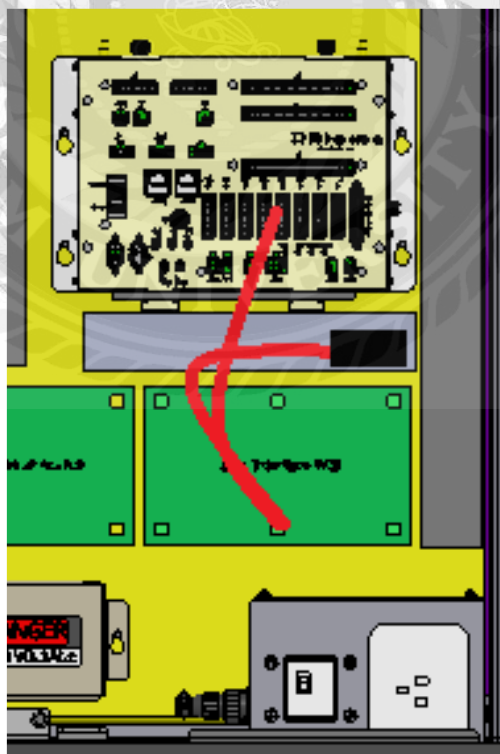
รูปที่ 4.13 เดินสายเคเบิล STE 9812-0321



รูปที่ 4.14 เดินสายเคเบิล STE 9812-0112



รูปที่ 4.15 เดินสายเคเบิล STE 9812-0332



รูปที่ 4.16 เดินสายเคเบิล STE 9812-0523

4.3 เตรียมอุปกรณ์ก่อนที่จะติดตั้ง

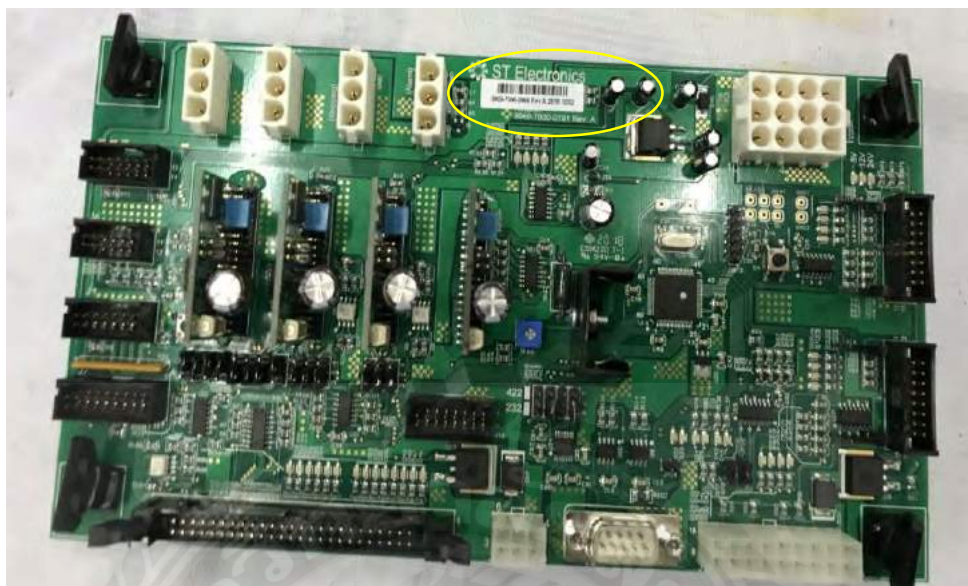


รูปที่ 4.17 แผงเหล็กที่ติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 4.18 อุปกรณ์และสายเคเบิลต่างๆที่นำมาติดตั้ง

- ตรวจสอบซีรียลนัมเบอร์ (serial number) อุปกรณ์และสายที่นำมาติดตั้งใหม่



รูปที่ 4.19 ตัวอย่าง การเช็คซีรียลของอุปกรณ์

ตารางที่ 4.1 สายเคเบิลที่ถอดออกจากตู้

Cable no.	Cable name
STE9812-0200	RS485 Communication Cable
STE9812-0050	UPS Signal Cable
STE9812-0210	RS232 Communication Cable
STE9812-0400	Magnetic Head / Read-Write Cable
STE9812-0410/412	PIM / Transport / Diverter Cable
STE9812-0420	Transport Cable
STE9812-0430	PIM to Read Amplifier Cable
STE9812-0440	Local PIM Supply Cable
STE9812-0450	ECU RS422 / PIM Interface / Exit
STE9812-0520	Interconnect PIM / CSC-RW Cable
STE9812-0730	Remote GED / PIM Power Cable
STE9812-0740	Remote PIM Cable
STE9702-0401	Local Validation Display
STE9702-3600	Concession Light Extension Cable
STE9812-0310	Interface Supply Cable
STE9812-0340	Interface/Alarm Cable
STE9812-0350	Interface/Stacker #2 Cable
STE9812-0360	Interface/Diverter Cable
STE9812-0510	Interconnect Device Cable

ตารางที่ 4.2 สายเคเบิลใหม่ที่จะติดตั้ง

Cable no.	Cable name	Installed on Site/pre-assembled
BTSUG AG3 001	DIM Power Cable	On Site
BTSUG AG3 002	DIM Comms Cable	On Site
BTSUG AG3 003	UPS Comms	On Site
BTSUG AG3 004	Emergency Signal Cable	On Site
BTSUG AG3 005	DIM Transport Sensor Ext	On Site
BTSUG AG3 006	DIM Transport Sensor	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 007	Transport Exit Sensor	Pre-assembled on Diverter
BTSUG AG3 008	Transport Motor Ext	On Site
BTSUG AG3 009	Ticket Transport Solenoid & Motor Cable	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 010	Transport Solenoid	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 011	Ticket Transport Solenoid Sensor Ext	On Site
BTSUG AG3 012	Ticket Transport Solenoid Sensor	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 013	Local Validation Display	On Site
BTSUG AG3 014	Stacker Cable	On Site
BTSUG AG3 015	Concession Light Extension Cable	On Site
BTSUG AG3 026	Interconnecting Device Cable to LIB (GED, VAL,SPK)	On Site
BTSUG AG3 027	UPS Power Cable / 48V PSU	On Site

- การเช็คชื่อของสายเคเบิล



รูปที่ 4.20 ตัวอย่าง สาย BTSUG AG3 004

4.4 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- ตรวจสอบอุปกรณ์เก่าก่อนติดตั้งอุปกรณ์ใหม่



รูปที่ 4.21 ภายในตู้เกท

- ตัดระบบจ่ายไฟของประตูเกท เพื่อที่จะทำการติดตั้ง



รูปที่ 4.22 ตัดระบบจ่ายไฟเพื่อความปลอดภัย

- ถอดอุปกรณ์เก่าออกจากตู้



รูปที่ 4.23 อุปกรณ์เก่าที่ถอดจากตู้เกท

- ตรวจสอบเช็คซีเรียลนัมเบอร์อุปกรณ์เก่าที่ถอดออก



รูปที่ 4.24 ตัวอย่าง ซีเรียลนัมเบอร์ของ ECU

- ติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ตามแบบอินสตอลเลชัน



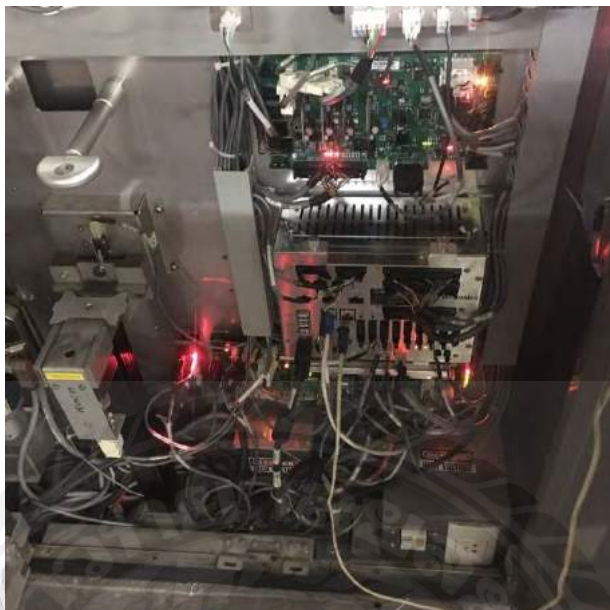
รูปที่ 4.25 การติดตั้งอุปกรณ์

- เปลี่ยนสายเคเบิล ใหม่ตามแบบการติดตั้ง



รูปที่ 4.26 การถอดสายเก่าภายในเคท

- จ่ายระบบไฟให้ตู้เกตเพื่อทดสอบอุปกรณ์



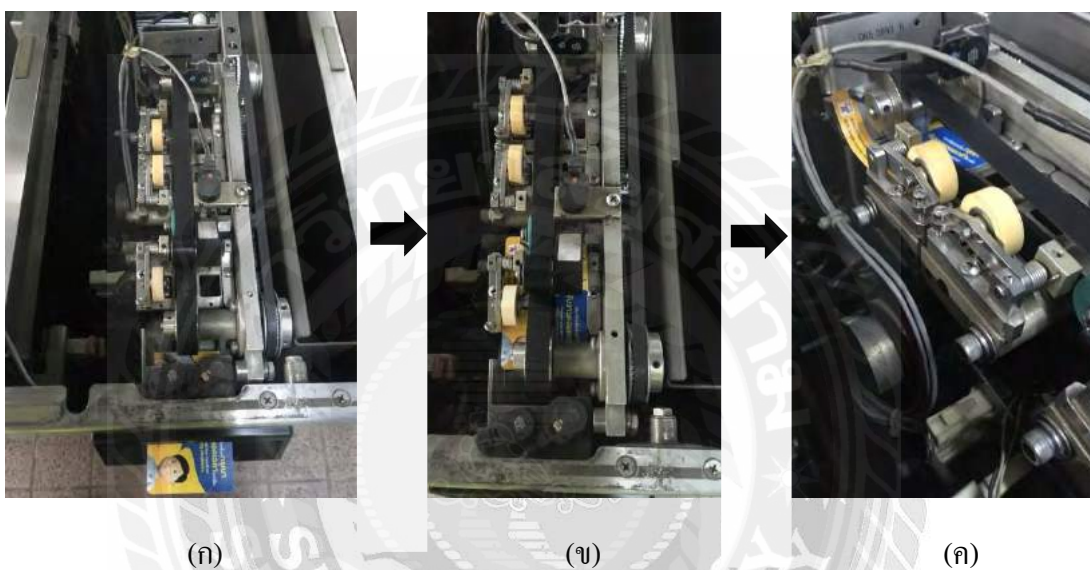
รูปที่ 4.27 การจ่ายไฟเพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน

- อัปเดตซอฟต์แวร์ เกต (software Gate)



รูปที่ 4.28 อัปเดตโดยซอฟต์แวร์ของบริษัท STE

- เทสระบบของประตูเกท
 - ระบบสอดบัตร
 - เป็นระบบที่นำมาใช้ในฝั่งขาออกจากสถานีรถไฟฟ้า เพื่อคืนตั๋วโดยสารชั่วคราวของบีทีเอสโดยการนำตั๋วโดยสารสอดเข้าไปในช่องคืนตั๋ว จากนั้นสายพานจะลำเลียงตั๋วโดยสารเข้าสู่ช่องเก็บบัตรในตู้เกท (ถ้าตั๋วโดยสารไม่มีปัญหาหรือครบเงื่อนไขการทำงาน) ระบบจะสั่งการประตูเกทเพื่อเปิดให้ผู้โดยสารออก



รูปที่ 4.29 ขั้นตอนการเทสระบบสอดบัตร

- ก.) เสียบบัตรลงช่องตั๋วโดยสาร
- ข.) สายพานจะลำเลียงตั๋วโดยสารโดยผ่านเซนเซอร์ตรวจจับตั๋ว (ถ้ามีข้อผิดพลาดในส่วนข้อมูลของตั๋วโดยสารระบบจะไม่รับตั๋วโดยสารคืน)
- ค.) เมื่อครบเงื่อนไขสายพานจะเลียงตั๋วโดยสารเข้าไปเก็บ

- ระบบแตะบัตร
- เป็นระบบที่นำมาใช้ในฝั่งขาเข้าสถานี ของทุกตั๋วโดยสาร และสามารถใช้ในฝั่งขาออกได้เช่นกัน ในกรณีที่ผู้โดยสารใช้ตั๋วโดยสารชนิดบัตรแรบบิท



รูปที่ 4.30 ขั้นตอนการทดสอบระบบและบัตร

- ก.) ทดสอบระบบกับตัวโดยสารทั่วไป
- ข.) ทดสอบระบบกับบัตรแบบบีท
- ค.) ทดสอบระบบเซ็นเซอร์เมื่อมีคนผ่านประตูเกต

4.5 เปรียบเทียบระบบ

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบระบบก่อนเปลี่ยนและหลังเปลี่ยน

ก่อนเปลี่ยนระบบ	หลังเปลี่ยนระบบ
1. เป็นระบบสอดบัตร	1. เป็นระบบแตะบัตร
2. เมื่อเกิดไฟดับประตูอัตโนมัติไม่สามารถเปิดได้	2. มีไฟสำรองเมื่อมีไฟดับสามารถเปิดใช้งานได้
3. ระบบเก่าเกิดข้อผิดพลาดในการควบคุมบ่อย	3. เปลี่ยนตัวรับบัตรใหม่และเพิ่มระบบแตะบัตร
4. ไม่สามารถอัพเกรดระบบต่างๆได้เนื่องจากพอร์ตเต็ม	4. ติดตั้งตัวรับพอร์ตเพิ่มสามารถอัพเกรดเพิ่มฟังก์ชันต่างๆได้



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของการดำเนินงาน

5.1.1 การดำเนินงานโครงการ

การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา บริษัท เอเอ็มอาร์ เอเชีย จำกัด (AMR Asia Co., Ltd) ในโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวให้เป็นไปตามแบบแปลนทางไฟฟ้าที่กำหนดและถูกต้องตามมาตรฐานทางไฟฟ้า การปฏิบัติงานสามารถลุล่วงได้เป็นอย่างดีจากการให้ความช่วยเหลือ และแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยงที่คอยกำกับดูแล

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ

- ขาดทักษะความชำนาญในการตรวจสอบการติดตั้งและการใช้อุปกรณ์ต่างๆ
- ขาดทักษะในการอ่านแบบและการดำเนินงานต่างๆ
- ขาดข้อมูลต่างๆ ของการติดตั้งอุปกรณ์และด้านความปลอดภัย ทำให้ต้องใช้เวลาศึกษาเพิ่มเติม

5.1.3 ข้อเสนอแนะ

- ควรสอบถามพนักงานที่มีทักษะและความชำนาญในการตรวจสอบการติดตั้งตามมาตรฐานของ บีทีเอส
- ให้ผู้ที่มีความชำนาญทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง
- ควรให้นักศึกษาฝึกงานศึกษาแบบก่อนออกนํ้างานจริง เมื่อเห็นนํ้างานจริงจะเข้าใจได้เร็วขึ้น

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนและแนวทางในการปฏิบัติการทำงาน
- ได้เสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงานติดตั้งและอัปเกรดอุปกรณ์ในตู้เกต(GATE)
- ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนการเตรียมความพร้อมในการแก้ไขงานให้ตรงตามแบบแปลน
- ได้เสริมทักษะในการดูแบบและอ่านแบบ

5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- สถานที่การปฏิบัติงานในการติดตั้งและอัปเกรดอุปกรณ์นั้น เป็นงานบริการ จึงต้องทำงานให้สำเร็จภายในเวลาที่กำหนด (ในกรณี ถ้ามีลูกค้าขึ้นมารอที่สถานีวิทีเอส แล้วทางทีมงานยังไม่สามารถจบงานได้ จะเกิดผลกระทบต่อองค์กร) จึงต้องมีการวางแผนและต้องพร้อมแก้ไขปัญหาน้ำงานด้วยความปราณีตเสมอ

- การสื่อสารเพื่อส่งมอบงานให้พนักงานช่วงต่อไปดำเนินงานไม่สะดวกนัก เพราะมีทีมงานลิงคโปรที่ต้องมาอัพเดทข้อมูลภายในอุปกรณ์ อีซียู (ECU) สื่อสารกับทีมผู้รับเหมาได้ไม่สะดวกนัก เนื่องจากมีทักษะทางด้านภาษาอังกฤษน้อย แต่ก็สามารถทำงานร่วมกันจนสำเร็จลุล่วงได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ป้องกันต่างๆหรือควรคุยกับเจ้าของสถานที่เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานและผู้ที่ปฏิบัติงานคำนึงถึงความปลอดภัยในงานที่ปฏิบัติ เพื่อที่จะให้งานที่ทำนั้นสำเร็จไปด้วยดี

- ควรมีการจดบันทึกเพื่อสื่อสารให้พนักงานที่ทำงานต่อจากเราได้รับรู้ว่าจะต้องทำอะไร
- ควรมีทักษะทางด้านภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารกับทีมต่างประเทศได้ง่ายและเข้าใจกันมากขึ้น
- เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้มีมูลค่าสูง ควรใช้อย่างระมัดระวังและรอบครอบเพื่อไม่ให้เกิดความ

ผิดพลาดในการทำงาน

บรรณานุกรม

นนทนันท์ เกื้อชาติ. (ม.ป.ป.). *Physical control and sensors*. เข้าถึงได้จาก

<https://sites.google.com/site/hciit8/physical-control-and-sensors>

เบญจวรรณ เลิศวิจิตรจรัส. (ม.ป.ป.). หลอดไฟ LED. เข้าถึงได้จาก

http://library.cmu.ac.th/energy/content.php?type=knowleds_full&id=3

ประกิจ ตั้งติสานนท์. (2537). วิศวกรรมการสื่อสารไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เล่มที่1. กรุงเทพฯ: คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยี่น ภู่วรรณ. (2531). ทฤษฎีและการใช้อิเล็กทรอนิกส์เล่มที่1 . กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ยี่น ภู่วรรณ. (2532). ทฤษฎีและการใช้อิเล็กทรอนิกส์เล่มที่2. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.



ภาคผนวก



1 Introduction

1.1 Purpose

The purpose of this document is to provide details about upgrade procedure for AG for Phase 2 in relation to the Automatic Fare Collection system for the BTSC.

1.2 Scope

The scope of this document is to provide the details about upgrade method on automatic gate for the Green Line Extension Project for the Thin Card usage. The Thin Card will replace the magnetic tickets currently still in use in the BTS system.

2 Terms and Definitions

The following terms are used in this document.

Table 2–1 Terms and Definitions

Term	Definition
AC	Alternating Current
AFC	Automatic Fare Collection
AG	Automatic Gate
BMA	Bangkok Metropolitan Administration
BTS	Bangkok Transit System
BTSC	Bangkok Mass Transit System Public Company Limited
FAT	Factory Acceptance Test
IEC	International Electro-Technical Commission
SCR	Station Control Room
STP	Shield Twisted Pair
TO	Ticket Office
TIM	Ticket Issuing Machine
TVM	Ticket Vending Machine

3 Reference Documents

The following items are referenced from within this document.

Table 3–1 Reference Items

No.	Description	Identification
1	BMA'S REQUIREMENTS PART 1, General Scope and Service Requirements	BMA-PT1-GSS-V2
2	BMA'S Requirements Part 3, Particular Specification, Automatic Fare Collection	BMA-PT3-AFC-V2
3	BTSC's Green Line Extension Automatic Fare Collection Technical Proposal	N/A
4	Hardware Design Document for Automatic Gate - Phase 2 (Definitive)	G002.AFCD.A67510.RAE.1006
5	Hardware Design Document for Automatic Gate Upgrade Kit (Definitive) for S7 to S12 and E10 to E14	G002.AFCD.A67510.RAE.1013
6	Hardware Design Document for Automatic Gate Upgrade Kit (Definitive) for BTS Main Line	N/A
7	Single Line Drawing for AFC - BMA Existing Stations (Shop Drawing)	G002.AFCD.A67000.KBE.0001

4 Guidance

This method of statement describes the installation requirements and procedure to be carried out during the upgrade of the Automatic Gate (AG).

4.1 Pre-Requisites

Pre-requisites to the commencement of work are described in the following sub-sections.

4.1.1 Work Planning and Coordination

- 1) Planning shall be coordinated with associated parties such as BTSC, MESC, KT and so on.
- 2) Permit to Work shall be approved.
- 3) Job Risk Assessment and Safety Assessment shall be investigated.
- 4) Toolbox Talk shall be conducted prior to start working.

4.1.2 Enabling Works

Prior to installation taking place, the following activities shall be performed: 1) Work supervisors shall pass "Safety Training" conducted by BTSC 2) Technicians and workers shall be provided Toolbox Talk.

- 3) Temporary or permanent power supply is available.

- 4) Lighting is available when working at night.
- 5) AG function testing shall be done prior to upgrade to check if all functions are working.

4.2 Preparation

This section describes the manpower and tools required.

4.2.1 Manpower

1) Supervisor

Supervisor's duties shall be as below:

- a. Conduct tool box talk and risk assessment
- b. Ensure appropriate tools are available, calibrated where necessary
- c. Ensure staff are suitably skilled for tasks assigned
- d. Ensure proper PPE is worn
- e. Study and understand detailed design shop drawing and retain the hard copy on site
- f. Planning and coordinated with associated parties

2) Technician

Technicians' duties shall be as below:

- a. Work under installation instructions
- b. Comply with safety briefing
- c. Report hazardous situations
- d. Ensure that the installation work is in line with detailed design shop drawing

4.2.2 Processes

This section will list the process to be followed such as:

- 1) Site survey
- 2) Shop drawings available and approved
- 3) Work permit process complete
- 4) Tool box talk
- 5) Equipment available
- 6) Tools and other equipment prepared
- 7) Installation work process
- 8) Post installation check out, test (if required) and inspection requirements

4.2.3 Tool List

The following tools will be required for the works described in this document.

- a) Ratchet and Socket Set

- b) Metric Allen Key Set
- c) Imperial Allen Key Set
- d) Set of spanners
- e) Phillip screwdriver
- f) Wire-end stripper
- g) Crimping tool
- h) Digital Multi-meter

4.2.4 Equipment List

The following materials will be required for the works described in this document.

- a) All necessities cable connectors such as RJ45 connectors and etc.
- b) Cable tag or cable maker
- c) Cable lug for 2.5 mm² cable
- d) Cable lug for 6 mm² cable
- e) Heat shrink for 3x2.5mm² cable
- f) Cable makers
- g) Cable ties

5 Work Method

This section describes the work method for upgrading works of the automatic gate. It is recommended that the upgrade shall be carried out and supervised by engineers with practical experience in installation of automatic gate, and who have made themselves familiar with AFC system equipment through appropriate training courses and the study of the content of this installation method statement.

5.1 Equipment Delivery

5.1.1 Delivery on Site

This section will describe how the equipment will be delivered to site including any special arrangements for traffic management, safe delivery route, special handling techniques, number of staff required and delivery inspection.

- 1) At warehouse, the boxes of AG hardware components are lifted up and place on the pick-up car by workers.



Figure 5-1 AG Hardware Lifted up onto the Pick-Up Car

- 2) The AG hardware components are transported to the station then lifted up and place on the entrance of the station.
- 3) The AG hardware components are then carried up the stairs by workers and placed near the AG array.

5.1.2 Unpacking

Tools Required for Unpacking the Hardware components are:

- a) Cutter
- b) Plastic garbage bag
- c) Broom

Note: Be cautious not to damage the AG hardware components when cutting with a cutter.

5.2 Equipment Upgrade

Detailed instructions for upgrade are given in the following steps as well as per equipment which will be upgraded.

These are the following existing equipment to be removed and will be explain in 5.2.2:

- 1) Passenger Interface board
- 2) Interface module board
- 3) Magnetic transport unit (For S7-S8 and E10-E14 only)
- 4) Passive diverter (For S7-S8 and E10-E14 only)
- 5) Eltra-Transport unit (For S9-S12 only)
- 6) Existing bezel
- 7) Existing AG-ECU
- 8) Existing UPS
- 9) UPS mounting bracket (for S7-S8 only)
- 10) Existing CSC reader-writer and First Antenna
- 11) Moxa and Moxa mounting bracket
- 12) Existing cables

Some modification will need to be conducted as well before commencing of installing back the new upgrade kit equipment, and these steps will be explained in Chapter 6:

- 1) Modification of Mounting Plates and Brackets for S9-S12 AG
- 2) Modification of Transport Mounting Plate for S7-S8 and E10-E14 AG
- 3) Modification of Passive Diverter
- 4) Stubbing of the Ticket Return Slot

These are the following new equipment to be installed and methods will be explained in 5.2.3:

- 1) Device interface Module
- 2) Thin Card transport module
- 3) Cubic passive diverter (reinstalled back using the existing Cubic Passive diverter)
- 4) New Bezel for Thin Cards
- 5) New AG-ECU
- 6) New UPS
- 7) CSC Reader-Writer and 2nd antennas on mounting bracket for Reversible and Exit AG
- 8) Fire alarm interface board (S9-S12 and E10-E14)
- 9) New cables

5.2.1 Pre-Upgrade Inspection and Functionality Check

Before starting work for the upgrade, checks must be conducted to ensure that the AG is defect free and functioning properly.

Please refer to **Appendix A** for the conducting of **Pre-Upgrade Inspection and Functionality Checks**.

5.2.2 Powering Down of AG

- 1) Power off the AGs
- 2) Turn off AG circuit breaker
- 3) Turn off Circuit on MDB
- 4) Confirm that there is no power supplied by measuring the AC voltage at the terminal block

5.2.3 Existing Equipment to be Removed

5.2.3.1 Passenger Interface Module (PIM) (Exit and Entry side of the AG)



Figure 5-2 Passenger Interface Module

- 1) Disconnect all existing cables connected from the PIM board
- 2) Unlatch the following 4 quarter-turn Nylatch as per shown in Figure 5-3



Figure 5-3 Unlatch Latches on the PIM Board

- 3) Remove the Passenger Interface Module (PIM)
- 5.2.3.2 Interface board (IFM)



Figure 5-4 IFM Board

- 1) Disconnect all existing cables from the IFM board
- 2) Unlatch the following 4 quarter-turn Nylatch as shown in Figure 5-5



Figure 5-5 Unlatch Latches on the IFM Board

- 3) Remove Interface module (IFM) Board

5.2.3.3 Existing AG-ECU

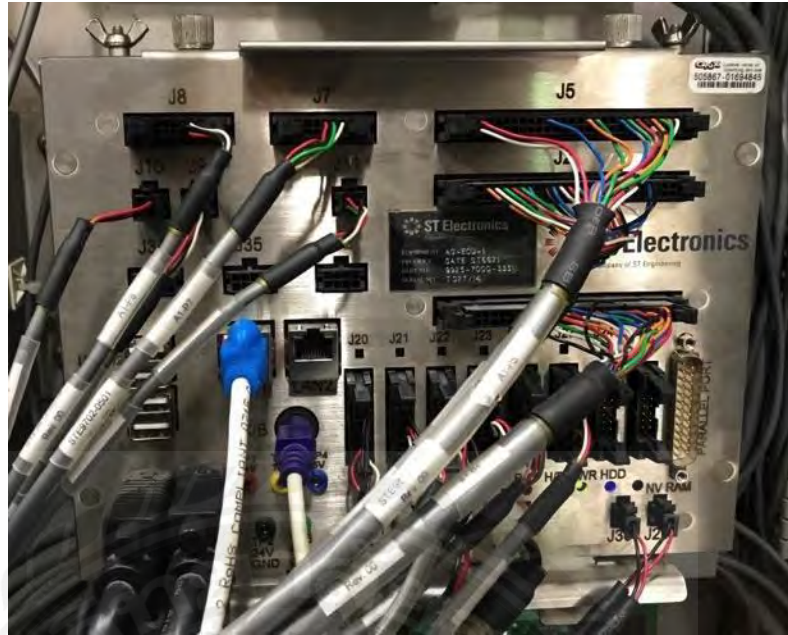


Figure 5-6 Existing AG-ECU

- 1) Disconnect all existing connectors on the existing AG-ECU
- 2) Untighten the 4 screws on the side of the existing AG-ECU to the **module mounting plate – exit** as shown in Figure 5-7

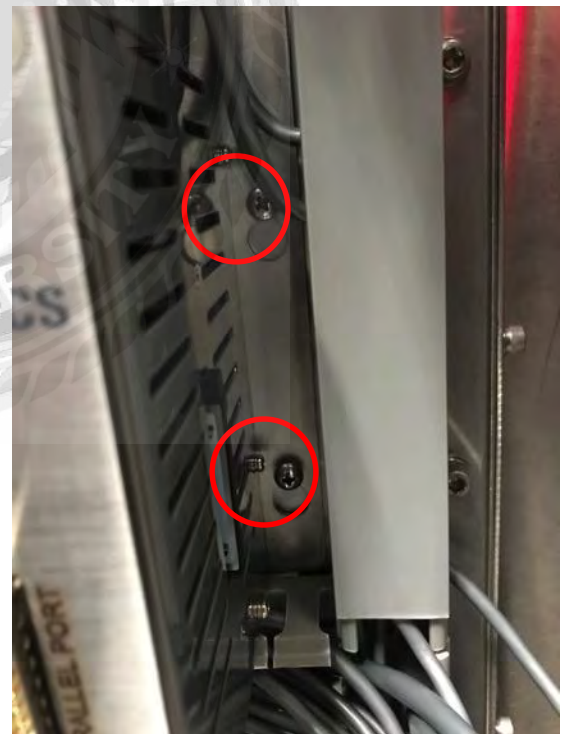


Figure 5-7 Location of Screws on the Existing AG-ECU

- 3) Remove the existing AG-ECU by lifting up the ECU

5.2.3.4 MOXA and MOXA mounting bracket



Figure 5-8 Moxa and the Locations of the Screws Points

- 1) Disconnect all cables connected to the MOXA
- 2) Loosen the screws as shown in Figure 5-8
- 3) Remove MOXA



Figure 5-9 MOXA Mounting Bracket and the Locations of Screws Points

- 4) Untighten the screws on the MOXA mounting bracket as shown in Figure 5-9
- 5) Remove the mounting bracket

5.2.3.4.1 Ticket Magazine



Figure 5-10.1



Figure 5-10.2



Figure 5-10.3

Figure 5-10 Steps for Removing the Magazine

- 1) Twist the magazine retainer as shown in Figure 5-10.1
- 2) Lift the magazine guard rail on the passive diverter as shown in Figure 5-10.2
- 3) Remove the magazine by sliding it out as shown in Figure 5-10.3

5.2.3.5 Passive Diverter (for S7- S8 and E10 – E14 only)

The Passive diverter needs to be removed, as there is a need to access to the Transport mounting bracket for replacement so as to accommodate the new sensor that is going to be installed

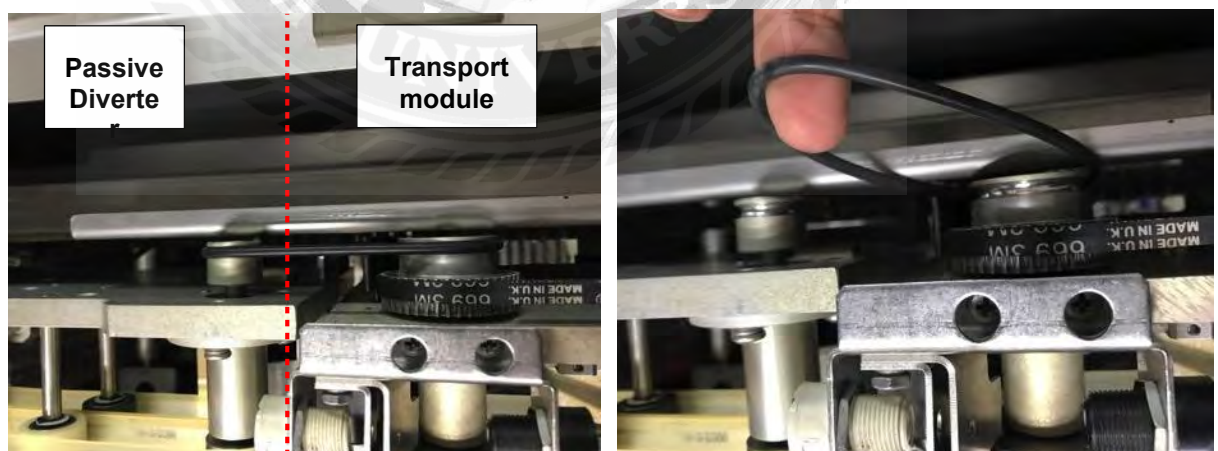


Figure 5-11 Removal of Timing Pulley Belt

- 1) Remove the timing pulley belt as shown in Figure 5-11

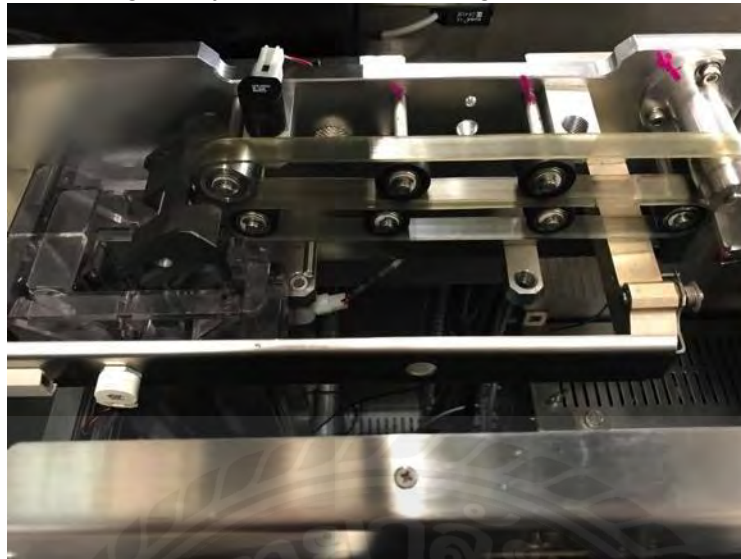


Figure 5-12 Passive Diverter

- 1) Disconnect all existing connectors from the Passive diverter
- 2) Unscrew the thumbscrew on the passive diverter as shown in Figure 5-13

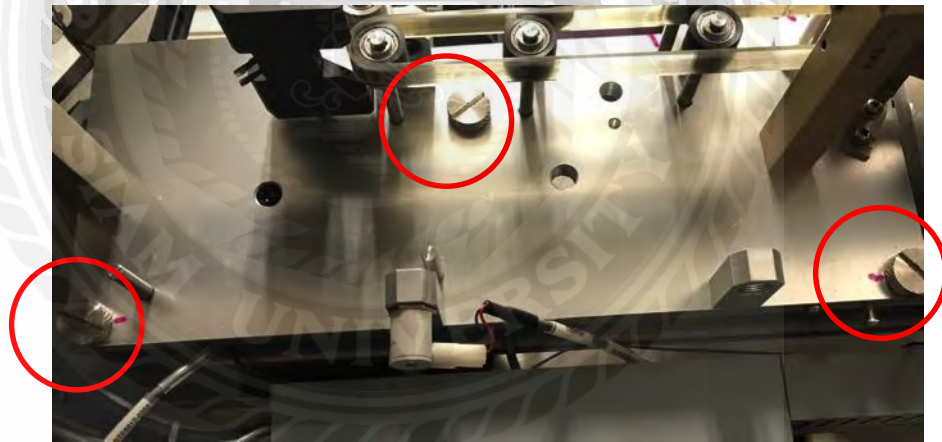


Figure 5-13 Location of Thumbscrew on the Passive Diverter

- 3) Remove the passive diverter

5.2.3.6 Eltra-Transport (Both Exit and Entry side of the AG) (For S9-S12 only)



Figure 5-14 Location of Eltra-Transport in the AG

- 1) Remove all existing cable connected to the Eltra-Transport

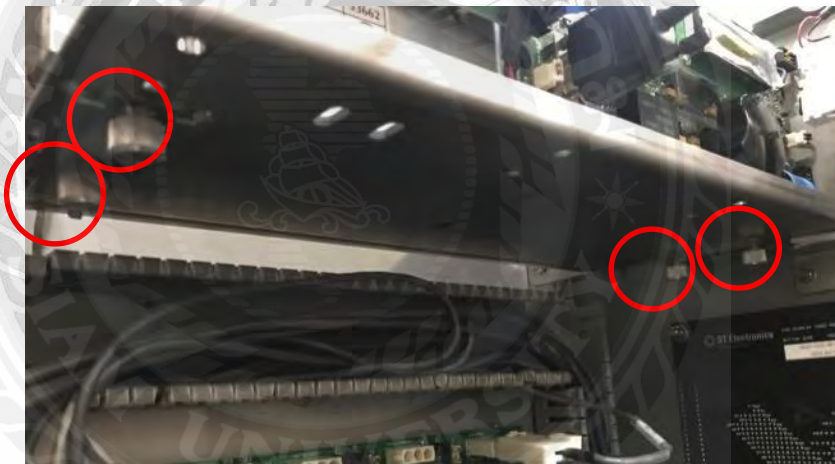


Figure 5-15 Location of the 4 Screws to be Remove Under the Eltra-Transport Mounting Racket

- 2) Untighten the 4 screws located below the Eltra-Transport mounting bracket as shown in Figure 5-15
 - 3) Remove the Eltra-Transport
- #### 5.2.3.7 Magnetic Ticket transport module (Both Exit and Entry side of AG) (S7 - S8 and E10- E14 only)



Figure 5-16 Magnetic Ticket Transport Module

- 1) Disconnect all existing connectors from the Magnetic ticket transport module
- 2) Unscrew the thumb screw on the transport module as shown in Figure 5-17

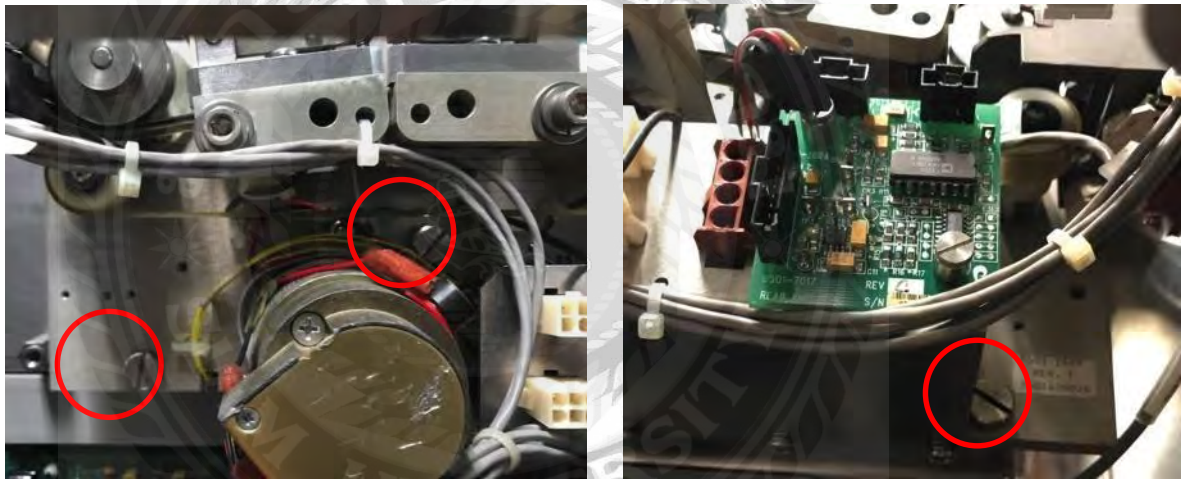


Figure 5-17 Location of Thumbscrew on the Module

- 3) Remove transport module

5.2.3.8 Existing Bezel on both Entry and Exit end



Figure 5-18 Existing Bezel

- 1) Unscrew the screw located behind the bezel inside the AG Cabinet as shown in Figure 5-19

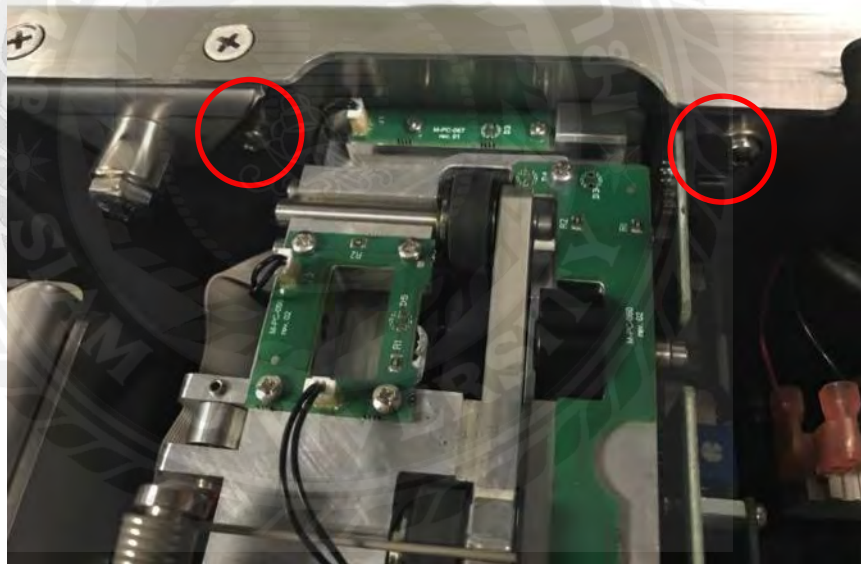


Figure 5-19 Location of Screw on the Existing Bezel

- 2) Remove the existing bezel

5.2.3.9 Existing CSC Reader-Writer and Antennas

The existing CSC reader-writer has to be removed and later installed on a new bracket (**Bracket 1, Thales reader and New 2nd Antenna**) so as to accommodate the mounting of a second antenna.



Figure 5-20 Location of the CSC Reader-Writer

- 1) Disconnect all cables connected to the CSC Reader-Writer.



Figure 5-21 Location of Screws on the CSC Reader-Writer and First Antenna

- 2) Untighten the 4 screw that is securing the CSC Reader-Writer to the top cover as shown in Figure 5-21
- 3) Remove the CSC Reader-Writer

5.2.3.10 Existing UPS



Figure 5-22 Existing UPS

- 1) Disconnect all existing cable connected to the existing UPS
- 2) Remove the existing UPS

5.2.3.11 UPS mounting Bracket (For S7-S8 only)



Figure 5-23 Locations of Screws on the UPS Mounting Bracket for S7-S8

- 1) Untighten the 4 screws on the UPS mounting bracket as shown in Figure 5-23
- 2) Remove the UPS mounting bracket

5.2.3.12 Existing cables

Some of the existing cables were to be removed as after the upgrade, it will no longer be in used.

List of cables in the table below were meant to be removed:

Table 5-1 Cables to be Removed for S7 to S8 AG

Cable no.	Cable name
STE9812-0200	RS485 Communication Cable
STE9812-0050	UPS Signal Cable
STE9812-0210	RS232 Communication Cable
STE9812-0400	Magnetic Head / Read-Write Cable
STE9812-0410/412	PIM / Transport / Diverter Cable
STE9812-0420	Transport Cable
STE9812-0430	PIM to Read Amplifier Cable
STE9812-0440	Local PIM Supply Cable
STE9812-0450	ECU RS422 / PIM Interface / Exit
STE9812-0520	Interconnect PIM / CSC-RW Cable
STE9812-0730	Remote GED / PIM Power Cable
STE9812-0740	Remote PIM Cable
STE9702-0401	Local Validation Display
STE9702-3600	Concession Light Extension Cable
STE9812-0310	Interface Supply Cable
STE9812-0340	Interface/Alarm Cable
STE9812-0350	Interface/Stacker #2 Cable
STE9812-0360	Interface/Diverter Cable
STE9812-0510	Interconnect Device Cable

Table 5-2 Cables to be Removed for S9 to S12 AG

Cable no.	Cable name
STE9812-0512	ECU to LIB
STE9702-3601	ECU to Concession Lamp Ext
STE9702-0402	ECU to Validation Lamp Ext

STE9812-0054	UPS Signal Cable LIB to ECU
STE9812-0053	UPS Signal Cable to LIB
STE9812-0413	Transport Power (Local)
STE9812-0454	Transport Comms (Local)
STE9812-0201	RS485 Comms Cable from BIB
STE9812-0212	RS485 Comms Cable to ECU
STE9812-0742	Transport Power/Comms (Remote)
STE9812-0280	Sensor RX to BIB (S1, S2, S3)
STE9812-0042	UPS Power Cable / 48V PSU (too short)
STE9812-0313	IFM Supply Cable

Table 5-3 Cables to be Removed for E10 to E14 AG

Cable no.	Cable name
STE9812-0360	IFM Board to Diverter Sensor
STE9812-0051	UPS Signal Cable to LIB
STE9812-0052	UPS Signal Cable LIB to ECU
STE9812-0200	RS485 Comms Cable from BIB
STE9812-0211	RS485 Comms Cable to ECU
STE9812-0312	Interface supply cable
STE9812-0441	Local PIM power cable
STE9812-0453	ECU RS422 / PIM interface / Exit
STE9702-0401	Local validation display
STE9702-3600	ECU to Concession Light Ext
STE9812-0511	Interconnect device cable

5.2.4 New Equipment to be Installed

For gates at S9-S12 please refer to **Chapter 6.1-Modification Work of AG Specifically at S9-S12**, for changing of base mounting plate before proceeding to install new equipment.

5.2.4.1 Device Interface Module (DIM)

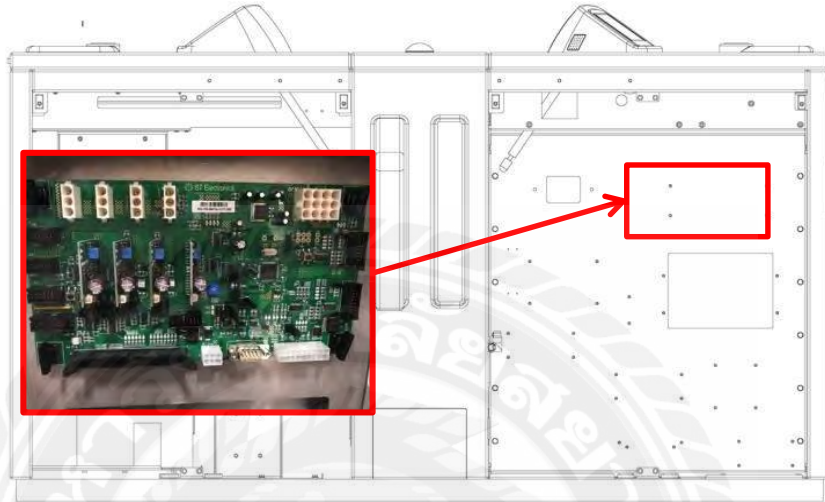


Figure 5-24 Device Interface Module and the Location to be Installed on

- 1) Latched the 4 quarter-turn Nylatch onto the **Module Mounting Plate** as shown in Figure 5-25

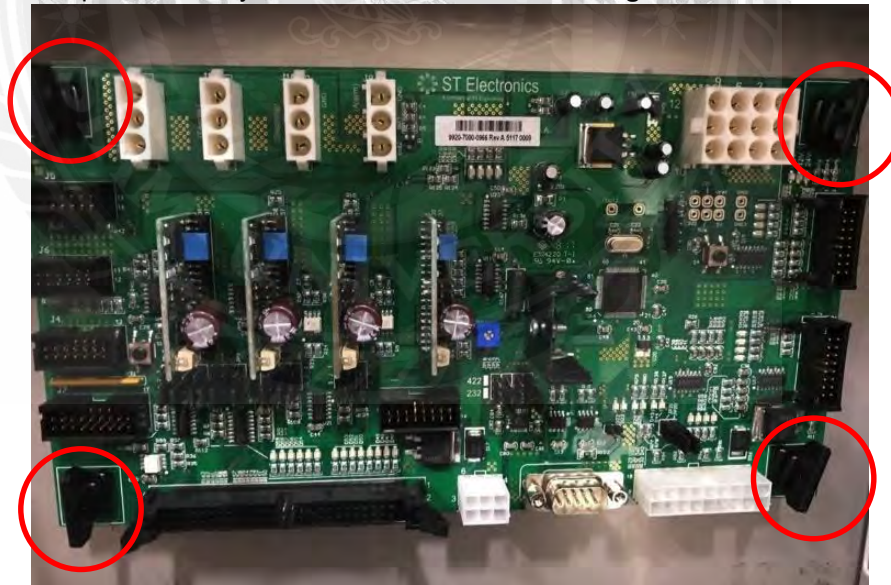


Figure 5-25 Location of Latches on the Device Interface Module

- 2) Connect all cables according to the cable labels to the Termination points on the DIM board.

5.2.4.2 New AG-ECU

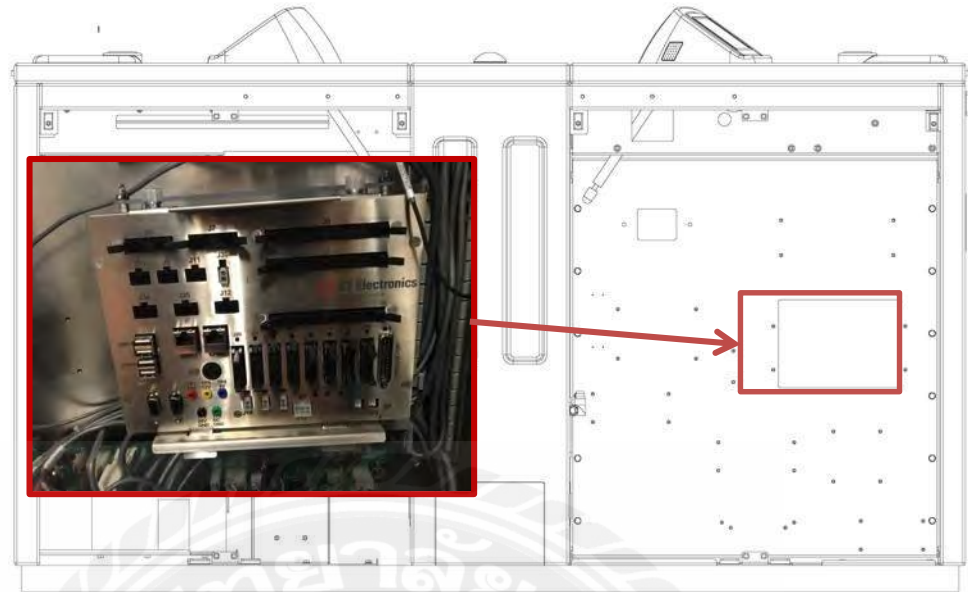


Figure 5-26 New AG-ECU and the Location to be Installed on

- 1) Slot in the New AG_ECU onto the 4 screws on the **Module Mounting Plate** then tighten the 4 screws as shown in Figure 5-27

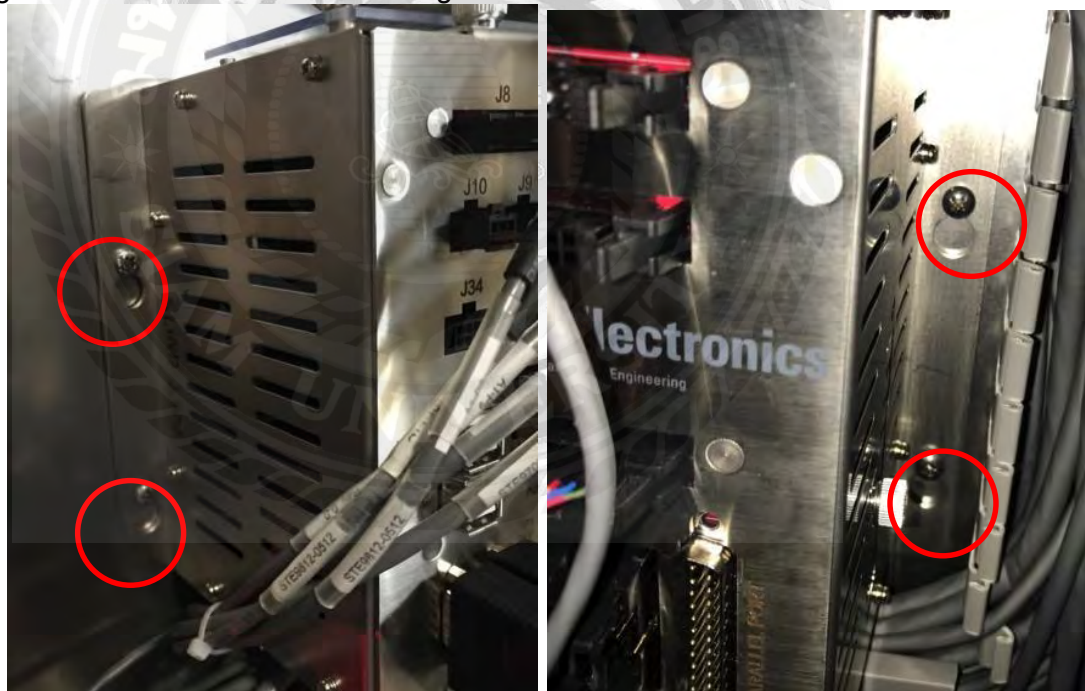


Figure 5-27 Location of Screw Hole on the New AG-ECU

- 2) Connect all cables according to the cable labels to the respective termination points on the

ECU

5.2.4.3 Fire alarm PCB with mounting bracket (For S9-S12 and E10-E14 only)

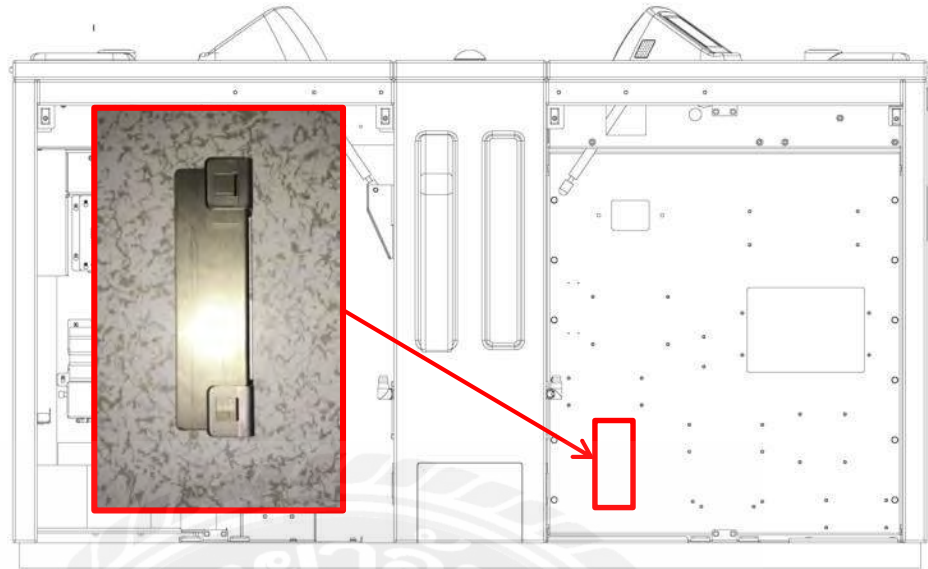


Figure 5-28 Location of the Fire Alarm PCB Bracket to be Installed in the AG

1) Install the fire alarm PCB bracket (**Bracket 1, Emergency & Fire Alarm PCBA**) to the location as shown in using 3M high bond adhesive tape 2)



Figure 5-29 Fire Alarm Interface Board

3) Latch the 2 quarter-turn Nylatch on the Fire alarm PCB to the mounting bracket (**Bracket 1, Emergency & Fire Alarm PCBA**) as shown in Figure 5-30



Figure 5-30 Location of the Latches on the Board

- 4) Connect all cables according to the cable labels to the respective termination points on the Fire alarm PCB and Barrier interface board

5.2.4.4 New Bezel for Thin Cards

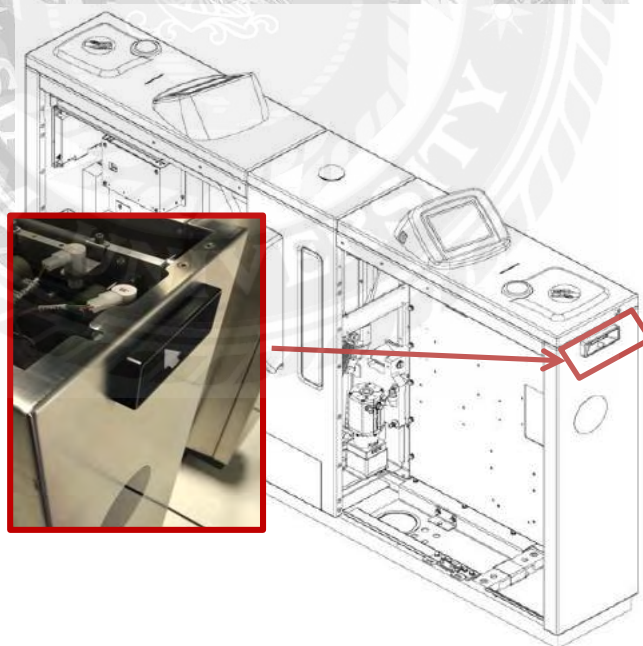


Figure 5-31 New Bezel and the Location to be Installed on

- 1) Tighten the 2 screws on the new bezel inside the AG for the exit end of the Gate as shown in

Figure 5-32

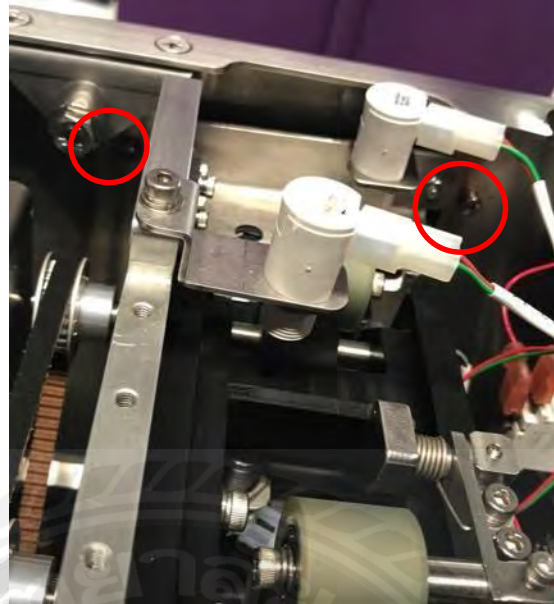


Figure 5-32 Location of Screws for the Bezel to be Installed Onto the AG

2) At the entry end of the gate a Metal plate will be stick/glue/adhesive with 3M epoxy to cover up the opening

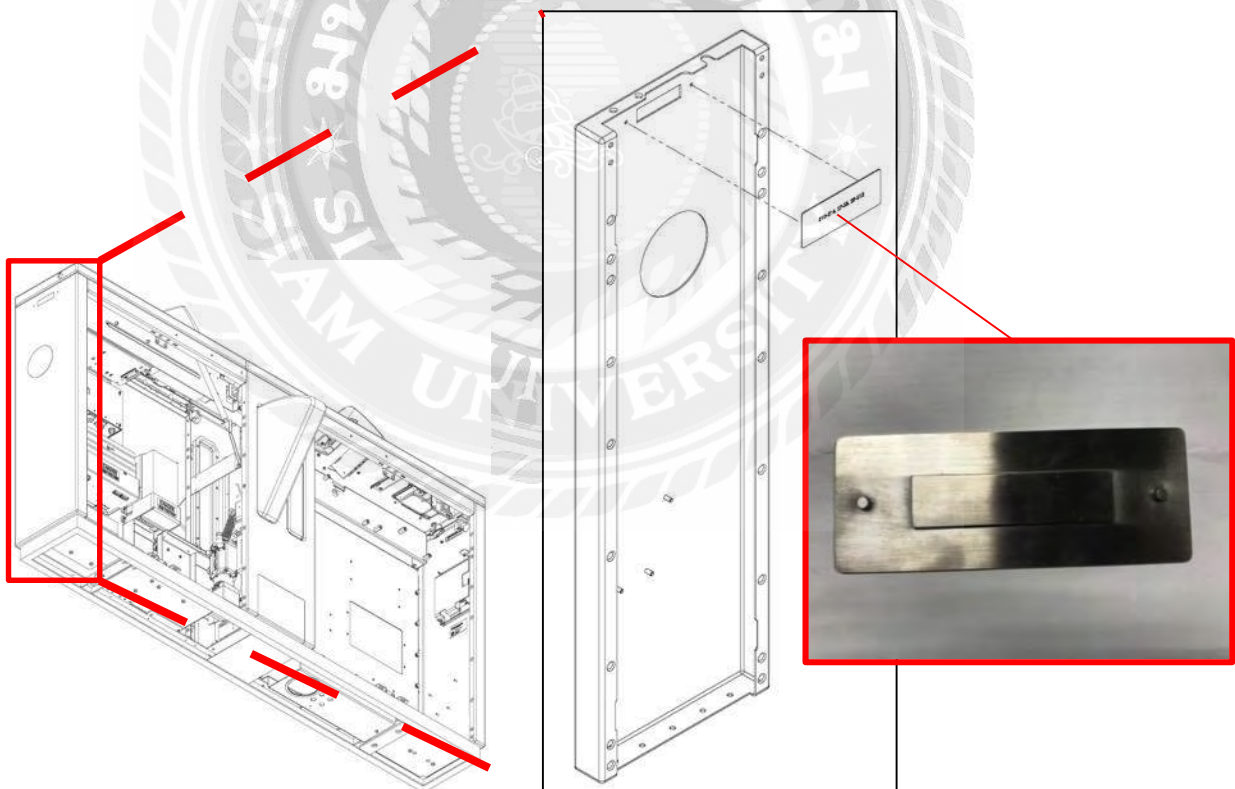


Figure 5-33 Metal Plate for Covering the Bezel at the Entry Side of the Gate



Figure 5-34 Final Outlook of the Bezel at the Entry Side of the Gate

5.2.4.5 Thin card transport module

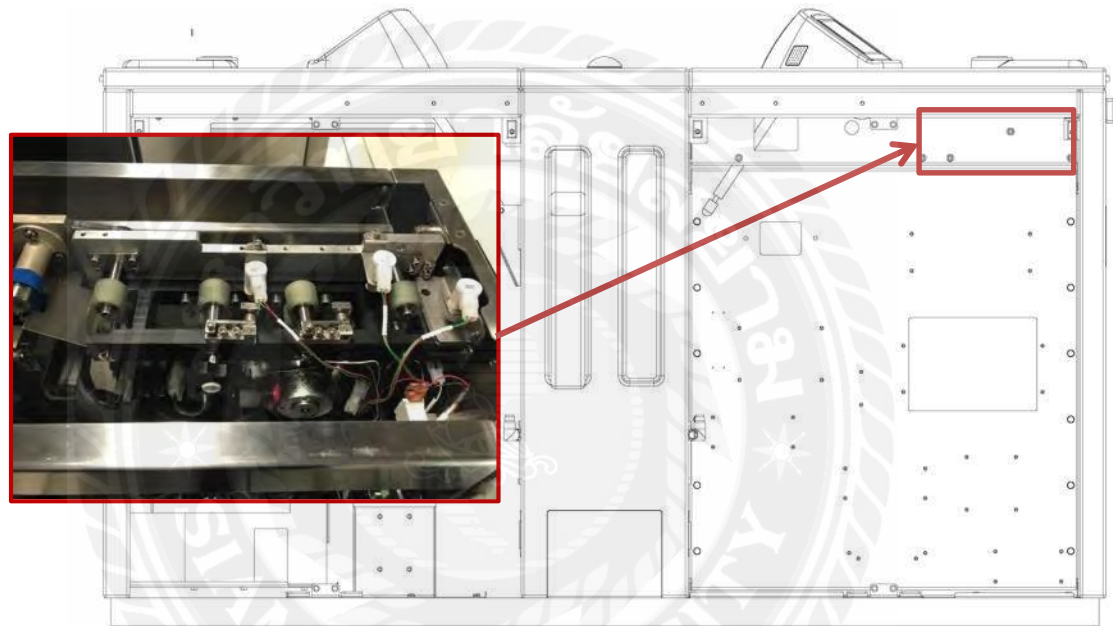


Figure 5-35 Thin Card Transport Module and the Location to be Installed on

- 1) Screw the thumbscrew on the transport module to the **transport mounting bracket** as shown in Figure 5-38

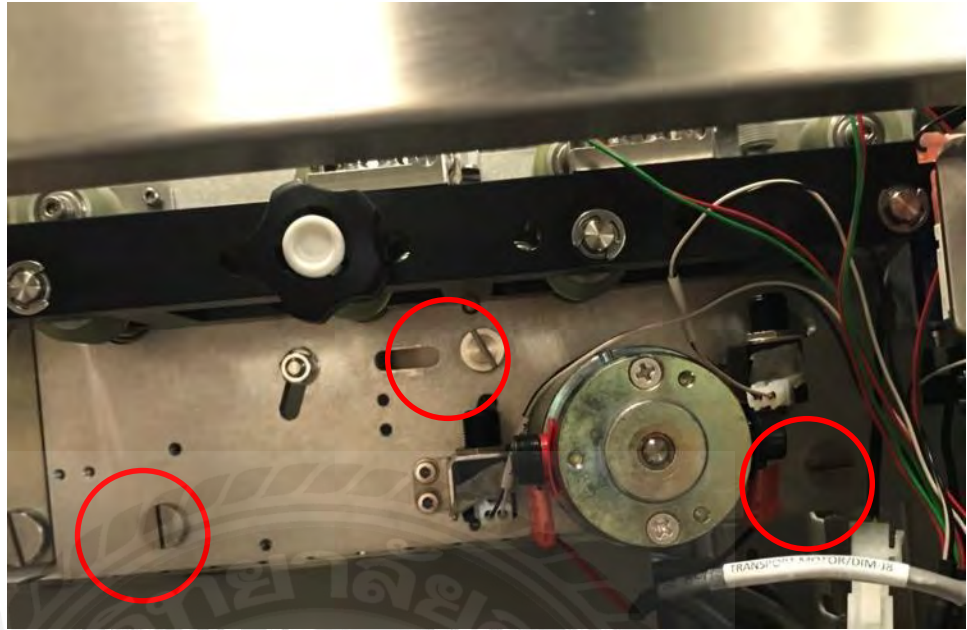


Figure 5-36 Location of Thumb Screw on the Thin Card Transport Module

- 2) Connect all cables according to the cable labels to their respective termination points on the thin card transport module.

5.2.4.6 Passive Diverter

Replacement of the **transport mounting plate** must be conducted on all AG type before proceeding to install the Passive Diverter. Details of the modification work can be found in Chapter 6.

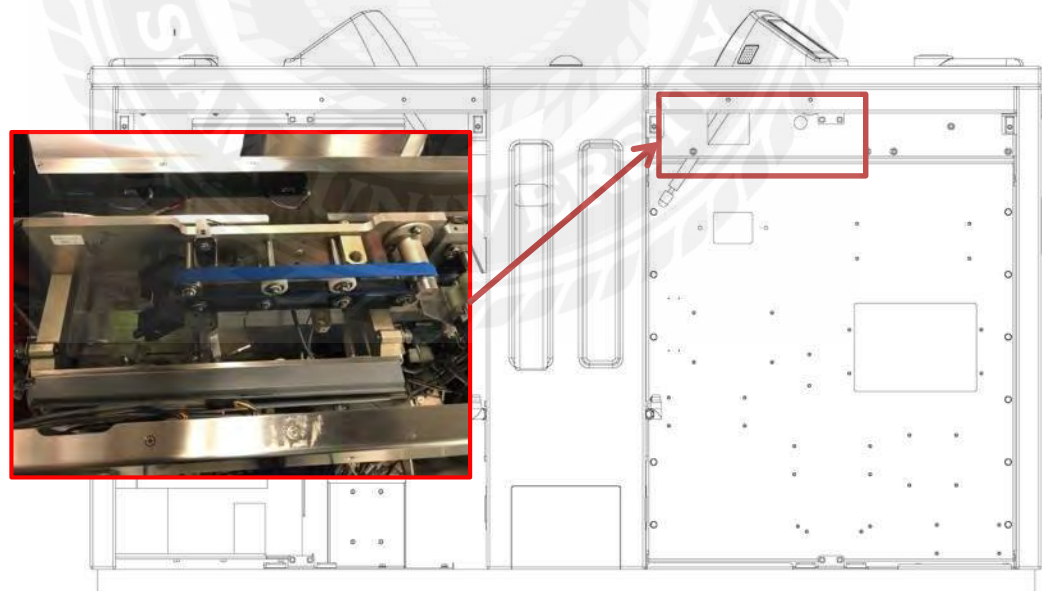


Figure 5-37 Passive Diverter and the Location to be Installed on

- 1) Screw the thumbscrew on the passive diverter to the transport mounting bracket as shown in

Figure 5-38

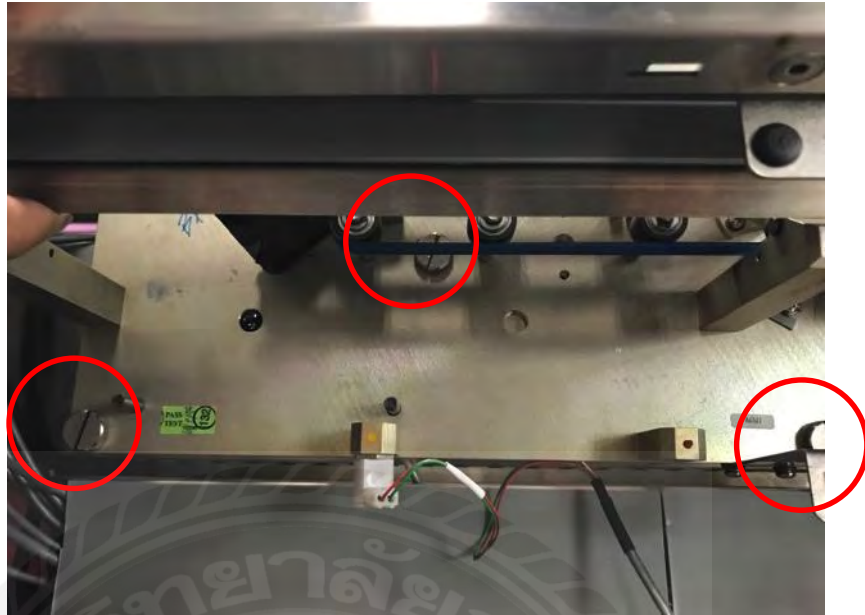


Figure 5-38 Location of Thumbscrew on the Passive Diverter

- 2) Connect all cables according to the cable labels to the respective termination points on the passive diverter



Figure 5-39 Installation of Timing Pulley Belt

- 3) Install the new timing pulley belt between the Passive Diverter and the Thin Card Transport module as shown in Figure 5-39

5.2.4.7 Ticket Magazine



Figure 5-40.1



Figure 5-40.2

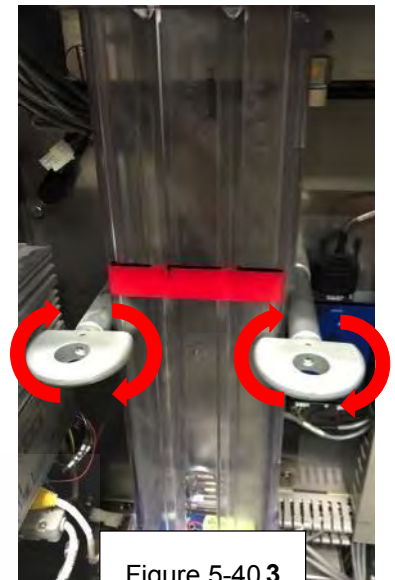


Figure 5-40.3

Figure 5-40 Steps for Installing the Magazine

- 1) Lift the magazine guard rail on the passive diverter as shown in Figure 5-40.1
 - 2) Put back the magazine by sliding it in as shown in Figure 5-40.2
- 5.2.4.8 Twist the magazine retainer as shown in Figure 5-40.3 **CSC Reader-Writer and 2nd Antenna on a new bracket (Bracket 1, Thales Reader & New 2nd Antenna) for Reversible and Exit AG**

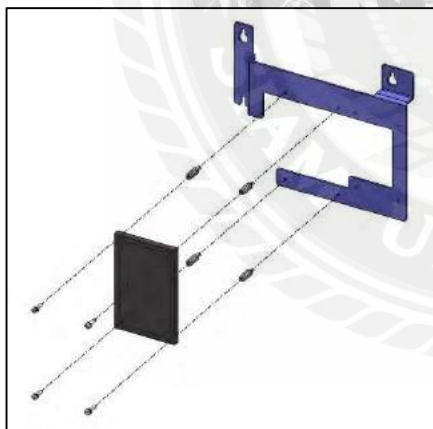


Figure 5-41.1

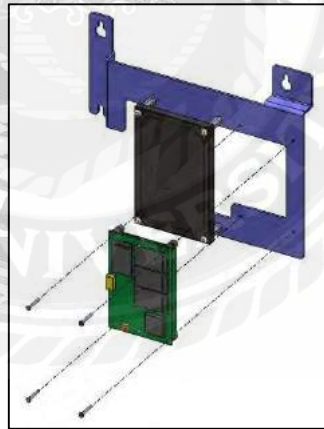


Figure 5-41.2

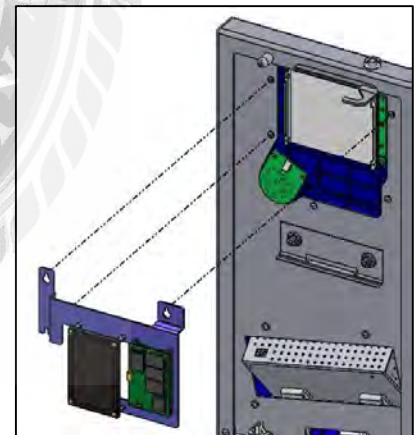


Figure 5-41.3

Figure 5-41 Location of CSC Reader-Writer and Second Antenna

- 1) Install the second antenna on the new bracket and tighten the 4 long screws with spacer on as shown in
- 2)
- 3) Figure 5-41.1

- 4) Install the CSC Reader-Writer on the inner side of the new bracket and tighten the 4 long screws with spacer on as shown in
- 5)
- 6) Figure 5-41.2
- 7) Slot the new bracket with the CSC-Reader-Writer and a Second antenna to the 3 screws on the Panel-Top as shown in
- 8)
- 9) Figure 5-41.3
- 3) Tighten the 2 screws to secure the bracket to the **Panel-Top**
- 4) Connect all cables according to the cable labels to the respective termination points on the CSC-RW and 2nd antenna.

New UPS There will be 3 sub-chapters detailing the different types of installation methods meant for the different types of gates.

- Chapter 5.2.4.8.1 will be detailing the installation methods meant for S7-S8
- Chapter 5.2.4.8.2 will be detailing the installation methods meant for S9-S12
- Chapter 5.2.4.8.3 will be detailing the installation methods meant for E10-E14

5.2.4.8.1 Installation of New UPS for S7-S8

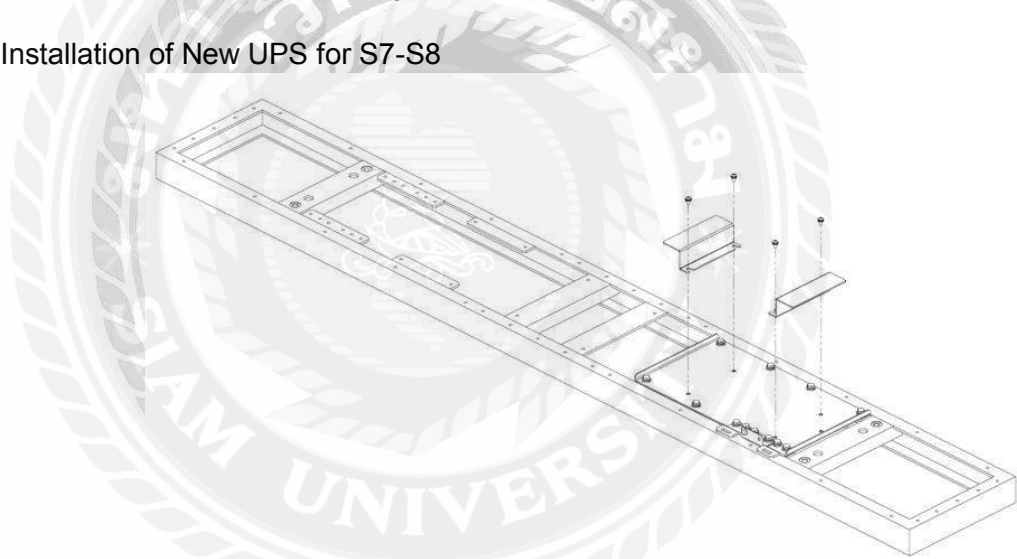


Figure 5-42 Location of the UPS Mounting Brackets to be Installed on the Remote side of the AG

- 1) Install the 2x UPS mounting bracket (**Bracket 1, UPS (S7-S8)**) for the New UPS to the base plate of the AG

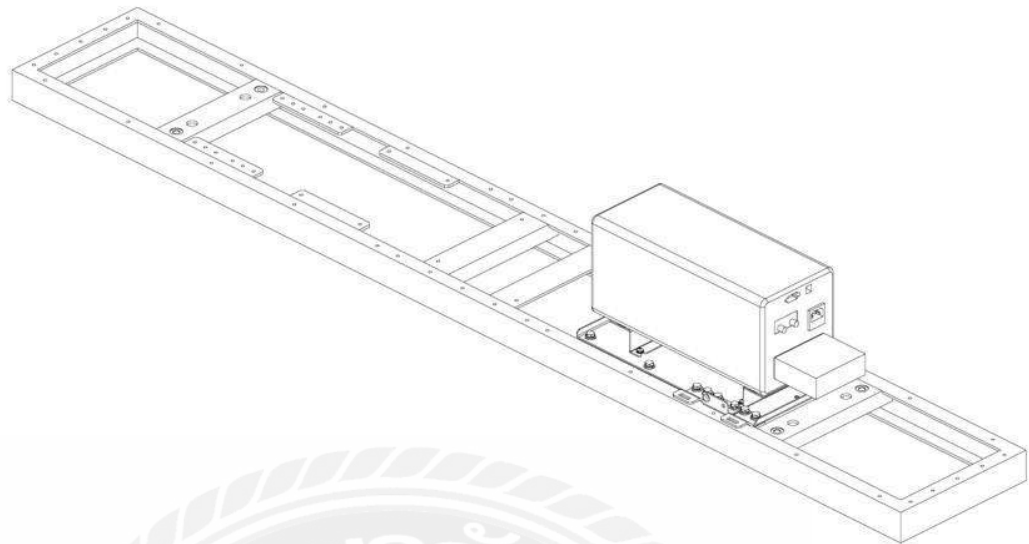


Figure 5-43 Place the New UPS on Top of the UPS Mounting Bracket

- 2) Place the New UPS on top of the UPS mounting bracket (**Bracket 1, UPS (S7-S8)**) and connect all Cables to the respective termination points of the UPS

5.2.4.8.2 Installation of New UPS for S9-S12

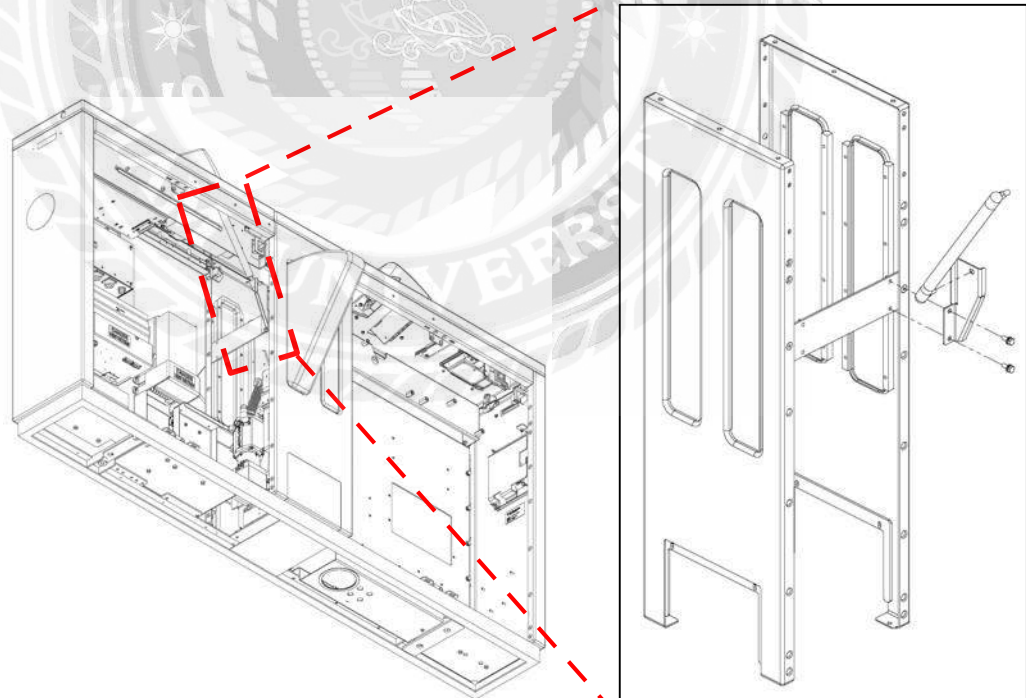


Figure 5-44 Location of Gas Spring in the AG



Figure 5-45 Method of Disconnecting the Gas Spring from the Ball Joint

- 1) Disconnect the lower end of the gas spring from the gas spring bracket by lifting up the C-Clip and push it out of its socket as show in Figure 5-44 and Figure 5-45
- 2) Remove the gas spring bracket by untightening the 2 bolt on the bracket as show in Figure 5-44

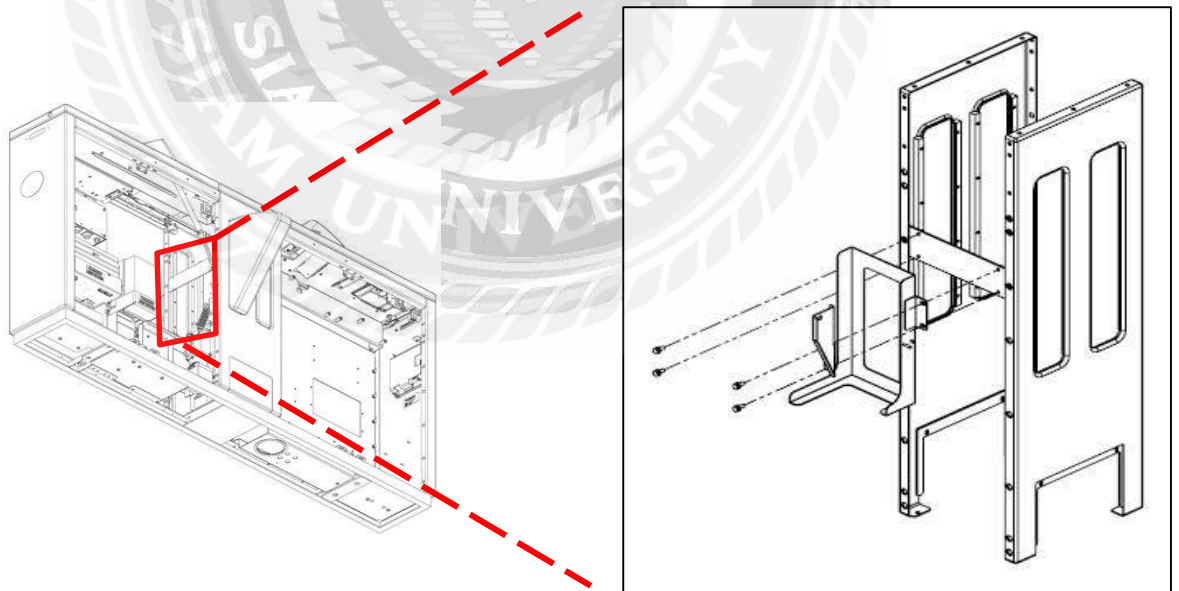


Figure 5-46 UPS Mounting Bracket and the Location to be Installed On

- 3) Insert the UPS mounting Bracket {Bracket 1, UPS (SUB ASSY-WELD, S9-S12)}
- 4) Tighten the 4 screws and nuts to secure the bracket to the AG as shown in Figure 5-46

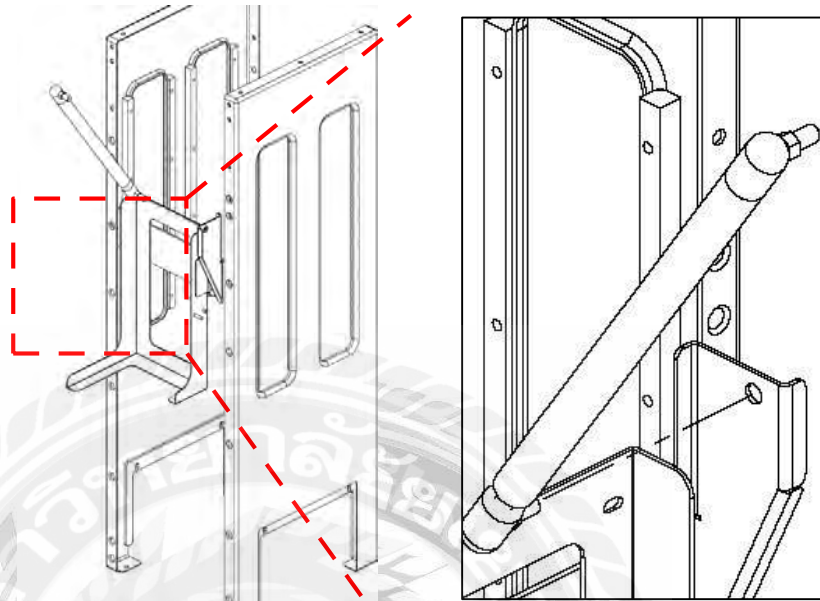


Figure 5-47 Location of Screw Hole for Inserting Back the Gas Spring

- 5) Reinstall back the gas spring as shown in Figure 5-47

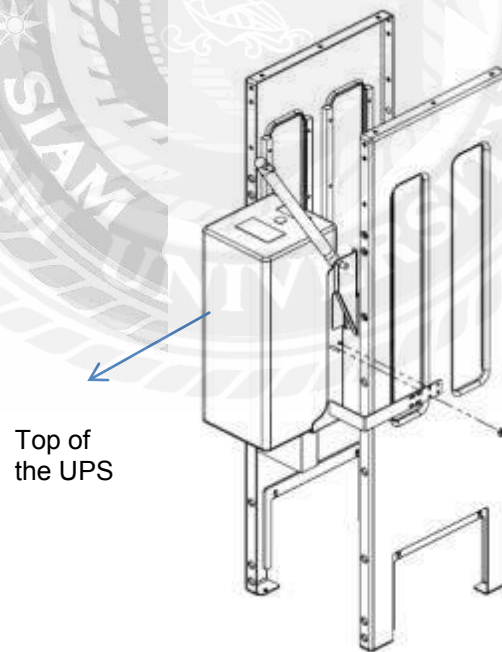


Figure 5-48 Location of UPS to be Slotted on the Mounting Bracket

- 6) Slot the New UPS into the mounting bracket according to the orientation as shown in Figure 5-48

- 7) Install the UPS securing bracket (**Bracket 2, UPS (E10-E14, S9-S12)**) and tighten the wing nut to secure the UPS
- 8) Connect all cables according to the cable labels to the respective termination point on the new UPS

5.2.4.8.3 Installation of New UPS and relocation of the Passenger Logic Control (PLC) for E10-E14

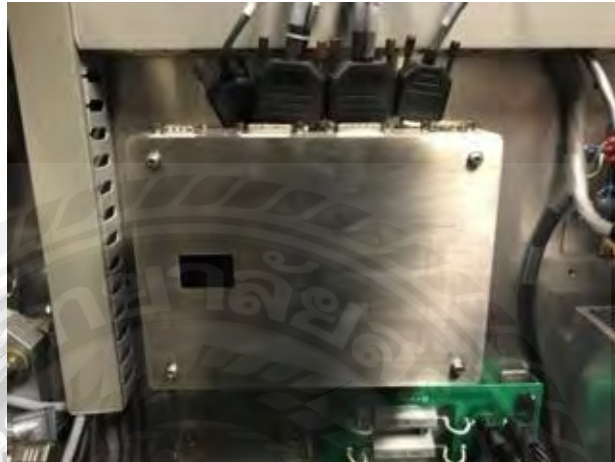


Figure 5-49 PLC and the Location in the AG

- 1) Disconnect all cables connected to the PLC

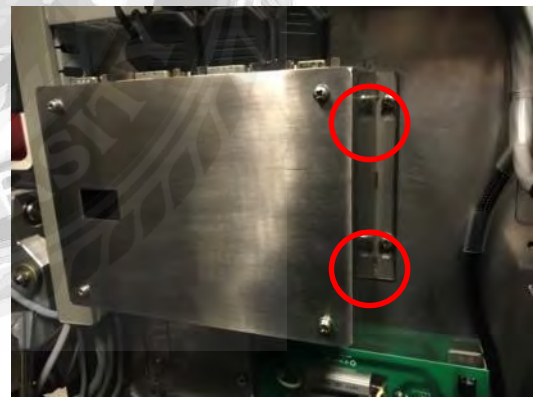
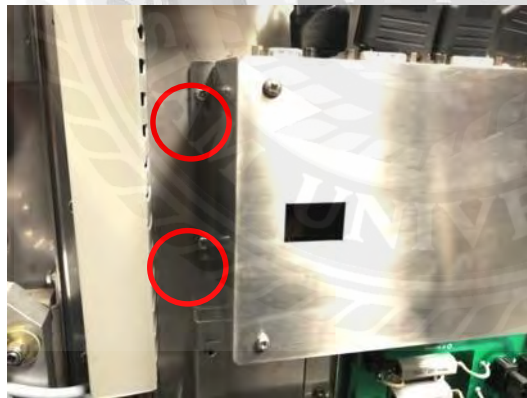


Figure 5-50 Location of the Screws on the PLC

- 2) Loosen the 4 screws mounting the PLC to the Module mounting plate (**Plate Mounting Module-Entry (Type1)**) as shown in Figure 5-50
- 3) Remove the PLC and the 4 screws on the Module mounting plate (**Plate Mounting Module-Entry (Type1)**)

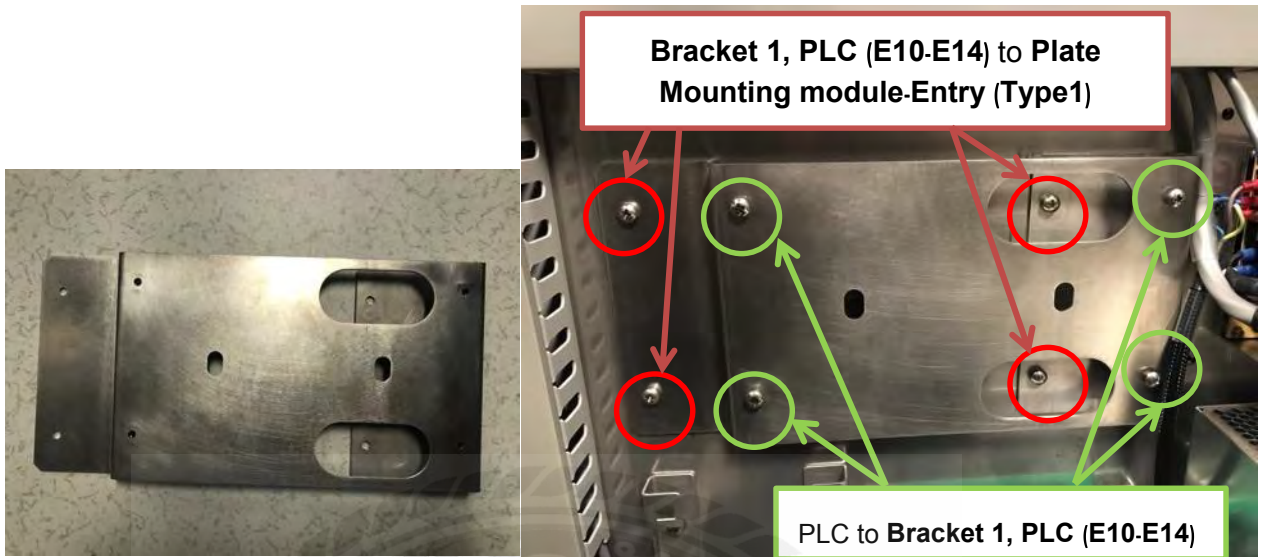


Figure 5-51 Bracket 1, PLC (E10-E14) and Location in the AG

- 4) Install the new PLC mounting bracket and tighten the 4 screws to secure the bracket to the base mounting plate as shown in Figure 5-51



Figure 5-52 Location of Screws to be Tighten to Secure PLC to Bracket 1, PLC (E10-E14)

- 5) Insert the PLC and tighten the 4 screws to secure it to the PLC mounting plate {Bracket 1, PLC (E10-E14)} as shown in Figure 5-52

- 6) Connect all cables according to the cable labels to the respective termination point on the PLC

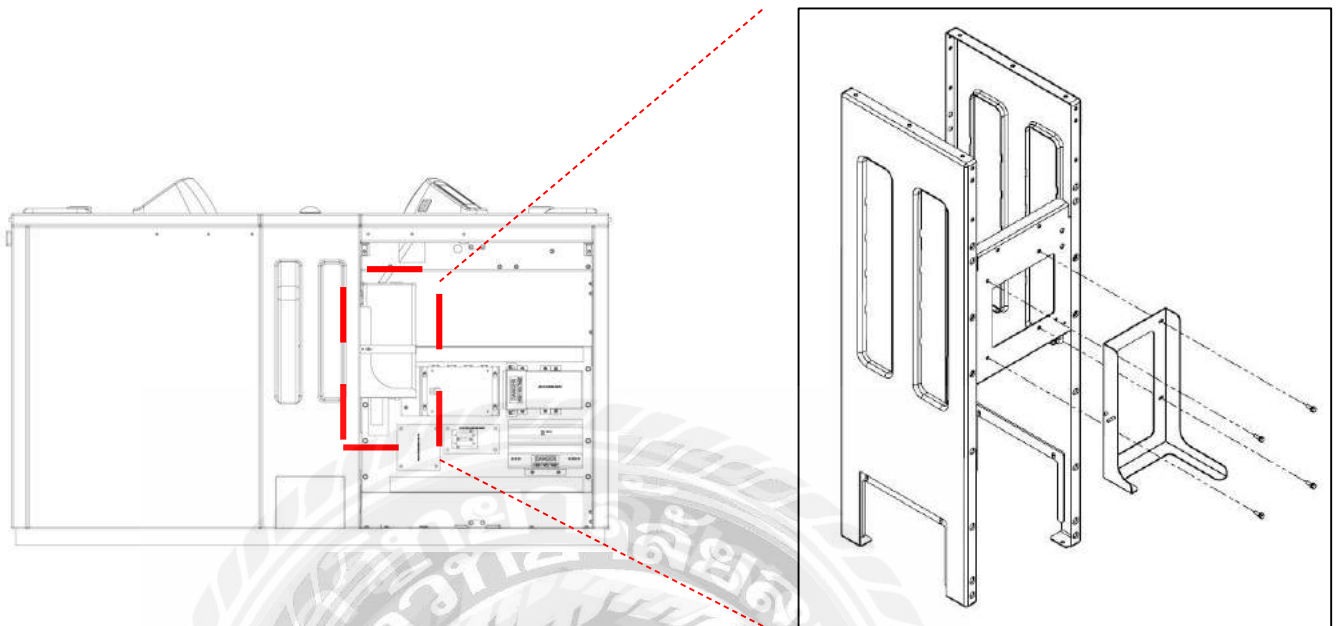


Figure 5-53 New UPS and the Location to be Installed on

- 7) Slot in the UPS mounting bracket {**Bracket 2, UPS (E10-E14, S9-S12)**} and tighten the 4 nuts as shown in Figure 5-53

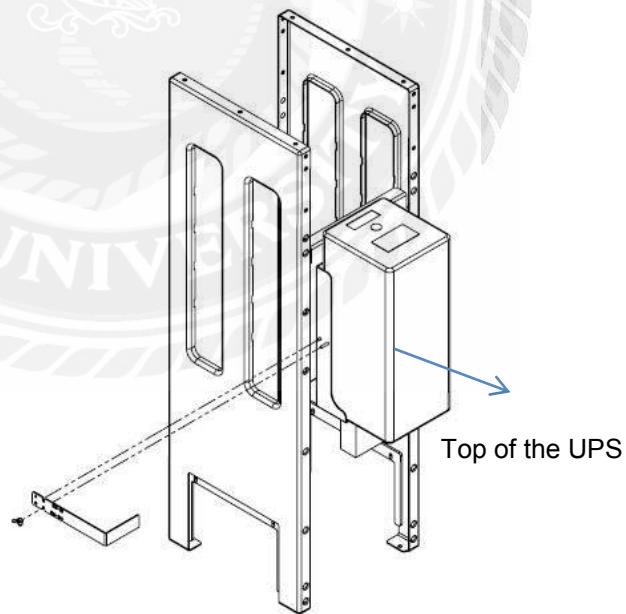


Figure 5-54 Location of the Wing Nut to be Tighten on the UPS Mounting Bracket

- 8) Slot in the New UPS into the UPS mounting bracket according to the orientation as shown in Figure 5-54

- 9) Install the UPS securing bracket **{Bracket 1, UPS (E10-E14, S9-S12)}** and Tighten the wing nut to secure it as shown in Figure 5-54

- 10) Connect all cables according to the cable labels to the respective termination point on the UPS

5.2.4.9 New cables

5.2.4.9.1 Cables and Cable Routing for S7-S8 AG

Table 5-4 New Cable to be Added for S7 to S8

Cable no.	Cable name	Installed on Site/Pre-assembled
BTSUG AG3 001	DIM Power Cable	On Site
BTSUG AG3 002	DIM Comms Cable	On Site
BTSUG AG3 003	UPS COMMS	On Site
BTSUG AG3 005	DIM Transport Sensor Ext	On Site
BTSUG AG3 006	DIM Transport Sensor	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 007	Transport Exit Sensor	Pre-assembled on Diverter
BTSUG AG3 008	Transport Motor Ext	On Site
BTSUG AG3 009	Ticket Transport Solenoid & Motor Cable	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 010	Transport Solenoid	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 011	Ticket Transport Solenoid Sensor Ext	On Site
BTSUG AG3 012	Ticket Transport Solenoid Sensor	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG3 013	Validation Lamp (Local)	On Site
BTSUG AG3 014	Interface/Stacker #2 Cable	On Site
BTSUG AG3 015	Concession Light Extension Cable	On Site
BTSUG AG3 026	Interconnecting Device Cable to LIB (GED, VAL, SPK)	On Site

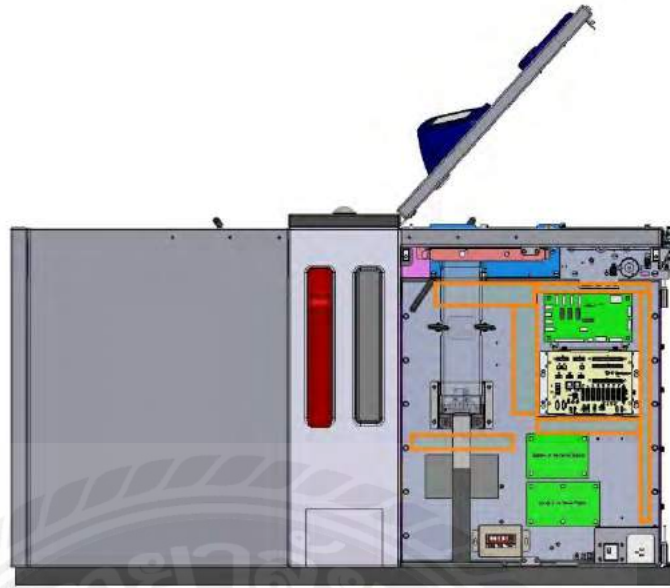


Figure 5-55 Existing Trunking on Site for S7-S8 AG

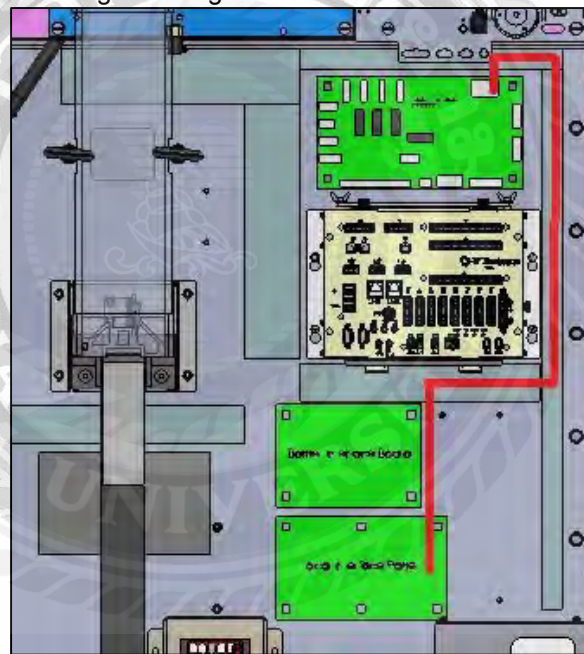


Figure 5-56 Cable Routing for BTSUG AG3 001

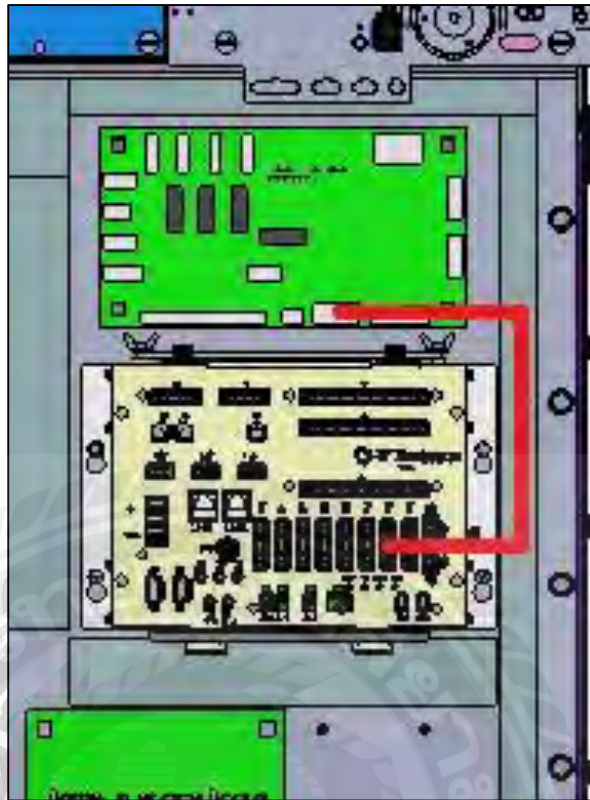


Figure 5-57 Cable Routing for BTSUG AG3 002

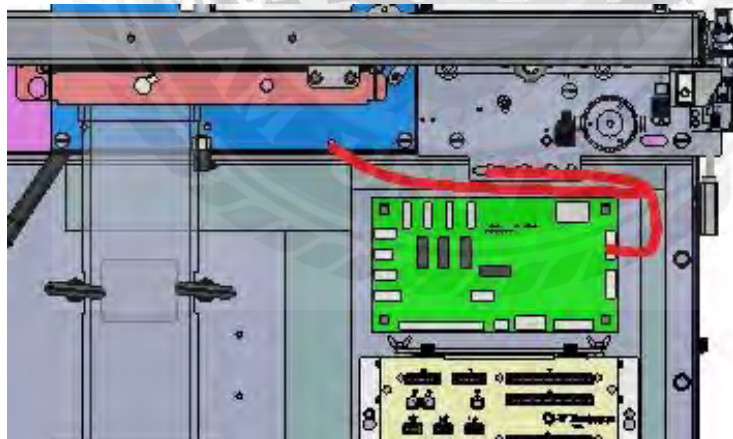


Figure 5-58 Cable Routing for BTSUG AG3 005

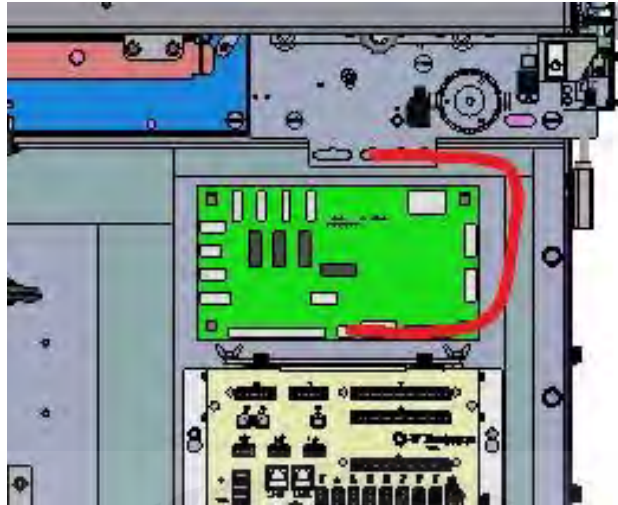


Figure 5-59 Cable Routing for BTSUG AG3 008

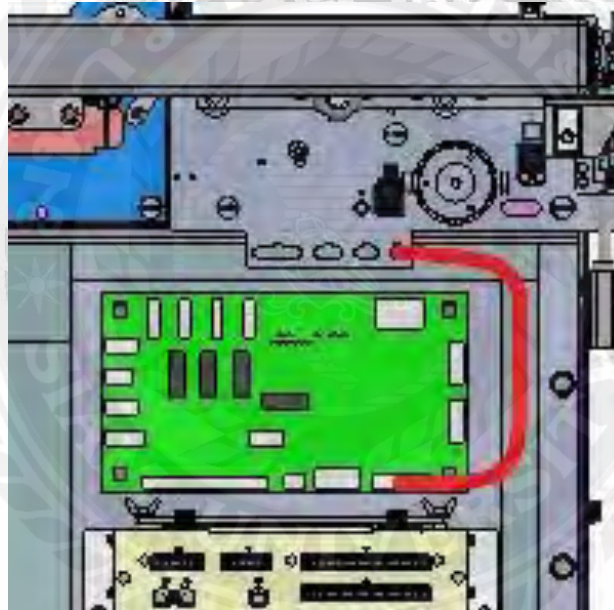


Figure 5-60 Cable Routing for BTSUG AG3 011

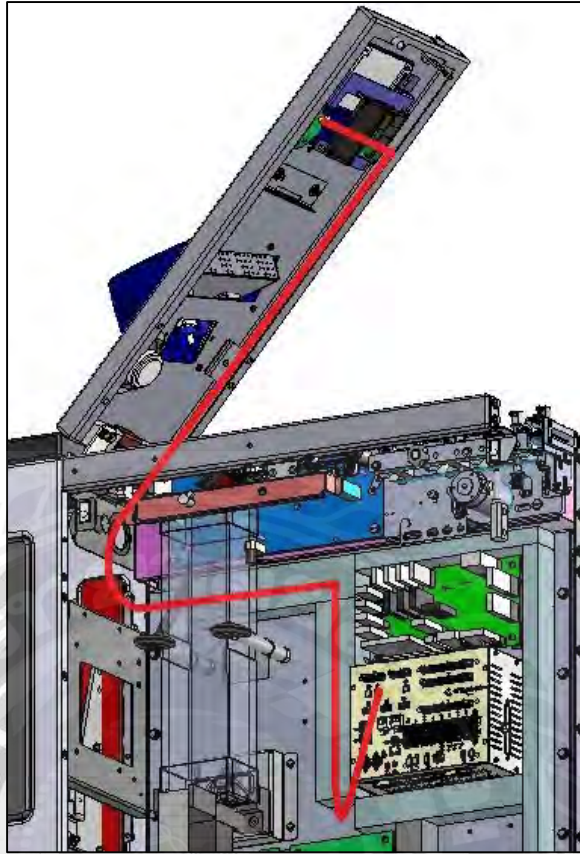


Figure 5-60 Cable Routing for BTSUG AG3 013

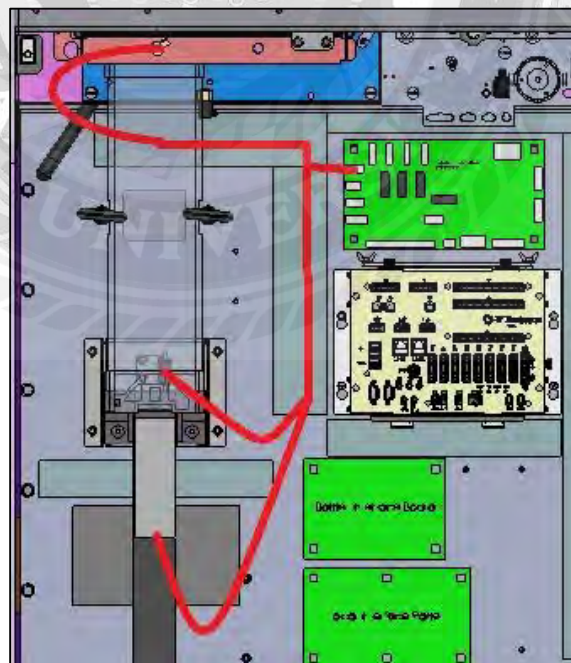


Figure 5-62 Cable Routing for BTSUG AG3 014

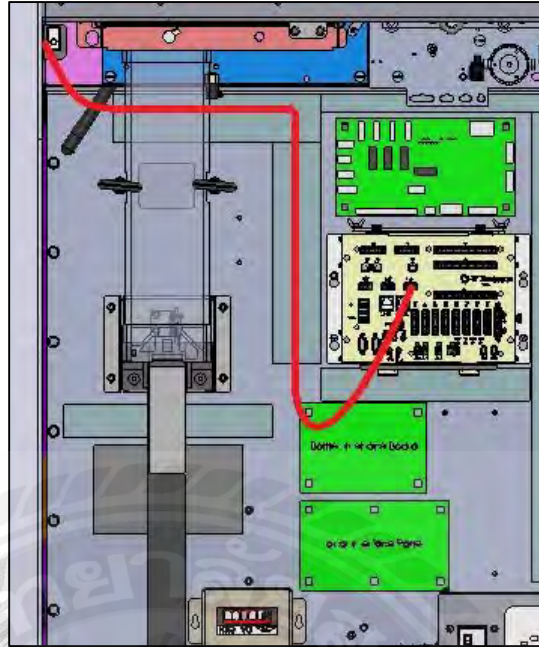


Figure 5-63 Cable Routing for BTSUG AG3 015

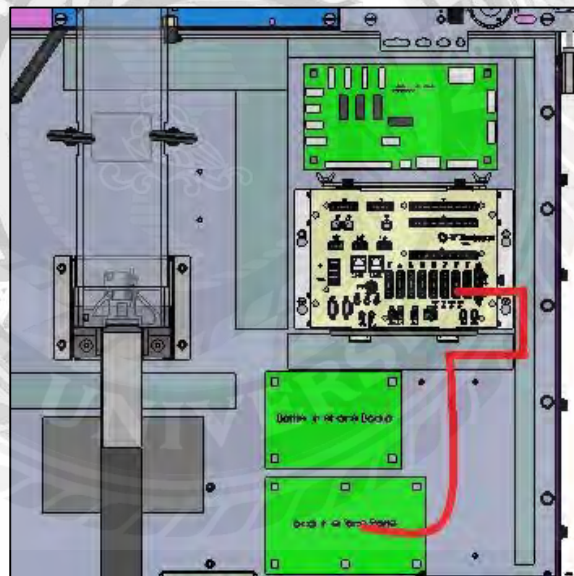


Figure 5-64 Cable Routing for STE 9812-0520 REV00

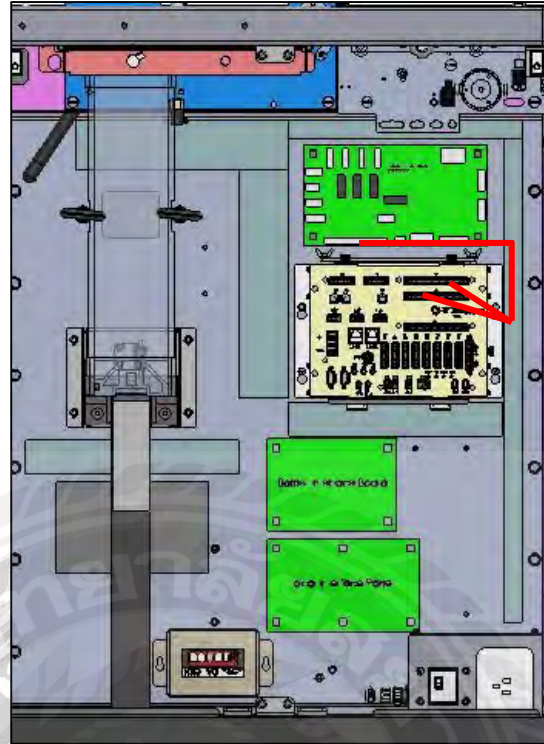


Figure 5-65 Cable Routing for STE 9812-0510 REV01

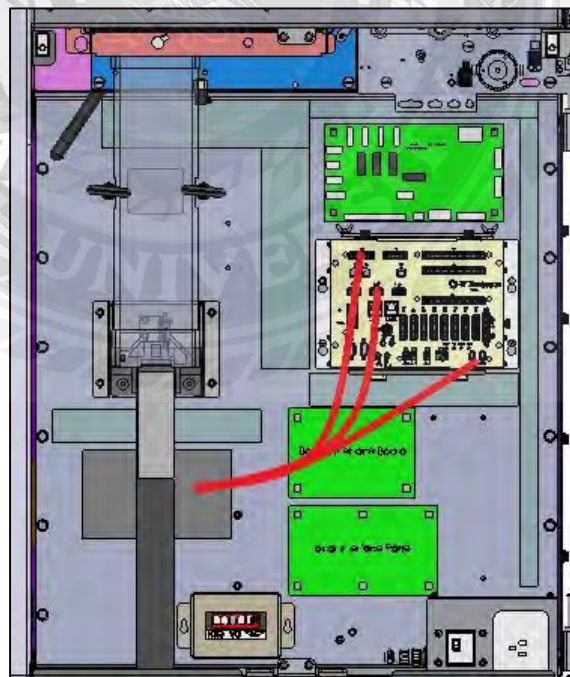


Figure 5-66 Cable Routing for STE 9812-0320 REV00

5.2.4.9.3 Cables and Cable Routing for E10-E14 AG

Table 5-6 New Cable to be added for E10-E14

Cable no.	Cable name	Installed on Site/pre-assembled
BTSUG AG2 001	DIM Power Cable	On Site
BTSUG AG2 002	DIM Comms Cable	On Site
BTSUG AG2 003	UPS Comms	On Site
BTSUG AG2 004	Emergency Signal Cable	On Site
BTSUG AG2 005	DIM Transport Sensor Ext	On Site
BTSUG AG2 006	DIM Transport Sensor	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG2 007	Transport Exit Sensor	Pre-assembled on Diverter
BTSUG AG2 008	Transport Motor Ext	On Site
BTSUG AG2 009	Ticket Transport Solenoid & Motor Cable	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG2 010	Transport Solenoid	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG2 011	Ticket Transport Solenoid Sensor Ext	On Site
BTSUG AG2 012	Ticket Transport Solenoid Sensor	Pre-assembled on Transport
BTSUG AG2 013	Local Validation Display	On Site
BTSUG AG2 014	Stacker Cable	On Site
BTSUG AG2 015	Concession Light Extension Cable	On Site
BTSUG AG2 026	Interconnecting Device Cable to LIB (GED, VAL, SPK)	On Site

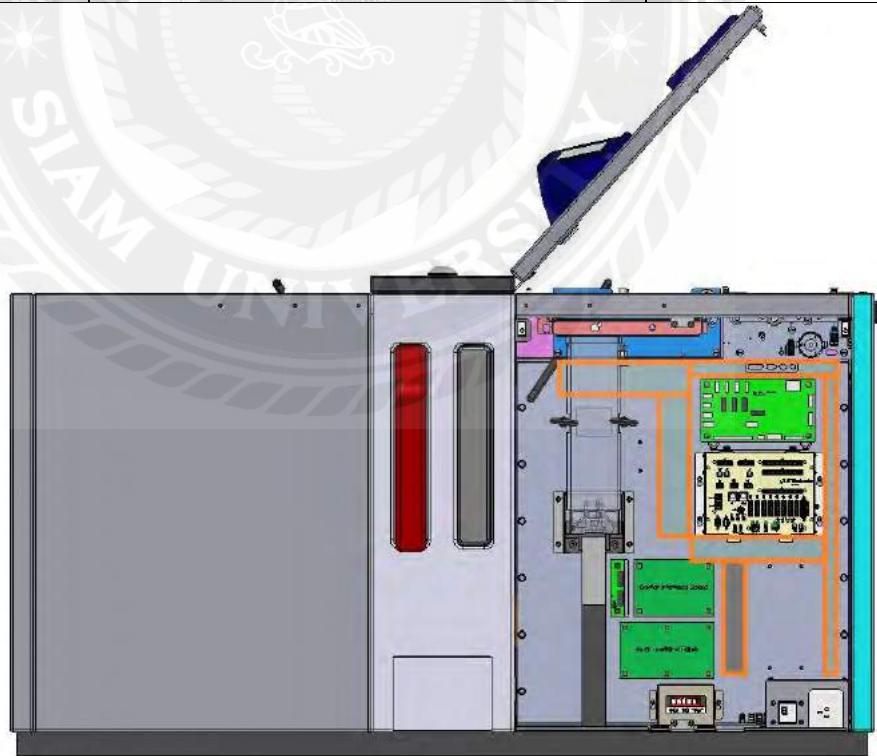


Figure 5-82 Existing Trunking on Site for E10-E14

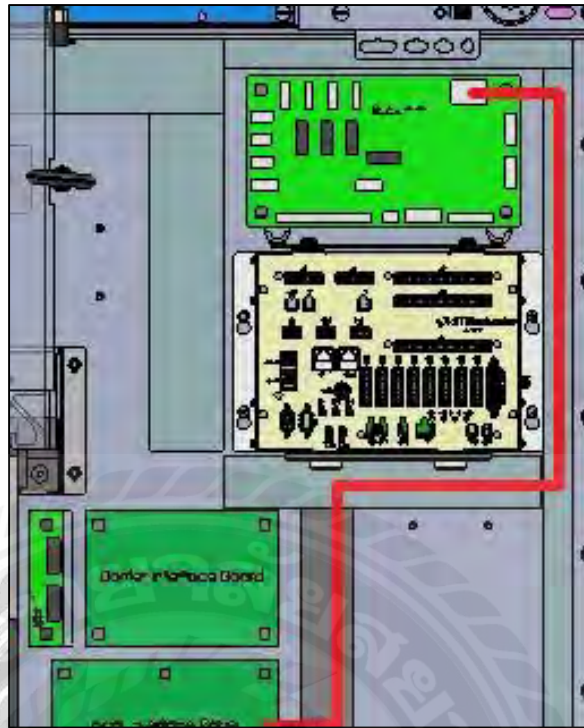


Figure 5-83 Cable Routing for BTSUG AG2 001

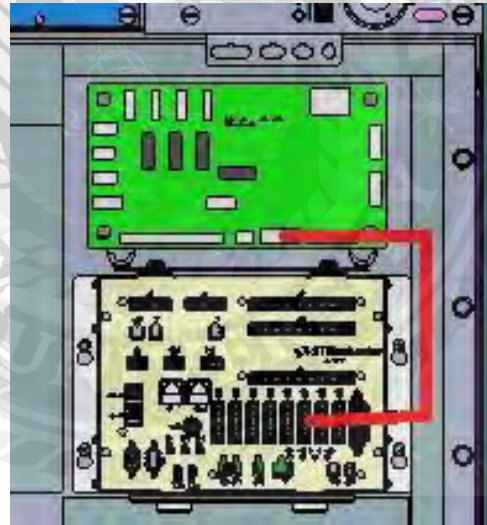


Figure 5-84 Cable Routing for BTSUG AG2 002

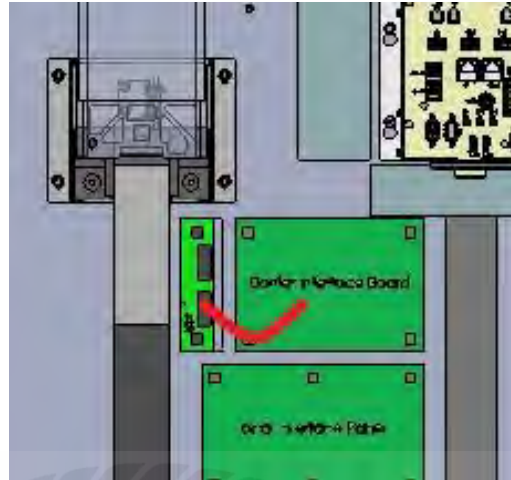


Figure 5-85 Cable Routing for BTSUG AG2 004

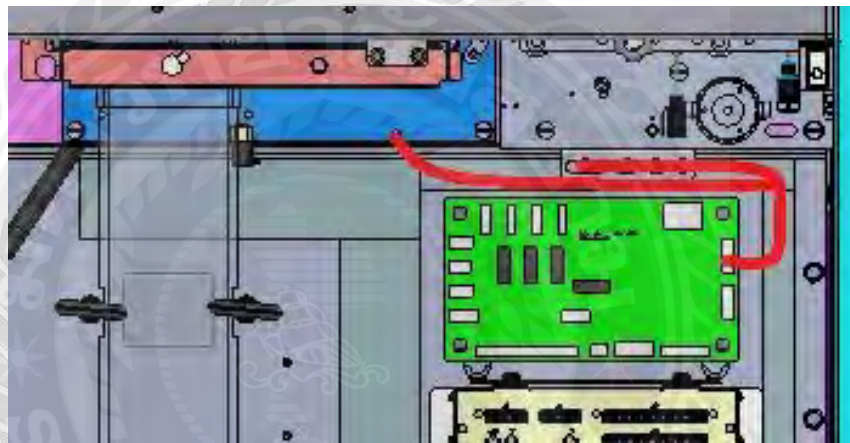


Figure 5-86 Cable Routing for BTSUG AG2 005

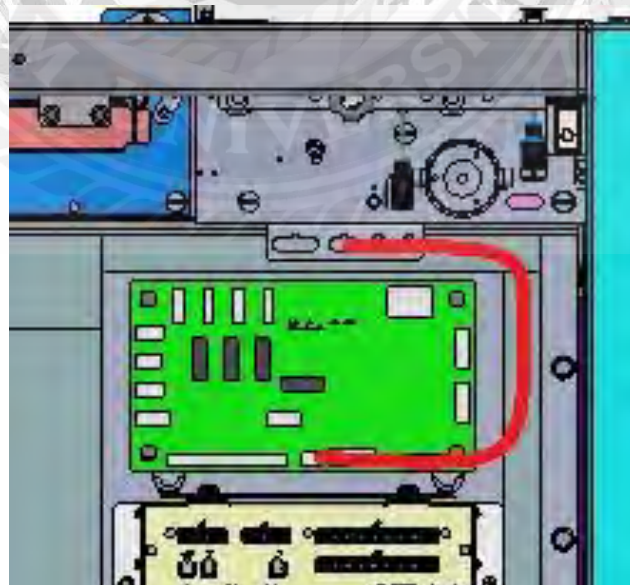


Figure 5-87 Cable Routing for BTSUG AG2 008

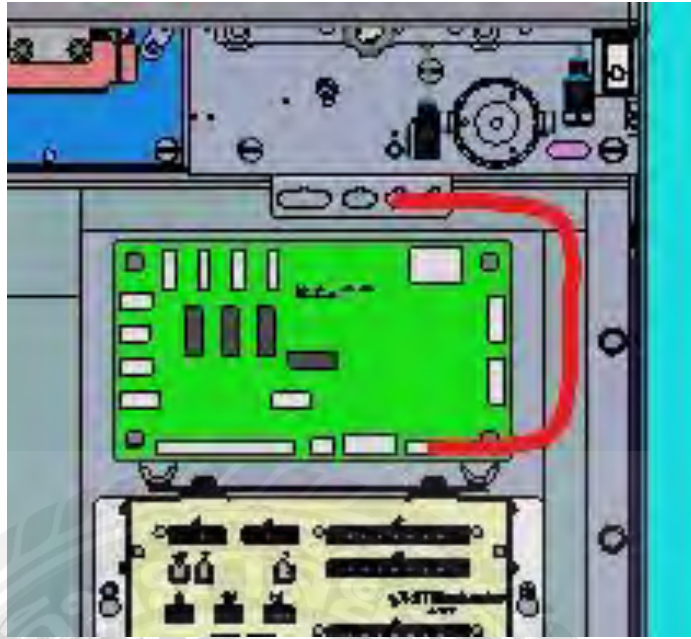


Figure 5-88 Cable Routing for BTSUG AG2 011

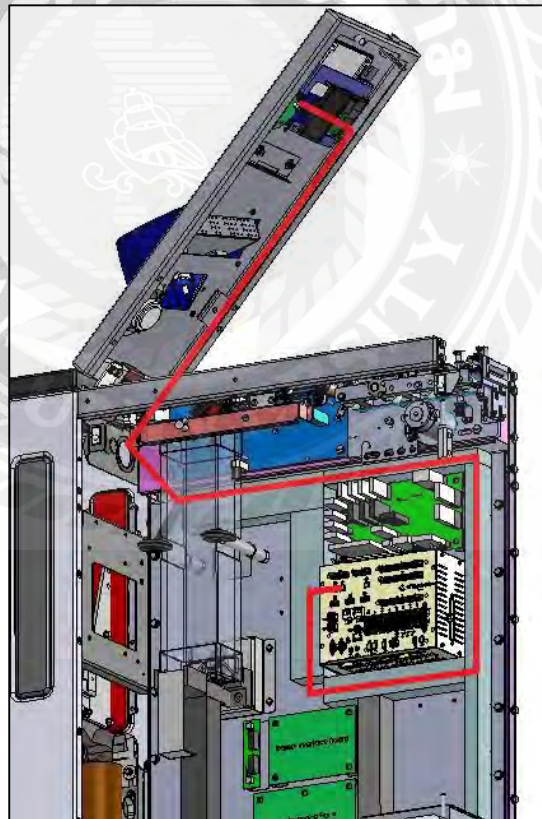


Figure 5-89 Cable Routing for BTSUG AG2 013

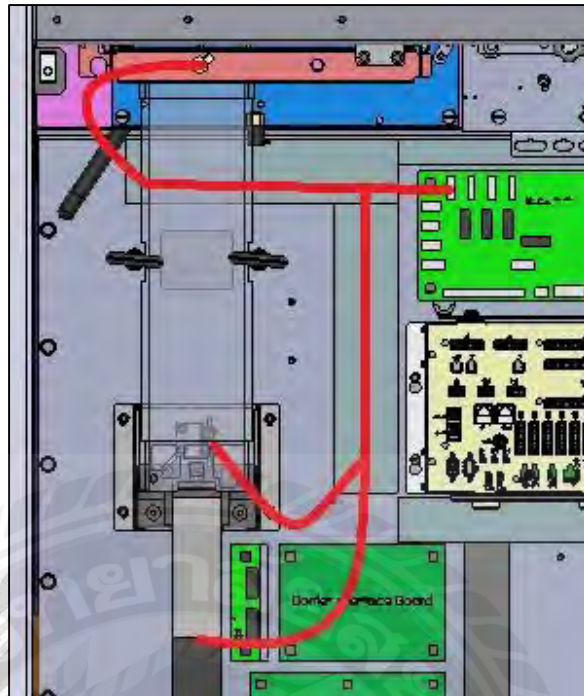


Figure 5-90 Cable Routing for BTSUG AG2 014

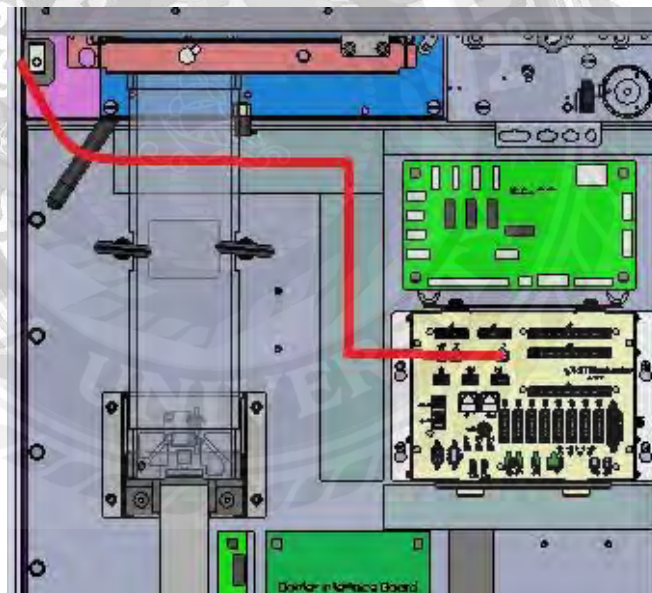


Figure 5-91 Cable Routing for BTSUG AG2 015

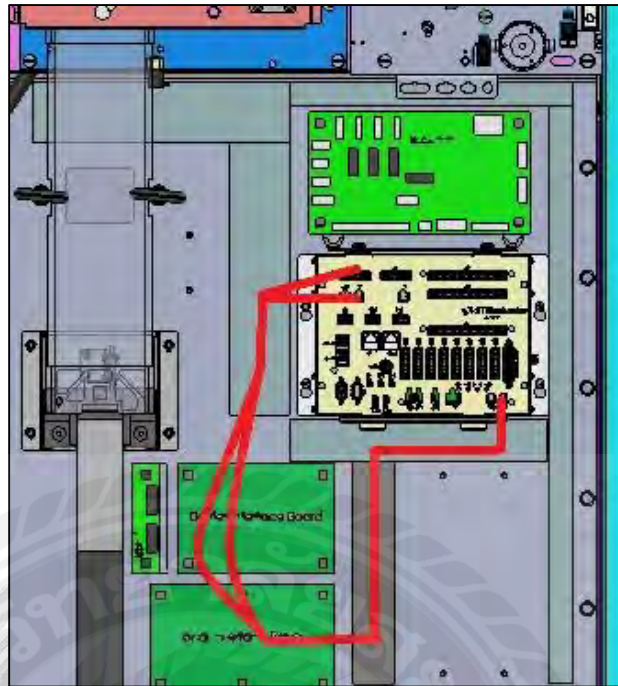


Figure 5-92 Cable Routing for BTSUG AG2 026

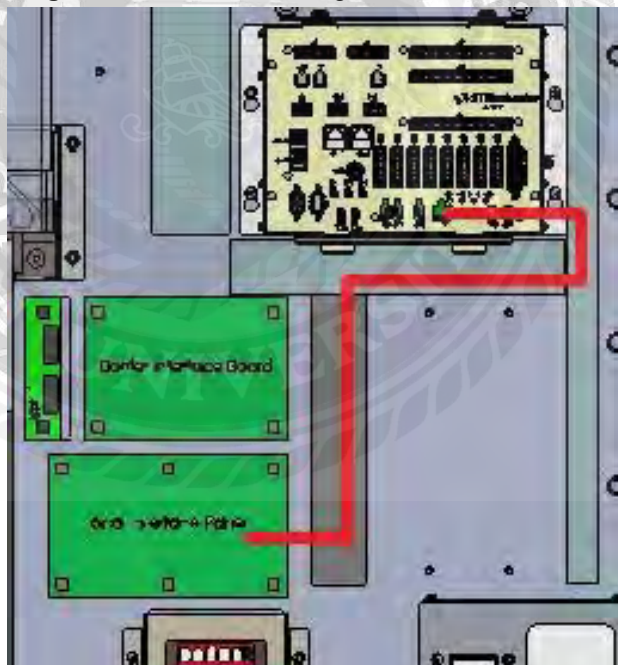


Figure 5-93 Cable Routing for STE 9812-0522 REV00

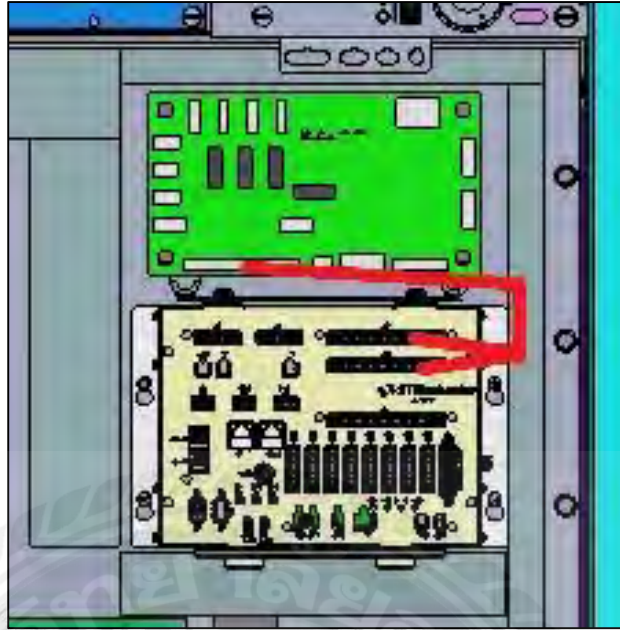


Figure 5-94 Cable Routing for STE 9812-3020 REV00

6 Details for Modification Work

New equipment that was used in the upgrade will be used across the whole upgrade project. As there are different types of gates around, some modification was to be conducted in order to accommodate to the equipment. This chapter will share in details what specific modification that will be conducted.

- Chapter 6.1 is specifically meant for S9-S12. It must be conducted before installing of new equipment
- Chapter 6.2 is specifically meant for S7-S8 and E10-E14. It must be conducted before installing back of the Passive Diverter
- Chapter 6.3 is specifically meant for S7-S8 and E10-E14 to modify the Cubic Passive Diverter so as to be compatible with the thin card transport module. It must be conducted before installing back the Cubic Passive Diverter
- Chapter 6.4 is meant for all type of gates. Since magnetic cards will be phased out, the Ticket return opening on the Panel-Top must be sealed up.

6.1 Modification Work of AG Specifically at S9-S12

In this chapter we will be specifically going over the detail for changing of the mounting plates for gates at S9-S12.

This chapter will be containing these following 4 sub-chapters, detailing:

- | 6.1.1 - Equipment to be remove
- | 6.1.2 - Removal of existing Mounting plate from the AG
- | 6.1.3 - Installing of new mounting plate to the AG
- | 6.1.4 - Installing back existing equipment

6.1.1 Equipment to be Removed

6.1.1.1 Stacker module, Stacker Bracket and Ticket Magazine Retainer



Figure 6-1 Stacker Module

- 1) Disconnect all cables connected to the Stacker Module



Figure 6-2 Location of Thumbscrews on the Stacker Module

- 2) Untighten the 3 thumbscrews as shown in the Figure 6-2



Figure 6-3 Location of the Bolt on the Stacker Clip

- 3) Untighten the bolt securing the stacker to the stacker clip as show in Figure 6-3
- 4) Remove the stacker module

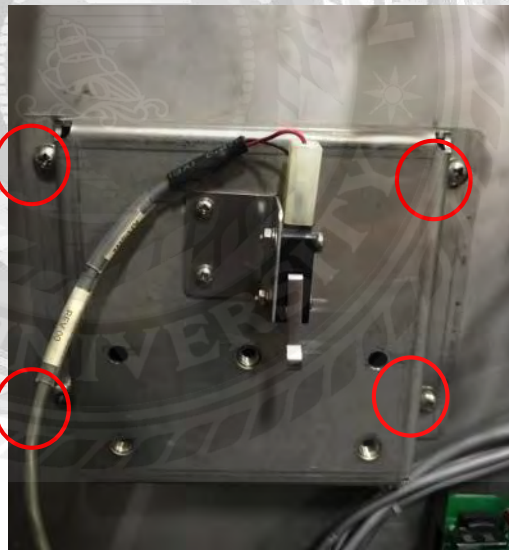


Figure 6-4 Stacker Mounting Bracket and the Locations of the Screws

- 5) Disconnect the cable connected to the magazine sensor
 - 6) Untighten the 4 screws on the Stacker mounting bracket **{Mounting Bracket – Stacker, Gate**
 - (1)}** as shown in Figure 6-4
 - 7) Remove the bracket
 - 8) Untighten the bolts and washer on the magazine retainer
 - 9) Remove the magazine retainer
- 6.1.1.2 AC junction box

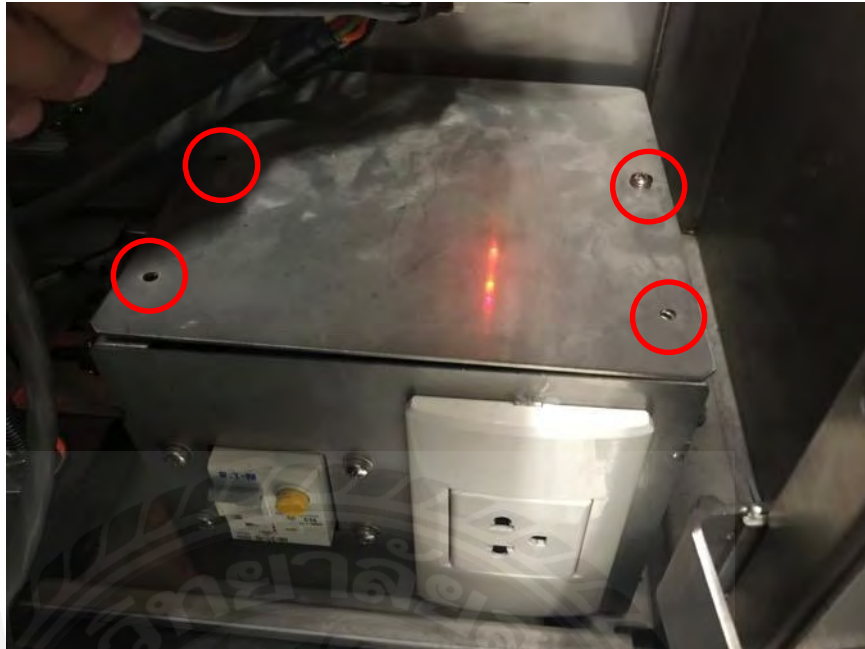


Figure 6-5 Location of Screws on the AC Inunction Box top Lid

- 1) Disconnect all cables connected to the AC junction box
- 2) Untighten the 4 screws located at the top lid of the AC junction box as shown in Figure 6-5
- 3) Remove the top lid of the AC junction box

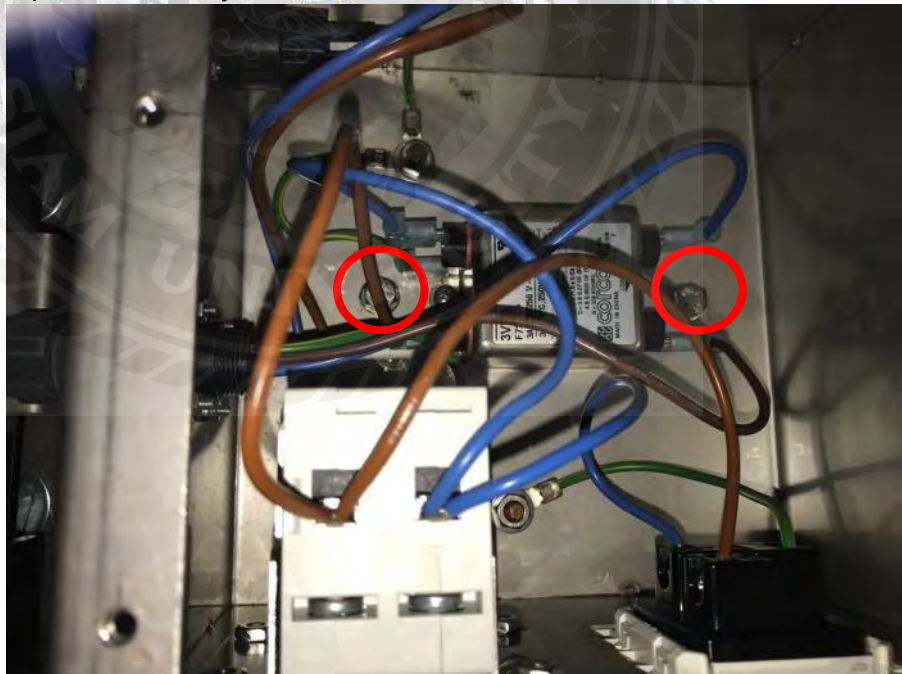


Figure 6-6 Location of Screws Inside the AC Junction Box to be Untighten

- 4) Untighten the 2 screws inside the AC junction box as shown in Figure 6-6 5) Remove AC junction box

6.1.1.3 GED

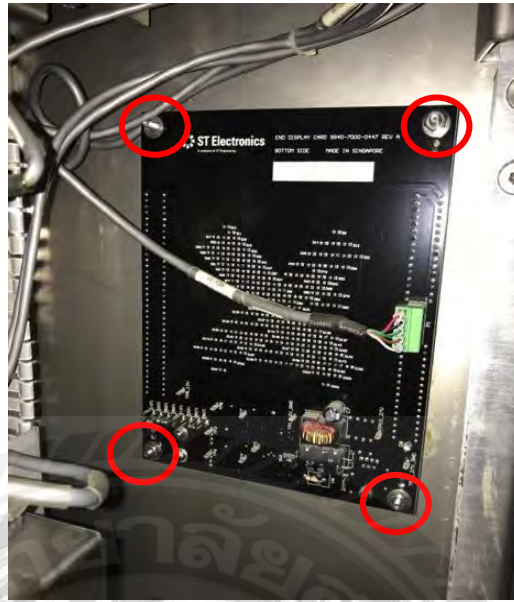


Figure 6-7 Location of Nuts on the GED

- 1) Disconnect all cables connected to the GED
- 2) Untighten all 4 nuts on the GED as shown in Figure 6-7
- 3) Remove GED

6.1.1.4 Barrier Interface Board (BIB)

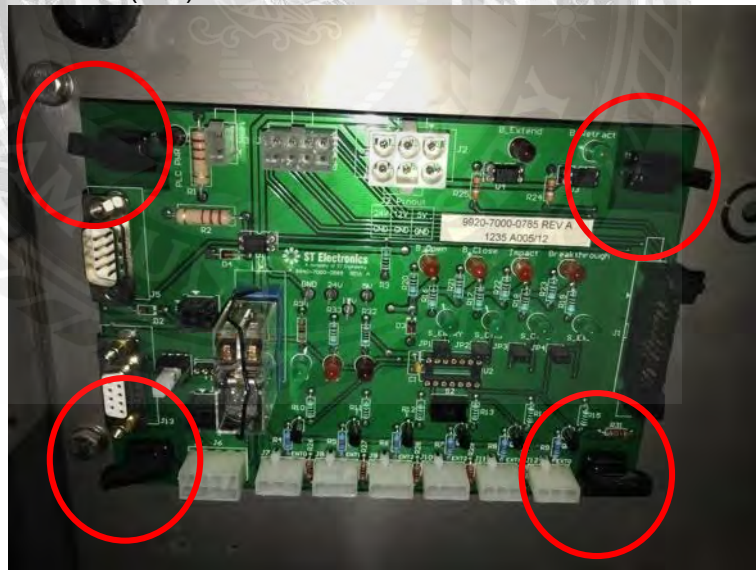


Figure 6-8 Barrier Interface Board and the Locations of the Nylatch

- 1) Disconnect all cables connected to the Barrier Interface Board
- 2) Unlatched the 4 quarter-turn Nylatch as shown in Figure 6-8
- 3) Remove the Barrier Interface Board

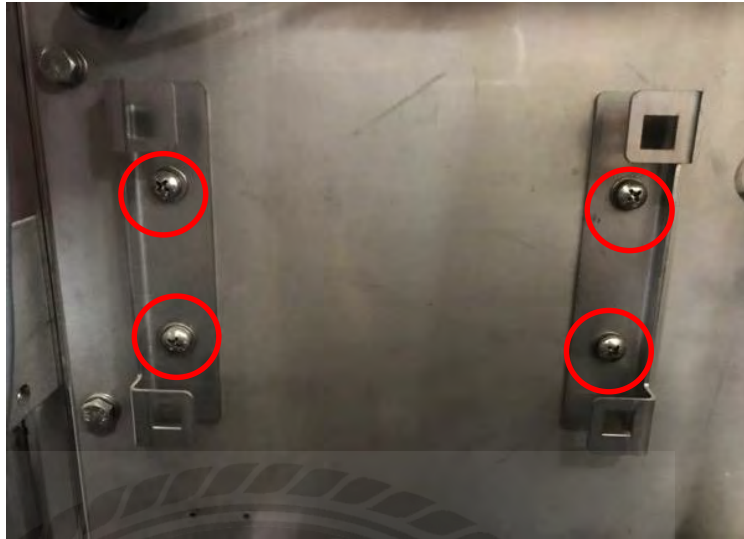


Figure 6-9 BIB mounting Brackets and the Location of the Screws

- 4) Untighten all screws on the mounting bracket as show in Figure 6-9
- 5) Remove the mounting bracket

ประวัติคณะผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล : นายสิทธิศักดิ์ เตียวสุวรรณ

รหัสนักศึกษา : 5903200007

ที่อยู่ : 61/9 ถ.สุขสวัสดิ์ ซ.สุขสวัสดิ์2 แขวง จอมทอง เขต

จอมทอง กรุงเทพฯ 10150

การศึกษา : 2556-2558 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(สาขา

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม) วิทยาลัยเทคนิคเทคโนโลยีสยาม(สยามเทค)

: 2559-ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม



ชื่อ-นามสกุล : นายชาญชัย คงรอด

รหัสนักศึกษา : 5903200008

ที่อยู่ : 122 ซอยพระราม2(28) ถนนพระราม2 แขวงบางมด เขต

จอมทอง กรุงเทพฯ 10150

การศึกษา : 2556-2558 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(สาขา

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม) วิทยาลัยเทคนิคเทคโนโลยีสยาม(สยามเทค)

: 2559-ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า(วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม



ชื่อ-นามสกุล : นายชัยมงคล สุขุม

รหัสนักศึกษา : 5903200011

ที่อยู่ : 50/5 ต.ศิลาแลง อ.ปัว จ.น่าน 55120

การศึกษา : 2554-2556 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(สาขาไฟฟ้ากำลัง)
วิทยาลัยการอาชีพปัว

: 2557-2558 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(สาขาไฟฟ้า
กำลัง) วิทยาลัยเทคนิคน่าน

: 2559-ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า(วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม

