รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟด้วย SIMATIC WinCC

SIMATIC WinCC-Based Monitoring System of RDF Transportation

นายปริญ บุญเรืองถาวร

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148484

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟด้วย SIMATIC WinCC
SIMATIC WinCC-Based Monitoring System of RDF Transportation

นายปริญ บุญเรืองถาวร

ว.ม.
ว/4575
2559
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 148484
วัน.เดือน.ปี 30 มิ.ย. 2560

b0026887
.b 12870734
.i.....

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟด้วย SIMATIC WinCC
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นาย ปริญ บุญเรืองถาวร
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **สาขาวิชา** วิศวกรรมอัตโนมัติ
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายชานนท์ อารีย์
สถานประกอบการ บริษัท สมาร์ทเดฟ โซลูชั่น จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟแบบอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC ในโรงไฟฟ้าแห่งหนึ่ง ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่ได้ศึกษาเป็นระบบที่ถูกควบคุมด้วยพีแอลซียี่ห้อ SIEMENS เพื่อลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟด้วยสายพานจากโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟไปยังโรงหม้อต้มไอน้ำ โดยมีการแสดงค่าตัวแปรต่าง ๆ (อัตราการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ จำนวนเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่กำลังลำเลียง และปริมาณของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟทั้งหมดที่ถูกลำเลียงไปยังหม้อต้มไอน้ำ) ที่เวิร์คสเตชันส่วนแสดงผลติดต่อผู้ใช้งานในห้องควบคุม นอกจากนี้ ยังมีการแสดงค่าแบบเวลาจริงของปริมาณน้ำหนักของสายพานลำเลียง ความเร็วของสายพานลำเลียง สถานะการทำงานของมอเตอร์ ความเร็วของอุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์ และสถานะการทำงานของศูนย์ควบคุมมอเตอร์ ในโครงงานนี้ได้แสดงผลการทดลองที่ยืนยันได้ถึงประสิทธิภาพของระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

คำสำคัญ : PLC, สายพานลำเลียง, การติดตาม, SIMATIC WinCC, ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: SIMATIC WinCC - Based Monitoring System of RDF Transportation
Student intern name: Mr. Parin Boonruangtavorn
Faculty: Engineering **Department:** Automation Engineering
Advisor name: Assoc.Prof.Dr.Sawai Pongswadtd
Asst.Prof.Dr.Teerawat Thepmanee
Mentor name: Mr.Chanon Aree
Company: Smart Dev Solution Co., Ltd.

ABSTRACT

This cooperative project presents a monitoring system of the automatic refuse derived fuel (RDF) transportation by using the SIMATIC WinCC program at a power plant. For the studied transportation controlled by using a programmable logic controller (PLC) branded Siemens, the RDF is conveyed on the belt conveyor between the warehouse and the boiler house. Various process variables (i.e. RDF feed rate, the amount of RDF being conveyed, and the RDF accumulation for feeding to the boilers) are monitored at the human machine interface (HMI) workstation in the control room. In addition, the belt load, belt speed, operating status of the motors, speed of the drive, and operating status of the motor control centers (MCCs) are also monitored in real time from the HMI workstation. Experimental results verifying an effectiveness of the implemented monitoring system are included.

Keywords: PLC, Conveyor Belt, Monitoring, SIMATIC WinCC, RDF transportation system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากบุคคลากรหลายฝ่าย ได้แก่ บริษัท สมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด ซึ่งเปิดโอกาสให้นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ในการเข้าร่วมทำโครงงานกับสถานประกอบการ ได้ฝึกฝนและเรียนรู้ชีวิตการทำงานจริง อีกทั้งตลอดการทำโครงงานนี้บุคลากรในบริษัทได้ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีในการทำโครงงานโดยมี คุณชานนท์ อารีย์ซึ่งเป็นผู้ควบคุมดูแลโครงงาน รวมถึงบุคลากรท่านอื่น ๆ ภายในบริษัท จึงขอขอบพระคุณบุคลากรทุกท่านมา ณ ที่นี้ นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้ตลอดการเรียนในหลักสูตร 4 ปีนี้ อีกทั้งได้รับคำปรึกษา การถ่ายทอดประสบการณ์ที่มีค่า ตลอดจนคำแนะนำในเรื่องเรียน เรื่องการทำงานและการเข้าสังคม ตลอดการศึกษาในระดับปริญญาตรีที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ในการศึกษามาโดยตลอด

ปริญ บุญเรืองถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IIV

สารบัญตาราง V

สารบัญรูปภาพ VI

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง **3**

2.1 กล่าวนำ 3

2.2 เชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ 3

2.3 สายพานลำเลียง (Conveyor Belt) 14

2.4 การควบคุมสายพานลำเลียง 14

บทที่ 3 วิธีดำเนินการดำเนินงาน **31**

3.1 กล่าวนำ 31

3.2 ระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่ศึกษา 31

3.3 การติดตามระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่สร้างขึ้น 42

3.4 ขั้นตอนการทำ Wiring Connection 60

3.5 ขั้นตอนการสร้างส่วนแสดงผลของระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ 62

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน **76**

4.1 แบบ Wiring Connection 76

4.2 ส่วนแสดงผลระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟด้วย SIMATIC WinCC 83

บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ **92**

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 92

5.2 ข้อเสนอแนะ 92

เอกสารอ้างอิง **93**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	2
3.1 Instrument List	53
3.2 แสดงตัวอย่าง I/O List	55
4.1 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 2 กับเครื่องมือวัด	77
4.2 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 2 กับสัญญาณทางไฟฟ้า	78
4.3 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 3 กับสัญญาณทางไฟฟ้า	81
4.4 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 3 กับเครื่องมือวัด	81
4.5 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Crane กับเครื่องมือวัด	82
4.6 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Crane กับสัญญาณทางไฟฟ้า	83
4.7 I/O test report ของ MS, BF และ Air compressor	84
4.8 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-8	85
4.9 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-9	86
4.10 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-11	87
4.11 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-10	88
4.12 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-8.2	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันรวมทั้งประเทศระหว่างปี พ.ศ.2548 – 2553 3
2.2 การผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ 4
2.3 ลำดับขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ 5
2.4 ลักษณะของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟแต่ละชนิด 5
2.5 ขั้นตอน Pre-treatment และเครื่องบด ยี่ห้อ BMH รุ่น TYRANNOSAURUS ในด้านขวา 6
2.6 ลักษณะของ Trommel Screen ใน Seperation Unit 1 7
2.7 องค์ประกอบของเครื่องคัดแยกโดยอากาศ 7
2.8 ลักษณะทิศทางการทำงานภายในเครื่องคัดแยกโดยอากาศ 8
2.9 ลักษณะของเครื่อง Hammer mills 9
2.10 ลักษณะของเครื่อง Shear Shredder 9
2.11 ลักษณะของเครื่อง NIR-Sorting ยี่ห้อ TITECH 10
2.12 ลักษณะของเครื่อง NIR-Scanner ยี่ห้อ PELLENC 10
2.13 ลักษณะของเครื่อง Hammer mills และเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟหลังผ่านการลดขนาด 11
2.14 ลักษณะของ Silo ที่ใช้เก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ 11
2.15 อัตราการทดแทนเชื้อเพลิงฟอซซิลด้วยเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ 12
2.16 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ในเชื้อเพลิงแต่ละประเภท 13
2.17 Belt misalignment switches ยี่ห้อ Kiepe รุ่น VG 15
2.18 การติดตั้ง Belt misalignment switches ที่สายพานลำเลียง 15
2.19 Belt damaged supervisory devices ยี่ห้อ Kiepe รุ่น BLS 16
2.20 Roller lever limit switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HER 16
2.21 การติดตั้ง Roller lever limit switches ที่สายพานลำเลียง 17
2.22 การสาธิตการใช้งาน Pull rope switches ที่สายพานลำเลียง 17
2.23 การติดตั้ง Pull rope switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HEN ที่สายพานลำเลียง 18
2.24 Pull rope switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HEN 18
2.25 การติดตั้ง Metal detector ที่สายพานลำเลียง 19
2.26 การติดตั้ง Magnetic separator ที่สายพานลำเลียง 19
2.27 รูปแบบการติดตั้ง Belt weigher ที่สายพานลำเลียง 20
2.28 การติดตั้งส่วนแสดงผลของ Belt weigher ที่สายพานลำเลียง 20
2.29 Tower lights ยี่ห้อ Schneider-Electric รุ่น XVP 21
2.30 Klaxon ยี่ห้อ Syrex รุ่น 6P 22
2.31 Election speed monitor ยี่ห้อ PEPPERL+FUCHS รุ่น KFU8-UFC-1.D 22
2.32 Pulse transducer ยี่ห้อ PEPPERL+FUCHS รุ่น NCB10-30GM40-N0 23
2.33 ขั้ตารางเทียบระดับการป้องกัน (IP) 23
2.34 Overhead Crane 24
2.35 ลักษณะของ Shuttle traveller และสายพานลำเลียง B-7 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.36	ลักษณะของ Antenna บน Overhead crane	25
2.37	ลักษณะของ Compost turner ขนาดใหญ่	26
2.38	ลักษณะของ Compost turner ขนาดเล็ก	26
2.39	ลักษณะของ Tractor	27
2.40	ลักษณะ PLC ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7-312 PN/DP	29
3.1	ลักษณะของสายพาน B-10	31
3.2	ตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้า	32
3.3	รายละเอียดของสายพาน	33
3.4	ลักษณะสายพาน B-6	34
3.5	ลักษณะสายพาน B-10	34
3.6	กองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟภายในโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ	35
3.7	ลักษณะของสายพานลำเลียง B-6	35
3.8	ลักษณะของShuttle traveller และสายพานลำเลียง B-7	36
3.9	ลักษณะของสายพานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสายพาน B-7	36
3.10	ลักษณะของกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ที่รอการขนย้าย	37
3.11	อุปกรณ์รับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟโดยด้านในมีสายพานลำเลียง B-8.1	37
3.12	ลักษณะสายพานลำเลียง B-8	38
3.13	ลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยลำเลียงลงสายพานลำเลียง B-8	38
3.14	ลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยลำเลียงลงสายพานลำเลียง B-8	39
3.15	ลักษณะของสถานีเปลี่ยนถ่ายสายพานลำเลียง B-8 ไปยัง B-9	39
3.16	ลักษณะสายพานลำเลียง B-9	40
3.17	ลักษณะของเส้นทางของสายพานลำเลียง B-10	40
3.18	ลักษณะสายพานลำเลียง B-10 ในช่วงเข้าโรงไฟฟ้า	41
3.19	ลักษณะเส้นทางลำเลียงลงสายพาน B-11	41
3.20	Control system configuration	42
3.21	คำอธิบายของสายสัญญาณชนิดต่าง ๆ	43
3.22	Central control room	44
3.23	ลักษณะของ RDF Plant Central Control Room	44
3.24	ห้องควบคุม Substation 1	45
3.25	ลักษณะภายในห้องควบคุม Substation 1	45
3.26	ห้องควบคุม Substation 2	46
3.27	ลักษณะภายในห้องควบคุม Substation 2	46
3.28	ห้องควบคุม Substation 3	47
3.29	ลักษณะภายในห้องควบคุม Substation 3	47
3.30	ลักษณะของตู้ VSD	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.31	Computer Operation Unit ที่ใช้ควบคุมระบบ	49
3.32	PLC Rack ภายในตู้ควบคุม Substation 1	49
3.33	ตัวอย่าง I/O Rack ภายในตู้ควบคุม	50
3.34	ลักษณะของ SCALANCE 204-2	51
3.35	ลักษณะของ OLM/G12-1300	52
3.36	ลักษณะของ MCC Panel ภายในห้องควบคุม Substation 2	52
3.37	Material flow sheet	57
3.38	การแสดงไอคอนของโปรแกรม SIMATIC STEP 7	59
3.39	การแสดงไอคอนของโปรแกรม SIMATIC WinCC	59
3.40	ตัวอย่างแบบ Wiring Connection ระหว่างตู้ควบคุมกับเครื่องมือวัด	60
3.41	ตัวอย่างแบบ Wiring Connection ระหว่างตู้ควบคุมกับสัญญาณทางไฟฟ้า	61
3.42	ไอคอนโปรแกรม SIMATIC WinCC Explorer	62
3.43	การแสดงแถบ File	62
3.44	การเลือกชนิดของ Project ต้องการสร้าง	63
3.45	การเลือกตำแหน่งที่ต้องการเก็บบันทึก และตั้งชื่อ Project	63
3.46	รายละเอียดภายใน Project	64
3.47	ชื่อของ Computer ที่สามารถใช้งาน Project	64
3.48	การเปลี่ยนชื่อ Computer ที่สามารถใช้งาน Project	65
3.49	การเลือก Graphic Designer	65
3.50	การเลือก New photo	66
3.51	หน้า Login	66
3.52	หน้า Overview	67
3.53	หน้า Crane	67
3.54	หน้า MCC Device	68
3.55	หน้า Status MCC	68
3.56	รายชื่อส่วนแสดงผลของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ	69
3.57	การเลือก Flashing ของเครื่องมือวัดในสายพานลำเลียง B-10	69
3.58	รายละเอียดหน้า Value Range	70
3.59	รายละเอียดของแต่ Bit	70
3.60	ลักษณะของ Pop-up ของมอเตอร์	71
3.61	ลักษณะของ Pop-up Sequence ของแพคเกจ 1 และแพคเกจ 2	72
3.62	การเลือก Alarm	72
3.63	หน้าการใส่รายละเอียดของ Alarm	73
3.64	การเลือก Tag ของ Alarm	73
3.65	การใส่รายละเอียดของ Alarm	74

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.66 การเลือก WinCC Alarm Control	74
3.67 การเลือกรายละเอียดของ Alarm logging	75
3.68 หน้า Alarm logging	75
4.1 สัญลักษณ์ของมอเตอร์ในส่วนแสดงผล	90
4.2 สัญลักษณ์ของสายพานลำเลียงในส่วนแสดงผล	90
4.3 หน้า Overview	91
4.4 หน้า Alarm logging	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรงไฟฟ้าที่ศึกษาแห่งหนึ่งเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ (Refuse Derived Fuel: RDF) มีความต้องการใช้เครื่องจักรที่สามารถขนถ่ายเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟได้ครั้งละจำนวนมาก จึงมีการสร้างระบบลำเลียงโดยใช้สายพานลำเลียง (Conveyor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุทางกลประเภทหนึ่ง เพื่อลดเวลาและประหยัดพลังงานในการขนถ่ายเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ การใช้งานสายพานลำเลียงจำเป็นต้องมีการติดตามระบบอินเตอร์ล็อค (Interlocking System) ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้งานและควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของมอเตอร์ ซึ่งโรงไฟฟ้าที่ศึกษาต้องการให้มีการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงแบบอัตโนมัติ โดยมีการควบคุมและติดตามความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้ รวมถึงสถานะของเครื่องมือวัดที่ใช้ในระบบอินเตอร์ล็อค จึงมีการพัฒนาระบบสกาดา (Supervisory Control And Data Acquisition: SCADA) เพื่อใช้ในการควบคุมและติดตามระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

สำหรับระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่สร้างขึ้นสำหรับโรงไฟฟ้าที่ศึกษาเป็นระบบควบคุมบนพื้นฐานของ SCADA ที่มีตัวควบคุมพีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) โดยส่วนแสดงผลติดต่อผู้ใช้งาน (Human Machine Interface: HMI) ของระบบ SCADA ในห้องควบคุมเป็นส่วนที่ใช้ในการติดตามและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะควบคุมสายพานลำเลียงต่าง ๆ รวมถึงตรวจสอบความผิดปกติบริเวณหน้างานได้จากห้องควบคุม นอกจากนี้ ยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปตรวจสอบบริเวณหน้างานจากการเดินทางของผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนเป็นการลดระยะเวลาในการตรวจสอบข้อผิดพลาด เนื่องจาก SCADA มีการแจ้งข้อผิดพลาดของอุปกรณ์อย่างชัดเจน โดยระบบนี้จะมีโครงการในการขยายและพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วัตถุประสงค์ของโครงงานเป็นการสร้างระบบควบคุมและติดตามการขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถติดตามสถานะการทำงานของระบบอินเตอร์ล็อค และสามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์เปิด-ปิดผ่านทางระบบ SCADA จากห้องควบคุมได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ออกแบบและติดตั้งการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมมอเตอร์และเครื่องมือวัดภายในระบบอินเตอร์ล็อคของระบบขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

2. ออกแบบส่วน HMI ที่ใช้ในการแสดงผลสถานะ Input (สถานะของ Position Sensor) และควบคุม Output (การทำงานของมอเตอร์) ของ PLC ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7 317-2 PN/DP โดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาการทำงานของระบบการขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องมือวัดที่นำมาใช้งานในระบบการขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ
3. ทำการเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่อยู่ในระบบการขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ
4. จัดทำเอกสาร Wiring Connection
5. เขียนส่วนแสดงผลการทำงานของระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ
6. ทดสอบการทำงานของระบบขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ตารางเวลาการดำเนินงาน	สิงหาคม 2559				กันยายน 2559				ตุลาคม 2559				พฤศจิกายน 2559			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ติดตั้งโปรแกรม																
2.วางแผนและกำหนดขอบเขตการทำงาน																
3.ศึกษาการทำงานของระบบการขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ																
4.ศึกษาการทำงานของเครื่องมือวัดที่นำมาใช้งานในระบบ																
5.ศึกษาการเชื่อมต่อระยะไกลของระบบ SCADA โดยแสดงกราฟิก(Graphic) ผ่านโปรแกรม SIMATIC WinCC																
6.จัดทำเอกสาร Wiring Connection																
7.เขียนส่วนแสดงผลการทำงานของระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ																
8. เชื่อมต่อด้วยการจำลองค่าที่ส่งมาจากเครื่องมือวัด																
9.เชื่อมต่อระบบPLC และSCADA																
10.ทดสอบการใช้งาน																
11.จัดทำปริญญานิพนธ์																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการควบคุมระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ
2. ได้รับความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ
3. ได้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบการควบคุมการลำเลียงโดยใช้สายพานในอุตสาหกรรม
4. ได้ทักษะในการใช้งาน SIMATIC WinCC อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

อุตสาหกรรมโรงไฟฟ้าเป็นอุตสาหกรรมสำคัญในการผลิตปัจจัยสำคัญพื้นฐานของมนุษย์ นั้นก็คือ “ไฟฟ้า” ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักในการส่งเสริมและขับเคลื่อนคุณภาพชีวิตมนุษย์ อีกทั้งยังรวมไปถึงการช่วยขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจอีกด้วย เนื่องจากไฟฟ้าได้ถูกใช้ในการสร้างและพัฒนาด้านสาธารณูปโภคและอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ของประเทศ

2.2 เชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังรูปที่ 2.1 ดังนั้นการนำขยะมูลฝอยมาใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าถือว่าเป็นการปัญหาที่สามารถแก้ไขปัญหาการเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอยได้แต่การใช้ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้โดยตรงมักก่อให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งาน เนื่องจากความไม่แน่นอนในองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นขยะมูลฝอยซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามชุมชนและตามฤดูกาล อีกทั้งขยะมูลฝอยเหล่านี้มีค่าความร้อนต่ำ มีปริมาณเถ้าและความชื้นสูง สิ่งเหล่านี้ก่อความยุ่งยากให้กับผู้ออกแบบโรงเผาและผู้ปฏิบัติ อีกทั้งยังควบคุมการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ยาก วิธีการแปรรูปขยะมูลฝอยโดยผ่านกระบวนการจัดการต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอยเพื่อทำให้กลายเป็นขยะเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวมาข้างต้นได้ ซึ่งขยะเชื้อเพลิงที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานได้

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

รูปที่ 2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันรวมทั้งประเทศระหว่างปี พ.ศ.2548 - 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คำจำกัดความ

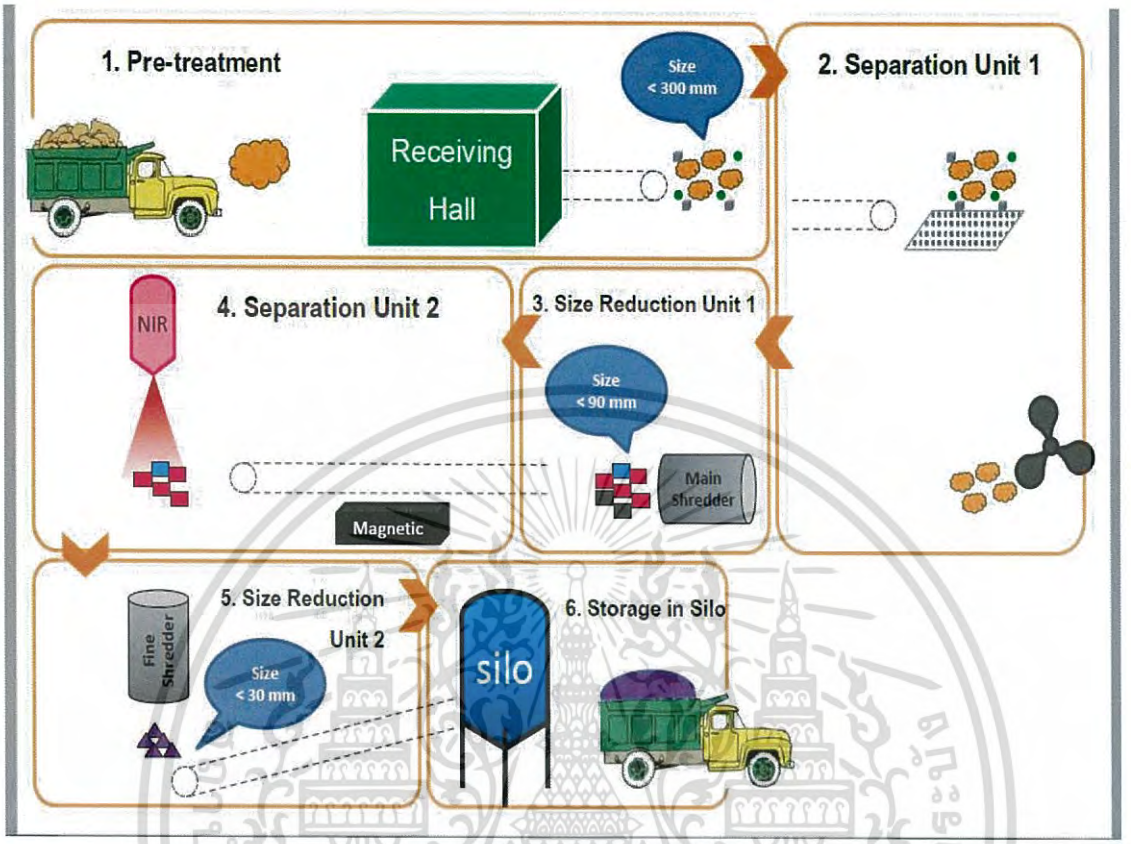
เชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ คือการปรับปรุงและแปลงสภาพของขยะมูลฝอยให้เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่มีคุณสมบัติในค่าความร้อน ความชื้น ขนาด และความหนาแน่น เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนมีองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพสม่ำเสมอ

2.2.2 ขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

การผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟมีลักษณะโดยรวมดังรูปที่ 2.2 ซึ่งจะมีลำดับขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟดังรูปที่ 2.3 โดยจะเริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (โลหะ แก้ว เศษหิน) ขยะอันตราย และขยะรีไซเคิลออกจากขยะรวม ในบางกรณีจะมีการใช้เครื่องคัดแยกแม่เหล็กเพื่อคัดแยกมูลฝอยที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบและใช้เครื่อง Eddy Current Separator เพื่อคัดแยกอลูมิเนียมออกจากมูลฝอย จากนั้นจึงป้อนขยะมูลฝอยไปเข้าเครื่องสับ-ย่อยเพื่อลดขนาด และป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของมูลฝอยโดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือลมร้อน เพื่ออบขยะให้แห้งซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบ 50% (ความชื้นเหลือไม่เกิน 15%) และสุดท้ายจะส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) เพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งไปจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งในบางกรณีจะมีการเติมหินปูน (CaO) เข้าไปกับมูลฝอยระหว่างการอัดเป็นเม็ดเพื่อควบคุมและลดปริมาณก๊าซพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ โดยลักษณะเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะมีหลายชนิดอยู่ที่ความต้องการในการใช้งานดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.2 การผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ลำดับขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

RDF: MSW	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ได้ออกมาด้วยมือรวมทั้งขยะที่มีขนาดใหญ่
RDF2 : Coarse RDF	บดหรือตัดขยะมูลฝอยอย่างหยาบ ๆ
RDF3: Fluff RDF	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ออก เช่น โลหะ แก้ว และอื่น ๆ มีการบดหรือตัดจนได้ 45% ของขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว
RDF4: Dust RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการทำให้อยู่ในรูปของผงฝุ่น
RDF5: Densified RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยให้มีความหนาแน่นมากกว่า 600kg/m^3
RDF6: RDF Slurry	ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการให้อยู่ในรูปของ Slurry
RDF7: RDF Syn-gas	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไม้ได้ มาผ่านกระบวนการ Gasification เพื่อผลิต Syn-gas ที่สามารถใช้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงได้

รูปที่ 2.4 ลักษณะของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 Pre-treatment

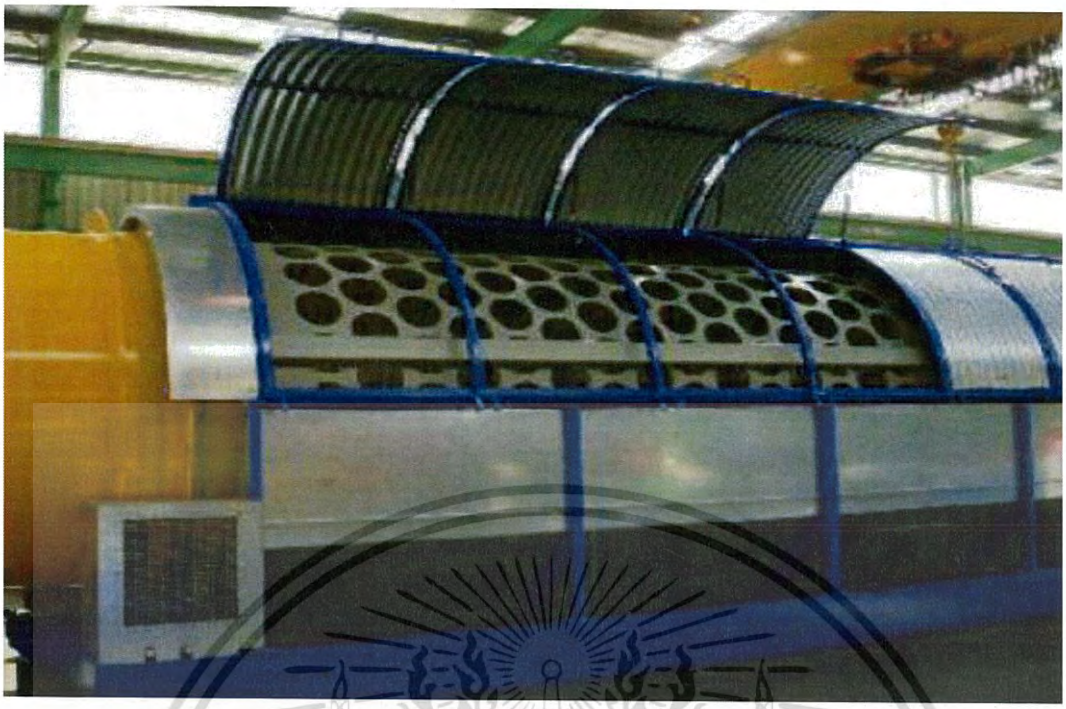
Pre-treatment จะเป็นจุดรับขยะอินทรีย์จากชุมชน โดยจะมีลักษณะเป็นโรงรับขยะ อีกทั้งยังมีการปรับสภาพทางเคมีและทางกายภาพของตัวขยะให้เหมาะสมแก่การนำไปเป็นเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ซึ่งจะปรับสภาพให้มีขนาดต่ำกว่า 300 mm โดยใช้เครื่องบดยี่ห้อ BMH รุ่น TYRANNOSAURUS ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ขั้นตอน Pre-treatment และเครื่องบด ยี่ห้อ BMH รุ่น TYRANNOSAURUS ในด้านขวา

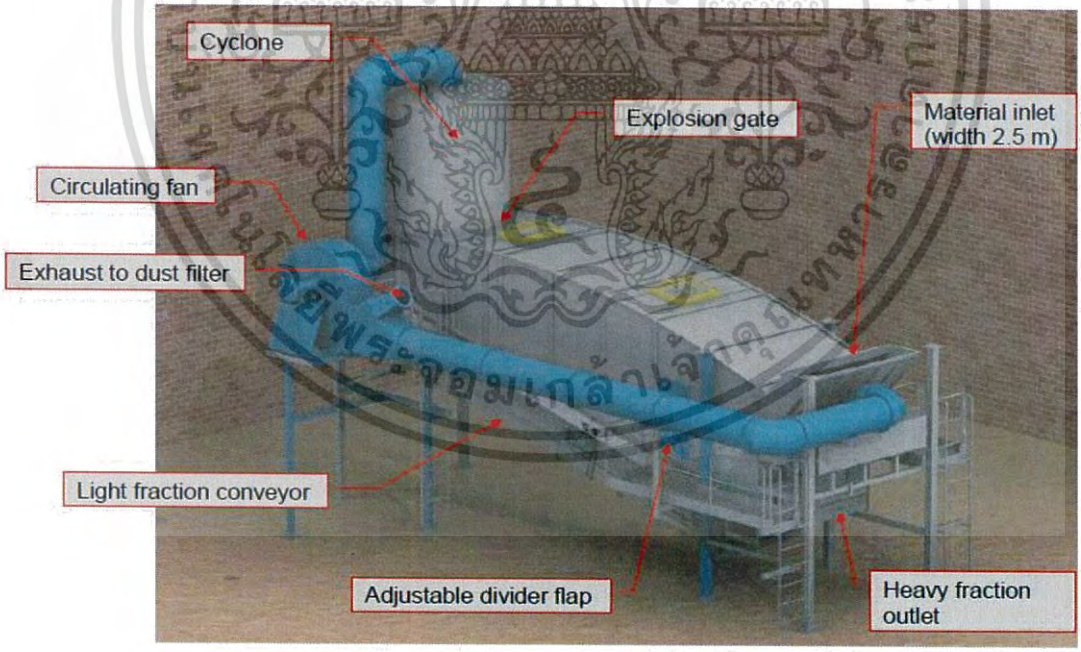
2.2.2.2 Separating Unit 1

Separating Unit 1 เป็นส่วนของการร่อนขยะเพื่อทำการคัดแยกขนาด โดยในส่วนแรกโดยจะมีการใช้ Trommel Screen ซึ่งจะมีลักษณะเป็น โรตาลี่และมีตะแกรงล้อมรอบ ตัวตะแกรงอาจจะเป็นลวดถักหรือแผ่นเจาะรูดังรูปที่ 2.6 โดยจะมีองค์ประกอบภายในดังรูปที่ 2.7 ซึ่งเครื่องนี้ใช้สำหรับผสมขยะชุมชนก่อนที่จะส่งต่อไปยังเครื่องลดขนาดหรือที่เรียกว่า Pre-trommeling เป็นเครื่องที่ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานสูง โดยจะมีการคัดแยกโดยใช้อากาศ (Air Separation) ด้วยการคัดแยกโดยใช้อากาศจะอาศัยคุณลักษณะด้านอากาศพลศาสตร์ของของเสีย โดยที่คุณลักษณะเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง และความหนาแน่น กระบวนการแยกจะอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของอากาศ ขยะที่ผ่านการย่อย และแรงโน้มถ่วง ส่วนของขยะที่ลอยอยู่ในอากาศจะเรียกว่าส่วนเบา (Light Fraction) ขณะที่ขยะที่ตกลงสู่ด้านล่างเรียกว่าส่วนหนัก (Heavy Fraction) โดยมีทิศทางดังรูปที่ 2.8 ซึ่งในการคัดแยกของขยะชุมชน วัสดุที่เป็นกระดาษและพลาสติกจะเป็นส่วนที่เบาส่วนโลหะ และแก้วจะเป็นส่วนที่หนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

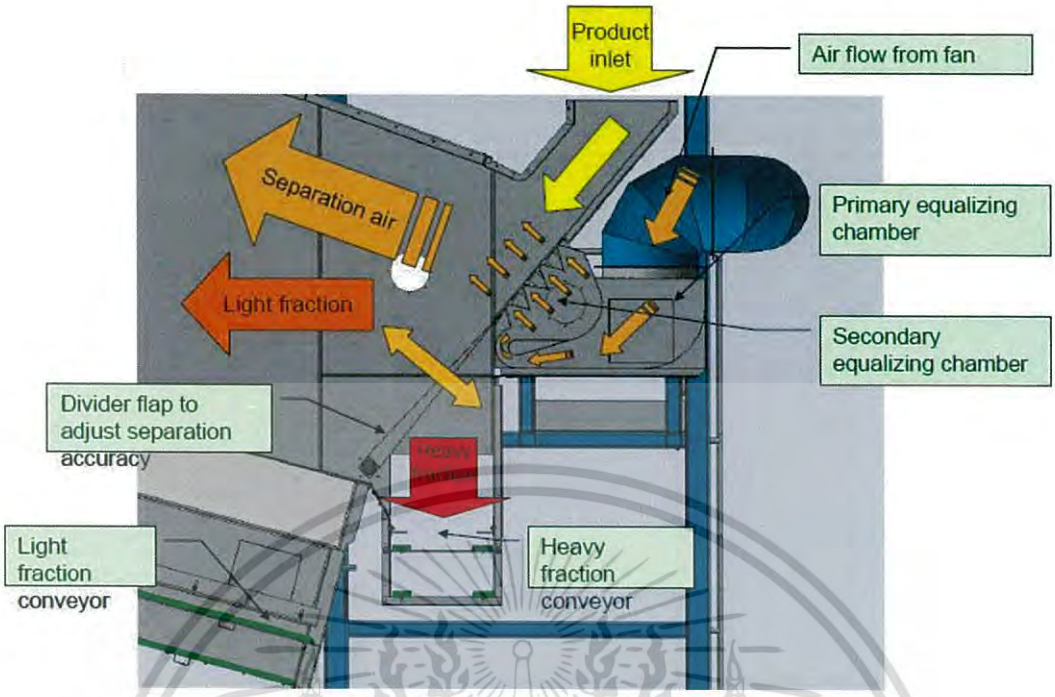


รูปที่ 2.6 ลักษณะของ Trommel Screen ใน Seperation Unit 1



รูปที่ 2.7 องค์ประกอบของเครื่องคัดแยกโดยอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ลักษณะทิศทางการทำงานภายในเครื่องคัดแยกโดยอากาศ

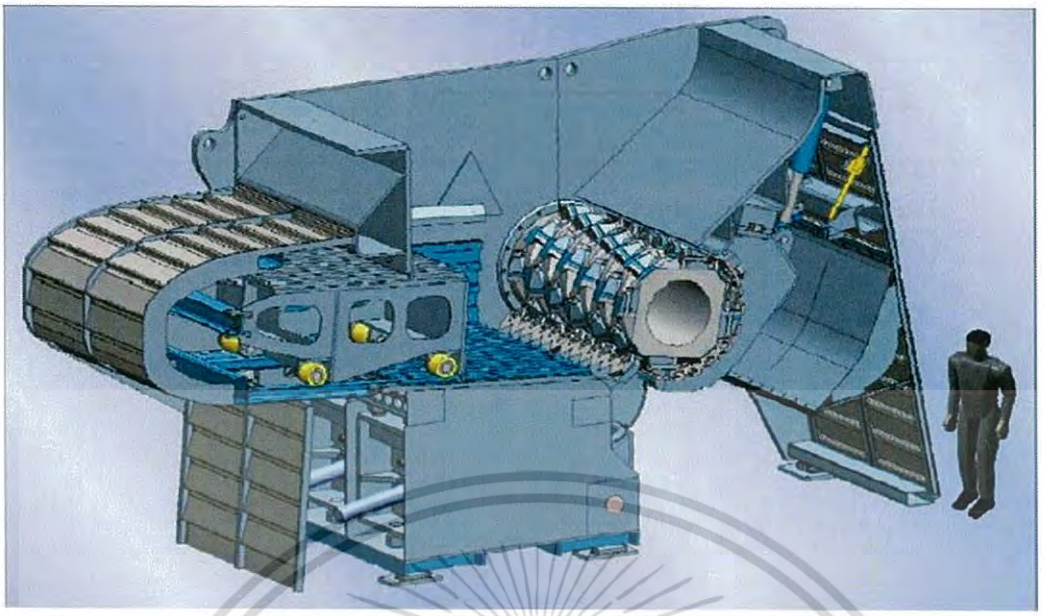
2.2.2.3 Size Reduction Unit 1

Size Reduction จะมีความหมายคล้ายคลึงกับ Shredding และGrinding แต่คำว่า Shredding โดยทั่วไปจะหมายถึงการลดขนาดของขยะผสม ในขณะที่ Grinding จะหมายถึงการลดขนาดของวัสดุประเภทแก้ว การลดขนาดเป็นกระบวนการที่สำคัญกระบวนการหนึ่งในกระบวนการทางกล เนื่องจากกระบวนการนี้จะทำให้ขยะมีขนาดสม่ำเสมอ ในบางครั้งอาจต้องมีการลดขนาดถึง 2 - 3 ครั้ง เพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการสำหรับทำเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ นั่นก็คือเล็กกว่า 90 mm โดยเครื่อง Shredder สามารถแบ่งออกเป็นหลายชนิดดังนี้

- Hammer mills มีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือแบบแนวนอน และแบบแนวตั้ง เครื่อง Hammer mills แบบแนวนอนเป็นที่นิยมสำหรับขยะผสม โดยที่ส่วนประกอบหลักจะประกอบไปด้วยตัวหมุน (Rotor), ตัวใบมีด(Hammer), ตะแกรง(Grate), กรอบหุ้ม (Frame) และล้อช่วยแรง(Fly Wheel) หลักการทำงานคือใบมีดจะตีขยะจนกระทั่งได้ขนาดเล็กกว่าตะแกรงโดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.9

- Shear Shredder เครื่องลดขนาดชนิดนี้จะมีแรงบิดสูงและรอบต่ำประกอบไปด้วยเพลาที่ติดใบมีดวางในแนวนอน 2 เพลาซึ่งหมุนในทิศทางตรงกันข้าม เนื่องจากเครื่องมีแรงบิดที่สูงและมีการกระทำเป็นแรงเฉือน เครื่องจักรชนิดนี้จึงนิยมใช้ในการลดขนาดของวัสดุที่เฉือนยาก เช่น ยางรถยนต์, อลูมิเนียม และพลาสติก การใช้พลังงานเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ลดขนาด จากการศึกษาของ Diaz and Savage (2006) แสดงให้เห็นว่าพลังงานที่ใช้ในการลดขนาดขึ้นอยู่กับขนาดที่ต้องการ ยิ่งต้องการขนาดขยะเล็กเท่าไรก็ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเท่านั้น โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



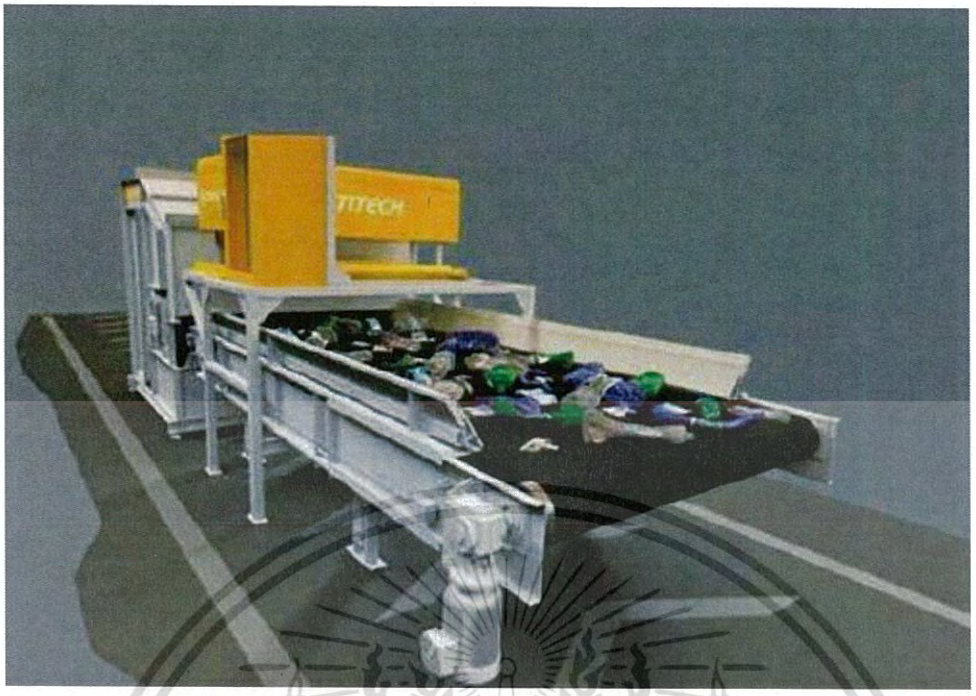
รูปที่ 2.9 ลักษณะของเครื่อง Hammer mills

รูปที่ 2.10 ลักษณะของเครื่อง Shear Shredder

2.2.2.4 Separation Unit 2

Separation Unit 2 เป็นส่วนที่สองในการแยกขยะ ซึ่งจะมีแม่เหล็กคอยดูดโลหะที่ปะปนมากับขยะ เครื่องแยกโดยใช้แม่เหล็กจะแยกวัสดุที่เป็นเหล็กออกจากขยะชุมชน โดยลักษณะของเครื่องจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ Magnetic Head Pulley, drum และ Magnetic Belt ในเรื่องของความสามารถในการคัดแยกเหล็กที่สามารถคัดแยกได้ต่อน้ำหนักทั้งหมดของโลหะในขยะชุมชนจะอยู่ที่ประมาณ 80% สำหรับการคัดแยกหนึ่งครั้งถ้าต้องการจะแยกให้ได้มากขึ้นจะต้องผ่านเครื่องคัดแยกอีก เปอร์เซ็นต์การแยกสามารถเพิ่มขึ้นถึง 85-90% เมื่อใช้เครื่องคัดแยกนี้หลังเครื่องคัดแยกโดยใช้อากาศ ที่เป็นเช่นนี้เพราะเศษกระดาษและเศษพลาสติกที่เป็นตัวขัดขวางการคัดแยกถูกกำจัดออกไปแล้ว ถัดมาจะมีเครื่อง NIR-Sorting และNIR-Scanner โดยจะทำหน้าที่เป็นเครื่องตรวจวัดคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยใช้รังสี Infrared เพื่อตรวจค่าคลอไรค์ และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยจะใช้ NIR-Sorting ของยี่ห้อ TITECH ดังรูปที่ 2.11 และใช้ NIR-Scanner ยี่ห้อ PELLENC ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ลักษณะของเครื่อง NIR-Sorting ยี่ห้อ TITECH

รูปที่ 2.12 ลักษณะของเครื่อง NIR-Scanner ยี่ห้อ PELLENC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.5 Size Reduction Unit 2

Size Reduction Unit 2 เป็นส่วนของการลดขนาดเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยจะมีอุปกรณ์ที่มีชื่อว่า Hammer mills ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับใน Size Reduction Unit 1 โดย Hammer mills ในส่วนนี้จะลดขนาดขยะให้มีขนาดเล็กกว่า 30 mm ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ลักษณะของเครื่อง Hammer mills และเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟหลังผ่านการลดขนาด

2.2.2.6 Storage in Silo

Storage in Silo มีลักษณะดังรูปที่ 2.14 ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยเป็นขั้นตอนที่นำเอาเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่ผ่านขบวนการแล้วมาเก็บเพื่อรอป้อนเข้าโรงไฟฟ้า

รูปที่ 2.14 ลักษณะของ Silo ที่ใช้เก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

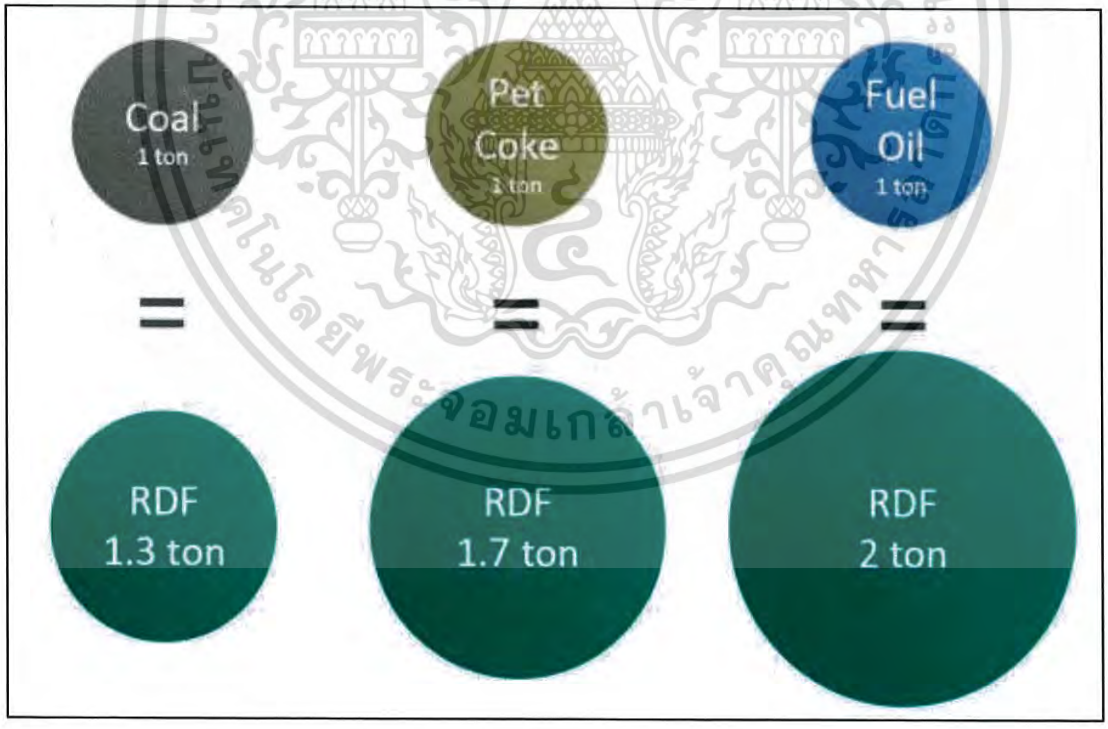
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การนำเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ไปใช้ประโยชน์ และการควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.2.3.1 การใช้ประโยชน์

นำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดยนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาอาจจะใช้ร่วมกับเชื้อเพลิงถ่านหินเพื่อลดปริมาณการใช้ถ่านหินลงซึ่งอัตราการทดแทนเป็นไปดังรูปที่ 2.15 ซึ่งวิธีการใช้ประโยชน์จากพลังงานเชื้อเพลิงขยะในรูปของพลังงานจะเกิดประสิทธิภาพสูงในโรงปูนซีเมนต์เนื่องจากสาเหตุนี้ทำให้ทางโรงไฟฟ้าได้มีการผลิต และนำเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟมาใช้โดยวิธีการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะในรูปของพลังงานมีดังต่อไปนี้

1. ใช้ในสถานที่แปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงขยะ (On-site) โดยร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนเป็นพลังงาน เช่น เตาเผาแบบตะกรับ, เตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด, Gasification, Pyrolysis
2. ใช้ในสถานที่อื่นที่ต้องมีการขนส่ง (Off-site) โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนเป็นพลังงาน เช่น เตาเผาแบบตะกรับ, เตาเผาแบบฟลูอิดไดซเบิด, Gasification และ Pyrolysis
3. เผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงอื่น เช่นถ่านหินหรือชีวมวล
4. เผาไหม้ในเตาผลิตปูนซีเมนต์
5. ใช้ร่วมกับถ่านหินหรือชีวมวลในกระบวนการ Gasification

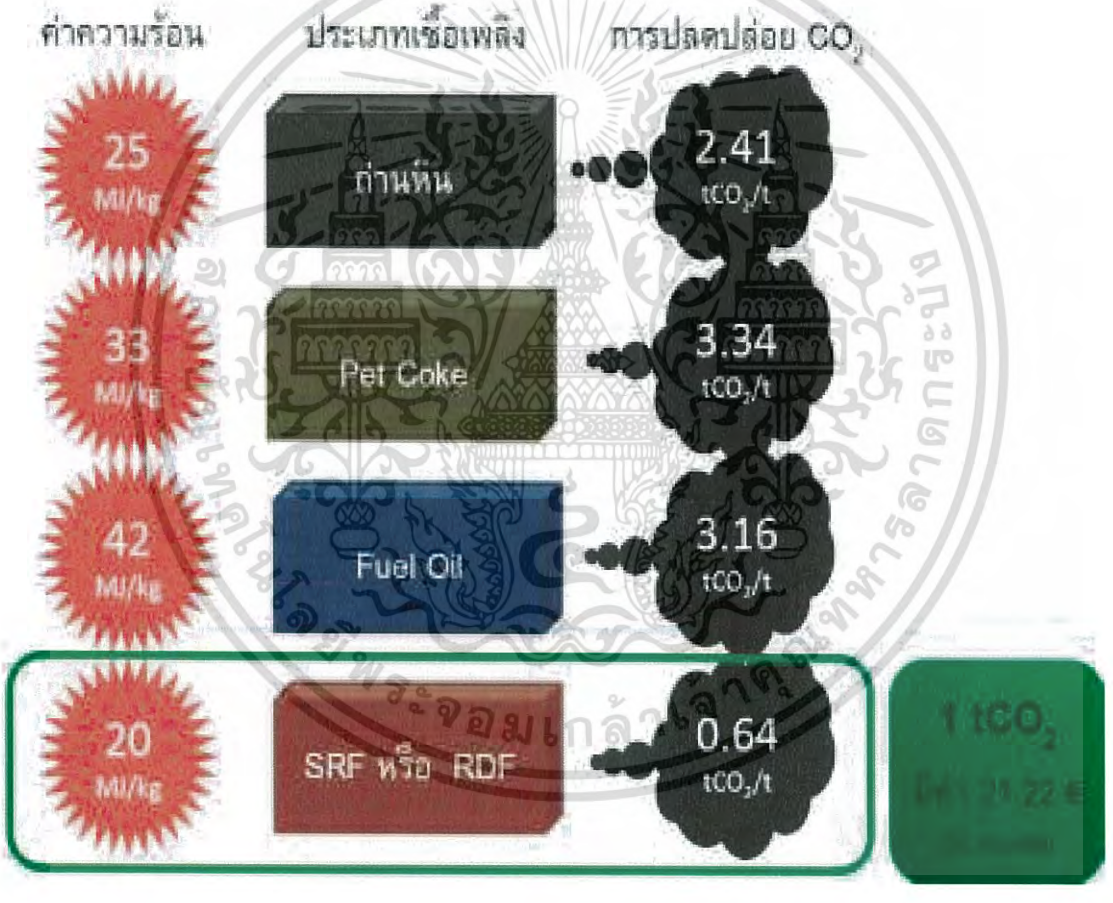


รูปที่ 2.15 อัตราการทดแทนเชื้อเพลิงฟอซซิลด้วยเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 การควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟถูกพิจารณาให้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเผาไหม้ ดังนั้น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้งานอาร์ดีเอฟจึงเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการเผาไหม้ ทั้งนี้ อาจเกิดขึ้นทั้งผลกระทบต่อมลพิษอากาศ, มลพิษน้ำเสีย และมลพิษจากขี้เถ้า โดยจะมีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ดังรูปที่ 2.16 อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้งานเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะต้องพิจารณาเป็นกรณีเฉพาะไปเพราะมีปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาหลากหลายประการ เช่น คุณภาพของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ, เทคโนโลยีที่ใช้ในการเผาไหม้และการควบคุมมลพิษ และสัดส่วนของการใช้เชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟในการเผาไหม้ (เผาไหม้โดยตรง หรือเผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงอื่น) เป็นต้น



รูปที่ 2.16 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ในเชื้อเพลิงแต่ละประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สายพานลำเลียง (Conveyor Belt) [1]

สายพานลำเลียงเป็นหนึ่งในประเภทของสายพานที่แบ่งจำแนกตามประเภทการใช้งานออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ สายพานกำลัง (Transmission Belt) และสายพานลำเลียง (Conveyor Belt) โดยในระบบลำเลียงขยะมูลฝอยนี้ เป็นระบบที่มีการลำเลียงวัสดุ ดังนั้น รูปแบบสายพานจึงเป็นแบบสายพานลำเลียง

2.3.1 คำจำกัดความ [2]

สายพานลำเลียง คือวัตถุตัวกลางที่ทำหน้าที่บรรทุกวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง มีการทำงานซ้ำเดิมเป็นลูป กล่าวคือเมื่อสายพานหมุนครบรอบแล้วก็จะทำการหมุนเดิมไปซ้ำ ๆ ไม่มีที่สิ้นสุด

2.3.2 ลักษณะทั่วไป [3]

ลักษณะทั่วไปของสายพานลำเลียงนั้นเป็นการส่งกำลังทางกลจากเพลาอันหนึ่งไปยังเพลาอีกอันหนึ่งเพื่อให้สายพานนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้

2.4 การควบคุมสายพานลำเลียง

ในการควบคุมสายพานที่ใช้ในการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะต้องมีองค์ประกอบ คือ Instrument and Control equipment, เครื่องช่วยในการขนถ่าย (Auxiliary and Miscellaneous Equipment), การควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequence control), มอเตอร์ (Motor) และVariable Speed Drives โดยการนำทุกส่วนที่กล่าวมารวมกันจะก่อให้เกิดระบบที่ใช้ในการควบคุมสายพานลำเลียง

2.4.1 Instrument and Control equipment

Instrument and Control Equipment คือเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งอยู่ตามสายพานลำเลียงในแต่ละเส้นรวมไปจนถึง Overhead Crane โดยได้มีการออกแบบมาให้อุปกรณ์และเครื่องมือวัดต่าง ๆ สามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องสัมพันธ์กันตามข้อกำหนดใน Technical Specification โดยเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งหลัก ๆ มีดังนี้

2.4.1.1 Belt misalignment switches

Belt misalignment switches หรือ Belt Alignment Switches มีลักษณะดังรูปที่ 2.17 โดยเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบความเบี่ยงของเส้นสายพาน เมื่อสายพานไม่ได้อยู่ในตำแหน่งปกติที่สวิตช์ตรวจจับจะมีสัญญาณเตือน (Alarm) เกิดขึ้นเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสายพานไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่ควรจะเป็น ซึ่ง Belt Alignment Switch นี้จะถูกติดตั้งอยู่ที่บริเวณใกล้หัว (Head) และท้าย (Tail) ของเส้นสายพานโดยจะมี 4 ตัว โดยแบ่ง 2 ตัวที่บริเวณใกล้หัว (Head) จะติดตั้งฝั่งตรงข้ามกัน ซึ่งในส่วนท้าย (Tail) ของสายพานเช่นกัน โดยในระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟนี้จะใช้ Belt Misalignment Switch ยี่ห้อ Kiepe รุ่น VG (ระดับการป้องกันที่ IP65) ซึ่งจะมีลักษณะการติดตั้งบริเวณสายพานลำเลียงดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 Belt misalignment switches ยี่ห้อ Kiepe รุ่น VG

รูปที่ 2.18 การติดตั้ง Belt misalignment switches ที่สายพานลำเลียง

2.4.1.2 Belt damaged supervisory

Belt Damaged Supervisory Device หรือ Belt Ripped Switches คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบความเสียหายหรือการขาดของสายพานโดย Belt Damaged Supervisory Devices จะถูกติดตั้งบริเวณด้านใต้ท้องของสายพานทั้ง 2 ฝั่งโดยลักษณะการทำงานของอุปกรณ์คือเมื่อสายพานได้รับความเสียหายสายพานจะร่วงหล่นลงมาทับเชือกที่ถูกลอดใต้ท้องอยู่ ทำให้ Belt Damaged

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Supervisory ส่งผลให้สลักของตัวเครื่องมือวัดนั้นหลุดออก ซึ่งจะส่งสัญญาณเตือน (Alarm) ไปยัง SCADA เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสายพานนั้นได้รับความเสียหาย และยังส่งผลให้หยุดการทำงานของสายพานเส้นที่มีการส่งสัญญาณออกมาในทันที โดยในระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะใช้ Belt damaged supervisory devices ยี่ห้อ Kiepe รุ่น BLS (ระดับการป้องกันที่ IP67) ดังแสดงในรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 Belt damaged supervisory devices ยี่ห้อ Kiepe รุ่น BLS

Roller lever limit switches คือเครื่องมือวัดที่ทำหน้าที่จำกัดระยะการเคลื่อนที่ของส่วนปรับความตึงของสายพานเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับตัวสายพานที่เกิดจากการยืดจนเกิดความสามารถของสายพาน ซึ่งจะติดตั้งเฉพาะสายพานที่มีระยะทางยาวโดยจะติดตั้งบริเวณส่วนที่มีการเคลื่อนที่เพื่อปรับความตึงของสายพาน โดยลักษณะการทำงานของอุปกรณ์คือเมื่อส่วนที่เคลื่อนที่เกินระยะการเคลื่อนที่ที่กำหนดไว้สวิตช์จะทำการตรวจจับและส่งสัญญาณไปยัง SCADA เพื่อแจ้งสถานะของความผิดพลาด โดยเมื่อสวิตช์ตรวจจับได้จะส่งผลให้หยุดการทำงานของสายพานเส้นที่เกิดปัญหาในทันที โดยในระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ จะใช้ Roller lever limit switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HER (ระดับการป้องกันที่ IP67) ดังรูปที่ 2.20 และลักษณะการติดตั้งหน้างานมีลักษณะดังรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.20 Roller lever limit switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HER

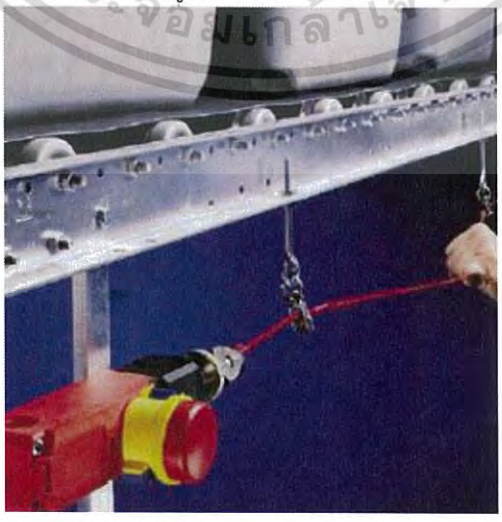
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รูปที่ 2.21 การติดตั้ง Roller lever limit switches ที่สายพานลำเลียง

2.4.1.4 Pull rope switches

Pull rope switches คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ใช้ในการหยุดฉุกเฉินเมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือเหตุไม่คาดฝันซึ่งจะมีลักษณะเป็นเชือกโดยใช้การดึงเชือกดังรูปที่ 2.22 เปรียบเสมือนการกดปุ่ม Emergency stop แบบ Mushroom switches โดยจะติดตั้งทั้ง 2 ฝั่งของสายพานแต่ละตัวจะติดตั้งห่างกัน 100 เมตรจะมีจำนวนมากตามความยาวของสายพานดังรูปที่ 2.23 โดยเมื่อ Pull rope switches มีการส่งสัญญาณจะส่งผลให้หยุดการทำงานโดยทันที และจะมีการแจ้งสถานะไปยัง SCADA ว่า Pull rope switches ตัวไหนล้ม โดยในระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟมีการใช้ Pull rope switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HEN (ระดับการป้องกันที่ IP67) ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.22 การสาธิตการใช้งาน Pull rope switches ที่สายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148484

รูปที่ 2.23 การติดตั้ง Pull rope switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HEN ที่สายพานลำเลียง

รูปที่ 2.24 Pull rope switches ยี่ห้อ KIEPE รุ่น HEN

2.4.1.5 Metal detectors

Metal detectors คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับโลหะในขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะเข้าในส่วนของโรงไฟฟ้าซึ่งมีความสำคัญมากเนื่องจากถ้าโลหะถูกลำเลียงไปกับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟอาจส่งผลให้สายพานเสียหายตลอดจนอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้าก็อาจจะเกิดความเสียหาย โดยจะมีการติดตั้งเพียงจุดเดียวคือบริเวณปลายสายพานลำเลียง B-9 ซึ่งสายพานจะหยุดทันทีเมื่อ Metal detector มีการส่งสัญญาณมานั้นนั่นคือมีการตรวจจับโลหะได้ โดยในระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะมีการใช้ Metal detectors ยี่ห้อ Wagner Magnete รุ่น 653 โดยลักษณะการติดตั้งบริเวณหน้างานดังรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 การติดตั้ง Metal detector ที่สายพานลำเลียง

2.4.1.6 Magnet separators

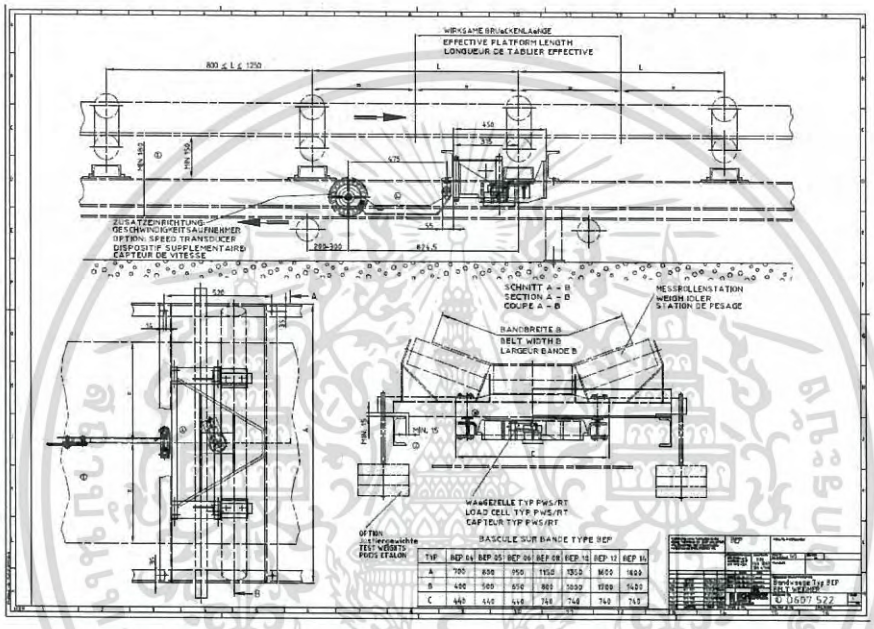
Magnet separators คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการดูดโลหะที่ปะปนมากับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะเริ่มทำงานได้ Magnet separators จะต้องเริ่มทำงานเป็นอันดับแรกสุดเนื่องจากเป็นเครื่องมือวัดที่ส่งผลโดยตรงกับความเสียหายของสายพานได้ชัดเจนที่สุด ซึ่งในระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะติดตั้งอยู่ 3 จุด คือบริเวณปลายสายพาน B-8, ส่วนหัวสายพาน B-9 และส่วนท้ายสายพาน B-6 โดยในระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะมีการใช้ Magnetic separators ยี่ห้อ Wagner Magnete รุ่น 0452 ดังรูปที่ 2.26

รูปที่ 2.26 การติดตั้ง Magnetic separator ที่สายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.7 Belt weighers

Belt weighers คือเครื่องมือวัดปริมาณการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยจะวัดจากน้ำหนักที่ผ่านตัว Belt weighers ซึ่งจะมีการนำค่าไปแสดงที่ SCADA โดยจะแบ่งเป็น 2 ค่า ค่าแรกคือปริมาณการลำเลียงทั้งหมดทุกช่วงเวลา และค่าถัดมาคือปริมาณการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ในแต่ละกะ โดยจะสามารถรีเซ็ต (Reset) ได้จาก SCADA และส่วนแสดงผลบริเวณหน้างาน ซึ่งจะมีการติดตั้งลอดใต้สายพาน และจะมีหน้าจอแสดงผลที่บริเวณจุดเปลี่ยนถ่ายสายพานลำเลียง โดยในระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะมีจะมีรูปแบบการติดตั้งดังรูปที่ 2.27 และมีการใช้ Belt weighers ยี่ห้อ Schenck Process รุ่น BEM ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.27 รูปแบบการติดตั้ง Belt weigher ที่สายพานลำเลียง

รูปที่ 2.28 การติดตั้งส่วนแสดงผลของ Belt weigher ที่สายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.8 Tower lights

Tower lights คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงสภาวะการทำงานหรือสัญญาณของการเตือนภัยจากสายพานลำเลียงในรูปแบบแสง โดยในรุ่นนี้จะมีไฟ LED 3 สี คือ แดง เหลือง และเขียว โดยการติดตั้งจะติดตั้งบริเวณหัว (Head) และหาง (Tail) ของสายพานลำเลียง ซึ่งในระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะใช้ Tower lights ยี่ห้อ Schneider-Electric รุ่น XVP (ระดับการป้องกันที่ IP65) ดังรูปที่ 2.29

รูปที่ 2.29 Tower lights ยี่ห้อ Schneider-Electric รุ่น XVP

2.4.1.9 Klaxon

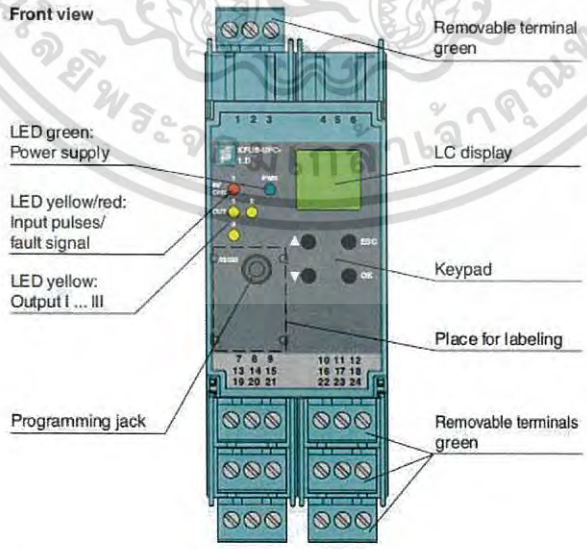
Klaxon คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงสัญญาณเตือนในรูปแบบเสียงโดยสามารถส่งเสียงได้ถึง 112 dB โดยจะทำหน้าที่คล้ายหวอเตือนภัย (Horn) ซึ่ง Klaxon การติดตั้งจะติดตั้งบริเวณหัว (Head) และหาง (Tail) ของสายพานลำเลียง โดยในระบบการลำเลียงเชื้อเพลิง อาร์ดีเอฟจะใช้ Klaxon ยี่ห้อ Syrex รุ่น 6P (ระดับการป้องกันที่ IP65) ดังรูปที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.30 Klaxon ยี่ห้อ Syrex รุ่น 6P

2.4.1.10 Belt running supervisory devices

Belt running supervisory devices คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าตรวจสอบการหมุนของมอเตอร์ โดยจะมี 2 ส่วนคือ Election speed monitor และPulse transducer โดยในตัวแรก Election speed monitor จะเป็นอุปกรณ์ที่คอยตรวจสอบรอบอัตราการหมุนของมอเตอร์ (RPM) ว่าสูงหรือต่ำกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ส่วน Pulse transducer คือ เซนเซอร์ที่สามารถทำงานโดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุภายนอกจะทำหน้าที่วัดรอบการหมุนของมอเตอร์ โดยจะวัดที่ล้อท้าย (Non-drive pulley) แล้วส่งสัญญาณเป็น Pulse ไปยัง Election speed monitor โดยในระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟนี้จะใช้ Election speed monitor ยี่ห้อ PEPPERL+FUCHS รุ่น KFU8-UFC-1.D ระดับการป้องกันที่ IP67) ดังรูปที่ 2.31 และใช้ Pulse transducer ยี่ห้อ PEPPERL+FUCHS รุ่น NCB10-30GM40-N0 (ระดับการป้องกันที่ IP67) ดังรูปที่ 2.32



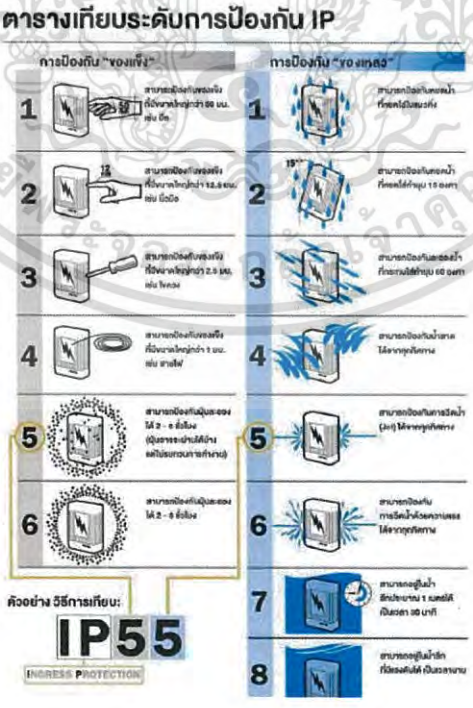
รูปที่ 2.31 Election speed monitor ยี่ห้อ PEPPERL+FUCHS รุ่น KFU8-UFC-1.D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.32 Pulse transducer ยี่ห้อ PEPPERL+FUCHS รุ่น NCB10-30GM40-N0

2.4.1.11 ระดับการป้องกัน (IP)[9]

ระดับการป้องกัน หรือ IP (Ingress Protection) คือค่าที่กำหนดค่าความปลอดภัยมาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ โดยจะเป็นตัวกำหนดขีดจำกัดของอุปกรณ์ในการป้องกันของแข็ง และของเหลวเข้าไปยังภายในตัวอุปกรณ์ ซึ่งในระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะมีการใช้ระดับการป้องกัน (IP) ค่า65 จนถึง 67 เนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณหน้างานมีฝุ่นคลุ้งเป็นจำนวนมากตลอดเวลา และยังต้องสามารถกันน้ำได้อีกด้วยเนื่องจากมีการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณกลางแจ้งไร้ซึ่งหลังคา โดยตารางเทียบระดับการป้องกัน (IP) แสดงดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 ตารางเทียบระดับการป้องกัน (IP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 เครื่องช่วยในการขนถ่าย (Auxiliary and Miscellaneous Equipment)

ในขั้นตอนการขนถ่ายเข้าสายพานลำเลียง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 เครื่องช่วยในการลำเลียงที่นำเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟมาโปรยเป็นกองจำนวน 7 กองต่อ 1 สถานี และเครื่องช่วยในการขนย้ายจากกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟเข้าสู่สายพานลำเลียง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 โดยเครื่องจักรที่ช่วยในการขนถ่ายหลัก ๆ จะมีดังต่อไปนี้

2.4.2.1 Overhead Crane

Overhead Crane เป็นเครื่องจักรที่ติดตั้งอยู่ด้านบนภายในโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟมีลักษณะดังรูปที่ 2.34 ทำหน้าที่รับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจากสายพาน B6 และสามารถเลื่อนตำแหน่งการโปรยเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟโดยมีล้อและรางขนานกับสายพานลำเลียง B-8 ตลอดจนมีสายพาน B-7 อยู่ด้านบน Overhead Crane ขนานกับแนว Overhead Crane โดย Shuttle traveller ดังรูปที่ 2.35 เพื่อให้สามารถเลื่อนตำแหน่งการโปรยตามแนวขนานกับ Overhead Crane ด้วย สาเหตุของการโปรยนั้นเกิดจากการโปรยจากที่สูงนั้นจะทำให้สามารถกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟมีลักษณะเป็นกองซึ่งง่ายต่อการขนถ่ายไปยังสถานีที่กล่าวมาโดยจะมีลักษณะการโปรยจำนวน 28 กองโดยแบ่งเป็น 4 สถานีตามจำนวนสายพาน B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 สถานีละ 7 กอง และจะมีห้องควบคุมอยู่บริเวณปลายของโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ซึ่งจะเป็นที่รับ-ส่งสัญญาณข้อมูล ซึ่งรูปแบบการรับ-ส่งสัญญาณนั้นมีรูปแบบเป็นแบบ Wireless โดยจะมีตัวรับ-ส่งอยู่ทั้งด้านบนของห้องควบคุม และบน Overhead Crane ดังรูปที่ 2.36

รูปที่ 2.34 Overhead Crane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.35 ลักษณะของ Shuttle traveller และสายพานลำเลียง B-7

รูปที่ 2.36 ลักษณะของ Antenna บน Overhead crane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 Compost Turner

เมื่อเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟถูกโปรยเป็นกองเรียบร้อยแล้วเชื้อเพลิงเหล่านั้นจะถูกจัดเรียงให้มีลักษณะเป็นกองที่ง่ายต่อการจัดการ ซึ่งเครื่องจักรจะทำหน้าที่จัดรูปทรงกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟเพื่อรอการขนถ่ายจาก Tractor โดยการควบคุมของ Compost Turner นั้นจะมีมนุษย์เพียงคนเดียวควบคุมอยู่ด้านบนของ Compost Turner โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.37 และ2.38

รูปที่ 2.37 ลักษณะของ Compost turner ขนาดใหญ่

รูปที่ 2.38 ลักษณะของ Compost turner ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 Tractor

เมื่อเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟถูกจัดเป็นกองเรียบร้อยแล้วเชื้อเพลิงเหล่านั้นจะถูกขนถ่ายโดย Tractor ซึ่งทำหน้าขนถ่ายเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจากกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่นำมากองไว้เพื่อรอการขนถ่าย สาเหตุที่ต้องใช้ในการขนถ่ายเนื่องจากสายพานลำเลียงที่ใช้ในการรับเชื้อเพลิงมี 4 เส้นคือ B-8.1, B-8.2, B-8.3 และ B-8.4 ซึ่งทางผู้ควบคุมจะมีการคำนวณจำนวนเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่ต้องใช้ขนถ่ายซึ่งจะมีจำนวนที่ไม่คงที่และต้องการการตอบสนองจากคำสั่งของผู้ควบคุมอย่างทันท่วงทีโดย Tractor จะมีคนควบคุมโดยรับคำสั่งจากผู้ควบคุม ลักษณะของTractor เป็นดังรูป 2.39

รูปที่ 2.39 ลักษณะของ Tractor

2.4.3 การควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequence control)

การควบคุมแบบลำดับขั้นเป็นระบบการควบคุมแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการควบคุมแบบตามลำดับ โดยระบบควบคุมจะทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ตามลำดับก่อน-หลัง ตัวอย่างเช่นในวงจรควบคุมมอเตอร์ที่เป็นวงจรรีเลย์ต้องมีการกดปุ่ม start ทำให้ Contactor ทำงานมอเตอร์จึงจะหมุน หรือแม้กระทั่ง Ladder Diagram ที่ใช้ใน PLC เองก็มีลักษณะการควบคุมแบบลำดับขั้น คือจะทำงานก่อน-หลังตามเงื่อนไขที่เราได้โปรแกรมไว้

2.4.3.1 PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด–สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานของ PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิกโดย PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม โครงสร้างภายในของ PLC แตละสวนจะประกอบกันทำงานเปนระบบควบคุมที่เรียกว่า PLC ซึ่งประกอบไปดวยสวนสำคัญตาง ๆ 5 สวนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit, CPU)

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่าง ๆ ตามที่ได้รับมา ผลจากการประมวลผลจะถูกส่งออกไปยังส่วนต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ในคำสั่ง นั้นซีพียูจะใช้เวลาในการประมวลช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียูและขนาดของโปรแกรมเช่นกัน

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หนวยความจำเปนอุปกรณที่ใชสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุม และขอมูลต่าง ๆ ของตัว PLC กรณีที่สั่ง Run PLC จะนำเอาโปรแกรมควบคุม และขอมูลในหนวยความจำมาประมวลผลการทำงานซึ่งหน่วยความจำที่ใชงานอยูใน PLC มีดวยกัน 2 แบบ คือ

- หนวยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)

ใชสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง Run หรือ StopPLC

- หนวยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

ใช้สำหรับจัดเก็บซอฟตแวรของระบบ (System Software) และเปนชุดโปรแกรมสำรอง และขอมูล (Backup Program and Data) เพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรม และขอมูลในหนวยความจำชั่วคราวหายไป ซึ่งผูใชสามารถถายโอนโปรแกรมและขอมูลเขาไปที่เก็บไวที่หนวยความจำชั่วคราวใหมได

3. ภาคอินพุต (Input Unit)

ภาคอินพุตของ PLC ทำหนาที่รับสัญญาณอินพุตเขามาแปลงสัญญาณและสงเขาไปภายใน PLC อุปกรณที่สามารถนำมาตอเขากับภาคอินพุต เชนตัวควบคุมอุณหภูมิเซนเซอร, ชนิดใชแสงลิมิตสวิตชมช,พร็อกซิมิตี้สวิตช์รีเลยหรือเอ็นโคดเดอรเปนตน
วงจรภาคอินพุตแบงออกเปน 2 แบบคือ

- ดิจิตอลอินพุต (Digital Input Type) หมายถึงอินพุตที่รับรูสัญญาณไดเพียงแค “ON” หรือ “OFF” เทานั้นตามโครงสรางสามารถจำแนกดิจิตอลอินพุตได 2 แบบคือ วงจรอินพุตไฟฟ้ากระแสตรง (DC Input) และวงจรอินพุตไฟฟากระแสสลับ (AC Input)

- อนาลอกอินพุต (Analog Input Type) เปนอินพุตที่สามารถรับสัญญาณที่บอกเปนเปลี่ยนแปลงค่าได เชน 0-10 โวลต ±10 โวลต 1-5 โวลต หรือ 4-20 มิลลิแอมปซึ่งเปนสัญญาณมาตรฐานที่กำหนดไวใชในอุตสาหกรรม

4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาตพุตของ PLC ทำหนาที่สงสัญญาณออกไปขับโหลดชนิดตาง ๆ ตามเงื่อนไขที่ไดโปรแกรมเอาไว อุปกรณที่สามารถนำมาตอเขากับภาคเอาตพุต เชน หลอดไฟ, วาลว, ตัวควบคุมมอเตอร์, ตัวควบคุมอุณหภูมิ และคอนแทคเตอรเปนตนชนิดของเอาต์พุตมีอยู่ 2 รูปแบบคือ

- ดิจิทัลเอาตพุต (Digital Output Type)

สามารถสั่งการทำงานได้เพียง“ON”/“OFF”

- อนาลอกเอาตพุต (Analog Output Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาที่สงออกไปจัดเปนคาสัญญาณมาตรฐานเหมือนภาคอินพุตแบบอนาลอก คือสัญญาณ 0-10 โวลต ±10 โวลต และ1-5 โวลต หรือ 4-20 มิลลิแอมป

5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

ภาคแหลงจายพลังงานทำหนาที่จายพลังงานใหกับอุปกรณภายใน PLC ได แกอุปกรณไอซี เป็นตนนอกจากนี้ยังจายพลังงานเลี้ยงวงจรที่นำมาตอเขากับพีแอลทั้งภาคอินพุตและเอาตพุต

PLC แตละยี่หอจะใชภาษาในการเขียนโปรแกรมควบคุมเพื่อสั่งให PLC ทำงานตามความตองการแตกตางกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1131-3 ไดแบงมาตรฐานภาษาที่ใชในการเขียนออกเป็น 5 แบบ คือ

- Sequential Flow Chart Language
- Structure Text Language
- Function Block Diagram Language
- Instruction List Language
- Ladder Diagram

ในที่นี้ได้ใช้ PLC ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7-312 PN/DP เป็นจำนวน 2 ตัวโดยทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมในระบบดังรูปที่ 2.40

รูปที่ 2.40 ลักษณะ PLC ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7-312 PN/DP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 แหล่งจ่ายไฟ

แหล่งจ่ายไฟ เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงคาแรงดันแบบหนึ่งและสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลตสูงให้เปนแรงดันไฟตรงคาต่ำเพื่อใชในงานอิเลคทรอนิกสมีประสิทธิภาพที่สูง ขนาดเล็ก และน้ำหนักเบาส่วนสำคัญของสวิตชิ่งเพาเวอรซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอรเตอร เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงคาแรงดันเอาตพุตดวยองคประกอบตาง ๆ

ในที่นี้ได้ใช้แหล่งจ่ายไฟประสิทธิภาพสูงยี่ห้อ SIEMENS รุ่น SITOP PSU8200 โดยทำหน้าที่จ่ายไฟ 24 โวลต์ ให้แก่อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

2.4.4 มอเตอร์ [6]

มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยมอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำไปใช้งานที่หลากหลาย เช่น พัดลมอุตสาหกรรม เครื่องเป่า ปั๊ม เครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน และดิสก์ไดรฟ์ มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) เช่น จากแบตเตอรี่, ยานยนต์หรือวงจรเรียงกระแส หรือจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เช่น จากไฟบ้าน อินเวอร์เตอร์ หรือเครื่องปั่นไฟ มอเตอร์ขนาดเล็กอาจจะพบในนาฬิกาไฟฟ้า มอเตอร์ทั่วไปที่มีขนาดและคุณลักษณะมาตรฐานสูงจะให้พลังงานกลที่สะดวกสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดใช้สำหรับการใช้งานลากจูงเรือและการบีบอัดท่อส่งน้ำมันซึ่งมีกำลังถึง 100 เมกะวัตต์ มอเตอร์ไฟฟ้าอาจจำแนกตามประเภทของแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าหรือตามโครงสร้างภายในหรือตามการใช้งานหรือตามการเคลื่อนไหวของเอาต์พุต และอื่น ๆ

2.4.4.1ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

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

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

2.4.5 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์ [7]

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์ (Variable Speed Drives: VSD) เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนความเร็วรอบให้เหมาะสมกับสภาวะของโหลดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ในกระบวนการต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยสามารถประหยัดพลังงานของมอเตอร์อันเนื่องมาจากความเร็วรอบที่ลดลงในแต่ละช่วงเวลาโดยการปรับความเร็วรอบสำหรับมอเตอรประเภทตาง ๆ สามารถกระทำไดหลายวิธีดวยกันซึ่งแตละประเภทก็มีข้อดี-ข้อด้อยที่แตกตางกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการดำเนินงานในขั้นตอนต่าง ๆ ของโครงงานเพื่อให้ระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟสามารถดำเนินงานได้อย่างสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถทำส่วนขยายเพิ่มเติมได้ในอนาคต

3.2 ระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่ศึกษา

ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ เป็นระบบที่ใช้ขนถ่ายเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ เพื่อนำเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟไปใช้ในการเผาไหม้สำหรับกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานโดยเชื้อเพลิง อาร์ดีเอฟได้มีการใช้สายพานลำเลียงแบบท่อในการขนถ่ายซึ่งระบบนี้เป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมที่ต้องมีการขนย้ายวัตถุที่มีฝุ่นจำนวนมาก โดยระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ นี้ได้นำแนวความคิดในการลำเลียงจากโรงไฟฟ้าหงสาซึ่งตั้งอยู่ที่เมืองหงสา แขวงไชยะบูลี สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาปรับใช้เพื่อเป็นแบบอย่างในการติดตั้งตัวอย่างการลำเลียงโดยใช้สายพานลำเลียง

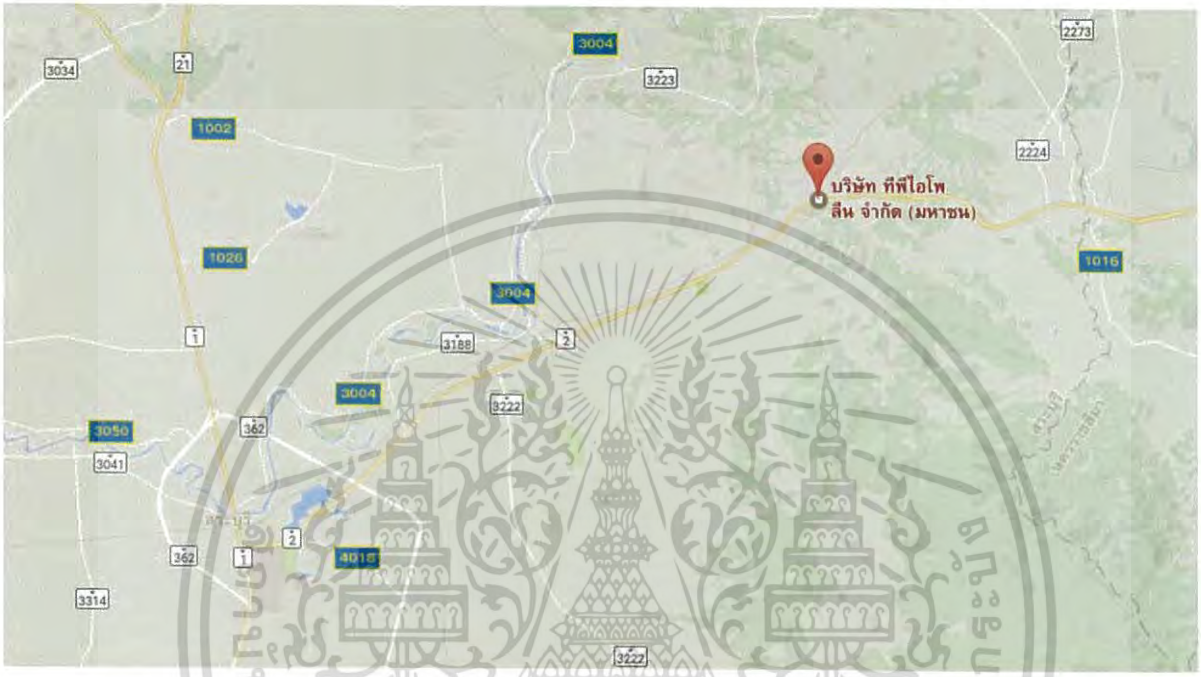
รูปที่ 3.1 ลักษณะของสายพาน B-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ข้อมูลทั่วไป

3.2.1.1 สถานที่ตั้ง

ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟนี้ เป็นระบบที่ใช้ลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ของโรงไฟฟ้าพลังงานอาร์ดีเอฟ มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ที่ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ตำบล มวกเหล็ก อำเภอมวกเหล็ก สระบุรี 18180 โรงไฟฟ้าแห่งนี้มีกำลังการผลิตถึง 60 เมกะวัตต์ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้า

3.2.1.2 ข้อมูลทั่วไปของระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

โดยระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะแบ่งจากห้องควบคุมออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ Substation 1, Substation 2 และSubstation 3 ประกอบไปด้วยสายพานลำเลียงทั้งหมด 10 เส้นด้วยกัน ประกอบด้วยสายพานลำเลียง B-6, B-7, B-8.1, B-8.2, B-8.3, B-8.4, B-8, B-9, B-10 และB-11 โดยSubstation 1 จะยังไม่ลงรายละเอียดมากนักสืบเนื่องจากทางโรงไฟฟ้ายังไม่เสร็จงานในส่วนนี้ดีโดยจะเริ่มกล่าวถึงในส่วน Substation 2 ซึ่งก็คือสายพานลำเลียงB-6, B-7, B-8.1, B-8.2, B-8.3, B-8.4, B-8 และB-9 ไปจนถึง Substation 3 ซึ่งประกอบไปด้วย B10 และB11 โดยเริ่มลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟตั้งแต่B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 ซึ่ง 4 เส้นจะอยู่ในโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ทำหน้าที่ลำเลียงเชื้อเพลิง อาร์ดีเอฟ ที่ได้รับจากTractorที่เทใส่ซึ่ง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 โดย Tractor ทำการตักจากกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ จากการโปรยของ Overhead Crane ซึ่งมีสายพานB-7 ใช้ในการโปรยเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ในแนว Overhead Crane ซึ่งสายพานลำเลียง B-7 นั้นได้รับเชื้อเพลิงมาจากสายพานลำเลียง B6 ในขั้นตอนต่อไปทั้ง 4 สายพานลำเลียงคือ B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 จะลำเลียงเข้ากับสายพานลำเลียงB-8 และจะลำเลียงขึ้นไปยังจุดเปลี่ยนถ่ายเพื่อเปลี่ยนถ่ายเป็นสายพานลำเลียง B-9 ต่อมาก็จะลำเลียงขึ้นไปในจุดเปลี่ยนถ่ายถัดไปซึ่งจะเริ่มทำการจัดรูปสายพานให้มีลักษณะเป็นแบบท่อและจะมีอุปกรณ์ตรวจจับโลหะตลอดจนได้มีการเปลี่ยนถ่ายสายพานเป็นสายพานB-10ในจุดเปลี่ยนถ่ายนี้ ซึ่งสายพานB-10 ทั้งเส้นจะเป็นสายพานลำเลียงแบบท่อเนื่องจากมีการลำเลียงข้ามภูเขาตลอดจนเป็นบริเวณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในการสัญจรโดยจะลำเลียงไปจนถึงบริเวณจุดเปลี่ยนถ่ายสายพานลำเลียง B-11 ซึ่งสายพานลำเลียง B-11 จะทำหน้าที่ลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟเข้าสู่โรงไฟฟ้า ซึ่งรวมความยาวของสายพานลำเลียงทั้งหมด 9 เส้นจะมีความยาวกว่า 2.0 กิโลเมตร โดยจะแบ่งความยาวเป็น 2 ส่วน 1.ความยาวของสายพานลำเลียงแบบท่อมีความยาว 1,200 เมตร 2.ความยาวลำเลียงแบบปกติจะมีความยาว 800 เมตรขนาดของสายพานลำเลียงของระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟดังรูปที่3.3

PACKAGE	CONVEYOR NO.	TYP	CAPACITY [t/h]	DENSITY [t/m³]	LENGHT m	ANGLE
1	B06	Tripper Conveyor	150	0.5	300	-
1	B07	Shuttle Belt Conveyor	150	0.5	31.5	-
1	B08	Belt Conveyor	180	0.5	355	15
1	B08.1	Belt Feeder			6	-
1	B08.2	Belt Feeder			6	-
1	B08.3	Belt Feeder			6	-
1	B08.4	Belt Feeder			6	-
1	B09	Belt Conveyor	180	0.5	138.9	5
1	B10	TUBE/Pipe Belt Conveyor	180	0.5	1211	-
1	B11	Revers. Flat Belt Conveyor	180	0.5	93.1	-

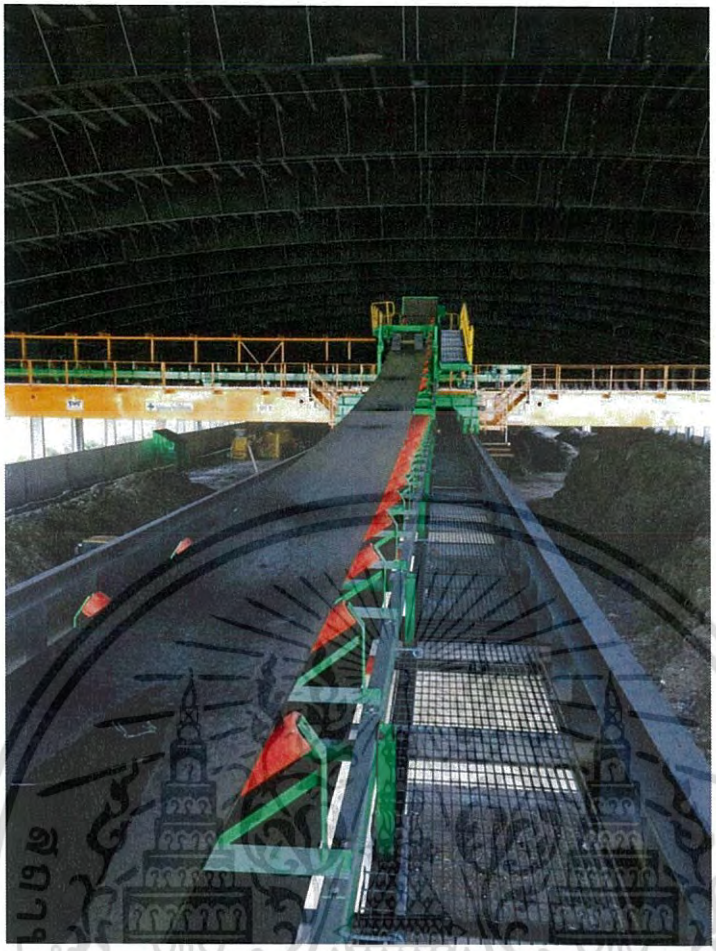
PACKAGE	CONVEYOR NO.	TYP	CAPACITY [t/h]	DENSITY [t/m³]	LENGHT m	ANGLE
2	B25	Reversble Belt Conveyor	70	0.5	13.3	0
2	B26	Belt Conveyor	70	0.5	5.12	12
2	B02.1	Belt Conveyor	150	0.5	5.5	9
2	B01	Belt Conveyor	150	0.5	25.8	5
2	B02	Belt Conveyor	150	0.5	39.84	18
2	B03	Belt Conveyor	150	0.5	46	8
2	B04	Belt Conveyor	150	0.5	221.17	-1

PACKAGE	CONVEYOR NO.	TYP	CAPACITY [t/h]	DENSITY [t/m³]	LENGHT m	ANGLE
3	B14	Belt Conveyor	40	0,2-0,3	22.7	35
3	BM01	Belt Extension			9	
3	B16	Belt Conveyor	100	0,2-0,3	78.7	10
3	B17	Belt Conveyor	100	0,2-0,3	93.6	-
3	B18	Belt Conveyor	100	0,2-0,3	23.9	8
3	B19	Belt Conveyor	40	0,2-0,3	22.7	35
3	B21	Reversible Belt Conveyor	100	0,2-0,3	6.5	-
3	B22	Belt Conveyor	100	0,2-0,3	25.2	18
3	B23	Belt Conveyor	100	0,2-0,3	87	-
3	B24.1	Belt Conveyor	40	0.5	13.4	10
3	B24	Belt Conveyor	40	0.5	35.2	13
3	BM02	Belt Extension	40		13	

PACKAGE	CONVEYOR NO.	TYP	CAPACITY [t/h]	DENSITY [t/m³]	LENGHT m	ANGLE
4	B28	Mobile Belt Conveyor	80	0,2-0,3	12.5	12
4	B29	Mobile Belt Conveyor	80	0,2-0,3	12.5	12
4	B30	Mobile Belt Conveyor	180	0,2-0,3	20	5
4	B12	Belt Conveyor	180	0,2-0,3	82.5	13
4	B13	Belt Conveyor	180	0,2-0,3	163.5	-
4	B05	Belt Conveyor	180	0,2-0,3	197.8	-9

รูปที่ 3.3 รายละเอียดของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลักษณะสายพาน B-6

รูปที่ 3.5 ลักษณะสายพาน B-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 ข้อมูลทั่วไปของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

กำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานอาร์ดีเอฟต้องใช้เชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟประมาณ3,000ตันต่อวัน ลักษณะเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟเป็นดังรูป 3.6

รูปที่ 3.6 กองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟภายในโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

3.2.2 เส้นทางการลำเลียงของระบบ

เส้นทางการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ของระบบถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ

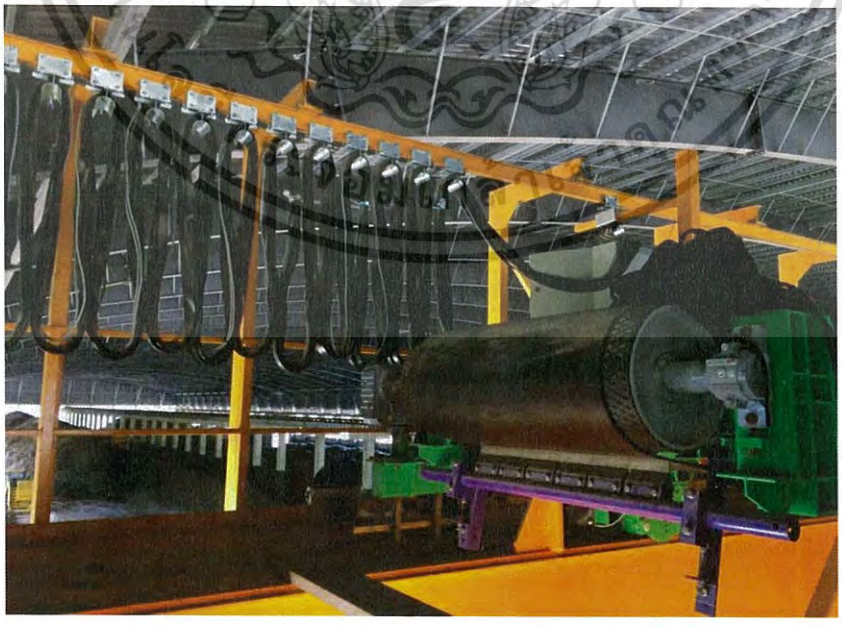
1. จาก Substation 1 ไปยังสายพานลำเลียง B-6 โดย Substation 1 จะเป็นจุดรับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดย Substation 1 จะเป็นส่วนที่ไม่ได้มีการลงรายละเอียดในระบบนี้จากระบบเนื่องจากระบบที่ศึกษาจะเริ่มต้นจากต้นทางสายพานลำเลียง B-6 เมื่อเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ตกลงสู่สายพานลำเลียง B-6 จากนั้นสายพานจะทำการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ไปยังสายพาน B-7 ที่อยู่ด้านบน Overhead Crane โดยสายพาน B-6 มีลักษณะดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ลักษณะของสายพานลำเลียง B-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟถูกลำเลียงมายังสายพานลำเลียง B-7 ซึ่งตั้งอยู่บน Overhead Crane โดยจะมีการโปรยเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟเป็น 28 กองโดยการใช้ Shuttle traveller ในการเคลื่อนที่ดังรูปที่ 3.8 และ3.9 ต่อด้วยใช้ Compost Turner จัดรูปกองในโรงพักขยะต่อด้วยใช้ Tractor ขนถ่ายเชื้อเพลิงไปยังสายพานลำเลียง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4

รูปที่ 3.8 ลักษณะของShuttle traveller และสายพานลำเลียง B-7



รูปที่ 3.9 ลักษณะของสายพานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสายพาน B-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภายในโรงพักเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะเป็นการขนถ่ายเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟซึ่งมีลักษณะของเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟดังรูปที่ 3.10 โดยมี Tractor เป็นเครื่องจักรในการขนถ่ายจากกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟไปยังสายพานลำเลียง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 ดังรูปที่ 3.11 โดยจะมีการเปลี่ยนถ่ายจากสายพานลำเลียง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 ไปยังสายพาน B-8 ดังรูปที่ 3.12 ซึ่งจะมีเครื่องจักรที่ช่วยในการลำเลียงเข้าสายพานลำเลียง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 ที่มีลักษณะดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.10 ลักษณะของกองเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ที่รอการขนย้าย

รูปที่ 3.11 อุปกรณ์รับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟโดยด้านในมีสายพานลำเลียง B-8.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 ลักษณะสายพานลำเลียง B-8

รูปที่ 3.13 ลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยลำเลียงลงสายพานลำเลียง B-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากสายพานลำเลียง B-8 ไปยังสายพานลำเลียง B-9 เมื่อเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟถูกลำเลียงมายัง B-9 แล้ว ณ บริเวณจุดเปลี่ยนถ่ายเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะตกลงสู่สายพานลำเลียง B-9 เพื่อลำเลียงไปยังส่วนของสายพานลำเลียง B-10 ต่อไป ลักษณะจุดเปลี่ยนถ่ายเป็นดังรูปที่ 3.14 และสายพานลำเลียง B-9 มีลักษณะดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.14 ลักษณะของสถานีเปลี่ยนถ่ายสายพานลำเลียง B-8 ไปยัง B-9

รูปที่ 3.15 ลักษณะสายพานลำเลียง B-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จากสายพานลำเลียง B-9 ไปยังสายพานลำเลียง B-10 เมื่อเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟถูกลำเลียงมายัง B-10 แล้ว ณ บริเวณจุดเปลี่ยนถ่ายเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะตกลงสู่สายพานลำเลียง B-10 โดยสายพานลำเลียง B-10 จะมีลักษณะการลำเลียงเป็นสายพานแบบท่อดังรูปที่ 3.16 และ 3.17 โดยจะมีลักษณะท่อตลอดการลำเลียงยกเว้นขณะตอนรับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจากสายพานลำเลียง B-9 และตอนเข้าโรงไฟฟ้าไปยังสายพานลำเลียง B-11 ดังรูปที่ 3.18 และลักษณะเส้นทางลำเลียงลงสายพาน B-11 ดังรูปที่ 3.19

รูปที่ 3.16 ลักษณะของเส้นทางของสายพานลำเลียง B-10

รูปที่ 3.17 ลักษณะรูปล่างสายพานลำเลียงแบบท่อ B-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 ลักษณะสายพานลำเลียง B-10 ในช่วงเข้าโรงไฟฟ้า

รูปที่ 3.19 ลักษณะเส้นทางลำเลียงลงสายพาน B-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

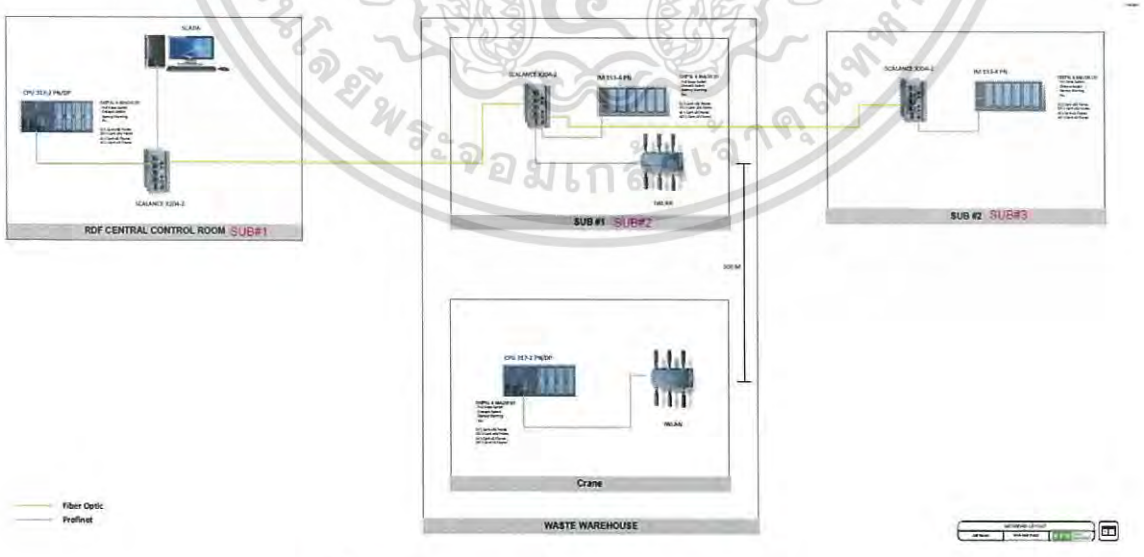
3.3 การติดตามระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่สร้างขึ้น

ตามข้อกำหนด Technical Specification ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟในโรงไฟฟ้าพลังงานเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจะต้องมีการควบคุมและติดตามสถานะ (Control and Monitor) จาก Operator Workstation ที่ CCR (RDF Plant Control Room) ด้วย PLC (Programmable Logic Controller)

3.3.1 Control System Configuration

Control System Configuration เป็นรูปแบบโครงสร้าง (Topology) ในการควบคุมระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจัดสร้างขึ้นโดยบริษัท สมาร์ท เดฟ โซลูชั่น จำกัด เป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นภาพรวมของระบบควบคุมในระบบนี้ การควบคุมจะใช้ Computer Operationที่ห้องควบคุม CCR ในการควบคุมโดยรับ-ส่งข้อมูลผ่านตู้คอนโทรลทั้ง 3 ตู้ซึ่งครอบคลุมการทำงานของสายพานและเครื่องจักรภายในระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมด ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟนี้ใช้การควบคุมด้วย PLC (S7-400) สื่อสารกับ I/O Station (ET200M) ด้วยการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้Profibus และใช้ Fiber Optic ในการเชื่อมต่อตู้ควบคุมทั้งหมดสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยใช้OLM/G12-3000 (Optical Link Module) ซึ่งเป็นตัวแปลงสัญญาณระหว่างเส้นใยแก้วนำแสงกับProfibus โดย PLC จะอยู่ที่ตู้ควบคุมเพียง1ตู้คือ Substation 3 ส่วนที่ตู้ควบคุมใน Substation 1 และ Substation 2 จะมีเพียง I/O Station (ET200M) ที่คอยรับ-ส่งสัญญาณไปยัง Substation 1

การที่จะขับเคลื่อนสายพานลำเลียงได้นั้นจะต้องมีมอเตอร์คอยเป็นตัวขับสายพานลำเลียง และการที่มอเตอร์จะขับเคลื่อนได้นั้นจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์นั้นก็คือ VSD ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ โดยในระบบนี้จะใช้ VSD ทั้งหมด 1 ตัวโดยการควบคุมหลัก ๆ จะอยู่ที่ห้องควบคุมใน Substation 3 ส่วนอาร์ดีเอฟ Plant Central Control Room นั้นจะเน้นไปที่การตรวจสอบ และติดตามสถานะรูปแบบโครงสร้างการควบคุมหรือ Control System Configuration เป็นดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 Control system configuration

ในรูปที่ 3.21 แสดงถึงความหมายของเส้นที่มีสีสันแตกต่างกันออกไปโดยคำอธิบายของเส้นแต่ละเส้นเป็นดังต่อไปนี้

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้นสีดำ คือสัญลักษณ์ของสายไฟทั่วไป (Hard Wire) เป็นสายที่ใช้ต่อเชื่อมต่อระหว่าง I/O Station กับ MCC Panel และ I/O Station กับเครื่องมือวัดหน้างานในที่นี้สัญญาณ Digital ทั่วไปใช้เป็นสายไฟ CVV ขนาด 1.5 Sqmm ถ้าเป็นสัญญาณแบบ Analog จะใช้เป็นสาย LiYCY ขนาด 1.5 Sqmm

2. เส้นสีม่วง คือสัญลักษณ์ของสาย Profibus เป็นสายที่ไว้ใช้เชื่อมต่อ CPU317-2 PN/DP กับ ET200M และ ET200M กับ OLM/G12-1300 โดยในระบบการเชื่อมต่อข้อมูลจะเป็น Profibus DP ซึ่งมีการควบคุมเป็นแบบ Master/Slave

3. เส้นสีเหลือง คือสัญลักษณ์ของสาย Fiber Optic หรือสายเส้นใยแก้วนำแสงเป็นสายที่ไว้ใช้เชื่อมต่อตู้ควบคุมภายในระบบเข้าไว้ด้วยกัน และใช้เชื่อมต่อระหว่าง Substation 1 กับ Central Control Room, Substation 1 กับ Substation 2 และSubstation 2 กับ Substation 3 ในระบบสาย Fiber Opticนั้นมีการสื่อสารที่ใช้แสงผสมกับข้อมูลที่ต้องการส่งในรูปแบบของ Analog หรือ Digital แล้วจึงส่งผ่าน ตัวกลางซึ่งก็คือใยแก้ว โดยสาย Fiber Optic นั้นสามารถรับ-ส่ง ข้อมูลได้ถึง 10 Gbps ภายในระยะทาง 2 กิโลเมตร และเนื่องจากเป็นสายที่รับ-ส่งข้อมูลด้วยแสง สัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าภายนอกจึงไม่สามารถรบกวนสัญญาณของแสงได้ ทาให้สายใยแก้วนำแสงเป็นสายสัญญาณที่เหมาะแก่งานที่ต้องมีการรับ-ส่งข้อมูลในระยะไกลมากที่สุด

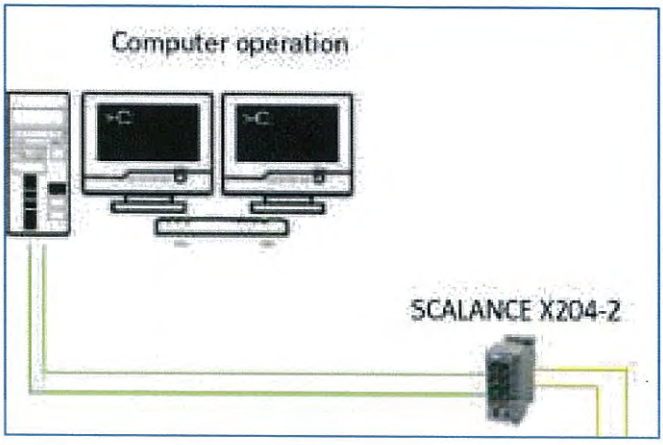
4. เส้นสีเขียว คือสัญลักษณ์ของสาย Profinet เป็นสายที่ไว้ใช้เชื่อมต่อ Computer กับ Scalance, Scalance กับ IWLAN และ Scalance กับ CPU 317-2 PN/DP ซึ่งสายProfinet ในที่นี้จะมีหลักการรับส่งข้อมูลคล้ายคลึงกับสาย Ethernet แต่จะแตกต่างกันตรงที่Profinet ถูกออกแบบมาเพื่อให้ทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าและยังแตกต่างในเรื่องของความสามารถการทำงานอีกด้วยก็ซึ่งเข้าหัวและท้ายของปลายสายทั้ง 2 ด้านด้วยหัวต่อ RJ45 หรืออาจจะเข้าหัว M12 ในกรณีที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต้องการค่าความปลอดภัยในระดับ IP65 โดยคำอธิบายของสายชนิดต่าง ๆ เป็นดังรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.21 คำอธิบายของสายสัญญาณชนิดต่าง ๆ

3.3.1.1 RDF Plant Central Control Room

RDF Plant Central Control Room คือห้องควบคุมส่วนกลางของพลังงานเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟของโรงไฟฟ้ามีหน้าที่ตรวจสอบและติดตามสถานะของระบบเป็นหลัก โดยรับสัญญาณข้อมูลจาก Substation 1 ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง โดยมีลักษณะการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงดังรูปที่ 3.22 และมีลักษณะห้องควบคุมกลางดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 Central control room

รูปที่ 3.23 ลักษณะของ RDF Plant Central Control Room

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 Substation 1

Substation 1 คือห้องควบคุมดังรูปที่ 3.24 ซึ่งมีตู้ควบคุม Substation 1 กับ MCC Panel (MCC01) อยู่ภายในห้องดังรูปที่ 3.25 โดยตู้ควบคุมจะมี PLC ที่ใช้ในการควบคุมโดยที่ตู้ควบคุมจะมี ET200M เป็น I/O Station ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณไปยัง MCC01 และต้องผ่าน OLM เพื่อไปยัง Substation 2 โดยจะเป็นสัญญาณที่แสดงถึงสถานะต่าง ๆ ในอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งตามเส้นทางลำเลียง B-1, B-2, B-3, B-4 และB5 ส่วนข้อมูลที่รับ-ส่งให้ RDF Plant Central Control Room นั้นจะมีการส่งผ่าน Scalance โดยต้องมีการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงเพื่อใช้รับ-ส่งสัญญาณ

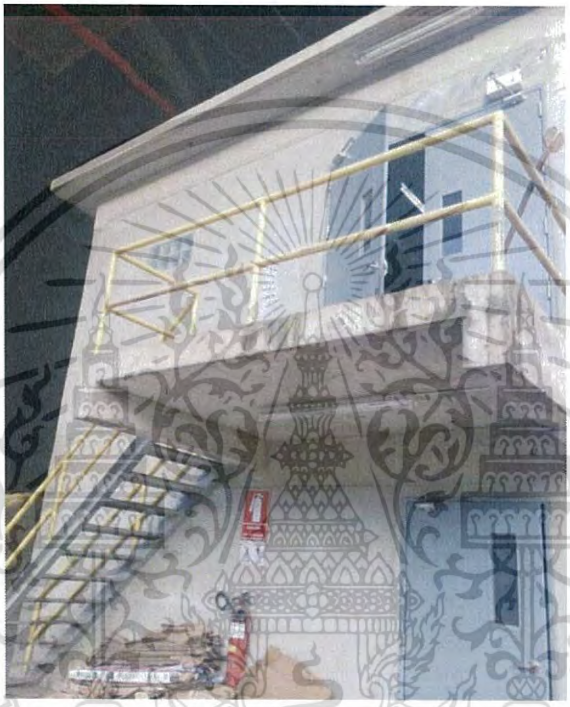
รูปที่ 3.24 ห้องควบคุม Substation 1

รูปที่ 3.25 ลักษณะภายในห้องควบคุม Substation 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 Substation 2

Substation 2 คือห้องควบคุมที่มีลักษณะดังรูปที่ 3.26 มีตู้ควบคุม Substation 2 กับ MCC Panel (MCC02) อยู่ภายในห้องดังรูปที่ 3.27 โดยตู้ควบคุมจะมี ET200M เป็น I/O Station ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณผ่าน OLM ไปยัง Substation 1 และ Substation 3 โดยจะเป็นสัญญาณที่แสดงถึงสถานะต่าง ๆ ในอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งตามเส้นทางลำเลียง B-6, B-7, B-8, B-8.1, B-8.2, B-8.3, B-8.4 และB-9 ในบริเวณจุดเปลี่ยนถ่ายสายพานลำเลียง B-8 ไปยัง B-9 และB-9 ไปยัง B-10 จะไม่มีห้องควบคุมอยู่ในบริเวณนั้น



รูปที่ 3.26 ห้องควบคุม Substation 2

รูปที่ 3.27 ลักษณะภายในห้องควบคุม Substation 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 Substation 3

Substation 3 คือห้องควบคุมดังรูปที่ 3.28 ซึ่งมีตู้ควบคุม Substation 3 กับ MCC Panel (MCC03) อยู่ภายในดังรูปที่ 3.29 โดยตู้ควบคุมจะมี ET200M เป็น I/O Station ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณผ่าน OLM ไปยัง Substation 2 โดยจะเป็นสัญญาณที่แสดงถึงสถานะต่างๆในอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งตามเส้นทางลำเลียง B-10 และB-11 รวมถึงในส่วนของ VSD ด้วยในบริเวณจุดเปลี่ยนถ่ายสายพานลำเลียง B-10 ไปยัง B-11 จะไม่มีห้องควบคุมอยู่ในบริเวณนั้น

รูปที่ 3.28 ห้องควบคุม Substation 3

รูปที่ 3.29 ลักษณะภายในห้องควบคุม Substation 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.5 SIEMENS VSD (Variable Speed Drives)

SIEMENS VSD เป็นอุปกรณ์ที่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์โดยจะมีการใช้ความถี่ในควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์มีการใช้เทคโนโลยีแบบ FCC (Flux Current Control) ทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมไม่ให้มีการสูญเสียพลังงานความร้อนภายในตัวมอเตอร์ ทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมไม่ให้มีการสูญเสียพลังงานความร้อนภายในตัวมอเตอร์ (Derating) และมีอุปกรณ์จัดการสัญญาณรบกวน (Harmonic Filter) ที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของเครื่องที่ใช้ป้องกันสัญญาณรบกวน และยังส่งผลดีในการประหยัดพลังงานอีกด้วย โดยอุปกรณ์ที่ใช้เป็นยี่ห้อ SIEMENS โดยการทำงานเริ่มจากได้รับสัญญาณในการเปิด-ปิดสายพานลำเลียงเมื่อได้รับจะนำสัญญาณที่ได้รับไปประมวลผลผ่านค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทำการตั้งค่าไว้โดยพารามิเตอร์ที่ตั้งค่าไว้จะมีการนับเวลาให้มอเตอร์มีรอบการทำงานในระยะเวลาที่กำหนดจะมีลักษณะของตู้ VSD หน้างานดังรูปที่ 3.30

รูปที่ 3.30 ลักษณะของตู้ VSD

3.3.1.6 อุปกรณ์ภายใน Control System Configuration

อุปกรณ์ที่อยู่ภายในโครงสร้างของระบบควบคุมอธิบายได้ดังนี้

1. Computer Operation คือคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมและติดต่อสถานะการทำงานของระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยจะติดตั้งภายใน RDF Plant Central Control Room ซึ่งจะมีเพียง 1 Workstation โดยจะใช้การเข้าถึงของข้อมูลในการแยกส่วนของ Engineering unit ซึ่งสามารถจัดการ แก้ไข ข้อมูลเชิงลึกที่เกี่ยวกับระบบได้ และในส่วนของ Operation unit จะใช้ในการควบคุม และติดตามสถานการณ์ทำงานของระบบจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.31 Computer Operation Unit ที่ใช้ควบคุมระบบ

2. CPU317-2PN/DP เป็น PLC รุ่น S7-300 ของยี่ห้อ SIEMENS ซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์จ่ายไฟ (Power Supply) รุ่น PS307:5A และส่วนประมวลผล (CPU) จะใช้รุ่น CPU317-2PN/DP โดย Power Supply จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับ CPU ส่วน CPU จะทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณข้อมูลที่ได้มาจาก ET200M จะมีลักษณะดังรูป 3.32

รูปที่ 3.32 PLC Rack ภายในตู้ควบคุม Substation 1

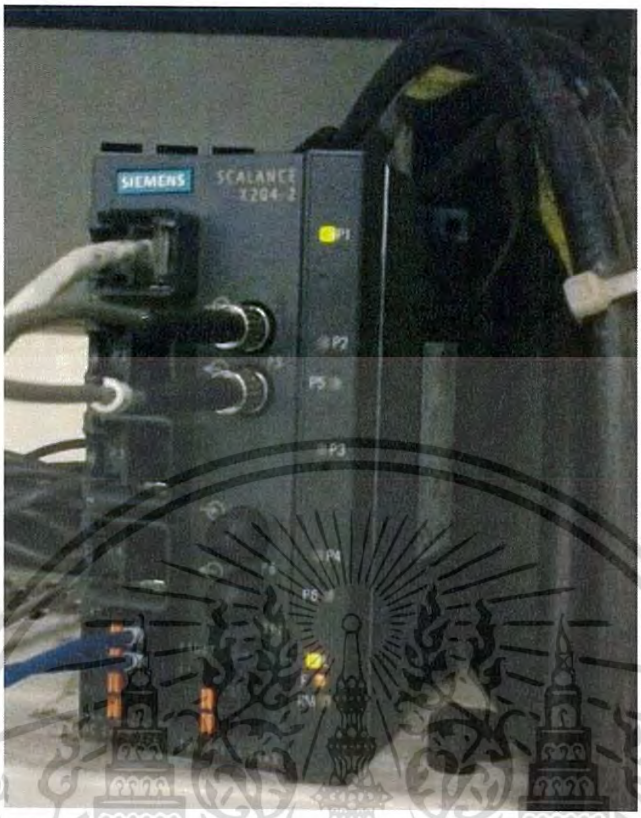
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ET200M คือ I/O Rack ของตู้ควบคุม โดยภายใน I/O Rack จะประกอบไปด้วย I/O Station (ET200M) และ I/O Module โดย I/O Station เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลที่ได้มาจาก I/O Module เพื่อไปยัง CPU ซึ่ง ET200M นี้จะใช้รุ่น IM153-2 HF ยี่ห้อ Siemens ส่วน I/O Modules คืออุปกรณ์ที่รับ-ส่งสัญญาณที่ได้มาจากเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ บริเวณหน้างาน สัญญาณที่รับ-ส่งมีอยู่ 2 รูปแบบคือ Analog และDigital ซึ่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.33

รูปที่ 3.33 ตัวอย่าง I/O Rack ภายในตู้ควบคุม

4. SCALANCE X204-2 คือ อุปกรณ์ที่เปรียบเสมือนตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Substation 1 กับ RDF Plant Central Control Room โดยข้อมูลที่รับ-ส่งระหว่าง 2 ที่นี้จะใช้สายสัญญาณแบบ Fiber Optic ส่วนข้อมูลที่รับ-ส่งระหว่าง Scalance กับ Computer Operation และ Scalance กับ CPU300-5H นั้นจะใช้สาย Industrial Ethernet โดย SCALANCE X204-2 จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.34 ลักษณะของ SCALANCE 204-2

5. OLM/G12-1300 คืออุปกรณ์ที่แปลงสัญญาณการรับ-ส่งข้อมูลจาก ระหว่าง Profibus กับ Fiber Optic สาเหตุที่ต้องมีการแปลงสัญญาณ เนื่องจากระบบควบคุมการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟมีความยาวเป็นระยะทางกว่า 2 กิโลเมตรซึ่งถ้าเป็นสายรับ-ส่งสัญญาณชนิดอื่นอาทิเช่นIndustrial Ethernet จะทำให้เกิดการขาดหายของข้อมูล หรือข้อมูลที่ผิดเพี้ยนจากเดิมตลอดจนมีอัตราการรับ-ส่งที่ช้าสืบเนื่องจากระยะทาง โดยถ้าใช้ Fiber Optic จะสามารถป้องกันการขาดหายของข้อมูล หรือ ข้อมูลที่ผิดเพี้ยนไปจากเดิมเนื่องจากสามารถป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าและยังมีสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีความรวดเร็วกว่าสาย Industrial Ethernet โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.35 ลักษณะของ OLM/G12-1300

5. MCC Panel (Motor Control Center Panel) คือตู้ที่เป็นศูนย์กลางสำหรับการควบคุมมอเตอร์โดยตู้ MCC Panel นั้นถูกแบ่งออกเป็นช่องหลายช่อง แต่ละช่องจะเป็นมอเตอร์แต่ละตัว โดยบริเวณด้านหน้าจะมีไฟแสดงสถานะของมอเตอร์แต่ละตัวว่ากำลังทำงานอยู่ (Start) หยุด (Stop) หรือมีข้อผิดพร่อง (Fault) จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.36

รูปที่ 3.36 ลักษณะของ MCC Panel ภายในห้องควบคุม Substation 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 Hardware

3.3.2.1 ศึกษา Instrument list

เพื่อทราบจำนวน Input และ Output ทั้งหมดของระบบ ดังนั้น ต้องทราบจำนวนของเครื่องมือวัดที่มีทั้งหมดในระบบ, ตำแหน่งที่เครื่องมือวัดติดตั้ง, Tag numbers และหน้าที่ของเครื่องมือวัดต่าง ๆ ซึ่งจะทราบรายละเอียดที่กล่าวมาได้นั้นต้องศึกษา Instrument list โดยมีตัวอย่างดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 Instrument List

Location	Machine	Part of machine	TAG No.	Instruments	Description
SUB #2	Belt conveyor B-06	Conveyor frame	SUB02 - B06 - LPB01	Latching push button	Hand safety switch (Emergency)
		Non drive pulley	SUB02 - B06 - SE01	Proximity switch	Speed sensor
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - HSS01	Pull rope switch (Left side No.1)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - HSS02	Pull rope switch (Left side No.2)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - HSS03	Pull rope switch (Left side No.3)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - HSS07	Pull rope switch (Right side No.1)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - HSS08	Pull rope switch (Right side No.2)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - HSS09	Pull rope switch (Right side No.3)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - ZS01	Belt misalignment switch (Left side - Head)	Carrying belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - ZS02	Belt misalignment switch (Left side - Tail)	Carrying belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - ZS03	Belt misalignment switch (Right side - Head)	Carrying belt
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - ZS04	Belt misalignment switch (Right side - Tail)	Carrying belt
		Conveyor head, tail	SUB02 - B06 - HS01	Local control box	Local Operation (Manual)
		Under belt conveyor	SUB02 - B06 - XSS01	Belt damage switch	Detection of belt damage
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - YL01	Flash light (No.1)	Start warning along the belt (Optical signal)
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - YL02	Flash light (No.2)	Start warning along the belt (Optical signal)
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - YL03	Flash light (No.3)	Start warning along the belt (Optical signal)
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - YN01	Horn (No.1)	Start warning along the belt (Acoustic signal)
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - YN02	Horn (No.2)	Start warning along the belt (Acoustic signal)
		Conveyor frame	SUB02 - B06 - YN03	Horn (No.3)	Start warning along the belt (Acoustic signal)
		Take-up	SUB02 - B06 - TZS01 - ZS01	Position switch (Proximity switch)	Limitation take-up path (No.1)
		Take-up	SUB02 - B06 - TZS01 - ZS02	Position switch (Proximity switch)	Limitation take-up path (No.2)
		Chute	SUB02 - B06 - USD1	Ultrasonic sensor	Detection of clogged chute
	Shuttle Belt conveyor B-07 (Reversible)	Conveyor frame	SUB02 - B07 - LPB01	Latching push button	Hand safety switch (Emergency)
		Non drive pulley	SUB02 - B07 - SE01	Proximity switch	Speed sensor
		Conveyor frame	SUB02 - B07 - HSS01	Pull rope switch (Left side)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B07 - HSS02	Pull rope switch (Right side)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B07 - ZS01	Belt misalignment switch (Left side)	Carrying belt
		Conveyor frame	SUB02 - B07 - ZS02	Belt misalignment switch (Right side)	Carrying belt
		Conveyor head, tail	SUB02 - B07 - HS01	Local control box	Local Operation (Manual)
		Under belt conveyor	SUB02 - B07 - XSS01	Belt damage switch	Detection of belt damage
		Conveyor frame	SUB02 - B07 - YL01	Flash light	Start warning along the belt (Optical signal)
		Conveyor frame	SUB02 - B07 - YN01	Horn	Start warning along the belt (Acoustic signal)
		Conveyor head, tail	SUB02 - B07 - US01	Radar sensor for continuous measuring	Pile detection
		Conveyor head, tail	SUB02 - B07 - US02	Radar sensor for continuous measuring	Pile detection
	Belt feeder for Hopper@1 (B08-1)	Conveyor frame	SUB02 - B08.1 - LPB01	Latching push button	Hand safety switch (Emergency)
		Conveyor frame	SUB02 - B08.1 - HSS01	Pull rope switch (Left side)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B08.1 - HSS02	Pull rope switch (Right side)	Emergency stop along the belt
		Conveyor frame	SUB02 - B08.1 - ZS01	Belt misalignment switch (Left side)	Carrying belt
		Conveyor frame	SUB02 - B08.1 - ZS02	Belt misalignment switch (Right side)	Carrying belt
		Conveyor head, tail	SUB02 - B08.1 - HS01	Local control box	Local Operation (Manual)

3.3.2.2 ศึกษา I/O List ของตู้ควบคุมแต่ละตู้

เนื่องจากตู้ควบคุมจำเป็นที่จะต้องมีข้อมูลเพื่อกำหนดสัญญาณ I/O List จึงเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการเขียน Wiring Connection เพื่อนำสัญญาณจาก Terminal ไปใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณหน้างาน โดย I/O List จะมีรายละเอียดดังนี้

1. Location

Location มีไว้เพื่อบ่งบอกสถานที่ตั้งของตัวอุปกรณ์ โดยสถานที่ตั้งของอุปกรณ์ว่าควบคุมจากห้องควบคุมส่วนไหน

2. Type

Type คือชนิดของอุปกรณ์ว่ารับหรือส่งสัญญาณในรูปแบบไหน โดย จะรูปแบบของข้อมูลสัญญาณ 4 รูปแบบ คือ

- Digital Input (DI) คือ โมดูลที่รับสัญญาณมาแบบ Digital
- Digital Output (DO) คือ โมดูลที่ส่งสัญญาณออกไปแบบ Digital
- Analog Input (AI) คือ โมดูลที่รับสัญญาณมาแบบ Analog
- Analog Output (AO) คือ โมดูลที่ส่งสัญญาณออกไปแบบ Analog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Card Number

Card No หรือ Card number มีไว้เพื่อบ่งบอกตำแหน่งของโมดูลว่าอันดับที่เท่าไหร่

4. Terminal

Terminalเป็นข้อมูลที่ไว้บ่งบอกตำแหน่งในตู้ควบคุมที่รับสายสัญญาณจากหน้างานเข้ามาในตู้ควบคุม เช่น –X10 : 2 คือ Terminal ที่ –X10 ช่องตำแหน่งที่ 2

5. Machine

Machine เป็นข้อมูลที่ไว้บ่งบอกตัวอุปกรณ์ว่าอุปกรณ์ตัวไหน เช่น Belt conveyor B-12 คือสายพานลำเลียง B-12 เป็นต้น

6. Address

Address คือข้อมูลที่ใช้กำหนดสัญญาณใน I/O Modules มีการใช้อยู่ 2 รูปแบบ คือ Digital สัญญาณรูปแบบ Digital จะใช้ 1 Bit ต่อ 1 สัญญาณ โดย Digital Module ใน 1 ตัว (32 Points) มี 4 Bytes โดยที่ 1 Byte จะมี 8 Bits (0-7) รูปแบบการกำหนด Address จะเป็น IX.Y (Input) และQX.Y (Output) โดยที่ X คือจำนวนเต็ม ส่วน Y เป็นจำนวนเต็มบวกที่กำหนดตัวเลขได้แค่ 0-7 ตัวอย่างการกำหนด Address เช่น I4.4, Q5.7, I0.2 เป็นต้น Analog สัญญาณรูปแบบ Analog จะใช้ 1 Word (2 Bytes) ต่อ 1 สัญญาณโดย Analog Module ใน 1 ตัว (8 Points) จะมี 8 Words รูปแบบการกำหนด Address จะเป็น PIWX (Input) และPQWX (Output) โดยที่ Xคือจำนวนเต็มใด ๆ สามารถกำหนดตัวเลขห่างกันได้ทีละ 2 Bytes ตัวอย่าง การกำหนด Address เช่น PIW256, PQW300, PIW522 เป็นต้น

7. Instrument type

Instrument type เป็นข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายชนิดของอุปกรณ์ในแต่ละตัว

8. Function

Function เป็นข้อมูลที่ใช้อธิบายรายละเอียดฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์แต่ล่ะตัว เช่น Detection of belt damage คือตรวจจับว่าสายพานลำเลียงมีความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น.อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่าง I/O List

Location	Type	Card No.	Terminal	Machine	Address	Instrument Type	Function	DI	DO	AI	AO
Sub#1	DI	DI No.1 (Sub#1)	-X10 : 2	Mobile conveyor B-28	I10.0	-	Spare	1			
			-X10 : 4		I10.1	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 6		I10.2	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 8		I10.3	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 10		I10.4	-	Spare	1			
			-X10 : 12		I10.5	-	Spare	1			
			-X10 : 14	Mobile conveyor B-29	I10.6	-	Spare	1			
			-X10 : 16		I10.7	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 18		I11.0	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 20		I11.1	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 22		I11.2	-	Spare	1			
			-X10 : 24		I11.3	-	Spare	1			
			-X10 : 26	Mobile conveyor B-30	I11.4	-	Spare	1			
			-X10 : 28		I11.5	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 30		I11.6	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 32		I11.7	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 34		I12.0	-	Spare	1			
			-X10 : 36		I12.1	-	Spare	1			
			-X10 : 38	Belt conveyor B-12	I12.2	-	Spare	1			
			-X10 : 40		I12.3	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 42		I12.4	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 44		I12.5	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 46		I12.6	Roller lever limit switch	Limitation take-up path	1			
			-X10 : 48		I12.7	-	Spare	1			
			-X10 : 50		I13.0	-	Spare	1			
			-X10 : 52		I13.1	-	Spare	1			
			-X10 : 54		I13.2	-	Spare	1			
			-X10 : 56		I13.3	-	Spare	1			
			-X10 : 58		I13.4	-	Spare	1			
			-X10 : 60		I13.5	-	Spare	1			
			-X10 : 62		I13.6	-	Spare	1			
			-X10 : 64		I13.7	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
		DI No.2 (Sub#1)	-X10 : 66	Belt conveyor B-13	I14.0	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 68		I14.1	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 70		I14.2	Roller lever limit switch	Limitation take-up path	1			
			-X10 : 72		I14.3	-	Spare	1			
			-X10 : 74		I14.4	-	Spare	1			
			-X10 : 76		I14.5	-	Spare	1			
			-X10 : 78		I14.6	-	Spare	1			
			-X10 : 80		I14.7	-	Spare	1			
			-X10 : 82		I15.0	-	Spare	1			
			-X10 : 84		I15.1	-	Spare	1			
			-X10 : 86		I15.2			1			
			-X10 : 88	Belt conveyor B-05	I15.3	-	Spare	1			
			-X10 : 90		I15.4	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 92		I15.5	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 94		I15.6	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 96		I15.7	Roller lever limit switch	Limitation take-up path	1			
			-X10 : 98		I16.0	-	Spare	1			
			-X10 : 100		I16.1	-	Spare	1			
			-X10 : 102		I16.2	-	Spare	1			
			-X10 : 104		I16.3	-	Spare	1			
			-X10 : 106		I16.4	-	Spare	1			
			-X10 : 108		I16.5	-	Spare	1			
			-X10 : 110		I16.6	-	Spare	1			
			-X10 : 112	TR 01-CP (BF-01.1)	I16.7	Filter control unit for bag filter	Relay input (Fault)	1			
			-X10 : 114		I17.0	Filter control unit for bag filter	Spare	1			
			-X10 : 116	TR 01-CP (BF-01.2)	I17.1	Filter control unit for bag filter	Relay input (Fault)	1			
			-X10 : 118		I17.2	Filter control unit for bag filter	Spare	1			
			-X10 : 120	Belt conveyor B-14	I17.3	-	Spare	1			
			-X10 : 122		I17.4	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 124		I17.5	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 126		I17.6	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 128		I17.7	Roller lever limit switch	Spare	1			
		DI No.3 (Sub#1)	-X10 : 130	Belt conveyor B-16	I18.0	-	Spare	1			
			-X10 : 132		I18.1	-	Spare	1			
			-X10 : 134		I18.2	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 136		I18.3	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 138		I18.4	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 140		I18.5	Roller lever limit switch	Limitation take-up path	1			
			-X10 : 142		I18.6	-	Spare	1			
			-X10 : 144		I18.7	-	Spare	1			
			-X10 : 146		I19.0	-	Spare	1			
			-X10 : 148		I19.1	-	Spare	1			
			-X10 : 150		I19.2	-	Spare	1			
			-X10 : 152		I19.3	-	Spare	1			
			-X10 : 154		I19.4	-	Spare	1			
			-X10 : 156	Belt conveyor B-17	I19.5	-	Spare	1			
			-X10 : 158		I19.6	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 160		I19.7	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 162		I20.0	Belt damage switch	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 164		I20.1	Roller lever limit switch	Limitation take-up path	1			
			-X10 : 166		I20.2	-	Spare	1			
			-X10 : 168		I20.3	-	Spare	1			
			-X10 : 170		I20.4	-	Spare	1			
			-X10 : 172		I20.5	-	Spare	1			
			-X10 : 174		I20.6	-	Spare	1			
			-X10 : 176		I20.7	-	Spare	1			
			-X10 : 178		I21.0	-	Spare	1			
			-X10 : 180	Belt conveyor B-18	I21.1	-	Spare	1			
			-X10 : 182		I21.2	Belt misalignment switch (Head)	Carring belt	1			
			-X10 : 184		I21.3	Belt misalignment switch (Tail)	Carring belt	1			
			-X10 : 186		I21.4	Belt damage switch	Carring belt	1			
			-X10 : 188		I21.5	-	Carring belt	1			
			-X10 : 190		I21.6	-	Detection of belt damage	1			
			-X10 : 192	Belt conveyor B-19	I21.7	-	Spare	1			

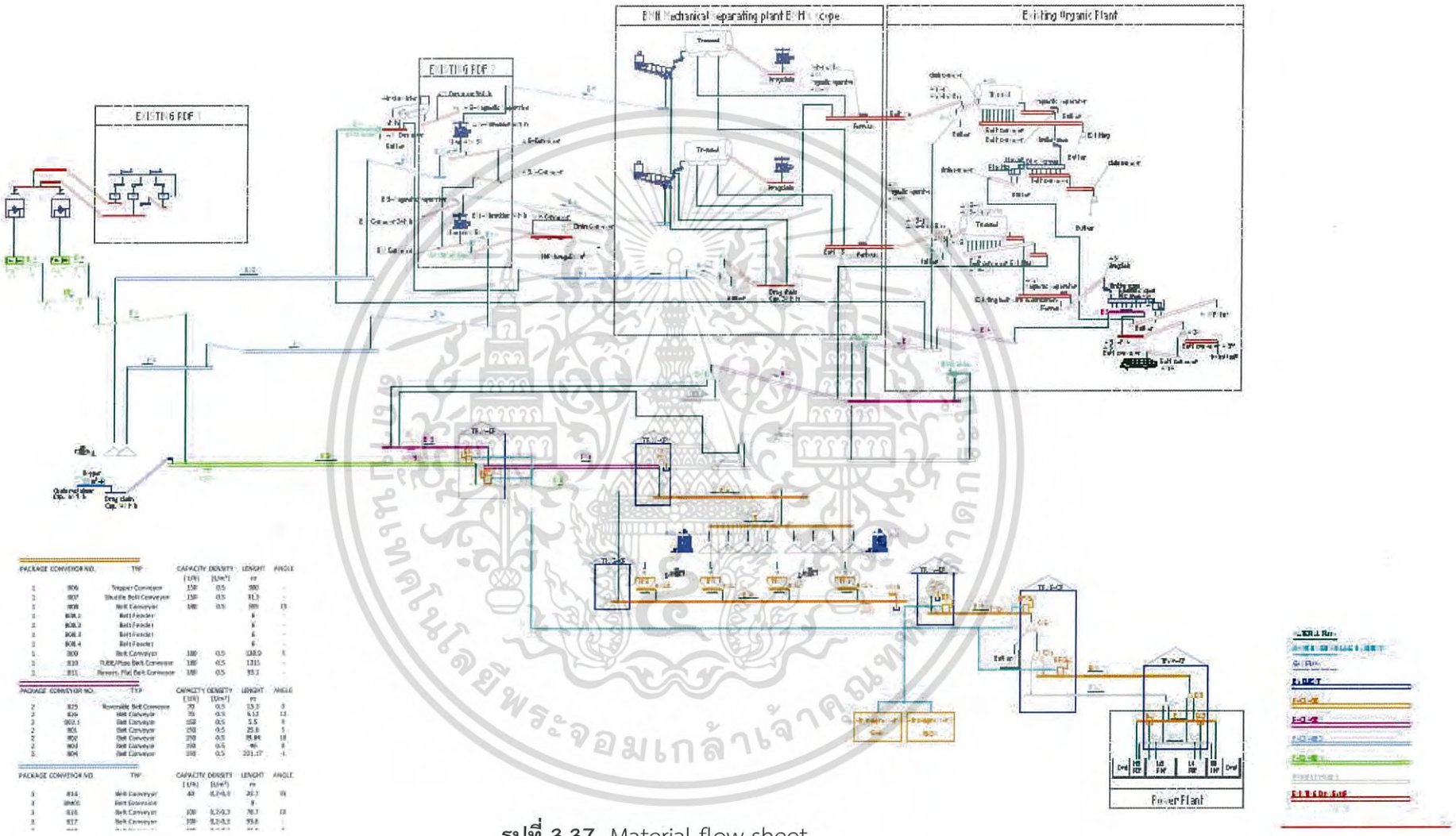
จากตารางที่ 3.2 จะแสดงให้เห็นถึง I/O List ของเครื่องมือวัดที่ใช้ในระบบขนส่งลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 ศึกษาการแบ่งพื้นที่การดำเนินงาน

ในการที่จะควบคุมระบบการขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟนั้นต้องเข้าใจกระบวนการการทำงาน เพื่อที่จะสามารถเห็นภาพรวมของระบบได้ ซึ่งในขั้นต้นได้ทำการศึกษาจาก Material flow sheet เพื่อดูจำนวนสายพานที่ต้องทำเนื่องจากเป็นโปรเจคขนาดใหญ่ระยะเวลานาน จึงต้องมีการแบ่งส่วนทำเป็นแพคเกจ (Package) และเพื่อดูตำแหน่งของสายพานลำเลียงและเครื่องมือวัดโดยรวม ซึ่งใน Material flow sheet จะแบ่งแพคเกจ ตามสีต่าง ๆ เพื่อง่ายต่อการเข้าใจดังรูปที่ 3.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 Material flow sheet

แพคเกจ 1 (Package 1) จะมีลำดับการทำงานคือ โดยเริ่มลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟตั้งแต่ B-8.1, B-8.2, B-8.3 และ B-8.4 ซึ่ง 4 เส้นจะอยู่ในโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ทำหน้าที่ลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟที่ได้รับจาก Tractor ขนถ่ายไปยังสายพานลำเลียง B-8.1, B-8.2, B-8.3 และ B-8.4 ในขั้นตอนต่อไปทั้ง 4 สายพานลำเลียงคือ B-8.1, B-8.2, B-8.3 และB-8.4 จะลำเลียงเข้ากับสายพานลำเลียง B-8 และจะลำเลียงขึ้นไปยังจุดเปลี่ยนถ่ายเพื่อเปลี่ยนถ่ายเป็นสายพานลำเลียง B-9 ต่อมาก็จะลำเลียงขึ้นไปในจุดเปลี่ยนถ่ายถัดไปซึ่งจะเริ่มทำการจัดรูปสายพานให้มีลักษณะเป็นแบบท่อและจะมีอุปกรณ์ตรวจจับโลหะตลอดจนได้มีการเปลี่ยนถ่ายสายพานเป็นสายพานB-10ในจุดเปลี่ยนถ่ายนี้ ซึ่งสายพาน B-10 ทั้งเส้นจะเป็นสายพานลำเลียงแบบท่อเนื่องจากมีการลำเลียงข้ามภูเขาตลอดจนเป็นบริเวณที่ใช้ในการสัญจรโดยจะลำเลียงไปจนถึงบริเวณจุดเปลี่ยนถ่ายสายพานลำเลียง B-11 ซึ่งสายพานลำเลียง B-11 จะทำหน้าที่ลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟเข้าสู่โรงไฟฟ้า

แพคเกจ 2 (Package 2) กำลังมีการดำเนินการติดตั้งอยู่ซึ่งยังไม่เสร็จสมบูรณ์โดยจะมีลำดับการทำงานที่วางไว้คือ เริ่มจากสายพานลำเลียง B-2.1 และB-1 รับเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ มาจาก Trommel ในขั้นตอนต่อไปคือลำเลียงไปยังสายพานลำเลียง B-2 โดยสายพานลำเลียง B-2 จะลำเลียงต่อไปยังสายพานลำเลียง B-3 ต่อไปยัง B-4 ซึ่งมีแม่เหล็กคอยตรวจจับโลหะ ต่อมาก็ B-6 ซึ่งจะลำเลียงเข้าโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ และสุดท้ายเข้าสายพานลำเลียง B-7 ซึ่งสายพานลำเลียง B-7 จะสามารถเลื่อนตำแหน่งได้เนื่องจากติดตั้งอยู่ด้านบน Overhead crane และมี Shuttle traveller คอยเคลื่อนที่แนวขนานกับ Overhead crane เหตุผลของการเคลื่อนที่นั้นจะใช้ในการโปรยเป็นกองเพื่อลำเลียงไปยัง Package 1

หลังจากเข้าใจหลักการทำงานของระบบขั้นตอนต่อไปคือดูจำนวนเครื่องมือวัดที่ติดตั้งทั้งหมดกับสายพานลำเลียง และ Overhead crane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 Software/Control programs

3.3.3.1 SIMATIC STEP 7

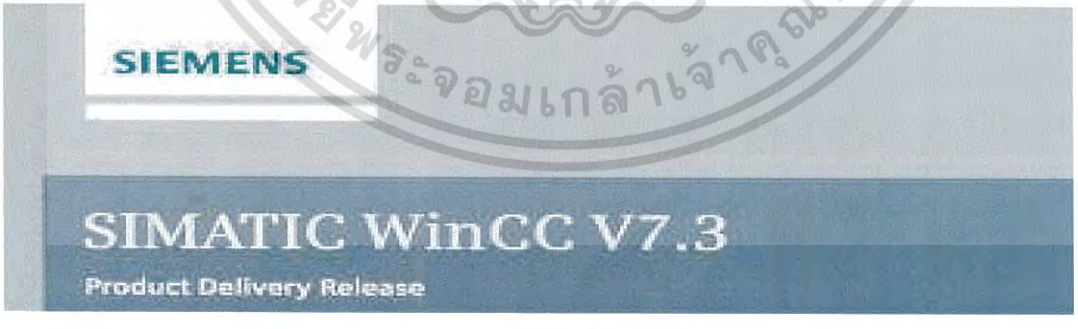
ในการเขียนโปรแกรมการทำงานให้กับ PLC โดยต้องมีซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมสั่งงานให้กับ PLC ซึ่งจะใช้โปรแกรม SIMATIC STEP 7 ในการเขียนสั่งงาน

SIMATIC STEP 7 เป็นซอฟต์แวร์มาตรฐานสำหรับ สร้างตรรกะการควบคุม โปรแกรมใน Ladder, ฟังค์ชันบล็อก หรือรายการชี้แจงสำหรับ SIMATIC S7-300/400

รูปที่ 3.38 การแสดงไอคอนของโปรแกรม SIMATIC STEP 7

3.3.3.2 SIMATIC WinCC

SIMATIC WinCC เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างส่วนแสดงผลเพื่อใช้ในการควบคุม และติดตามของกระบวนการโดยจะเป็นเครื่องมือในการแสดงสถานะของกระบวนการให้ออกมาอย่างเสมือนจริง



รูปที่ 3.39 การแสดงไอคอนของโปรแกรม SIMATIC WinCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการทำWiring Connection

หลังจากที่ศึกษา I/O List ไปที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเขียนแบบการเชื่อมต่อสัญญาณ (Wiring Connection) ระหว่างตู้ควบคุมกับเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณหน้างาน (Instrument) และตู้ควบคุมกับสัญญาณทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง (Interface)

3.4.1 แบบ Wiring Connection ระหว่างตู้ควบคุมกับเครื่องมือวัด

ในส่วนนี้เป็นแบบที่แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆที่อยู่บริเวณหน้างานกับ Terminal ที่อยู่ในตู้ควบคุม โดยในการเขียนแบบนั้นจะอ้างอิงข้อมูลจาก I/O List และแบบ Circuit Diagram ซึ่งลักษณะดังรูปที่ 3.40

Conveyor	Instrument	Ins. Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
B06	Belt drift (Head)	+24 from PLC				-X10 : 3	PLC SUB#3
		Signal				-X10 : 4	
	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 5	
		Signal				-X10 : 6	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 7	
		Signal				-X10 : 8	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 9	
		Signal				-X10 : 10	
B08.1	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 39	
		Signal				-X10 : 40	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 41	
		Signal				-X10 : 42	
B08.2	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 55	
		Signal				-X10 : 56	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 57	
		Signal				-X10 : 58	
B08.3	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 71	
		Signal				-X10 : 72	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 73	
		Signal				-X10 : 74	
B08.4	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 87	
		Signal				-X10 : 88	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 89	
		Signal				-X10 : 90	
B08	Belt drift (Head)	+24 from PLC				-X10 : 103	
		Signal				-X10 : 104	
	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 105	
		Signal				-X10 : 106	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 107	
		Signal				-X10 : 108	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 109	
		Signal				-X10 : 110	
B09	Belt drift (Head)	+24 from PLC				-X10 : 127	
		Signal				-X10 : 128	
	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 129	
		Signal				-X10 : 130	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 131	
		Signal				-X10 : 132	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 133	
		Signal				-X10 : 134	
B10	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 151	
		Signal				-X10 : 152	
	Belt drift (Twist - Tail)	+24 from PLC				-X10 : 153	
		Signal				-X10 : 154	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 155	
		Signal				-X10 : 156	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 157	
		Signal				-X10 : 158	

รูปที่ 3.40 ตัวอย่างแบบ Wiring Connection ระหว่างตู้ควบคุมกับเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 แบบ Wiring Connection ระหว่างตู้ควบคุมกับสัญญาณทางไฟฟ้า

แบบในส่วนนี้เป็นแบบที่แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างสัญญาณทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับ Terminal ที่อยู่ในตู้ควบคุม โดยตัวอย่างสัญญาณทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องได้แก่ MCC Panel, VSD, Transformer เป็นต้นในการเขียนแบบนั้นจะอ้างอิงข้อมูลจากแบบ Circuit Diagram ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตัวนั้น ซึ่งในส่วนนี้ทีมงานไฟฟ้ากำลังจะเป็นผู้จัดทำขึ้นมาตัวอย่างเช่น MCC Panel ก็ต้องดูแบบ Circuit Diagram ที่อ้างอิงถึง MCC Panel แล้วสังเกตตรงส่วนที่เป็น Terminal ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมดังรูปที่ 3.41

Substation	Cabinet	Conveyor	Description	MCC Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
MCC SUB#2	= MCC2 + N01F	-	ACB Close	-X12 : 2				-X10 : 242	PLC SUB#2
			ACB Open	-X12 : 4				-X10 : 244	
			ACB Trip	-X12 : 6				-X10 : 246	
			220VAC ACB power supply	-X12 : 8				-X10 : 248	
			220VAC power supply	-X12 : 10				-X10 : 250	
			24VDC power supply	-X12 : 12				-X10 : 252	
			Under voltage relay fault	-X12 : 14				-X10 : 254	
	= MCC2 + N02F.A	MS-02	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 182	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 184	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 186	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 21	
				-X10 : 15				-X16 : 22	
	= MCC2 + N02F.B	MS-03	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 188	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 190	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 192	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 23	
				-X10 : 15				-X16 : 24	
	= MCC2 + N02F.C	B/F-02	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 194	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 196	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 198	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 39	
				-X10 : 15				-X16 : 40	
	= MCC2 + N02F.D	B/F-03.1	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 200	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 202	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 204	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 41	
				-X10 : 15				-X16 : 42	
	= MCC2 + N02F.E	B/F-03.2	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 206	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 208	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 210	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 43	
				-X10 : 15				-X16 : 44	
	= MCC2 + N02F.K	B06	OLPT	-X10 : 10				-X13 : 1	
			RCR1	-X10 : 11				-X13 : 2	
			AVBL	-X10 : 13				-X13 : 3	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 19	
				-X10 : 15				-X16 : 20	
			Pull Rope (Left No.1)	-X11 : 43				-X11 : 1	
				-X11 : 44				-X11 : 2	
			Pull Rope (Left No.2)	-X11 : 45				-X11 : 3	
				-X11 : 46				-X11 : 4	
			Pull Rope (Left No.3)	-X11 : 47				-X11 : 5	
				-X11 : 48				-X11 : 6	
			Pull Rope (Right No.1)	-X11 : 49				-X11 : 7	
				-X11 : 50				-X11 : 8	
			Pull Rope (Right No.2)	-X11 : 51				-X11 : 9	
				-X11 : 52				-X11 : 10	
			Pull Rope (Right No.3)	-X11 : 53				-X11 : 11	
				-X11 : 54				-X11 : 12	
			Speed Sensor	-X11 : 55				-X12 : 1	
				-X11 : 56				-X12 : 2	

รูปที่ 3.41 ตัวอย่างแบบ Wiring Connection ระหว่างตู้ควบคุมกับสัญญาณทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

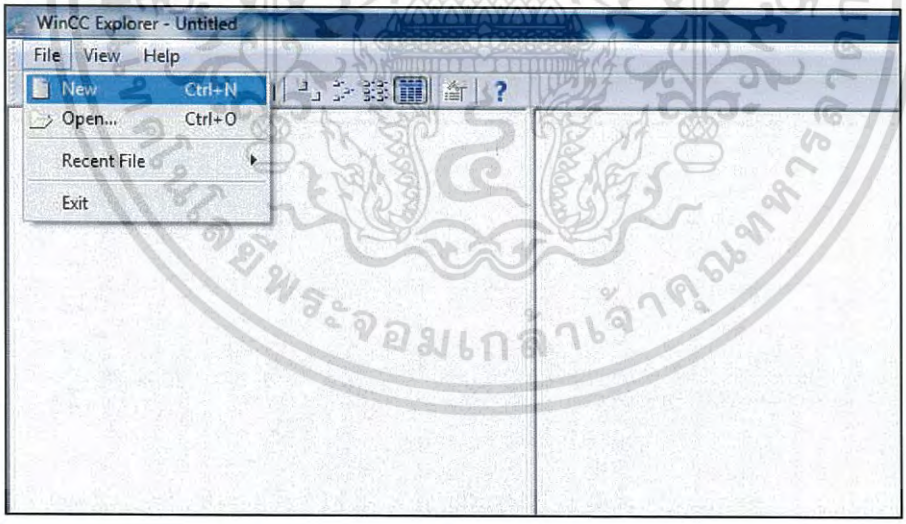
3.5 ขั้นตอนการสร้างส่วนแสดงผลของระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

ในการติดตามและควบคุมขบวนการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟต้องมีส่วนที่เรียกว่าหน้าจอควบคุมและแสดงผล โดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC Explorer ในการเขียนส่วนแสดงผลและสร้างกราฟิกระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ

1. ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอนโปรแกรม SIMATIC WinCC Explorer โดยหน้าตาไอคอนโปรแกรมจะเป็นดังรูปที่ 3.42

รูปที่ 3.42 ไอคอนโปรแกรม SIMATIC WinCC Explorer

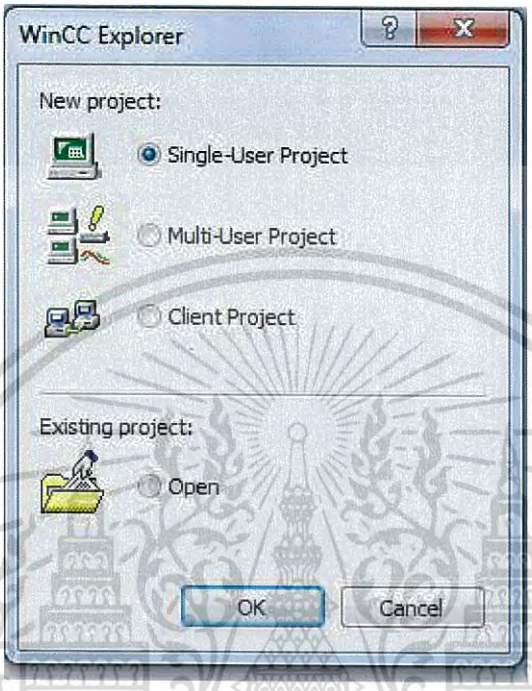
2. เริ่มการสร้าง Project โดยการคลิกซ้ายที่แถบคำว่า File บริเวณมุมบนด้านซ้ายของหน้าต่าง เลือกที่ New ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 การแสดงแถบ File

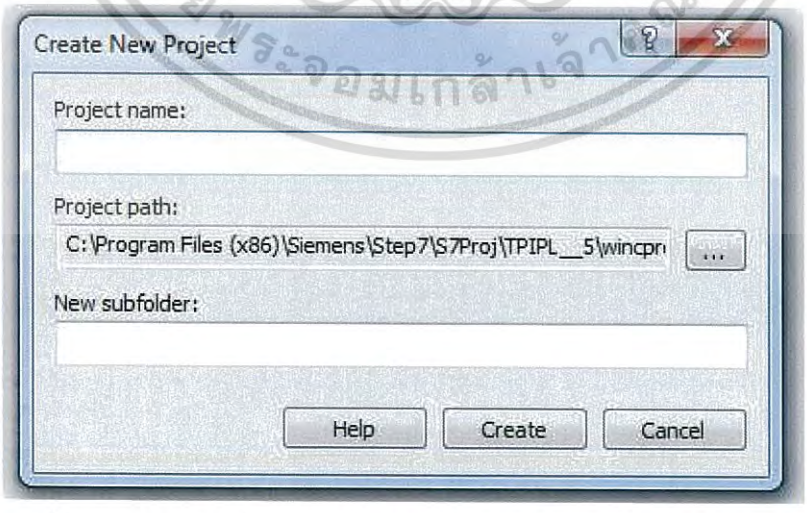
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ต่อมาหน้าต่างจะขึ้นมาให้เลือกลักษณะการใช้งานโดยอันแรกจะเป็น Project ต่อ User หรือจะเป็นแบบอื่นๆแล้วแต่การใช้งาน



รูปที่ 3.44 การเลือกชนิดของ Project ต้องการสร้าง

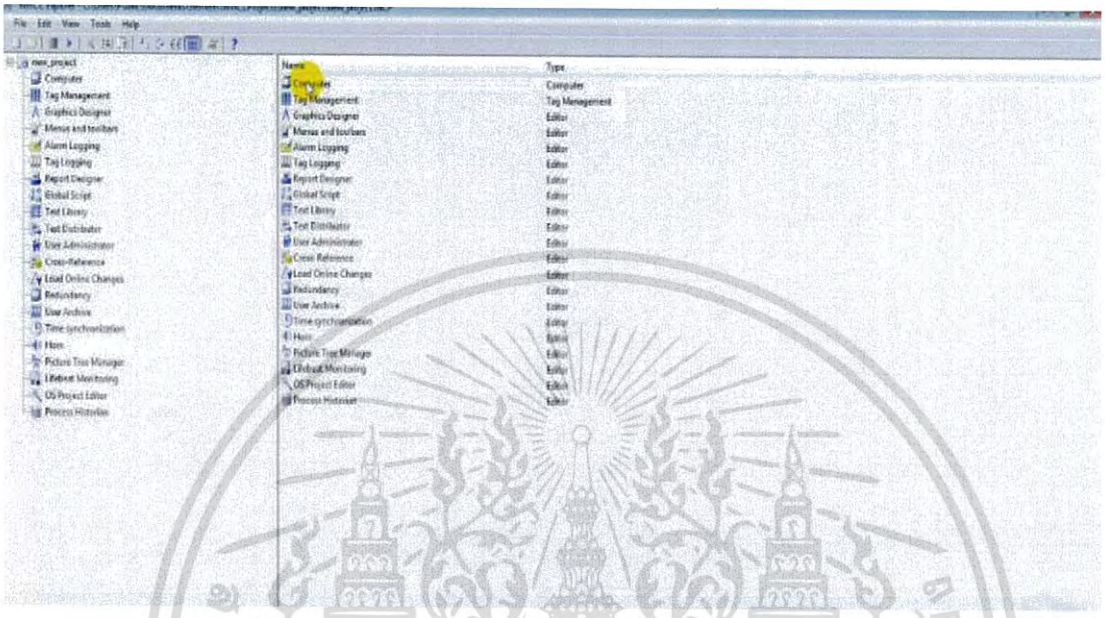
4. ขั้นตอนต่อมาตั้งชื่อ Project และตำแหน่งที่ต้องการเก็บบันทึกดังหน้าต่างในรูปที่ 3.45



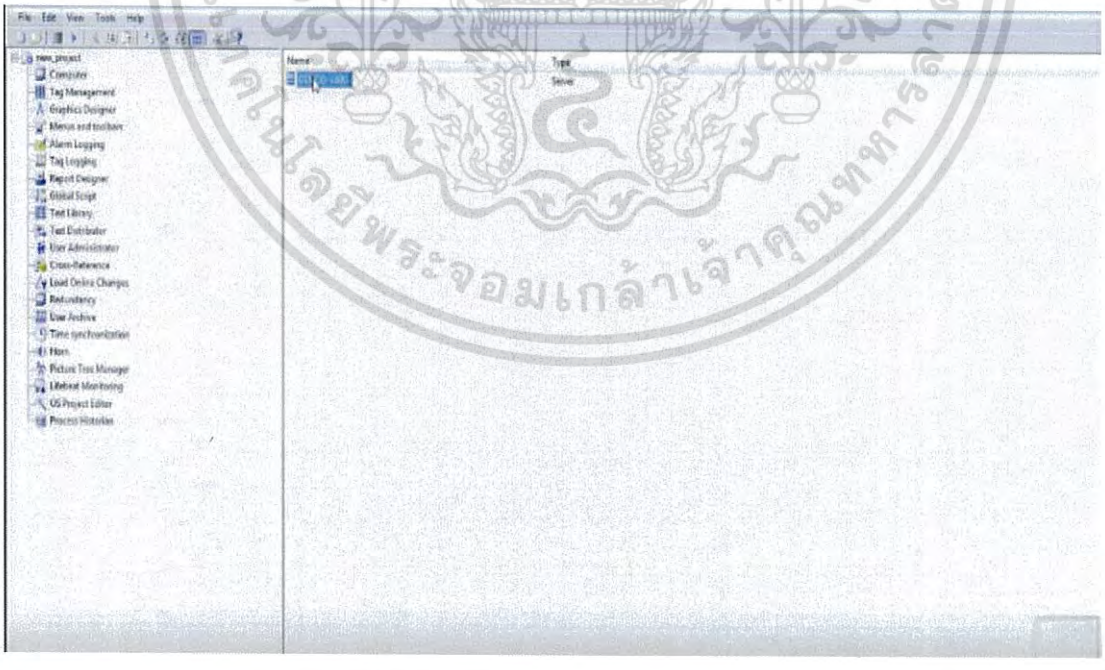
รูปที่ 3.45 การเลือกตำแหน่งที่ต้องการเก็บบันทึก และตั้งชื่อ Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอนต่อมาให้ดับเบิลคลิกไปที่ Computer ดังรูปที่ 3.46 ซึ่งจะทำการแสดงชื่อ Computer ที่สามารถใช้งาน Project ได้ดังรูปที่ 3.47 โดยสามารถทำการเปลี่ยนชื่อให้เป็นชื่อ Computer ของเครื่องที่ใช้งานได้ดังรูป 3.48

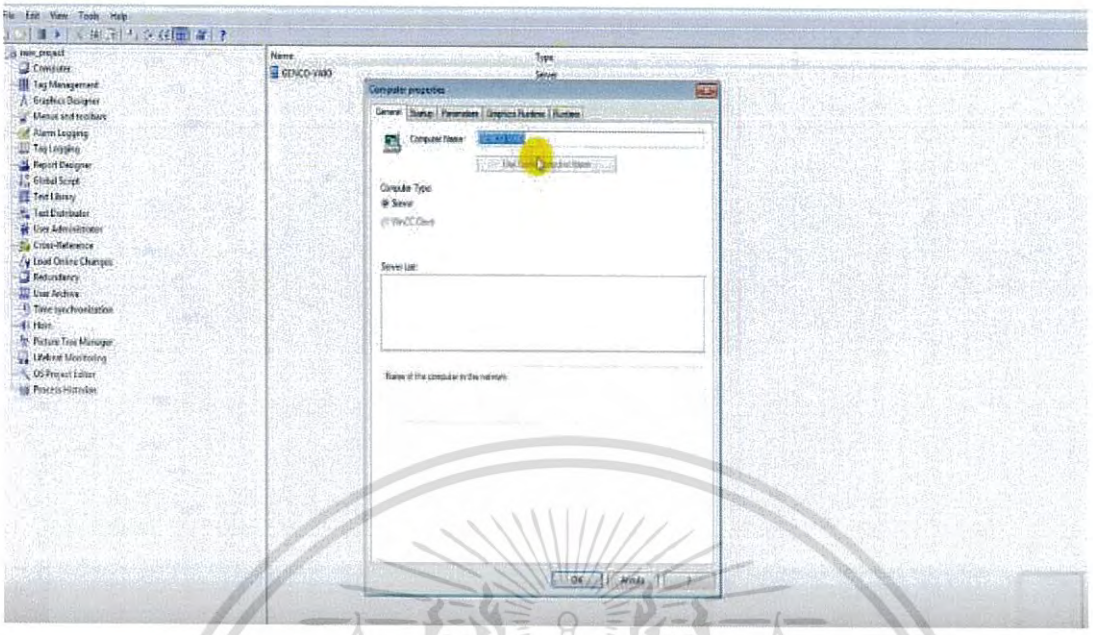


รูปที่ 3.46 รายละเอียดภายใน Project



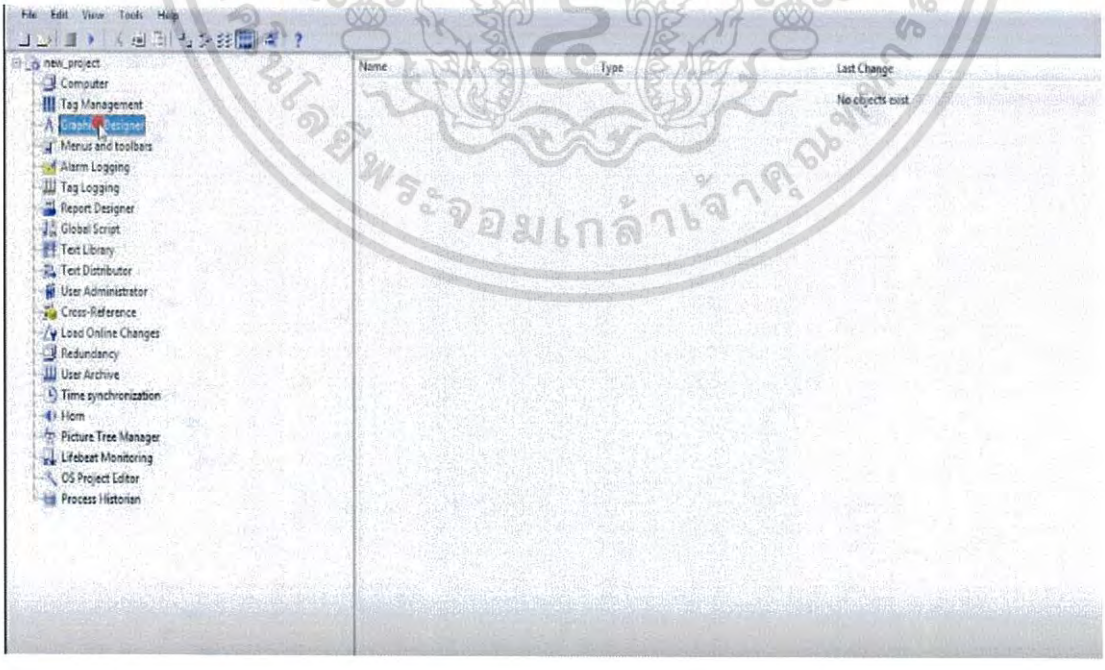
รูปที่ 3.47 ชื่อของ Computer ที่สามารถใช้งาน Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



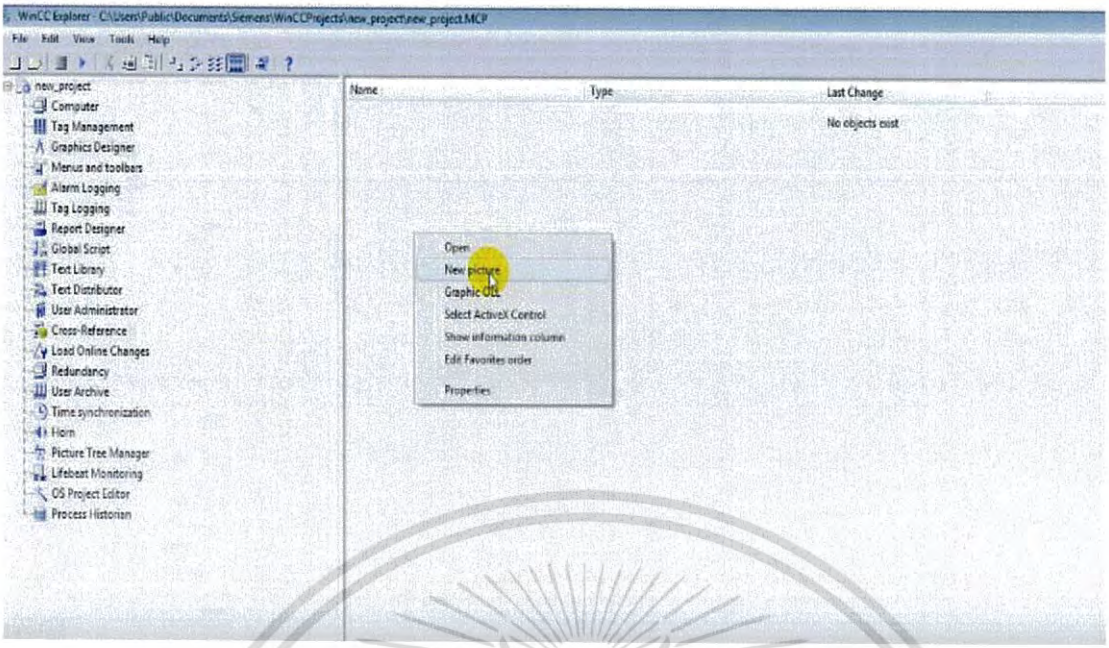
รูปที่ 3.48 การเปลี่ยนชื่อ Computer ที่สามารถใช้งาน Project

6. เพื่อสร้างหน้ากราฟิกต้องดับเบิ้ลคลิกที่ Graphic Designer ดังรูปที่ 3.49 ต่อด้วยคลิกขวาตรงพื้นที่ด้านขวาของจอเลือก New picture จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นดังรูปที่ 3.50



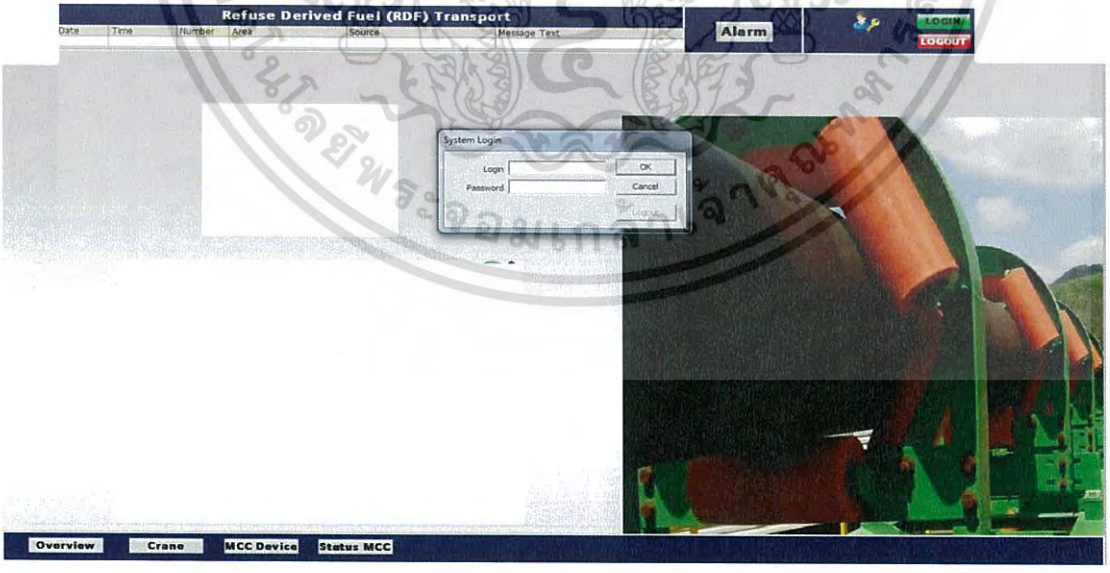
รูปที่ 3.49 การเลือก Graphic Designer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



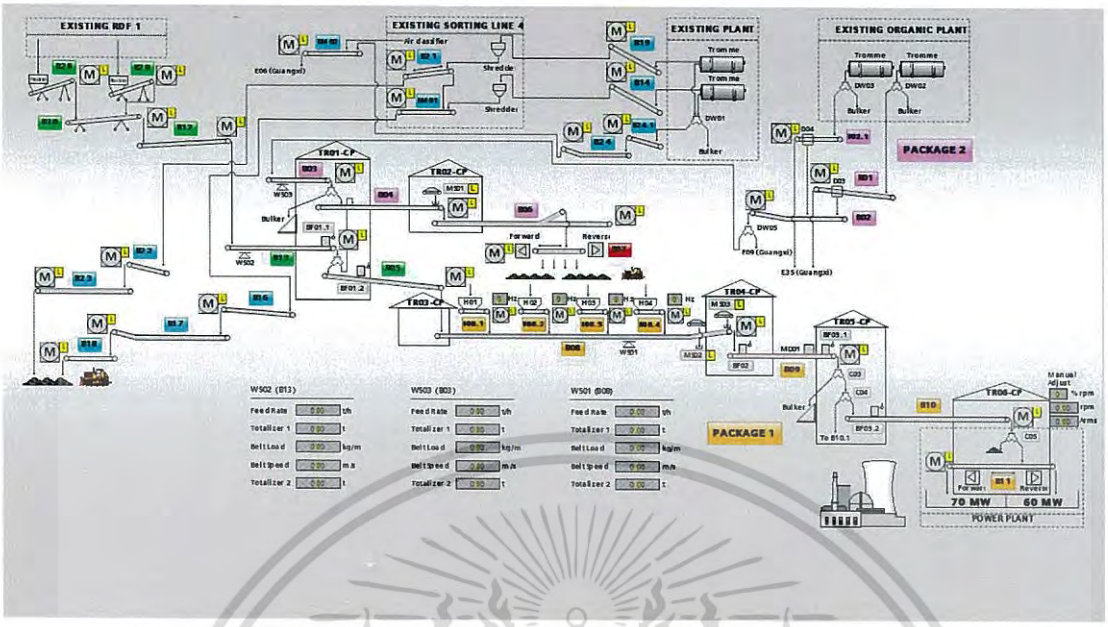
รูปที่ 3.50 การเลือก New photo

7. อันดับแรกสร้างส่วนแสดงผล 5 หน้าหลักของ Project คือ Login, Overview, Crane, MCC Device และ Status MCC จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.51 – 3.55 ตามลำดับ

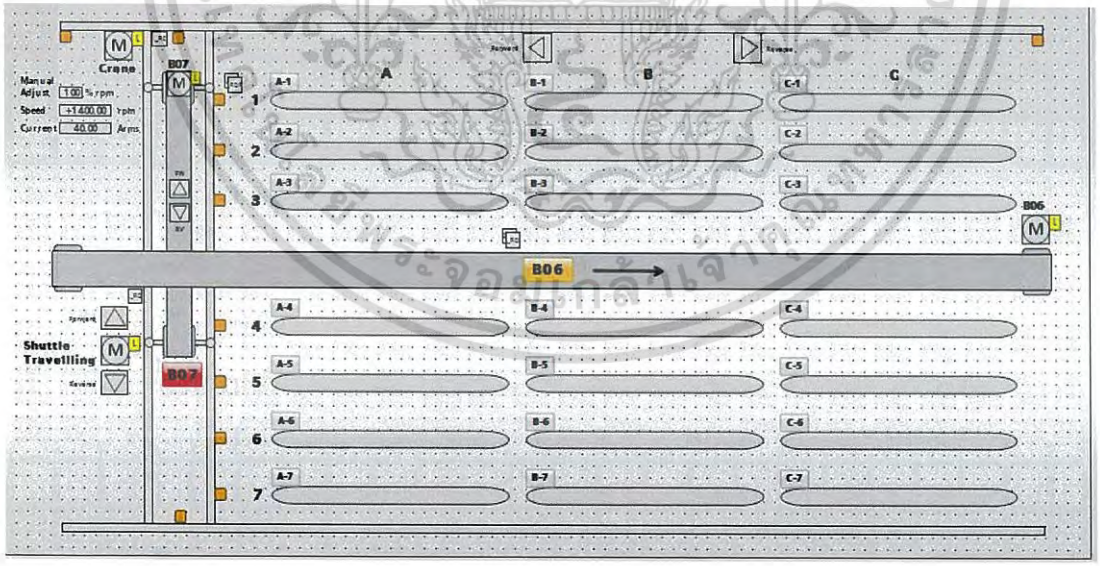


รูปที่ 3.51 หน้า Login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

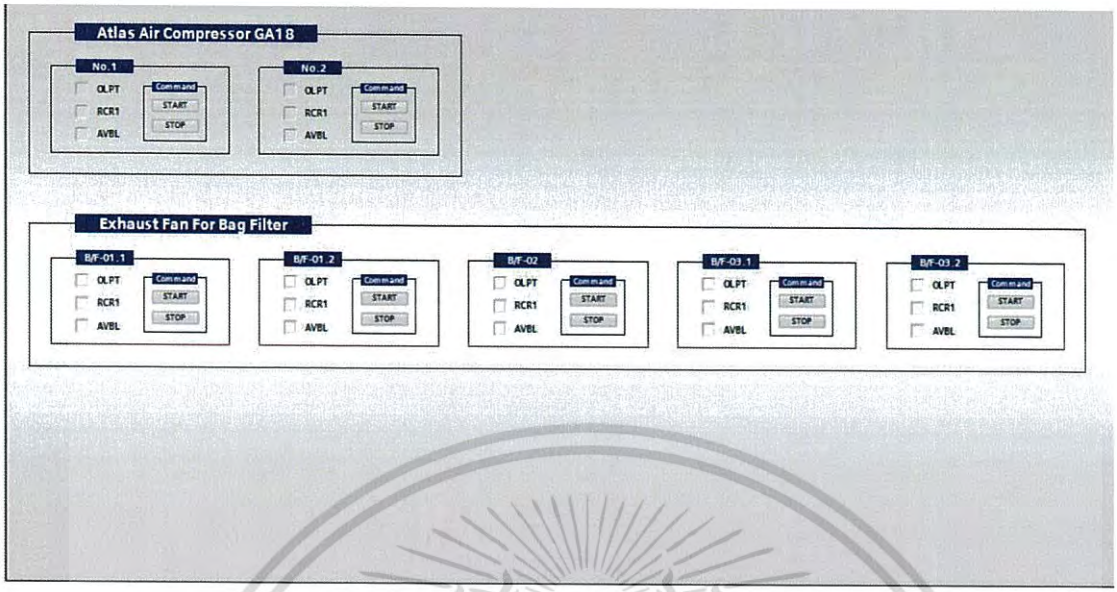


รูปที่ 3.52 หน้า Overview

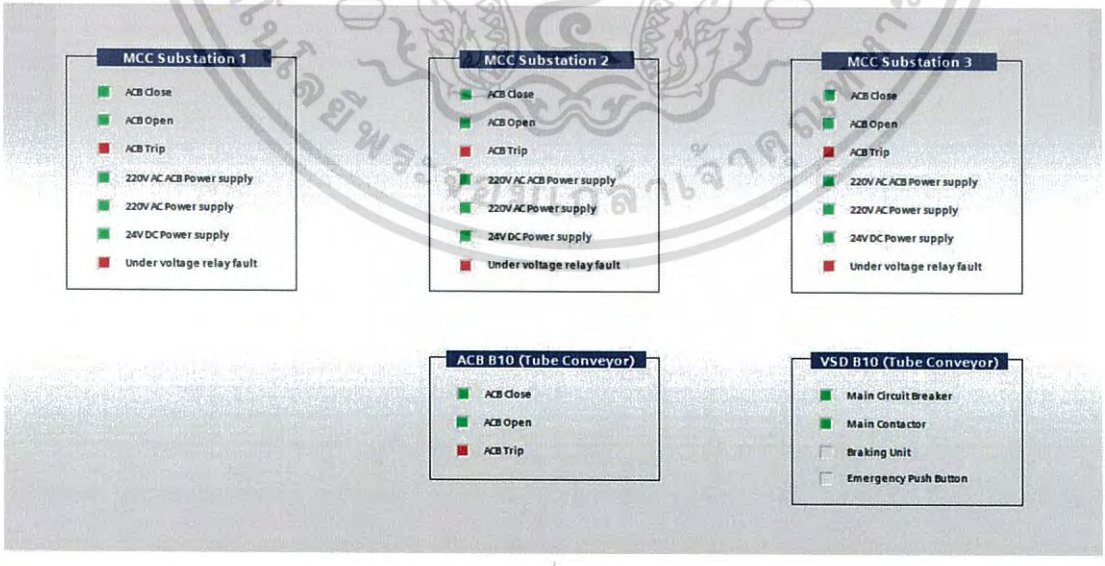


รูปที่ 3.53 หน้า Crane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



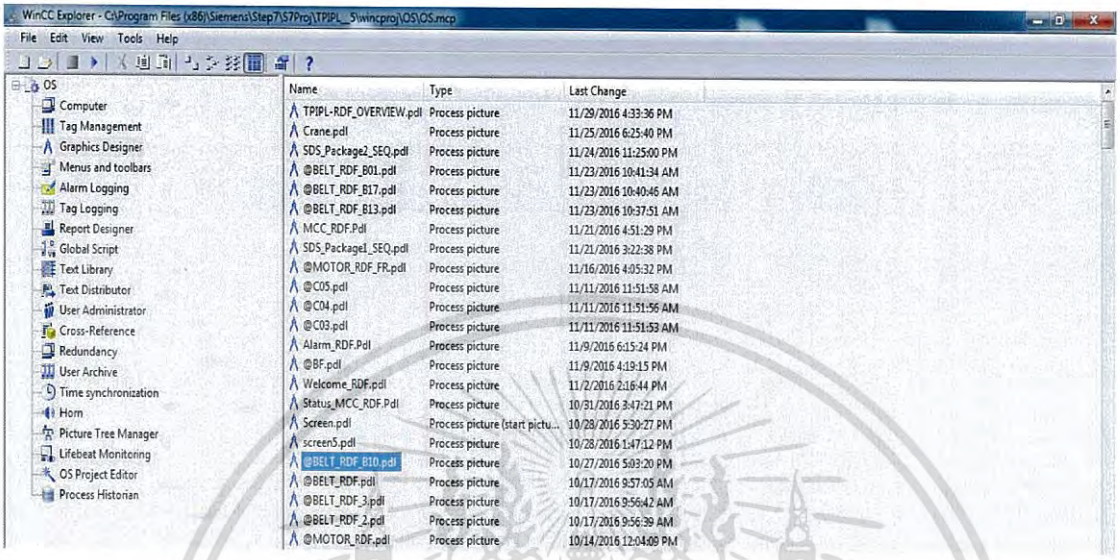
รูปที่ 3.54 หน้า MCC Device



รูปที่ 3.55 หน้า Status MCC

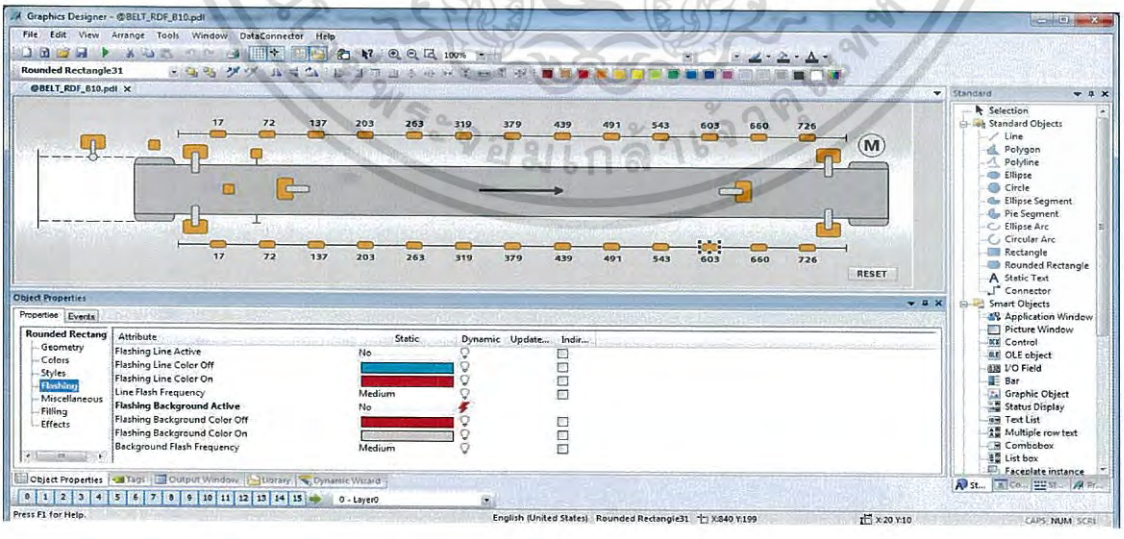
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ต่อมาสร้างส่วนแสดงผลในส่วนของการจำลองสายพานลำเลียงเส้นต่างๆ เพื่อติดตามสถานะของเครื่องมือวัดหน้างานซึ่งจะแสดงเป็น Pop-up ซึ่งรายชื่อส่วนแสดงผลที่ถูกสร้างขึ้นจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 รายชื่อส่วนแสดงผลของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ

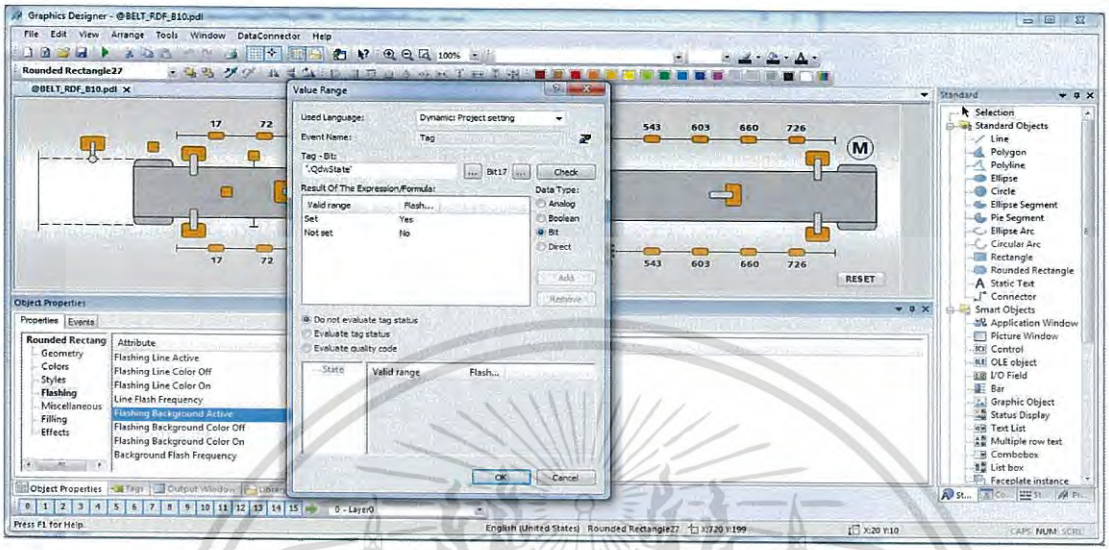
9. โดยการที่จะให้เครื่องมือวัดมีการแจ้งเตือนต้องมีการคลิกเข้าไปที่ Flashing คลิกขวาที่สัญลักษณ์สายฟ้าของ Flashing Background Active เลือก Object description ดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 การเลือก Flashing ของเครื่องมือวัดในสายพานลำเลียง B-10

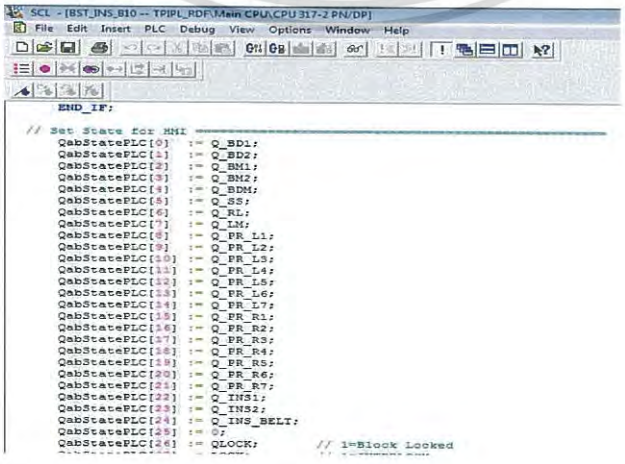
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ขั้นตอนถัดมาทำการเลือก Tag – Bit, คลิกสัญลักษณ์ “....” เพื่อทำการเลือก Bit , เลือก Data type เป็น Bit, ดับเบิลคลิกที่ No ให้เป็น Yes ของ Set ในกรอบด้านล่างของ Tag-Bit



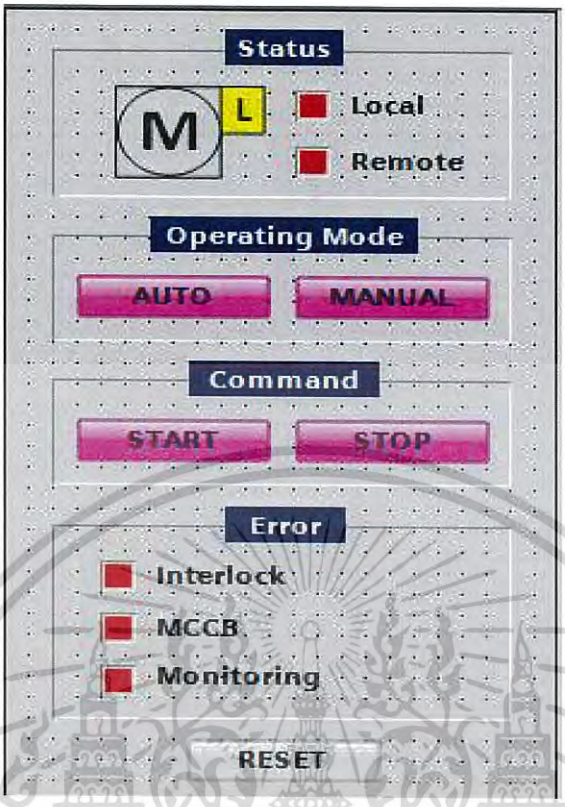
รูปที่ 3.58 รายละเอียดหน้า Value Range

11. ทำการสร้าง Pop-up แสดงสถานะของมอเตอร์ตามสายพานลำเลียงโดยจะมีการแสดงสถานะ Local และ Remote ตลอดจนเมื่อเข้าสถานะ Remote สามารถเลือกให้เป็น Auto หรือ Manual ได้โดยสั่ง Start หรือ Stop เมื่ออยู่ใน Mode Manual ได้ด้วย สุดท้ายนี้มีการแสดงสถานะความผิดปกติจากมอเตอร์คือ Interlock หมายถึงมีเครื่องมือวัดหน้างานส่งสัญญาณเพื่อหยุดการทำงานจะหายไปเมื่อไปทำให้เครื่องมือวัดหน้างานเป็นปกติ, MCCB คือสัญญาณที่มาจาก Overload protection ซึ่งหมายถึงที่ MCC โดย Breaker ทำการทริปจากการ Overload protection และส่วนสุดท้าย Monitoring เป็นสัญญาณจากการผิดพลาดในทางโปรแกรมซึ่งเป็นผลจากการเข้าสัญญาณตาม Bit ที่กำหนดไว้ในส่วนควบคุมโดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.59 โดย Pop-up มอเตอร์มีลักษณะดังรูป 3.60



รูปที่ 3.59 รายละเอียดของแต่ Bit

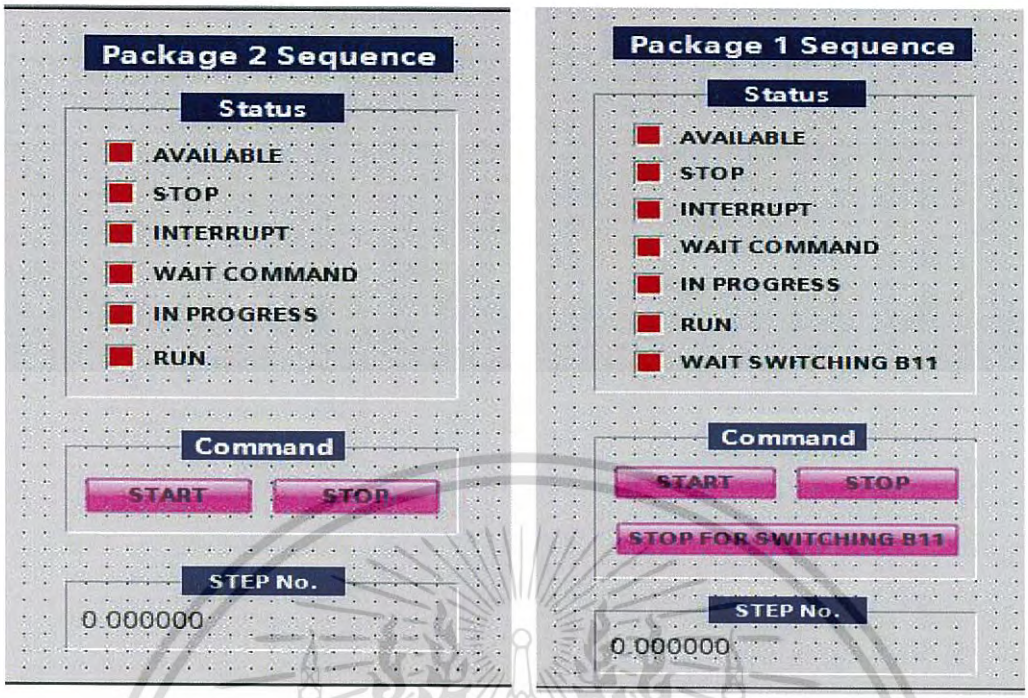
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.60 ลักษณะของ Pop-up ของมอเตอร์

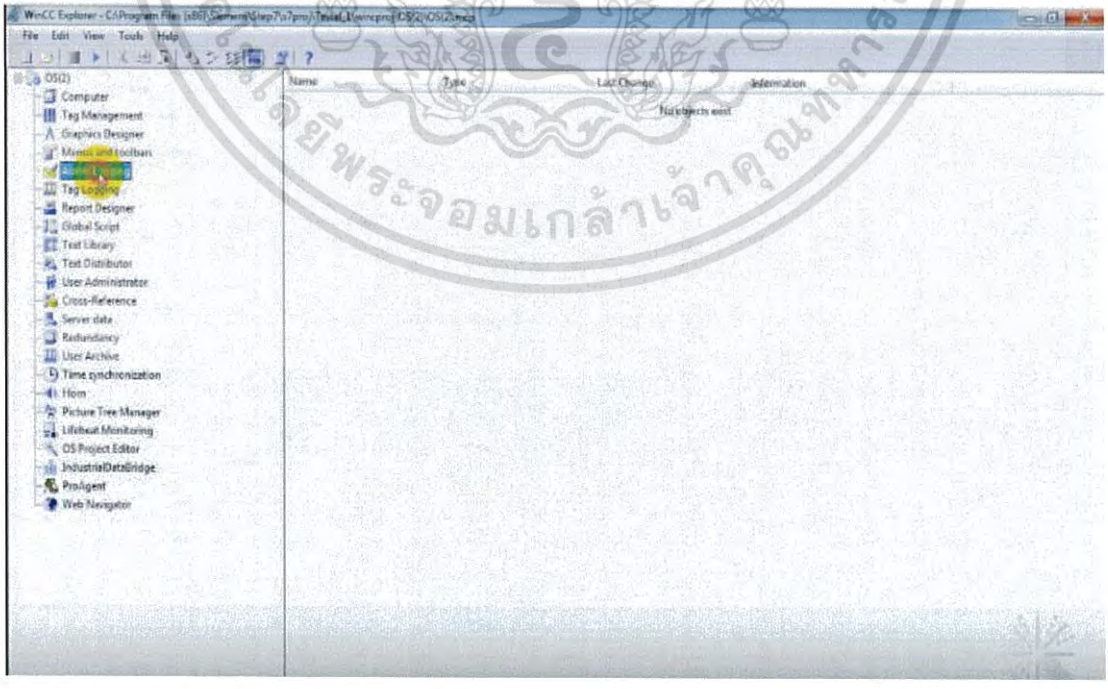
12. สร้าง Pop-up แสดงสถานะของ Sequence เพื่อใช้ใน Mode Auto โดยจะมีการแสดงสถานะ Available คือพร้อมใช้งานโดยจะพร้อมใช้งานก็ต่อเมื่อมอเตอร์ทุกตัวเป็น Auto และไม่มีเครื่องมือวัดส่งสัญญาณที่แสดงความผิดปกติระบบ Available ก็จะทำงาน, Stop จะบ่งบอกว่า Sequence หยุดทำงาน, Interrupt จะเป็นการแสดงสถานะว่าสัญญาณขาดหายเนื่องจากสายสัญญาณเกิดความเสียหาย, Wait command คือสถานะที่รอคำสั่งว่าให้Start หรือ Stop จะอยู่ในช่วงยังไม่มีคำสั่งเข้าไปใน Sequence, In progress จะเป็นสถานะก่อนที่ Sequence จะเริ่มทำงานหลังรับคำสั่ง Start, Run คือ Sequence กำลังทำงาน และStep No จะเป็นการแสดงผลว่าถึง Step ที่อุปกรณ์ตัวไหน ใน Sequence ทำงาน ส่วน Stop for switching B11 จะแตกต่างกับ Stop ปกติที่ Stop ปกติจะหยุดทุกการทำงานของสายพานในระบบแต่ Stop for switch B11 จะเป็นการหยุดเพียงบางสายพานเท่านั้น โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.61 ลักษณะของ Pop-up Sequence ของแพคเกจ 1 และแพคเกจ 2

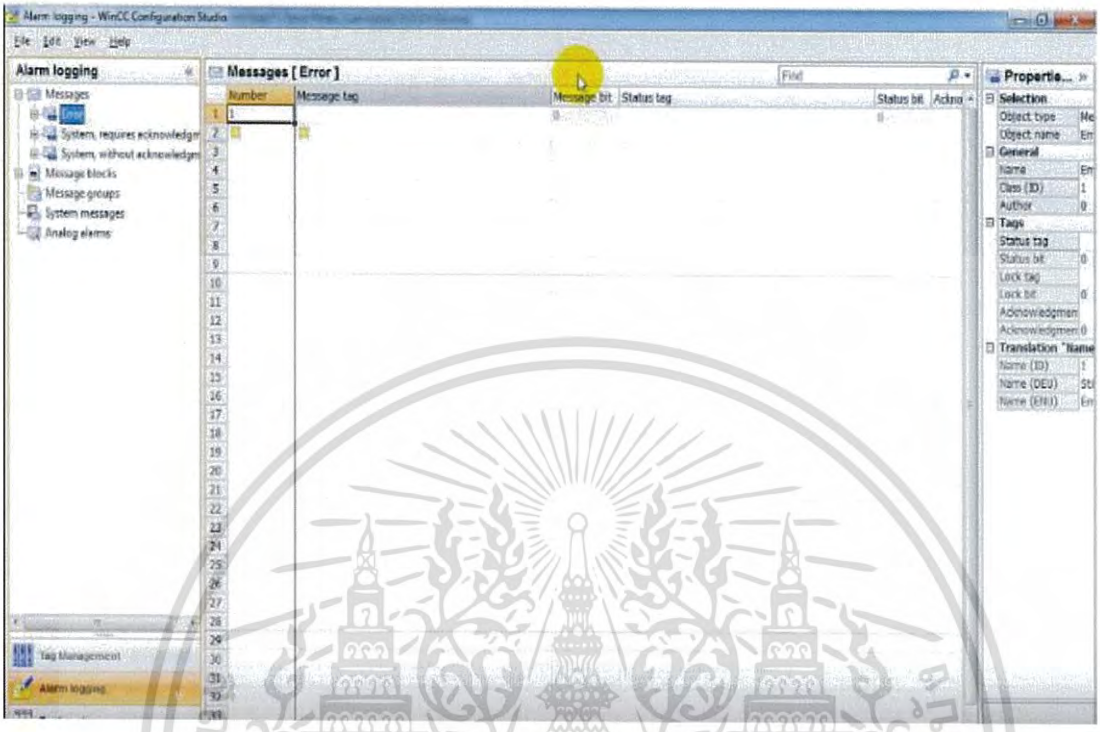
13. ส่วนสุดท้ายเป็นการสร้าง Alarm logging โดยเข้าไปที่หน้า WinCC Explorer แล้วดับเบิ้ลคลิกที่ Alarm logging ดังรูปที่ 3.62



รูปที่ 3.62 การเลือก Alarm

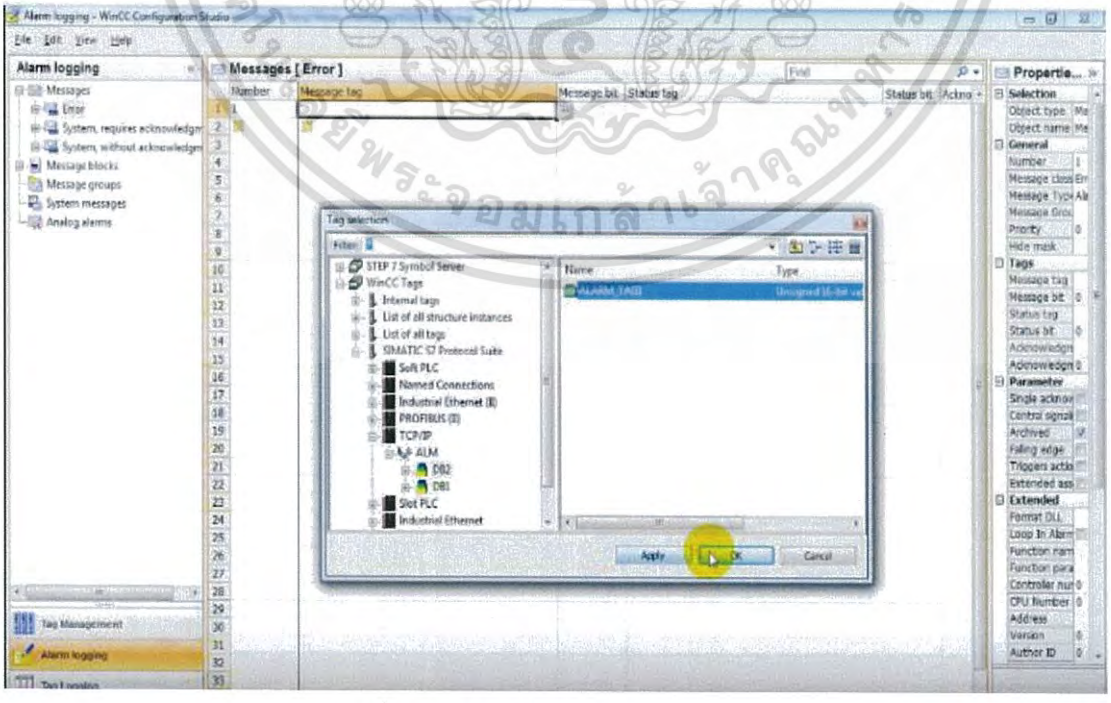
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. จากรูปที่ 3.63 ให้คลิกไปที่ช่องใต้ Number แล้วเลือกหมายเลขที่ต้องการ



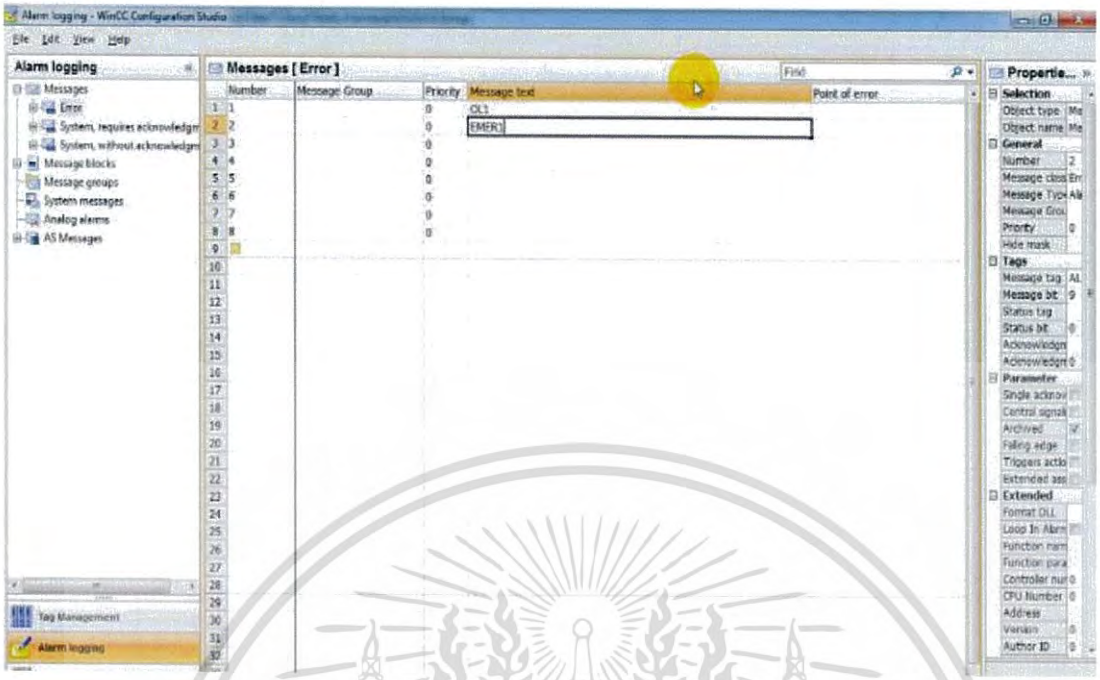
รูปที่ 3.63 หน้าการใส่รายละเอียดของ Alarm

15. ขั้นตอนต่อไปดับเบิลคลิกไปที่ช่องว่างใต้ Message Tag เพื่อทำการเลือก Tag แล้วกด OK ดังรูปที่ 3.64



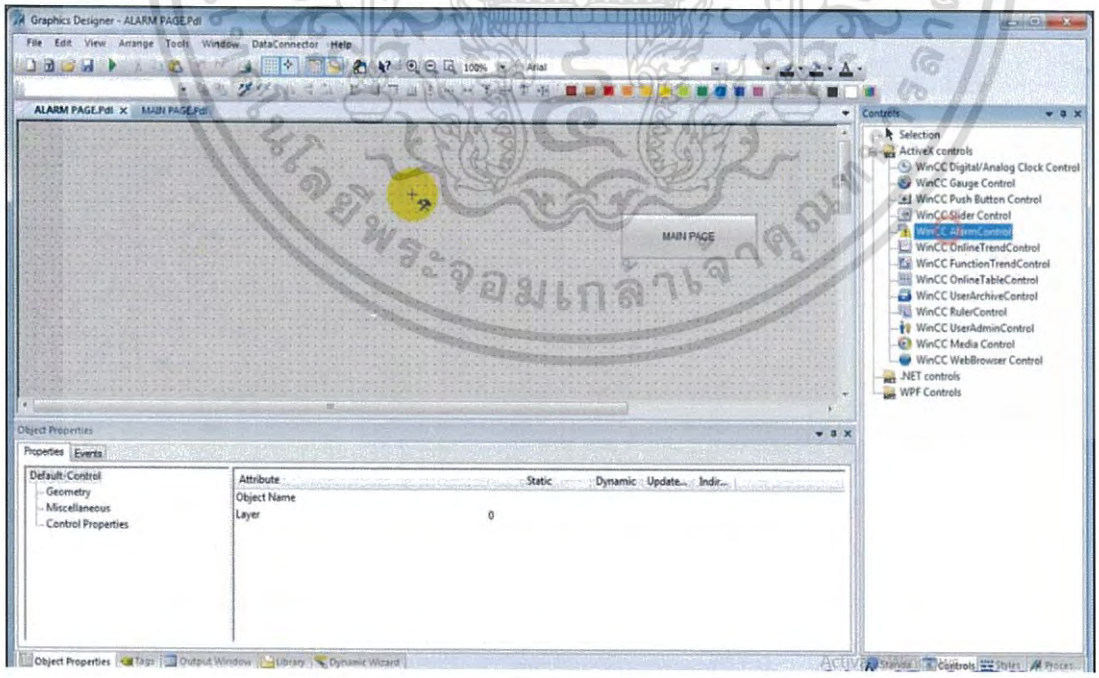
รูปที่ 3.64 การเลือก Tag ของ Alarm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.65 การใส่รายละเอียดของ Alarm

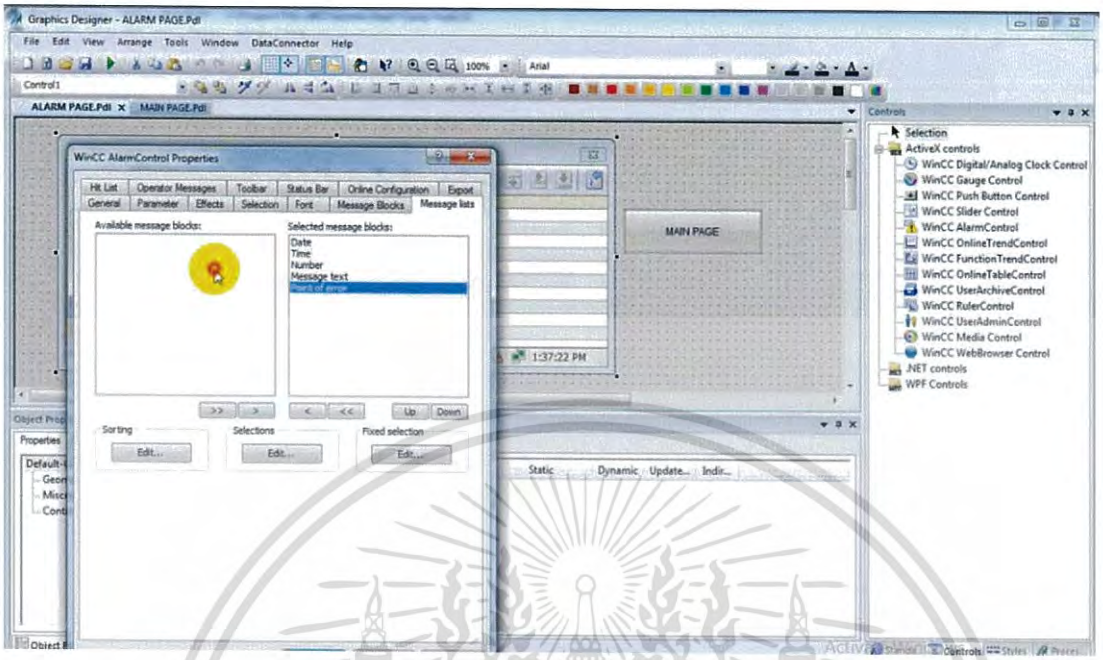
17. คลิกไปที่ Control มุมขวาล่างแล้วเลือก WinCC Alarm Control แล้วลากลงบนพื้นที่ด้านซ้ายดังรูปที่ 3.66



รูปที่ 3.66 การเลือก WinCC Alarm Control

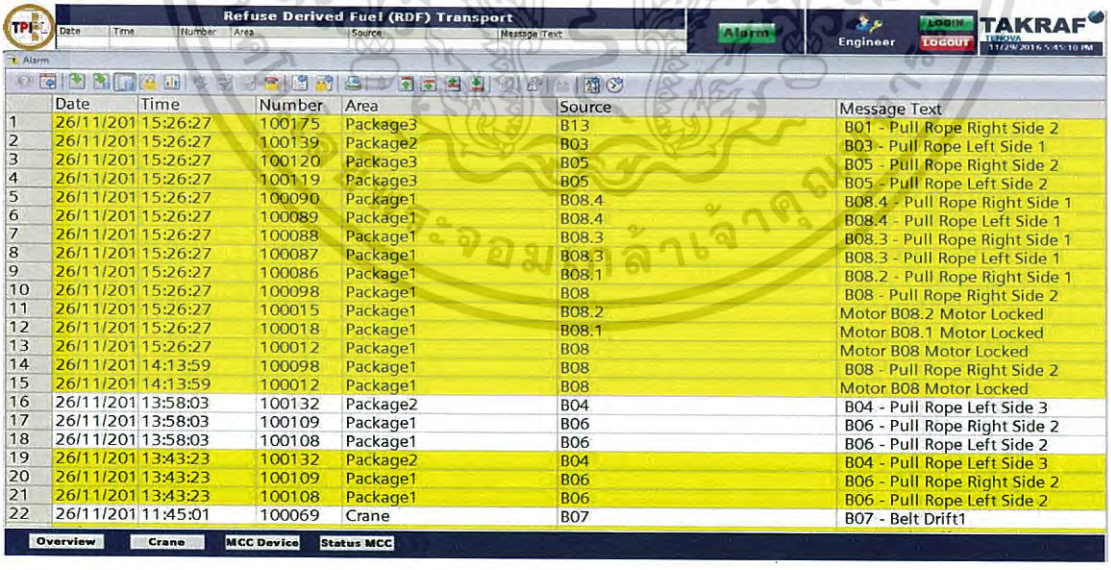
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. ทำการเลือกรายละเอียดของ Alarm logging ตามรูปที่ 3.67



รูปที่ 3.67 การเลือกรายละเอียดของ Alarm logging

19. หลังจากทำการออกแบบตามความต้องการจะได้หน้าต่างดังรูปที่ 3.68



	Date	Time	Number	Area	Source	Message Text
1	26/11/201	15:26:27	100175	Package3	B13	B01 - Pull Rope Right Side 2
2	26/11/201	15:26:27	100139	Package2	B03	B03 - Pull Rope Left Side 1
3	26/11/201	15:26:27	100120	Package3	B05	B05 - Pull Rope Right Side 2
4	26/11/201	15:26:27	100119	Package3	B05	B05 - Pull Rope Left Side 2
5	26/11/201	15:26:27	100090	Package1	B08.4	B08.4 - Pull Rope Right Side 1
6	26/11/201	15:26:27	100089	Package1	B08.4	B08.4 - Pull Rope Left Side 1
7	26/11/201	15:26:27	100088	Package1	B08.3	B08.3 - Pull Rope Right Side 1
8	26/11/201	15:26:27	100087	Package1	B08.3	B08.3 - Pull Rope Left Side 1
9	26/11/201	15:26:27	100086	Package1	B08.1	B08.2 - Pull Rope Right Side 1
10	26/11/201	15:26:27	100098	Package1	B08	B08 - Pull Rope Right Side 2
11	26/11/201	15:26:27	100015	Package1	B08.2	Motor B08.2 Motor Locked
12	26/11/201	15:26:27	100018	Package1	B08.1	Motor B08.1 Motor Locked
13	26/11/201	15:26:27	100012	Package1	B08	Motor B08 Motor Locked
14	26/11/201	14:13:59	100098	Package1	B08	B08 - Pull Rope Right Side 2
15	26/11/201	14:13:59	100012	Package1	B08	Motor B08 Motor Locked
16	26/11/201	13:58:03	100132	Package2	B04	B04 - Pull Rope Left Side 3
17	26/11/201	13:58:03	100109	Package1	B06	B06 - Pull Rope Right Side 2
18	26/11/201	13:58:03	100108	Package1	B06	B06 - Pull Rope Left Side 2
19	26/11/201	13:43:23	100132	Package2	B04	B04 - Pull Rope Left Side 3
20	26/11/201	13:43:23	100109	Package1	B06	B06 - Pull Rope Right Side 2
21	26/11/201	13:43:23	100108	Package1	B06	B06 - Pull Rope Left Side 2
22	26/11/201	11:45:01	100069	Crane	B07	B07 - Belt Drift1

รูปที่ 3.68 หน้า Alarm logging

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 แบบ Wiring Connection

แบบ Wiring Connection หลังจากที่จัดทำก็ส่งต่อให้ทีมงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณบริเวณหน้างาน โดยจะมีการเข้าสายทั้งระหว่าง MCC Panel กับเครื่องมือวัด และ MCC Panel กับ สัญญาณทางไฟฟ้าซึ่งแบบ Wiring Connection ทางทีมงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้ทำการเชื่อมต่อเป็นที่เรียบร้อยแล้วเหลือเพียงอุปกรณ์ที่ยังไม่มีการติดตั้งซึ่งอยู่ในระหว่างขั้นตอนการขนส่งมาติดตั้ง และเมื่ออุปกรณ์ยังไม่มีการติดตั้งจึงไม่สามารถทำ Wiring Connection ของอุปกรณ์ในตัวนั้น ๆ ได้เนื่องจากไม่ได้รับ Circuit Diagram ของอุปกรณ์ ทำให้ไม่ทราบตำแหน่งของ Terminal ที่ต้องทำการเชื่อมต่อสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 2 กับเครื่องมือวัด

Project : TPIPL-RDF
Section : Substation 2
Revision : 2
Date : October 3, 2016

Substation 2 (Ins.-PLC)

Conveyor	Instrument	Ins. Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
B06	Belt drift (Head)	+24 from PLC				-X10 : 3	PLC SUB#3
		Signal				-X10 : 4	
	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 5	
		Signal				-X10 : 6	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 7	
		Signal				-X10 : 8	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 9	
		Signal				-X10 : 10	
B08.1	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 39	
		Signal				-X10 : 40	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 41	
		Signal				-X10 : 42	
B08.2	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 55	
		Signal				-X10 : 56	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 57	
		Signal				-X10 : 58	
B08.3	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 71	
		Signal				-X10 : 72	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 73	
		Signal				-X10 : 74	
B08.4	Belt drift	+24 from PLC				-X10 : 87	
		Signal				-X10 : 88	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 89	
		Signal				-X10 : 90	
B08	Belt drift (Head)	+24 from PLC				-X10 : 103	
		Signal				-X10 : 104	
	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 105	
		Signal				-X10 : 106	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 107	
		Signal				-X10 : 108	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 109	
		Signal				-X10 : 110	
B09	Belt drift (Head)	+24 from PLC				-X10 : 127	
		Signal				-X10 : 128	
	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 129	
		Signal				-X10 : 130	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 131	
		Signal				-X10 : 132	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 133	
		Signal				-X10 : 134	
B10	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 151	
		Signal				-X10 : 152	
	Belt drift (Twist - Tail)	+24 from PLC				-X10 : 153	
		Signal				-X10 : 154	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 155	
		Signal				-X10 : 156	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 157	
		Signal				-X10 : 158	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 2 กับ สัญญาณทางไฟฟ้า

Project : TPIPL-RDF
Section : Substation 2
Revision : 2
Date : October 3, 2016

Substation 2 (MCC-PLC)

Substation	Cabinet	Conveyor	Description	MCC Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
MCC SUB#2	= MCC2 + N01F	-	ACB Close	-X12 : 2				-X10 : 242	PLC SUB#2
			ACB Open	-X12 : 4				-X10 : 244	
			ACB Trip	-X12 : 6				-X10 : 246	
			220VAC ACB power supply	-X12 : 8				-X10 : 248	
			220VAC power supply	-X12 : 10				-X10 : 250	
			24VDC power supply	-X12 : 12				-X10 : 252	
			Under voltage relay fault	-X12 : 14				-X10 : 254	
	= MCC2 + N02F.A	MS-02	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 182	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 184	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 186	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 21	
				-X10 : 15				-X16 : 22	
	= MCC2 + N02F.B	MS-03	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 188	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 190	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 192	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 23	
				-X10 : 15				-X16 : 24	
	= MCC2 + N02F.C	B/F-02	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 194	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 196	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 198	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 39	
				-X10 : 15				-X16 : 40	
	= MCC2 + N02F.D	B/F-03.1	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 200	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 202	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 204	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 41	
				-X10 : 15				-X16 : 42	
	= MCC2 + N02F.E	B/F-03.2	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 206	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 208	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 210	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 43	
				-X10 : 15				-X16 : 44	
	= MCC2 + N02F.K	B06	OLPT	-X10 : 10				-X13 : 1	
			RCR1	-X10 : 11				-X13 : 2	
			AVBL	-X10 : 13				-X13 : 3	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 19	
				-X10 : 15				-X16 : 20	
			Pull Rope (Left No.1)	-X11 : 43				-X11 : 1	
				-X11 : 44				-X11 : 2	
			Pull Rope (Left No.2)	-X11 : 45				-X11 : 3	
				-X11 : 46				-X11 : 4	
			Pull Rope (Left No.3)	-X11 : 47				-X11 : 5	
				-X11 : 48				-X11 : 6	
			Pull Rope (Right No.1)	-X11 : 49				-X11 : 7	
				-X11 : 50				-X11 : 8	
			Pull Rope (Right No.2)	-X11 : 51				-X11 : 9	
				-X11 : 52				-X11 : 10	
			Pull Rope (Right No.3)	-X11 : 53				-X11 : 11	
				-X11 : 54				-X11 : 12	
			Speed Sensor	-X11 : 55				-X12 : 1	
				-X11 : 56				-X12 : 2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Substation	Cabinet	Conveyor	Description	MCC Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
MCC SUB#2	= MCC2 + N03F.E	B09	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 128	PLC SUB#2
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 130	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 132	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 35	
				-X10 : 15				-X16 : 36	
			Pull Rope (Left No.1)	-X11 : 39				-X11 : 49	
				-X11 : 40				-X11 : 50	
			Pull Rope (Left No.2)	-X11 : 41				-X11 : 51	
				-X11 : 42				-X11 : 52	
			Pull Rope (Right No.1)	-X11 : 43				-X11 : 53	
				-X11 : 44				-X11 : 54	
			Pull Rope (Right No.2)	-X11 : 45				-X11 : 55	
				-X11 : 46				-X11 : 56	
			Speed Sensor	-X11 : 47				-X12 : 15	
				-X11 : 48				-X12 : 16	
	= MCC2 + N03F.F	AIR COMPRESSOR GA18	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 212	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 214	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 216	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 45	
				-X10 : 15				-X16 : 46	
	= MCC2 + N03F.G	AIR COMPRESSOR GA18	OLPT	-X11 : 10				-X10 : 218	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 220	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 222	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 47	
				-X10 : 15				-X16 : 48	
	= MCC2 + N03F.H	B08	OLPT	-X10 : 10				-X10 : 104	
			RCR1	-X10 : 11				-X10 : 106	
			AVBL	-X10 : 13				-X10 : 108	
			PWON	-X10 : 13				-X16 : 33	
				-X10 : 15				-X16 : 34	
			Pull Rope (Left)	-X11 : 47				-X11 : 17	
				-X11 : 48				-X11 : 18	
			Pull Rope (Left No.2)	-X11 : 49				-X11 : 19	
				-X11 : 50				-X11 : 20	
			Pull Rope (Left No.3)	-X11 : 51				-X11 : 21	
				-X11 : 52				-X11 : 22	
			Pull Rope (Left No.4)	-X11 : 53				-X11 : 23	
				-X11 : 54				-X11 : 24	
			Pull Rope (Right)	-X11 : 55				-X11 : 25	
				-X11 : 56				-X11 : 26	
			Pull Rope (Right No.2)	-X11 : 57				-X11 : 27	
				-X11 : 58				-X11 : 28	
			Pull Rope (Right No.3)	-X11 : 55				-X11 : 29	
				-X11 : 56				-X11 : 30	
			Pull Rope (Right No.4)	-X11 : 57				-X11 : 31	
				-X11 : 58				-X11 : 32	
			Speed Sensor	-X11 : 59				-X12 : 13	
				-X11 : 60				-X12 : 14	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Substation	Cabinet	Conveyor	Description	MCC Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
MCC SUB#2	= MCC2 + N01R.B	B08.1	OLPT	-X10 : 10				-X13 : 8	PLC SUB#2
			Ready	-X10 : 11				-X10 : 166	
			Fault	-X10 : 12				-X10 : 168	
			RCR1	-X10 : 13				-X13 : 9	
			AVBL	-X10 : 14				-X13 : 10	
			PWON	-X10 : 14				-X16 : 25	
				-X10 : 15				-X16 : 26	
			Pull Rope (Left)	-X11 : 35				-X11 : 33	
				-X11 : 36				-X11 : 34	
			Pull Rope (Right)	-X11 : 37				-X11 : 35	
				-X11 : 38				-X11 : 36	
			Speed Sensor	-X11 : 39				-X12 : 5	
				-X11 : 40				-X12 : 6	
	= MCC2 + N01R.C	B08.2	OLPT	-X10 : 10				-X13 : 11	
			Ready	-X10 : 11				-X10 : 206	
			Fault	-X10 : 12				-X10 : 208	
			RCR1	-X10 : 13				-X13 : 12	
			AVBL	-X10 : 14				-X13 : 13	
			PWON	-X10 : 14				-X16 : 27	
				-X10 : 15				-X16 : 28	
			Pull Rope (Left)	-X11 : 35				-X11 : 37	
				-X11 : 36				-X11 : 38	
			Pull Rope (Right)	-X11 : 37				-X11 : 39	
				-X11 : 38				-X11 : 40	
			Speed Sensor	-X11 : 39				-X12 : 7	
				-X11 : 40				-X12 : 8	
	= MCC2 + N02R.B	B08.3	OLPT	-X10 : 10				-X13 : 14	
			Ready	-X10 : 11				-X10 : 210	
			Fault	-X10 : 12				-X10 : 212	
			RCR1	-X10 : 13				-X13 : 15	
			AVBL	-X10 : 14				-X13 : 16	
			PWON	-X10 : 14				-X16 : 29	
				-X10 : 15				-X16 : 30	
			Pull Rope (Left)	-X11 : 35				-X11 : 41	
				-X11 : 36				-X11 : 42	
			Pull Rope (Right)	-X11 : 37				-X11 : 43	
				-X11 : 38				-X11 : 44	
			Speed Sensor	-X11 : 39				-X12 : 9	
				-X11 : 40				-X12 : 10	
	= MCC2 + N02R.C	B08.4	OLPT	-X10 : 10				-X13 : 17	
			Ready	-X10 : 11				-X10 : 214	
			Fault	-X10 : 12				-X10 : 216	
			RCR1	-X10 : 13				-X13 : 18	
			AVBL	-X10 : 14				-X13 : 19	
			PWON	-X10 : 14				-X16 : 31	
				-X10 : 15				-X16 : 32	
			Pull Rope (Left)	-X11 : 35				-X11 : 45	
				-X11 : 36				-X11 : 46	
			Pull Rope (Right)	-X11 : 37				-X11 : 47	
				-X11 : 38				-X11 : 48	
			Speed Sensor	-X11 : 39				-X12 : 11	
				-X11 : 40				-X12 : 12	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 3 กับสัญญาณทางไฟฟ้า

Project : TPIPL-ROF
Section : Substation 3
Revision : 3
Date : October 3, 2016

Substation 3 (Ins.-Drive,MCC-PLC)

Substation	Conveyor	Description	Device Terminal	Core	Cable	Core	Terminal (To Device)	Cabinet	Terminal (To PLC)	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
MCC SUB#3	-	ACB Close	-				-	= MCC3 + N01	-X12 : 2				-X10 : 66	PLC SUB#3
		ACB Open	-				-		-X12 : 4				-X10 : 68	
		ACB Trip	-				-		-X12 : 6				-X10 : 70	
		220VAC ACB power supply	-				-		-X12 : 8				-X10 : 72	
		220VAC power supply	-				-		-X12 : 10				-X10 : 74	
		24VDC power supply	-				-		-X12 : 12				-X10 : 76	
		Under voltage relay fault	-				-		-X12 : 14				-X10 : 78	
	B10	ACB Open	-				-	= MCC3 + N02	-X12 : 2				-X10 : 80	
		ACB Open	-				-		-X12 : 4				-X10 : 82	
		ACB Trip	-				-		-X12 : 6				-X10 : 84	
	B10	Main circuit breaker (Drive)	-				-	Drive B10	-X50 : 1				-X10 : 21	
			-				-		-X50 : 3				-X10 : 22	
		Main contactor (Drive)	-				-		-X50 : 4				-X10 : 23	
			-				-		-X50 : 6				-X10 : 24	
		Braking unit (Drive)	N/A				-K5 : 1		T1				-X10 : 25	
			N/A				-K5 : 2		T2				-X10 : 26	
		Emergency push button (Drive)	-				-		-X120 : 1				-X10 : 27	
			-				-		-X120 : 2				-X10 : 28	
		Transformer 380/230 VAC (Drive)	MANTRA (L1)				-X40 : 2		-				-	
			MANTRA (N)				-X40 : 6		-				-	
			MANTRA (L1)				-X190 : 1		-				-	
			MANTRA (N)				-X190 : 2		-				-	
		Braking unit (Drive)	N/A				-K5 : 1		T1				-X10 : 29	
			N/A				-K5 : 2		T2				-X10 : 30	
	B10	Local switch - 24VDC from drive	TPIPL	21	W67-003	21	Terminal (Modify)	Drive B10	-				-	
		Local switch - AVBL	TPIPL	15		15	-X132 : 2		-				-	
		Local switch - Local	TPIPL	16		16	-X132 : 3		-				-	
		Local switch - Start (Local)	TPIPL	17		17	-X132 : 5		-				-	
	B10	Temp. Sensor - Winding 1	TPIPL				-X531 : 1	Drive B10	-				-	
			TPIPL				-X531 : 2		-				-	
		Temp. Sensor - Winding 2	TPIPL				-X532 : 1		-				-	
			TPIPL				-X532 : 2		-				-	
		Temp. Sensor - Winding 3	TPIPL				-X533 : 1		-				-	
			TPIPL				-X533 : 2		-				-	
		Temp. Sensor - Winding 4	TPIPL				-X534 : 1		-				-	
			TPIPL				-X534 : 2		-				-	
		Temp. Sensor - Bearing 1	TPIPL				-X535 : 1		-				-	
			TPIPL				-X535 : 2		-				-	
		Temp. Sensor - Bearing 2	TPIPL				-X536 : 1		-				-	
			TPIPL				-X536 : 2		-				-	
	B10	Pull rope switch (Left No.1) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			1	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 2	
		Pull rope switch (Left No.2) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			2	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 4	
		Pull rope switch (Left No.3) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			3	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 6	
		Pull rope switch (Left No.4) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			4	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 8	
		Pull rope switch (Left No.5) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			5	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 10	
		Pull rope switch (Left No.6) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			6	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 12	
		Pull rope switch (Left No.7) ต่อ 1 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			7	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 16	
		Pull rope switch (Right No.1) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			8	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 16	
		Pull rope switch (Right No.2) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			9	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 18	
		Pull rope switch (Right No.3) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			10	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 20	
		Pull rope switch (Right No.4) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			11	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 22	
		Pull rope switch (Right No.5) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			12	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 24	
		Pull rope switch (Right No.6) ต่อ Serie = 2 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			13	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 26	
		Pull rope switch (Right No.7) ต่อ 1 ตัว	TPIPL				-		-				-	
			TPIPL			14	Relay (Modify)		Relay (Modify)				-X11 : 28	
MCC SUB#3	B11	OLPT	TPIPL				TPIPL	= MCC3 + N03.H	-X10 : 10				-X12 : 4	PLC SUB#3
		RCR1	TPIPL				TPIPL		-X10 : 11				-X12 : 5	
		RCR2	TPIPL				TPIPL		-X10 : 12				-X12 : 6	
		AVBL	TPIPL				TPIPL		-X10 : 14				-X12 : 7	
		PWON (Forward)	TPIPL				TPIPL		-X10 : 14				-X17 : 3	
			TPIPL				TPIPL		-X10 : 25				-X17 : 4	
		PWON (Reverse)	TPIPL				TPIPL		-X10 : 14				-X17 : 5	
			TPIPL				TPIPL		-X10 : 28				-X17 : 6	
		Pull Rope (Left)	+24 from PLC				-X11 : 31		-X11 : 35				-X11 : 29	
			Signal				-X11 : 32		-X11 : 36				-X11 : 30	
		Pull Rope (Right)	+24 from PLC				-X11 : 33		-X11 : 37				-X11 : 31	
			Signal				-X11 : 34		-X11 : 38				-X11 : 32	
		Speed Sensor	+24 from PLC				-X11 : 39		-X11 : 39				-X34 : 3	
			Signal				-X11 : 40		-X11 : 40				-X34 : 4	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Substation 3 กับเครื่องมือวัด

Project : TPIPL-RDF
Section : Substation 3
Revision : 3
Date :October 3, 2016

Substation 3 (Ins.-PLC)

Conveyor	Instrument	Ins. Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
B10	Belt drift (Head)	+24 from PLC				-X10 : 3	PLC SUB#3
		Signal				-X10 : 4	
	Belt drift (Twist - Head)	+24 from PLC				-X10 : 5	
		Signal				-X10 : 6	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 7	
		Signal				-X10 : 8	
	Roller lever limit switch	+24 from PLC				-X10 : 9	
		Signal				-X10 : 10	
B11	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 33	
		Signal				-X10 : 34	
	Belt drift (Tail)	+24 from PLC				-X10 : 35	
		Signal				-X10 : 36	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 37	
		Signal				-X10 : 38	

ตารางที่ 4.5 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Crane กับเครื่องมือวัด

Project : TPIPL-RDF
Section : VSD (On Crane)
Revision : 2
Date : September 25, 2016

Crane (Ins.-PLC)

Conveyor	Instrument	Ins. Terminal	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
B07	Belt drift (Tail - Left) Warning	X5				-X10 : 35	
		X4				-X10 : 36	
	Belt drift (Tail - Left) Trip	X2				-X10 : 37	
		X1				-X10 : 38	
	Belt drift (Tail - Right) Warning	X5				-X10 : 39	
		X4				-X10 : 40	
	Belt drift (Tail - Right) Trip	X2				-X10 : 41	
		X1				-X10 : 42	
	Belt drift (Head - Left) Warning	X5				-X10 : 43	
		X4				-X10 : 44	
	Belt drift (Head - Left) Trip	X2				-X10 : 45	
		X1				-X10 : 46	
	Belt drift (Head - Right) Warning	X5				-X10 : 47	
		X4				-X10 : 48	
	Belt drift (Head - Right) Trip	X2				-X10 : 49	
		X1				-X10 : 50	
	Belt damaged	+24 from PLC				-X10 : 51	
		Signal				-X10 : 52	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การเชื่อมต่อสัญญาณของตู้ควบคุม Crane กับสัญญาณทางไฟฟ้า

Project : TPIPL-RDF
Section : VSD (On Crane)
Revision : 2
Date : September 28, 2016

Crane (MCC-PLC)

Substation	Conveyor	Description	MCC Terminal (To PLC)	Core	Cable	Core	PLC Terminal	Cabinet
VSD (On Crane)	B07 (Bridge Crane)	OLPT	-1X10 : 10				-X11 : 9	PLC CRANE
		Ready	-1X10 : 11				-X11 : 10	
		Fault	-1X10 : 12				-X11 : 11	
		RCR1	-1X10 : 13				-X11 : 12	
		AVBL	-1X10 : 14				-X11 : 13	
		PWON	-1X10 : 14				-X14 : 10	
			-1X10 : 15				-X14 : 9	
	B07 (Belt Conveyor)	OLPT	-2X10 : 10				-X11 : 5	
		RCR1	-2X10 : 11				-X11 : 6	
		RCR2	-2X10 : 12				-X11 : 7	
		AVBL	-2X10 : 14				-X11 : 8	
		PWON (Forward)	-2X10 : 14				-X14 : 6	
			-2X10 : 25				-X14 : 5	
		PWON (Reverse)	-2X10 : 14				-X14 : 8	
			-2X10 : 28				-X14 : 7	
		Pull Rope (Left)	-2X11 : 35				-X10 : 53	
			-2X11 : 36				-X10 : 54	
		Pull Rope (Right)	-2X11 : 37				-X10 : 55	
			-2X11 : 38				-X10 : 56	
		Speed Sensor	-2X11 : 39				-X10 : 57	
			-2X11 : 40				-X10 : 58	
	B07 (Shuttle Conveyor)	OLPT	-3X10 : 10				-X11 : 1	
		RCR1	-3X10 : 11				-X11 : 2	
		RCR2	-3X10 : 12				-X11 : 3	
		AVBL	-3X10 : 14				-X11 : 4	
		PWON (Forward)	-3X10 : 14				-X14 : 2	
			-3X10 : 25				-X14 : 1	
		PWON (Reverse)	-3X10 : 14				-X14 : 4	
			-3X10 : 28				-X14 : 3	

4.2 ส่วนแสดงผลระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟด้วย SIMATIC WinCC

หลังจากมีการเชื่อมต่อสายจากแบบ Wiring Connection เรียบร้อยแล้วหน้าแสดงผลระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ จะมีสามารถแสดงสถานะและใช้ควบคุมระบบ โดยจะยังไม่เสร็จสมบูรณ์ เนื่องจากยังมีการต่อเติมและเปลี่ยนแปลงระบบอยู่เรื่อยๆ

4.2.1 I/O checking list

จะเป็นการทดสอบปฏิกิริยาของระบบควบคุมการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมกับระบบใช้งานจริง ผ่านหน้าจอควบคุมและแสดงผล ซึ่งจะทำให้เห็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และเพื่อดูว่าสายสัญญาณจากอุปกรณ์ได้ทำการเชื่อมต่อกับ Terminal ใน MCC Panel เป็นอันเรียบร้อยหรือไม่ และเนื่องจากการควบคุมระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ นั้นต้องการความแน่นอนเพื่อป้องกันอันตราย จึงต้องทำ I/O checking list เพื่อทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 I/O test report ของ MS, BF และ Air compressor

	I/O Test Report			
	Date : 22/10/2016		Customer Name :	
	Project Name : RDF Transport		Indent No. : IND59-NT-012-P	
	Section : MS, BF, Air compressor			

No.	Sequencer I/O NO.	IN-OUTPUT Name	Result		Remark
			Pass	Fail	
	I 120.0	MS02 - OLPT	x		
	I 120.1	MS02 - RCR1	x		
	I 120.2	MS02 - AVBL	x		
	Q 109.2	MS02 - PWON	x		
	I 120.3	MS03 - OLPT	x		
	I 120.4	MS03 - RCR1	x		
	I 120.5	MS03 - AVBL	x		
	Q 109.3	MS03 - PWON	x		
	I 124.3	B/F-02 - OLPT	x		
	I 124.4	B/F-02 - RCR1	x		
	I 124.5	B/F-02 - AVBL	x		
	Q 108.0	B/F-02 - Start Cleaning	x		
	Q 108.1	B/F-02 - Fast Cleaning	x		
	Q 108.2	B/F-02 - Reset	x		
	Q 110.3	B/F-02- PWON	x		
	I 127.1	B/F-03.1 - OLPT	x		
	I 127.2	B/F-03.1 - RCR1	x		
	I 127.3	B/F-03.1 - AVBL	x		
	Q 110.4	B/F-03.1 - PWON	x		
	Q 108.3	B/F-03.1 - Start Cleaning	x		
	Q 108.4	B/F-03.1 - Fast Cleaning	x		
	Q 108.5	B/F-03.1 - Reset	x		
	I 127.4	B/F-03.2 - OLPT	x		
	I 127.5	B/F-03.2 - RCR1	x		
	I 127.6	B/F-03.2 - AVBL	x		
	Q 110.5	B/F-03.2 - PWON	x		
	Q 108.6	B/F-03.2 - Start Cleaning	x		
	Q 108.7	B/F-03.2 - Fast Cleaning	x		
	Q 108.8	B/F-03.2 - Reset	x		
	I 120.6	Air compressor - OLPT	x		
	I 120.7	Air compressor - RCR1	x		
	I 121.0	Air compressor - AVBL	x		
	Q 110.6	Air compressor - PWON	x		
	I 121.1	Air compressor - OLPT	x		
	I 121.2	Air compressor - RCR1	x		
	I 121.3	Air compressor - AVBL	x		
	Q 110.7	Air compressor - PWON	x		
	-	-			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-8

I/O Test Report

Date :	22-ต.ค.-16	**Customer Name :**	
Project Name :	RDF Transport	**Indent No. :**	IND59-NT-012-P
Section :	B-08		

No.	Sequencer I/O NO.	IN-OUTPUT Name	Result		Remark
			Pass	Fail	
	I 106.2	Spare No.1			
	I 106.3	Belt misalignment switch (Head)	x		
	I 106.4	Belt misalignment switch (Tail)	x		
	I 106.5	Belt damaged switch	x		
	I 106.6	Roller lever limit switch (Take-up)	x		
	I 106.7	Spare No.2			
	I 107.0	Spare No.3			
	I 107.1	Spare No.4			
	I 107.2	Spare No.5			
	I 107.3	Spare No.6			
	I 107.4	Spare No.7			
	I 107.5	Spare No.8			
	I 107.6	Spare No.9			
	I 117.0	Pull rope switch (Left side No.1)	x		
	I 117.1	Pull rope switch (Left side No.2)	x		
	I 117.2	Pull rope switch (Left side No.3)	x		
	I 117.3	Pull rope switch (Right side No.1)	x		
	I 117.4	Pull rope switch (Right side No.2)	x		
	I 117.5	Pull rope switch (Right side No.3)	x		
	I 122.6	Speed sensor	x		
	I 126.3	AVBL	x		
	I 126.4	OLPT	x		
	I 126.5	RCR1	x		
	Q 110.0	PWON	x		
	Q111.2	TR03_Horn	x		
	Q111.3	TR04_Horn	x		
	-	-			
	-	-			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-9

I/O Test Report

Date :	22-ต.ค.-16	**Customer Name :**	
Project Name :	RDF Transport	**Indent No. :**	IND59-NT-012-P
Section :	B-09		

No.	Sequencer I/O NO.	IN-OUTPUT Name	Result		Remark
			Pass	Fail	
	I 107.6	Spare No.1			
	I 107.7	Belt misalignment switch (Head)	x		
	I 108.0	Belt misalignment switch (Tail)	x		
	I 108.1	Belt damaged switch	x		
	I 108.2	Roller lever limit switch (Take-up)	x		
	I 108.3	Spare No.2			
	I 108.4	Spare No.3			
	I 108.5	Spare No.4			
	I 108.6	Spare No.5			
	I 108.7	Spare No.6			
	I 109.0	Spare No.7			
	I 109.1	Spare No.8			
	I 119.1	Pull rope switch (Left side No.1)	x		
	I 119.2	Pull rope switch (Left side No.2)	x		
	I 119.3	Pull rope switch (Right side No.1)	x		
	I 122.7	Pull rope switch (Right side No.2)	x		
	I 122.7	Speed sensor	x		
	I 126.6	AVBL	x		
	I 126.7	OLPT	x		
	I 127.0	RCR1	x		
	Q 110.1	PWON	x		
	Q111.4	TR05_Horn	x		
	Q111.5	TR05_Flash light	x		
	Q111.3	TR04_Horn	x		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 I/O test report ของสายพานลำเลียง B-11

I/O Test Report

Date :	22-ต.ค.-16	**Customer Name :**	
Project Name :	RDF Transport	**Indent No. :**	IND59-NT-012-P
Section :	B-11		

No.	Sequencer I/O NO.	IN-OUTPUT Name	Result		Remark
			Pass	Fail	
	I 202.0	Spare	x		
	I 202.1	Belt misalignment switch (Head)	x		
	I 202.2	Belt misalignment switch (Tail)	x		
	I 202.3	Belt damaged switch	x		
	I 211.1	Speed sensor	x		
	I 209.3	AVBL	x		
	I 209.4	OLPT	x		
	I 209.5	RCR1	x		
	I 209.6	RCR2	x		
	Q 204.1	PWON (Forward)	x		
	Q 204.2	PWON (Reverse)	x		
	Q207.0	TR06_Horn	x		
	Q207.1	TR06_Flash light	x		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 I/O test report ของ สายพานลำเลียง B-10

I/O Test Report

Date :	22-ต.ค.-16	**Customer Name :**	TPIPL
Project Name :	RDF Transport	**Indent No. :**	IND59-NT-012-P
Section :	B-10		

No.	Sequencer I/O NO.	IN-OUTPUT Name	Result		Remark
			Pass	Fail	
	I 109.3	Belt misalignment switch (Tail)	x		
	I 109.4	Belt twist monitoring (Tail)	x		
	I 109.5	Belt damaged switch	x		
	I 109.6	Roller lever limit switch (Take-up)	x		
	I 109.7	Limit switch (Overflow)	x		
	I 123.0	Speed sensor	x		
	I 200.0	Spare	x		
	I 200.1	Belt misalignment switch (Head)	x		
	I 200.2	Belt twist monitoring (Head)	x		
	I 206.0	Pull rope switch (Left side group No.1)	x		
	I 206.1	Pull rope switch (Right side group No.1)	x		
	I 206.2	Pull rope switch (Left side group No.2)	x		
	I 206.3	Pull rope switch (Right side group No.2)	x		
	I 206.4	Pull rope switch (Left side group No.3)	x		
	I 206.5	Pull rope switch (Right side group No.3)	x		
	I 206.6	Pull rope switch (Left side group No.4)	x		
	I 206.7	Pull rope switch (Right side group No.4)	x		
	I 207.0	Pull rope switch (Left side group No.5)	x		
	I 207.1	Pull rope switch (Right side group No.5)	x		
	I 207.2	Pull rope switch (Left side group No.6)	x		
	I 207.3	Pull rope switch (Right side group No.6)	x		
	I 207.4	Pull rope switch (Left side group No.7)	x		
	I 207.5	Pull rope switch (Right side group No.7)	x		
	Q207.0	TR06_Horn	x		
	Q207.1	TR06_Flash light	x		
	Q111.4	TR05_Horn	x		
	Q111.5	TR05_Flash light	x		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 I/O test report ของ สายพานลำเลียง B-8.2

I/O Test Report

Date :	22-ต.ค.-16	**Customer Name :**	
Project Name :	RDF Transport	**Indent No. :**	IND59-NT-012-P
Section :	B-8.1		

No.	Sequencer I/O NO.	IN-OUTPUT Name	Result		Remark
			Pass	Fail	
	I 102.2	Spare	x		
	I 102.3	Belt misalignment switch (Head)	x		
	I 102.4	Belt misalignment switch (Tail)	x		
	I 102.5	Belt damaged switch	x		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 และ4.12 แสดงถึงการทดสอบการทำงานของระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟว่าสามารถใช้งานได้สามารถรับสัญญาณได้อย่างถูกต้องจากอุปกรณ์หน้างาน

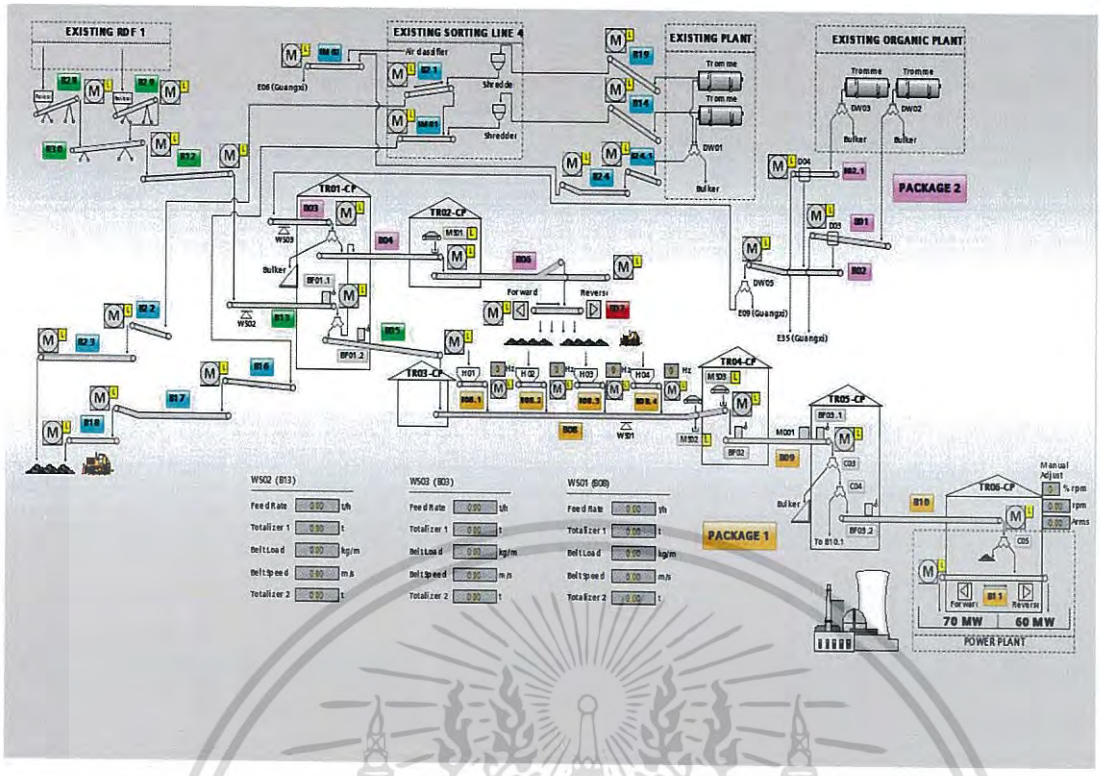
การแสดงสถานะของมอเตอร์ที่ส่วนแสดงผล จะมีการแสดงผลของมอเตอร์ที่สัญลักษณ์ของมอเตอร์ในส่วนแสดงผลดังรูปที่ 4.1 หรือสัญลักษณ์ของสายพานดังรูปที่ 4.2 โดยจะมีการแบ่งสถานะเป็นสีต่าง ๆ ดังนี้

สถานะ Motor off สัญลักษณ์มอเตอร์และสายพานจะเป็นสีเทาอ่อน
สถานะ Motor error สัญลักษณ์มอเตอร์และสายพานจะเป็นสีแดงสลับกับสีเทาอ่อน
สถานะ Motor in progress สัญลักษณ์มอเตอร์และสายพานจะเป็นสีเขียวอ่อนสลับกับสีเทาอ่อน
สถานะ Motor run สัญลักษณ์มอเตอร์และสายพานจะเป็นสีเขียวอ่อน
สถานะ Motor local control สัญลักษณ์อักษร L สีเหลืองด้านขวาบน
สถานะ Motor remote control (Auto) สัญลักษณ์อักษร A สีเขียวด้านขวาบน
สถานะ Motor remote control (Manual) สัญลักษณ์อักษร M สีน้ำเงินด้านขวาบน

รูปที่ 4.1 สัญลักษณ์ของมอเตอร์ในส่วนแสดงผล

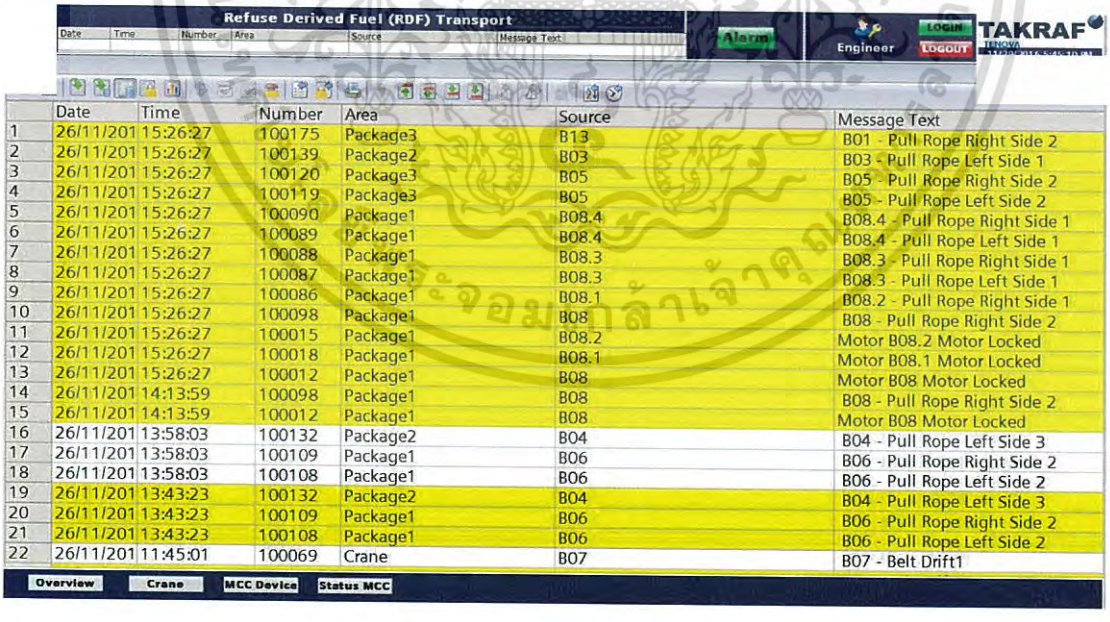
รูปที่ 4.2 สัญลักษณ์ของสายพานลำเลียงในส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 หน้า Overview

จากรูปที่ 4.3 เป็นการแสดงส่วนแสดงผลหลักซึ่งจะแสดงสายพานลำเลียงทุกเส้นในระบบโดยสถานะมอเตอร์จะถูกแสดงในรูปแบบของสีต่าง ๆ ที่กล่าวมาผ่านทางสัญลักษณ์ของมอเตอร์ และสายพานลำเลียง



	Date	Time	Number	Area	Source	Message Text
1	26/11/201	15:26:27	100175	Package3	B13	B01 - Pull Rope Right Side 2
2	26/11/201	15:26:27	100139	Package2	B03	B03 - Pull Rope Left Side 1
3	26/11/201	15:26:27	100120	Package3	B05	B05 - Pull Rope Right Side 2
4	26/11/201	15:26:27	100119	Package3	B05	B05 - Pull Rope Left Side 2
5	26/11/201	15:26:27	100090	Package1	B08.4	B08.4 - Pull Rope Right Side 1
6	26/11/201	15:26:27	100089	Package1	B08.4	B08.4 - Pull Rope Left Side 1
7	26/11/201	15:26:27	100088	Package1	B08.3	B08.3 - Pull Rope Right Side 1
8	26/11/201	15:26:27	100087	Package1	B08.3	B08.3 - Pull Rope Left Side 1
9	26/11/201	15:26:27	100086	Package1	B08.1	B08.2 - Pull Rope Right Side 1
10	26/11/201	15:26:27	100098	Package1	B08	B08 - Pull Rope Right Side 2
11	26/11/201	15:26:27	100015	Package1	B08.2	Motor B08.2 Motor Locked
12	26/11/201	15:26:27	100018	Package1	B08.1	Motor B08.1 Motor Locked
13	26/11/201	15:26:27	100012	Package1	B08	Motor B08 Motor Locked
14	26/11/201	14:13:59	100098	Package1	B08	B08 - Pull Rope Right Side 2
15	26/11/201	14:13:59	100012	Package1	B08	Motor B08 Motor Locked
16	26/11/201	13:58:03	100132	Package2	B04	B04 - Pull Rope Left Side 3
17	26/11/201	13:58:03	100109	Package1	B06	B06 - Pull Rope Right Side 2
18	26/11/201	13:58:03	100108	Package1	B06	B06 - Pull Rope Left Side 2
19	26/11/201	13:43:23	100132	Package2	B04	B04 - Pull Rope Left Side 3
20	26/11/201	13:43:23	100109	Package1	B06	B06 - Pull Rope Right Side 2
21	26/11/201	13:43:23	100108	Package1	B06	B06 - Pull Rope Left Side 2
22	26/11/201	11:45:01	100069	Crane	B07	B07 - Belt Drift1

รูปที่ 4.4 หน้า Alarm logging

จากรูปที่ 4.4 เป็นการแสดง Alarm ซึ่งจะบ่งบอกเวลา, ตำแหน่ง และสาเหตุของปัญหา เมื่อมอเตอร์หยุดการทำงานจากปัญหาทางหน้างานจะสามารถตรวจสอบสาเหตุของความผิดปกติของเครื่องมือวัดได้จากส่วนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินโครงงานฉบับนี้เรื่องระบบติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟด้วย SIMATIC WinCC เป็นระบบที่ลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟจากโรงเก็บเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟไปยังโรงไฟฟ้าซึ่งใช้สายพานเป็นอุปกรณ์ในการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ โดยเส้นทางการลำเลียงมีความจำเป็นในการใช้ SCADA เป็นอย่างมาก เนื่องจากจำนวนสายพานที่มาก, ระยะทางที่ไกล และสภาพแวดล้อมยากลำบากต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนจากการที่ผู้ปฏิบัติงานเดินทางไปตรวจสอบอุปกรณ์บริเวณหน้างาน และการใช้รถบรรทุกในการขนส่งเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ ตลอดจนสามารถควบคุมปริมาณมลพิษได้ง่ายเนื่องจากรถบรรทุกมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมาก และไม่คงที่ ซึ่งทางโรงไฟฟ้าต้องมีการควบคุมเนื่องจากมีการควบคุมโดยกรมสิ่งแวดล้อม จากผลการดำเนินงานการใช้งานระบบควบคุมและติดตามการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟผ่านระบบ SCADA ส่งผลให้สามารถลดต้นทุน และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ เป็นโปรเจคที่มีขนาดใหญ่ส่งผลให้มีผู้รับเหมาจำนวนมากในระบบ ส่งผลให้งานไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างรวดเร็วเช่น ผู้รับเหมาหลายฝ่ายปฏิบัติงานอยู่ในพื้นที่ที่ต้องการทดสอบสัญญาณจากเครื่องมือวัด หรือสัญญาณจากมอเตอร์ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ จึงส่งผลก่อให้เกิดความล่าช้าจากแผนที่วางไว้ส่งผลให้มีการเร่งการติดตั้งระบบโดยมีการลดขั้นตอนการทดสอบ และตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบต่าง ๆ อย่างไม่รัดกุมเท่าที่ควร ซึ่งในอนาคตควรมีการวางแผน และกำหนดปริมาณงานที่ชัดเจนแก่ผู้รับเหมาเพื่อเพิ่มความรวดเร็ว และประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ความหมายของ PLC
เข้าถึงเมื่อ: 1 ธันวาคม 2559 http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.htm
[2] สายพานลำเลียง
เข้าถึงเมื่อ: 1 พฤศจิกายน 2559 http://rubber.oie.go.th/file/RIU-belts.pdf.
[3] คำจำกัดความของสายพานลำเลียง
เข้าถึงเมื่อ: 1 พฤศจิกายน 2559 http://www.conveyorguide.co.th/index.php?lay=show&ac=article&Id=539658289
[4] ลักษณะทั่วไปของสายพานลำเลียง
เข้าถึงเมื่อ: 1 พฤศจิกายน 2559 http://eng.sut.ac.th/ae/engsut/sites/default/files/AHD-02-Belt.pdf
[5] คำจำกัดความเชื้อเพลิงอาร์ดีเอฟ
เข้าถึงเมื่อ: 2 ธันวาคม 2559 http://biomass.sut.ac.th/biomass/index.php?page=WebInfoMenu/webInfoShow&id=24
[6] มอเตอร์
เข้าถึงเมื่อ: 10 มกราคม 2560 http://www.lampangtc.ac.th/branch8/manage/upload_file/WiZrOse7Ji920151222152146.pdf
[7] อุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์
เข้าถึงเมื่อ: 10 มกราคม 2560 http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Industrial(PDF)/Bay23%20 Variable%20Speed%20Drives.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้