



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR  
KM&BDR Cutter Machine

นายณัฐนนท์ สมพงษ์สวัสดิ์

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม  
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR  
KM&BDR Cutter Machine

นายณัฐนนท์ สมพงษ์สวัสดิ์

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา	เครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR
ชื่อ - สกุลนักศึกษา	นายณัฐนนท์ สมพงษ์สวัสดิ์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ - สกุล อาจารย์นิเทศ	ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ
ชื่อ - สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณภาวนีย์ เนียมวงศ์ คุณอัมรินทร์ บัวเจริญ คุณจรงค์ แก้วระรัตน์
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท สยามมิชลิน จำกัด (หนองแค)

### บทคัดย่อ

รายงานสหกิจเล่มนี้นำเสนอการสร้างและปรับปรุงเครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR ที่ใช้ทำหน้าที่ตัดหน้ายางแทนเครื่อง DHT ซึ่งเป็นเครื่องอัตโนมัติและตัดยางชั่วคราว โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1.สร้างเครื่องจักรที่สามารถตัดหน้ายาง KM และ BDR 2.เครื่องจักรสามารถตัดหน้ายางได้ตามความยาวที่กำหนดโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน บวก/ลบ 10 มิลลิเมตร 3.เครื่องจักรสามารถตัดหน้ายางได้รอยตัดที่ดีตามมาตรฐาน 4.ทำการประกอบและติดตั้งเครื่องจักรให้เป็นไปตามแบบ โดยเริ่มจากการศึกษาความต้องการจากโรงงานการศึกษาแนวคิดที่ตอบโจทย์นั้นคือการนำเครื่องจักร PKM จากคลังเก็บของมารวมกับ Cutting Conveyor ซึ่งต้องสร้างขึ้นใหม่ในระยะที่ 1 (Phase 1) จากนั้นประกอบเข้ากับ Weight Scale Conveyor และ Booking Conveyor ในระยะที่ 2 (Phase 2) เป็นเครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR จากนั้นศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องหลังจากนั้นออกแบบและปรับปรุงคอนเวเยอร์เก่า (Conveyor) ให้เป็น Cutting Conveyor เมื่อออกแบบเสร็จจึงส่งให้ผู้รับเหมาสร้างเครื่องทำการสร้างเครื่องและติดตั้งยังจุดที่จัดสรรเอาไว้ในโรงงานตามแบบ (Layout) ที่ออกแบบไว้จากนั้นจึงทำการทดสอบและผลที่ได้จากการทดสอบในระยะที่ 1 คือ 1.เครื่องจักรติดตั้งได้ตามแบบ (Layout) ที่วางเอาไว้ 2.Cutting Conveyor รูปร่างต่างจากที่ออกแบบแต่ความยาวและการทำงานยังคงเดิม 3.ความยาวของ KM หรือ BDR ที่ตัดไม่เป็นไปตามที่ต้องการและไม่สม่ำเสมอเนื่องจากยางถูกยึดบนสายพานจึงแก้ปัญหาโดยเปลี่ยน Cutting Conveyor เป็นรูปแบบลูกกลิ้งแทน 4.รอยตัดไม่ได้ตามมาตรฐานจึงต้องทำการปรับใบมีดเพื่อให้ได้รอยตัดที่ดี

**คำสำคัญ :** KM, BDR, เครื่องตัดหน้ายาง

Cooperative Title: KM and BDR cutter machine  
Student intern name: Mr.Nattanon Sompongswat  
Department: Instrumentation and Control Engineering  
Faculty: Engineering  
Advisor name: Dr. Pitcha Prasitmeeboon  
Mentor name: Ms.Pawanee Niemwongse  
Mr.Amarin Boucharean  
Mr.Chorangrak Kaeoyarat  
Company: Michelin Siam Co., LTD. (NKE)

### ABSTRACT

This project is present building and deployment machine use to cut a tread of tire replace DHT machine which an extruder machine temporary. The objective is consist of 1. Build the machine which it able to cut KM and BDR tread products. 2.The machine able to cut the product which the product length is defined with tolerance plus/minus 10 millimeter. 3.The machine able to cut the product with quality of cut is good or acceptable. 4.Fabrication and Installation according to machine layout. Start from study the requirement from factory and study the solution concept. therefore, the solution is bring PKM machine form warehouse to integrate with cutting conveyor which it need to build in phase 1 after that integrate with weight scale conveyor and booking conveyor in phase 2 become to KM and BDR cutter machine. After study machines involved this solution then design and deployment the old conveyor to the cutting conveyor. Later send layout and information to supplier to fabricate and install the machine. After that test machine and the result that received in phase 1 include 1.The machine install according to the machine layout. 2.Cutting Conveyor is different model, but length and function of conveyor is the same with designed. 3.The product length which it cutted by this machine is unstable and not according to the defined due to product stretch on belt. Therefore, the solution is change the cutting conveyor from belt to free roller conveyor. 4.The quality of cut is not good therefore have to adjust the cutter for good quality.

**Keywords :** KM, BDR, tread cutter machine

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จาก บริษัท สยามมิชลิน จำกัด ที่ให้โอกาสในโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งคุณภวานีย์ เนียมวงศ์ ผู้นิเทศงาน คุณอัมรินทร์ บัวเจริญ ผู้ดูแล และพนักงานบริษัททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาสี่เดือน

ขอขอบพระคุณ ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือผู้จัดทำมาตลอด ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่านที่ได้สอนและให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ในการฝึกสหกิจในครั้งนี้หรือการทำงานในอนาคต

ผู้จัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณทุกท่านอย่างสูงที่ให้ การสนับสนุน เอื้อเฟื้อและให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ และประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



ผู้จัดทำ  
ณัฐนนท์ สมพงษ์สวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญภาพ .....	VII
สารบัญตาราง .....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ .....	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	1
บทที่ 2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 แนวคิดและกระบวนการในการผลิตยางรถบรรทุก .....	3
2.1.1 แนวคิดของกระบวนการผลิต .....	3
2.1.2 กระบวนการผลิตยาง .....	3
2.1.3 ส่วนประกอบของยาง.....	5
2.2 พีแอลซี (PLC).....	5
2.3 โครงสร้างพีแอลซี(PLC).....	6
2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU).....	7
2.3.2 หน่วยความจำ (Memory) .....	8
2.3.3 หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต (Input).....	8
2.3.4 หน่วยส่งข้อมูลหรือเอาต์พุต (Output).....	8
2.3.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply).....	8
2.4 พีแอลซี Compact GuardLogix 5370 Controller.....	8
2.4.1 ตัวประมวลผลหลัก (Primary Controller).....	9
2.4.2 ตัวประมวลผลความปลอดภัย (Safety Partner) .....	9
2.4.3 เครือข่ายอีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP Network Communication).....	9
2.5 Incremental Encoder .....	10
2.6 Inverter Drive .....	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.1 การติดต่อสื่อสาร (Communications Connections) .....	14
2.6.1.1 UNIDRIVE M300 .....	14
2.6.1.2 UNIDRIVE M700 .....	15
2.6.2 Control Connections.....	16
2.6.3 Safe Torque Off (STO) .....	16
2.6.4 Position Feedback.....	17
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน .....	18
3.1 แนวคิดโครงการงาน (Concept Solution Proposal).....	18
3.2 การศึกษา Requirement .....	19
3.3 การศึกษาการทำงานของเครื่องตัดหน้ายาง KM .....	20
3.3.1 อธิบายหลักการทำงาน.....	20
3.3.2 ระบบความปลอดภัย.....	21
3.4 การเขียนแบบไฟฟ้าและ Layout.....	22
3.4.1 การ wiring สัญญาณไฟกระแสดังจาก Power Supply.....	23
3.4.2 การ Wiring Safety Scanner .....	24
3.4.3 การ wiring Drive motor .....	24
3.4.4 การ Wiring Cutter Motor.....	25
3.4.5 การ Wiring สายสัญญาณ Encoder.....	26
3.4.6 Bar ground.....	27
3.4.7 Point I/O.....	27
3.4.8 การ wiring Panelview.....	29
3.4.9 Terminal.....	30
3.4.10 แบบสายไฟ (Cable layout).....	33
3.5 การติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ .....	33
3.6 การศึกษาโปรแกรม PLC และ Panelview application .....	34
3.6.1 การศึกษาโปรแกรม PLC.....	34
3.6.1.1 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์.....	36
3.6.1.2 ลำดับการทำงาน.....	37
3.7 การประกอบเครื่องและติดตั้งฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ .....	39
3.8 ช่วงเริ่มต้นการทำงาน (Start Up).....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.9 การทดสอบผลการทำงาน.....	46
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	52
พื้นผิวบริเวณรอยตัดของหน้ายาง.....	57
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ .....	59
5.1 สรุปผล .....	59
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา .....	59
5.2.1 ปัญหาที่พบ.....	59
5.2.2 วิธีการแก้ไขปัญหา.....	59
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	59
เอกสารอ้างอิง.....	61



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กระบวนการผลิตล้อยาง (Tire Manufacturing Process).....	4
2.2 โครงสร้างของยางล้อ.....	4
2.3 1769 CompactLogix™ 5370 Controllers .....	6
2.4 โครงสร้างภายใน PLC.....	7
2.5 ข้อมูลของ Compact GuardLogix 5370 Controller แต่ละรุ่น .....	9
2.6 การเชื่อมต่ออีเธอร์เน็ตแบบสตาร์ .....	10
2.7 Incremental Encoder.....	10
2.8 Motor Drive .....	12
2.9 UNIDRIVE M300 และ M700 .....	13
2.10 การเข้าสายของ UNIDRIVE M300.....	13
2.11 การเข้าสายของ UNIDRIVE M700.....	14
2.12 SI-Ethernet Option Module ของ UNIDRIVE M300 .....	15
2.13 Ethernet Option ของ UNIDRIVE M700 และ M702.....	15
2.14 Control Connection ของ UNIDRIVE M300 และ M700 .....	16
2.15 Port สำหรับ Position Feedback.....	17
3.1 แสดงภาพแนวคิดของ The Cutter Machine .....	19
3.2 หน้ายางที่อยู่บนม้วน Bobbin .....	19
3.3 รถขนยาง (Tray Truck) ช้าย และแกน PVC ใน Pin Truck ขวา.....	20
3.4 แบบสามมิติของเครื่อง The Cutter Machine .....	22
3.5 ตัวอย่างของ Loop Wiring.....	23
3.6 การแบ่งแรงดันไฟฟ้า 24 V.....	23
3.7 การ Wiring Safety Scanner.....	24
3.8 การ wiring สัญญาณเข้ากับ Point I/O.....	24
3.9 การ Wiring Brake และ DC Connection .....	25
3.10 การ Wiring สัญญาณ Encoder สำหรับ Position Feedback .....	25
3.11 Loop Wiring มอเตอร์ 3 เฟส.....	26
3.12 การเข้าสัญญาณ Incremental Encoder เข้ากับ Point I/O .....	26
3.13 ตัวอย่าง Bar Ground.....	27
3.14 อีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP Adapter) และ Power Supply.....	27
3.15 ตัวอย่าง Safety Point I/O และ Standard Point I/O.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.16 ตัวอย่างการเข้าสัญญาณสำหรับ Safety Point I/O.....	28
3.17 ตัวอย่างการเข้าสัญญาณสำหรับ Standard Point I/O.....	29
3.18 ตัวอย่างการเข้าสัญญาณสำหรับ Analog Input .....	29
3.19 การ wiring Panelview.....	30
3.20 ตัวอย่างการใช้ Terminal ในวงจร.....	30
3.21 ตัวอย่างแบบ Drawing ของ Terminal.....	31
3.22 แบบ Layout ของตู้ไฟฟ้าหลัก.....	32
3.23 แบบ Layout ของตู้ควบคุม (Control Box).....	32
3.24 ตัวอย่างแบบ Layout ของสายไฟ.....	33
3.25 แบบ Automation Architecture.....	33
3.26 ตารางมาตรฐานการกำหนด Routine.....	34
3.27 มาตรฐานการกำหนดตัวแปร.....	35
3.28 หน้าต่าง Controller Organizer .....	35
3.29 ตัวอย่างบางส่วนของ R000_Main .....	36
3.30 ตัวอย่างโปรแกรมบางส่วนของกำหนด Speed Reference .....	36
3.31 ไดอะแกรมการกำหนดแรงตั้งให้ Drive .....	37
3.32 ตัวอย่างแสดงการทำงานเป็นลำดับ Sequential Function Chart.....	38
3.33 ตัวอย่างแสดงการทำงานเป็นลำดับ แบบ Ladder Diagram.....	38
3.34 แสดงภาพ Cutting Conveyor ระหว่างการประกอบเครื่อง.....	39
3.35 แสดงภาพ Cutting Conveyor , ชุดตัดหน้ายาง (PKM และ Let Off).....	39
3.36 แสดงภาพชุดตัด (Cutter) ที่เตรียมติดตั้งเข้ากับเครื่องตัดหน้ายาง (PKM).....	40
3.37 แสดงภาพการประกอบตู้ลม (CP PKM) ซ้าย และตู้ไฟฟ้าหลัก (AG) ขวา.....	40
3.38 แสดงภาพการวางสายและโปรแกรมลงในกล่อง PU PKM (ซ้าย) และ Panelview (ขวา).....	41
3.39 ตัวอย่างบางส่วนของ Check Input/Output.....	42
3.40 แสดงภาพเตรียมการติดตั้ง.....	42
3.41 การวาง PKM ตามแนว Centerline .....	43
3.42 การวาง Let Off ตามแนว Centerline.....	43
3.43 การต่อสายลมกับอุปกรณ์.....	44
3.44 แสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องจักรในพื้นที่จริง (ด้านหลัง).....	44
3.45 แสดงช่วง Functional Test With Product.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ VIII ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.46 แสดงช่วง Start Up .....	45
3.47 แสดงค่าความยาวของ KM ที่ตัดจาก KM and BDR Cutter.....	46
3.48 แสดงค่าความยาวของ KM ที่ตัดจาก KM and BDR Cutter.....	47
3.49 ตัวอย่างรอยตัด .....	47
3.50 ตัวอย่างรอยตัด .....	48
3.51 ตัวอย่างบางส่วนที่ให้ Photoelectric Sensor.....	49
3.52 ตัวอย่างบางส่วนในโปรแกรมที่ใช้ Photoelectric Sensor .....	49
3.53 ตัวอย่างการกำหนดความเร็วในโปรแกรมเป็น 2 เมตรต่อนาที.....	49
3.54 ตัวอย่างกำหนด เวลา Timer Delay.....	50
3.55 ตัวอย่างการกำหนดความเร็วในโปรแกรมเป็น 1.5 เมตรต่อนาที.....	50
3.56 Cutting Conveyor ใหม่ (Free Roller Conveyor).....	51
3.57 Cutting Conveyor ที่ติดตั้งตามตำแหน่ง.....	51
4.1 กราฟแสดงค่าความยาวของการทดลองประจำวัน ที่ 16/10/2561 เวลา 14.00 น.....	53
4.2 กราฟแสดงค่าความยาวของการทดสอบประจำวัน ที่ 25/10/2561.....	56
4.3 แสดงภาพรอยตัด 1.....	57
4.4 แสดงภาพรอยตัด 2.....	57
4.5 แสดงภาพรอยตัด 3.....	58

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแผนการดำเนินงานสหกิจศึกษา .....	2
2.1 ตารางเปรียบเทียบตัวขับเคลื่อน Drive Rating .....	12
4.1 แสดงผลการทดลองประจำวันที่ 16/10/2561 เวลา 14.00 น. ....	52
4.2 แสดงค่าทางสถิติจากผลการทดลองประจำวันที่ 16/10/2561 เวลา 14.00 น. ....	52
4.3 ผลการทดสอบหลังจากเปลี่ยน Conveyor เป็นแบบลูกกลิ้ง ประจำวันที่ 25/10/2561.....	55
4.4 แสดงค่าทางสถิติผลการทดสอบประจำวันที่ 25/10/2561.....	56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง ทางโรงงานอุตสาหกรรมจึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาสายการผลิตต่าง ๆ ให้ทันตามเทคโนโลยี โรงงานอุตสาหกรรมที่ก่อตั้งมาเป็นเวลานานจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้ทันสมัยขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักร หรือการจัดการต่าง ๆ เช่นเดียวกับโรงงานผลิตยางแห่งหนึ่งที่ได้เข้ามาศึกษา ที่จะทำการปรับปรุงเครื่องจักรสายการผลิตแต่การจะปรับปรุงเครื่องจักรนั้นจะต้องทำการหยุดเครื่องจักรก่อน จะมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตยาง ดังนั้นทางโรงงานจึงต้องการที่จะหาเครื่องจักรที่จะมาทำหน้าที่คล้ายกับเครื่องจักรที่จะทำการหยุดเพื่อปรับปรุง

โครงการนี้นำเสนอเครื่องจักรที่นำมาใช้สำหรับตัดหน้ายาง เพื่อที่จะมา Support หน้ายางให้กับสายการผลิตยาง เครื่องตัดหน้ายางนี้เป็นการ Modify เครื่องจักรโดยการนำส่วนเครื่องตัดยางจาก Tire Building Machine มาทำการ Integrate เข้ากับ Conveyor เพื่อใช้ตัดหน้ายางให้ได้ตามความยาวที่ต้องการและลำเลียงมาตาม Conveyor ตามลำดับ

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. การนำเครื่องตัดยางเครื่องเก่าที่หยุดใช้งานไปแล้ว มาทำการดัดแปลงให้สามารถตัดหน้ายาง BDR และ KM ได้ โดยใช้ Concept การตัดจาก Tire Building Machine มาต่อเข้ากับ Conveyor ของเครื่องตัดยางเครื่องเก่า
2. กระบวนการผลิตยางสามารถ ทำต่อไปให้ได้ตามเป้าหมายการผลิตต่อวันของบริษัท

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. เครื่องจักรสามารถทำงานได้ภายใต้ความปลอดภัยตามที่โรงงานกำหนด
2. เครื่องตัดหน้ายางตัดยางเป็นชิ้นๆ ให้ได้ตามความยาวตามค่าที่กำหนดมากที่สุด

### 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษา Requirement ที่ได้รับจากทางโรงงาน
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องตัดหน้ายางของเครื่องสร้างยางที่ใช้งานอยู่
3. เขียนแบบไฟฟ้าและ Layout ของตู้ไฟ
4. เขียนโปรแกรม PLC และ Panelview

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ติดตั้งฮาร์ดแวร์และเดินสายไฟ
6. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมและฮาร์ดแวร์

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงานสหกิจศึกษา

แผนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1.ศึกษา Requirement ที่ได้รับจากทางโรงงาน	■			
2.ศึกษาการทำงานของเครื่องตัดหน้ายางของเครื่องสร้างยาง KM		■		
3.เขียนแบบไฟฟ้าและ Layout ของตู้ไฟ			■	
4.ศึกษาโปรแกรม PLC และ Panel view			■	
5.ติดตามการติดตั้งฮาร์ดแวร์และเดินสายไฟ			■	
6.ทดสอบการทำงานของโปรแกรมและฮาร์ดแวร์				■
7.ทดสอบผลและแก้ปัญหา				■
8.จัดทำรูปเล่มรายงาน				■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิดและกระบวนการในการผลิตยางรถบรรทุก

##### 2.1.1 แนวคิดของกระบวนการผลิต

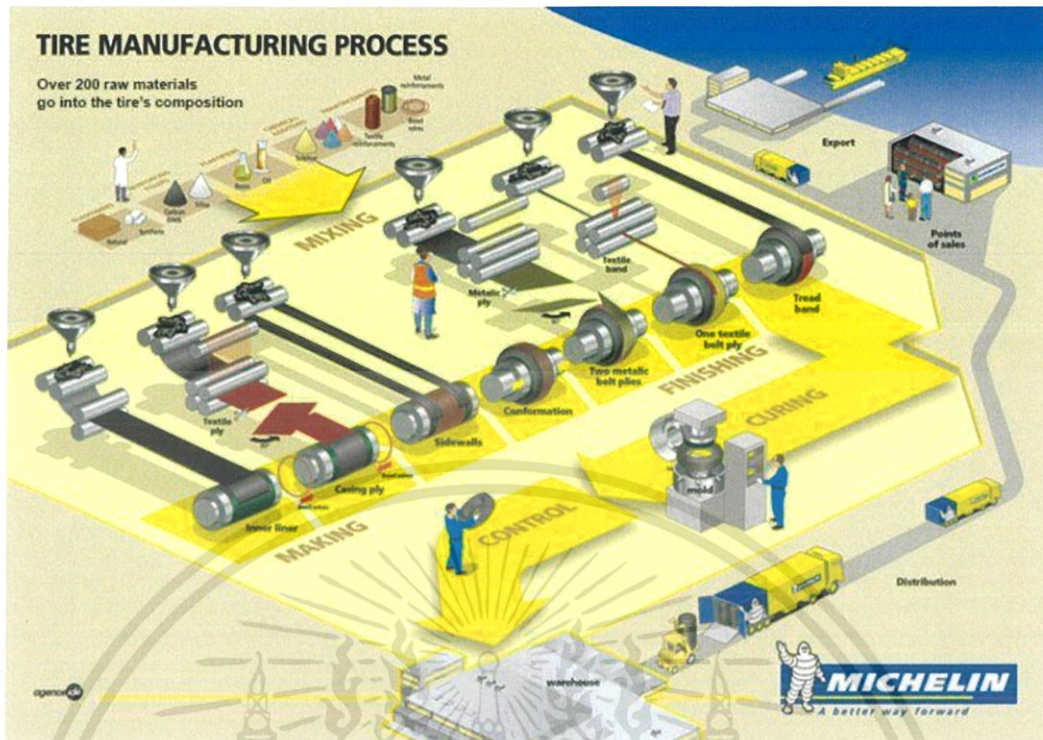
ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตยางรถบรรทุกมีความซับซ้อนขึ้นส่งผลทำให้มีคุณภาพมากขึ้น ความรวดเร็วในการผลิตสูงขึ้นแตกต่างจากในอดีตที่ใช้มนุษย์มาทำงานร่วมกับเครื่องจักร ในเวลาต่อมาถูกพัฒนาขึ้นโดยการนำระบบอัตโนมัติ (Automation System) มาใช้ในเครื่องจักร ตามเทคโนโลยีสมัยนั้น ๆ

การผลิตยางของบริษัทที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตยางรถบรรทุกให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า อีกทั้งเพื่อต้องการควบคุมคุณภาพอีกด้วย

##### 2.1.2 กระบวนการผลิตยาง

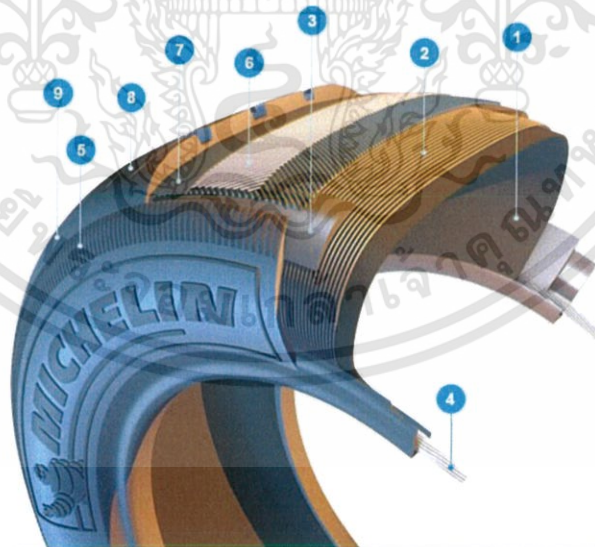
กระบวนการผลิตยางรถบรรทุกจะมีการผลิตด้วย 5 ขั้นตอนหลักๆ

1. การผสมยางเข้ากับส่วนผสมต่าง ๆ (Mixing)
2. การทำส่วนประกอบของยาง (Preparations)
3. การทำโครงสร้างยางสำหรับการขึ้นรูป (Tire Building)
4. การขึ้นรูปยาง (Curing)
5. การตรวจสอบคุณภาพของยาง (Quality Guarantee)



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตล้อยาง (Tire Manufacturing Process)

ในส่วนที่ได้รับมอบหมายนั้น คือเครื่องตัดหน้ายางซึ่งจัดอยู่ในกระบวนการ Preparations ที่จะ support หน้ายางให้กับ Tire Building Machine เพื่อใช้ในกระบวนการทำโครงสร้างยางสำหรับการขึ้นรูป



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของยางล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 ส่วนประกอบของยาง

ยางเรเดียลโดยทั่วไปประกอบด้วย 9 ส่วนหลัก

1. ชั้นในของยาง: ชั้นของเนื้อยางสังเคราะห์นี้ไม่ให้อากาศเข้า (ซึ่งมีความทันสมัยใกล้เคียงกับยางไน)
2. แผ่นใยเสริมโครงยาง: ชั้นที่อยู่เหนือชั้นในของยางประกอบด้วยเส้นใยบาง ๆ (หรือเคเบิล) ที่เชื่อมติดเข้าไปในวัสดุยาง เคเบิลเหล่านี้คือตัวบ่งชี้ความแข็งแรงของยาง และช่วยต้านทานแรงกด ยางมาตรฐานมีเส้นใยประมาณ 1,400 เส้นซึ่งแต่ละเส้นสามารถต้านแรงได้ 15 กก.
3. ส่วนขอบยางด้านล่าง: ส่วนนี้คือที่ที่เนื้อยางจับกับขอบโลหะ กำลังจากเครื่องยนต์ และการเบรกจะถูกส่งจากกระทะยางไปยังบริเวณที่สัมผัสกับพื้นถนน
4. วงขอบยาง: มันจะยึดไว้อย่างแน่นหนากับกระทะยาง เพื่อให้มั่นใจว่าลมจะไม่สามารถเล็ดลอดออกมาได้ และปิดขอบยางได้อย่างสนิท แต่ละเส้นสามารถรับน้ำหนักได้มากถึง 1,800 กก. โดยปราศจากความเสียหายที่จะแตก ซึ่งมีทั้งหมด 8 จุดบนรถของคุณ – 2 จุดต่อยาง 1 เส้น นั่นเป็นความแข็งแรงอย่างมากในการต้านทานต่อน้ำหนัก 14,400 กก. ซึ่งน้ำหนักโดยเฉลี่ยของรถอยู่ที่ประมาณ 1,500 กก.
5. แก้มยาง: มีหน้าที่ปกป้องด้านข้างของยางจากการกระแทกขอบยางกับถนน รายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับยางถูกเขียนไว้บนแก้มยาง เช่น ความกว้างของยาง และอัตราความเร็วสูงสุดที่ยางรองรับได้
6. ผ้าใบเสริมหน้ายาง: เป็นตัวชี้วัดสำคัญของความแข็งแรงของยาง เพราะทำขึ้นจากเส้นใยเหล็กละเอียด คงทน ที่ติดเข้าไปในเนื้อยาง ซึ่งหมายถึงยางสามารถทนต่อความแรงกดจากการเลี้ยว และไม่ขยายตัวเนื่องจากการสลับยาง แก้มยังมีความยืดหยุ่นมากพอที่จะรับความบิดรูปที่เกิดจากเนิน หลุมและสิ่งกีดขวางอื่น ๆ บนถนน
7. ชั้นรองหน้ายาง (หรือสายพาน "ศูนย์องศา"): เป็นชั้นที่สำคัญต่อความปลอดภัย เพราะลดความร้อนจากการเสียดสี และช่วยรักษารูปร่างของยางเมื่อขับขี่ด้วยความเร็ว ป้องกันการยืดตัวออกจากศูนย์กลางของยาง เส้นใยเสริมไนลอนถูกนำมาแทรกเข้าในชั้นของวัสดุยางและทั่วทั้งบริเวณรอบ ๆ ขอบยาง
8. เส้นลวดฉาบยาง (หรือสายพาน): มีหน้าที่ให้ความแข็งแรงกับดอกยาง
9. หน้ายาง: มีหน้าที่สร้างแรงเสียดทานและการยึดเกาะในขณะเลี้ยวให้แกยาง และได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ทนต่อการสึกหรอ การถลอก และความร้อน

## 2.2 พีแอลซี (PLC)

ตัวควบคุมเชิงตรรกะ (Programmable Logic Control) นั้นคืออุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่สามารถโปรแกรมได้โดยอ้างอิงการทำงานทางไฟฟ้าของรีเลย์ (Relay) หรือ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) ที่มีการทำงานรูปแบบตรรกศาสตร์ (Logic Function) ซึ่งปัจจุบันนั้น ใช้การสร้างโปรแกรมขึ้นมาเพื่อลดการทำงานของรีเลย์หรือ แมคเนติกคอนแทคเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กในพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลซีเป็นตัวควบคุมประมวลผลเงื่อนไขต่าง ๆ จากอินพุตและเอาต์พุต นอกจากนี้ยังสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้อีก เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) เครื่องพิมพ์ (Printer) ในปัจจุบันพีแอลซีนอกจากจะใช้งานเดี่ยว ๆ แล้ว (Stand Alone) ยังนำพีแอลซีหลาย ๆ ตัวมาต่อกันด้วยเครือข่าย (Network) ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในอุตสาหกรรมจึงมีแนวโน้มการใช้พีแอลซีมากขึ้นเรื่อย ๆ

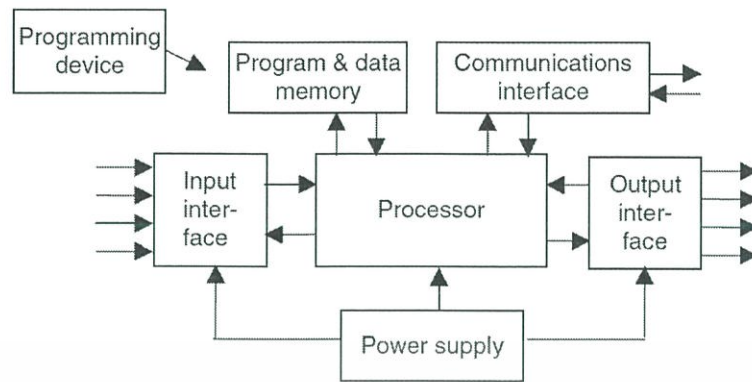


ภาพที่ 2.3 1769 CompactLogix™ 5370 Controllers

การใช้งานพีแอลซีควบคุมเครื่องจักรหรือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ที่จำเป็นจะต้องเดินสายไฟ หรือ Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนกระบวนการผลิตแล้ว หรือลำดับการทำงานใหม่ จำเป็นต้องเดินสายไฟใหม่ทำให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น แต่เมื่อใช้พีแอลซีนั้นการเปลี่ยนกระบวนการผลิตนั้นสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมควบคุมภายในพีแอลซีและยังมีการกินไฟที่น้อยกว่า น่าเชื่อถือกว่าระบบรีเลย์

### 2.3 โครงสร้างพีแอลซี(PLC)

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์คล้ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมซึ่งประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) , หน่วยความจำ (Memory) , หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต (Input) , หน่วยส่งข้อมูลหรือเอาต์พุต (Output) และหน่วยจ่ายไฟเลี้ยง (Power Supply) พีแอลซีโดยทั่วไปถ้าเป็นพีแอลซีขนาดเล็กจะรวมอยู่ในหน่วยอยู่ในพีแอลซีตัวเดียวแต่ถ้าเป็นพีแอลซีขนาดใหญ่แล้วอาจจะแยกหน่วยต่าง ๆ ออกจากกัน



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างภายใน PLC

### 2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

หน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของพีแอลซี ภายในประกอบด้วยวงจรถลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโพรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีควเอนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต สมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจรถ Logic Gate ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทม์เมอร์ (Timer) และซีควเอนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลตเตอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ CPU จะยอมรับ (Read) อินพุต เตต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่าง ๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโพรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผลิตแต่ละรายการประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec, (.0001-.01 วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจากพีแอลซี เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสถานะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ที่ละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต ซึ่งการสแกนของพีแอลซีประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O Scan คือ การบันทึกสถานะข้อมูลของอุปกรณ์ที่อินพุต และให้อุปกรณ์เอาต์พุตทำงาน  
Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

### 2.3.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซี ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อย ๆ ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

### 2.3.3 หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต (Input)

ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

### 2.3.4 หน่วยส่งข้อมูลหรือเอาต์พุต (Output)

ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น

### 2.3.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

## 2.4 พีแอลซี Compact GuardLogix 5370 Controller

พีแอลซี Compact GuardLogix 5370 Controller เป็นพีแอลซีชนิดหนึ่งของอเลนแบรดลีย์ (Allen Bradley) ซึ่งคุมการผลิตโดยร็อกเวลล์ ออโตเมชัน (Rockwell Automation) ที่เป็นบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ทางด้านอุตสาหกรรม พีแอลซี Compact GuardLogix 5370 Controller นั้นเป็นตัวคอนโทรลเลอร์สำหรับระบบขนาดกลาง (Midrange Architecture) ที่รวมตัวประมวลผลกลางด้านความปลอดภัย (Safety CPU) และการควบคุมการเคลื่อนไหว (Motion) บนเครือข่ายอีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP) อยู่ในตัวคอนโทรลเลอร์เพียงตัวเดียว พีแอลซี Compact GuardLogix 5370 Controller มีออกมา 5 รุ่นหลักๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ 1769-L30ERMS , 1769-L33ERMS , 1769-L36ERMS , 1769-L37ERMS และ 1769-L38ERMS ซึ่งมีขนาดเมมโมรี่ที่แตกต่างกัน

Catalog Number	Standard Memory	Safety Memory	Total Memory	Tasks	Programs per Task	Max. Ethernet Nodes	I/O Capability Local	I/O Capability Expansion
1769-L30ERMS	1.0 MB	0.5 MB	1.5 MB	32 (1 safety)	100	16	1769 Compact I/O	8
1769-L33ERMS	2.0 MB	1.0 MB	3.0 MB			32		16
1769-L36ERMS	3.0 MB	1.5 MB	4.5 MB			48		30

ภาพที่ 2.5 ข้อมูลของ Compact GuardLogix 5370 Controller แต่ละรุ่น

#### 2.4.1 ตัวประมวลผลหลัก (Primary Controller)

ตัวประมวลผลหลัก (Primary Controller) เป็นหน่วยประมวลผลที่ดำเนินงานมาตรฐานทั่วไปและฟังก์ชันควบคุมความปลอดภัย และยังต้องสื่อสารกับ ตัวประมวลผลความปลอดภัย (Safety Partner) เพื่อฟังก์ชันที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในระบบควบคุมของ Compact GuardLogix โดยตัวประมวลผลหลักจะประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลกลาง , I/O อินเทอร์เฟซ และหน่วยความจำ

#### 2.4.2 ตัวประมวลผลความปลอดภัย (Safety Partner)

ตัวประมวลผลความปลอดภัย (Safety Partner) จะต้องถูกติดตั้งไว้ที่ช่องทางขวามือของตัวประมวลผลหลัก ตัวประมวลผลความปลอดภัยเป็นตัวประมวลผลร่วมกับตัวประมวลผลหลัก (Co-Processor) เพื่อให้เกิดความซับซ้อนสำหรับฟังก์ชันที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในระบบ ระบบ 1oo2 จะไม่ทำงานให้เกิดอันตราย ถ้าหากหน่วยประมวลผลทั้งสองขัดแย้งกันหรือไม่สามารถติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันได้ ส่งผลให้ความผิดพลาดหลักของตัวควบคุมไม่สามารถเรียกคืนหรือแก้ไขได้ เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ Safety Integral Level 3 (SIL3)

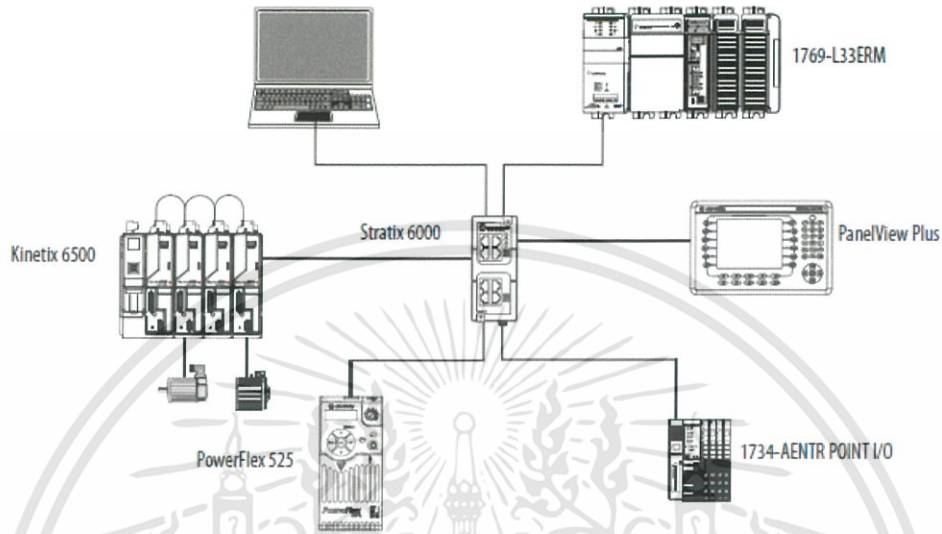
ตัวประมวลผลหลัก (Primary Controller) จะเป็นตัวกำหนดตัวประมวลผลความปลอดภัย (Safety Partner) เมื่อมีการ Download ของผู้ใช้โปรแกรมไปยังตัวประมวลผลหลัก (Primary Controller) ถูกกำหนดแค่เพียงครั้งเดียว โหมตการทำงานของตัวประมวลผลความปลอดภัย (Safety Partner) ถูกควบคุมโดยตัวประมวลผลหลัก (Primary Controller)

#### 2.4.3 เครือข่ายอีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP Network Communication)

เครือข่ายอีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP) ให้ชุดรูปแบบที่ใช้ในการควบคุม การกำหนดค่าและบริการการเก็บข้อมูลโดยใช้ โพรโตคอล CIP (Common Industrial Protocol) ภายใต้โพรโตคอลอินเทอร์เน็ตมาตรฐานเช่น TCP/IP และ UDP เป็นต้น การนำมาตราฐานทั้งสองที่เป็นที่ยอมรับมาใช้ร่วมกันเป็นความสามารถที่จำเป็นในการสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการควบคุม เพื่อใช้เป็นเน็ตเวิร์คของระบบควบคุมในอุตสาหกรรม เช่น รับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PLC หรือ อุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

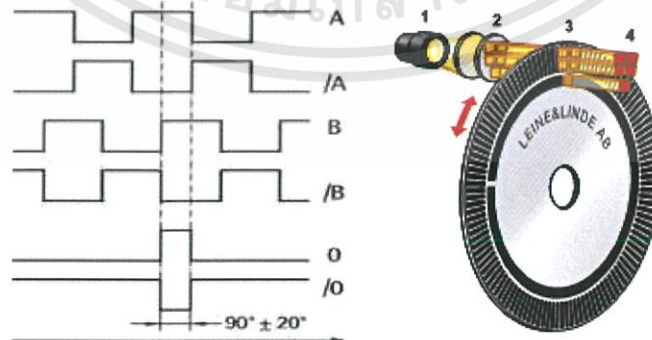
พีแอลซี Compact GuardLogix 5370 Controller ใช้เต้าเสียบในการสื่อสารและการสื่อสารแบบธรรมดาผ่านเครือข่ายอีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP) เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่ไม่รองรับโปรโตคอล อีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP)



ภาพที่ 2.6 การเชื่อมต่ออีเธอร์เน็ตแบบสตาร์

## 2.5 Incremental Encoder

เอ็นโค้ดเดอร์ตำแหน่งแบบเพิ่มค่า (Incremental Position Encoder) ประกอบด้วยแผ่นกลมหรือแผ่นบรรทัดแนวตรง ที่เคลื่อนที่ตามกลไกที่ต้องการวัดระยะทาง ในกรณีของออปติคอลเอ็นโค้ดเดอร์ (Optical Encoder) จะมีการเจาะรูเพื่อให้แสงผ่านไปเป็นระยะ ๆ เพื่อบอกตำแหน่งของแผ่นหมุน โดยจะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณพัลส์ออกมาทุกครั้งที่มีการหมุนแกนเอ็นโค้ดเดอร์ ทำให้สามารถทราบมุมที่หมุนหรือระยะทางเคลื่อนที่ไปได้ โดยเอาต์พุตปกติจะมีแค่เพียงบิตเดียวหรือสองบิตเพื่อให้บอกทิศทางได้



ภาพที่ 2.7 Incremental Encoder

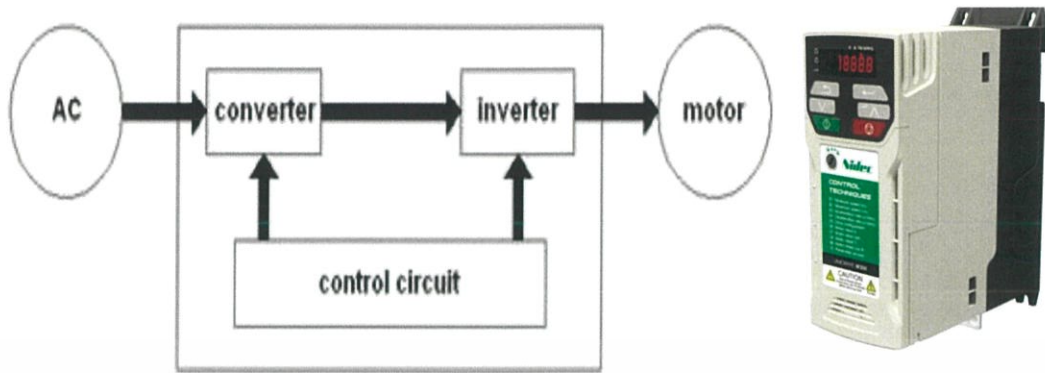
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็นโคเดเดอร์แบบนี้มีข้อเสียตรงที่ข้อมูลของการเคลื่อนที่จะหายไปหมดเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าดับหรือมีการแยกสายสัญญาณออกแม้เพียงชั่วขณะเดียวหรือเมื่อมีการรบกวนของสัญญาณเกิดขึ้น ทำให้ต้องมีการเปรียบเทียบกับจุดอ้างอิงอยู่ตลอดเวลาเพื่อความถูกต้องไม่สามารถจดจำตำแหน่งแกนหมุนของตัวเองได้ว่าอยู่ที่จุดใด ด้วยเหตุนี้การหมุนกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น Homing Point นั้นจะทำได้ยาก จึงต้องอาศัยการเก็บข้อมูลพัลส์ตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อหาค่าตำแหน่ง ซึ่งในบางครั้งอาจจะอ้างอิงจากจุด Zero Point ซึ่งจะสัญญาณนอกจากนี้ข้อมูลที่จะนำไปใช้ยังมักจำเป็นที่จะต้องผ่านวงจรนับ (Counter) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงขนานที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ Resolution/Pulse rate: เป็นตัวแปรสองตัวที่มีความสัมพันธ์กัน โดย Pulse rate หมายถึง จำนวนพัลส์ต่อรอบ เมื่อมีการหมุนแกนเอ็นโคเดเดอร์ 1 รอบ ส่วน Resolution หมายถึง ค่าความละเอียดสูงสุดที่สามารถทำได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวน Pulse rate สามารถคำนวณหาค่า Resolution ได้จากสมการที่ (2.1)

$$Resolution = \frac{2\pi r}{Pulse\ rate\ (PPR)} \quad (2.1)$$

## 2.6 Inverter Drive

Inverter Drive (อินเวอร์เตอร์ไดรฟ์) หรือที่เรียกกันว่า AC Drive, Inverter, VFD, Motor Drive เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วรอบหรือแรงบิดของมอเตอร์ ทำงานโดยใช้กลไกทางไฟฟ้านั้นคือ ความถี่กับแรงดันเพื่อให้เหมาะสมกับภาระโหลดของมอเตอร์ทำให้ประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น โครงสร้างภายในของตัวอินเวอร์เตอร์นั้นจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มากมาย สามารถแบ่งส่วนประกอบออกเป็นหลักๆ ได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ชุดอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับสามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้และชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์และชุดอินเวอร์เตอร์หลักการทำงานของตัวอินเวอร์เตอร์นั้นเมื่อมีไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โหลดเข้าวงจรจะผ่านเข้าไปยังวงจรคอนเวอร์เตอร์ก่อนเพื่อทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เมื่อแรงดันถูกกรองสัญญาณให้เรียบแล้วจะส่งผ่านไปยังวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อ แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรคอนเวอร์เตอร์และวงจรอินเวอร์เตอร์นั้นทั้ง 2 เป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับจะมีเอาต์พุตเป็นรูปคลื่นไซน์แต่เอาต์พุตของ อินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปไซน์ นอกจากนี้มีวงจรควบคุมเพื่อทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการให้จ่ายแรงดันและความถี่ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ความเร็วหรือแรงบิดตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2.8 Motor Drive

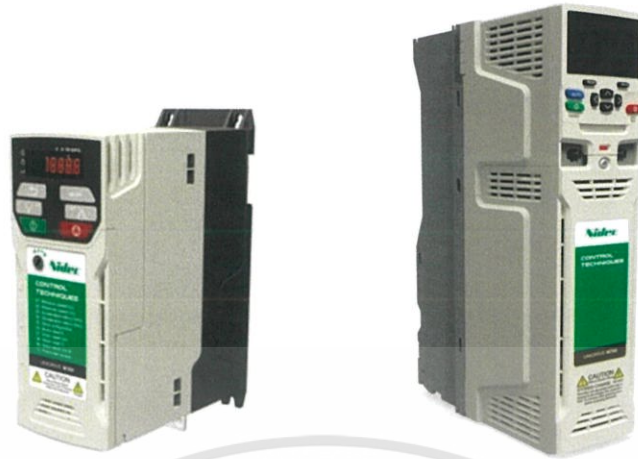
ในปัจจุบันอินเวอร์เตอร์ถือเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในกลุ่มอุตสาหกรรม โดยเฉพาะกลุ่มทางด้านพลังงานทดแทนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานจากน้ำ, พลังงานจากลม เนื่องจากอินเวอร์เตอร์เข้ามามีบทบาทอย่างมากในงานอุตสาหกรรมจึงทำให้มีการพัฒนาฟังก์ชันในการใช้งานให้มีความหลากหลายเพื่อใช้ในการควบคุมมอเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ของ Nidec รุ่น UNIDRIVE M300 และ UNIDRIVE M700 โดยทั้งสองรุ่นมีขนาดที่แตกต่างกันดังภาพที่ 2.9

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ Drive Rating

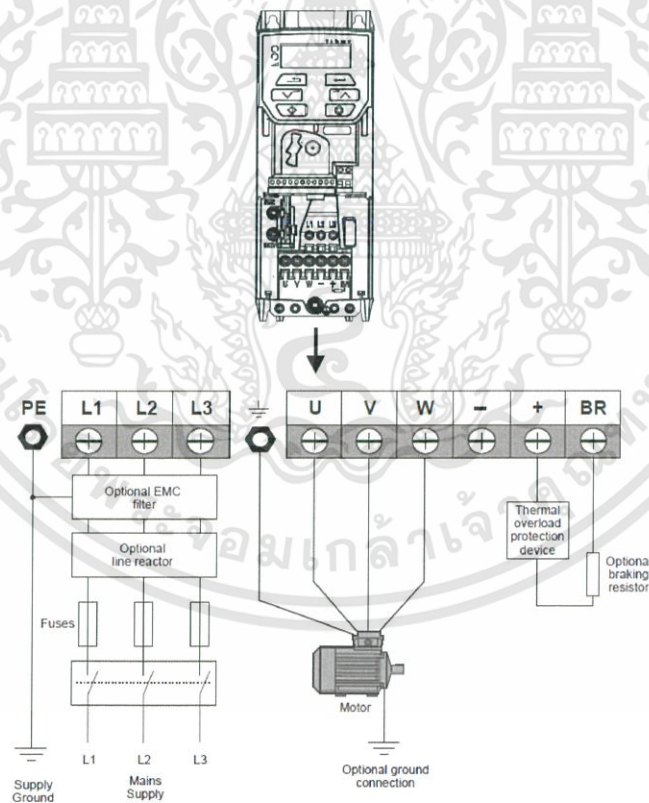
		UNIDRIVE	
		M300	M700
Normal Duty	Maximum Continuous Current Output (A)		4.5
	Normal Power at 400V (kW)		1.5
	Motor Power at 460V (hp)		2
	Peak Current (A)		4.95
Heavy Duty	Maximum Continuous Current Output (A)	2.3	3.1
	Open loop Peak Current (A)	3.5	4.65
	Close loop Peak Current (A)	4.1	6.2
	Normal Power at 400V (kW)	0.75	1.1
	Motor Power at 460V (hp)	1	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



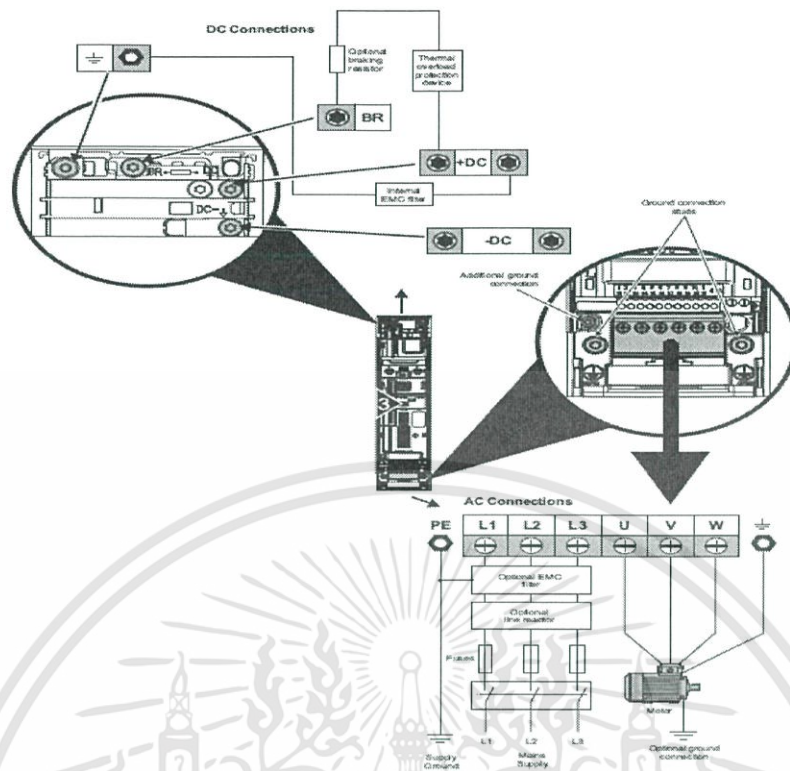
ภาพที่ 2.9 UNIDRIVE M300 และ M700

การ Connection ของ UNIDRIVE M300 และ UNIDRIVE M700 มีส่วนที่จำเป็นต้อง Wire หลักๆ อยู่ 3 จุด คือ AC Connection , Motor Connection และ DC/Brake Connection



ภาพที่ 2.10 การเข้าสายของ UNIDRIVE M300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

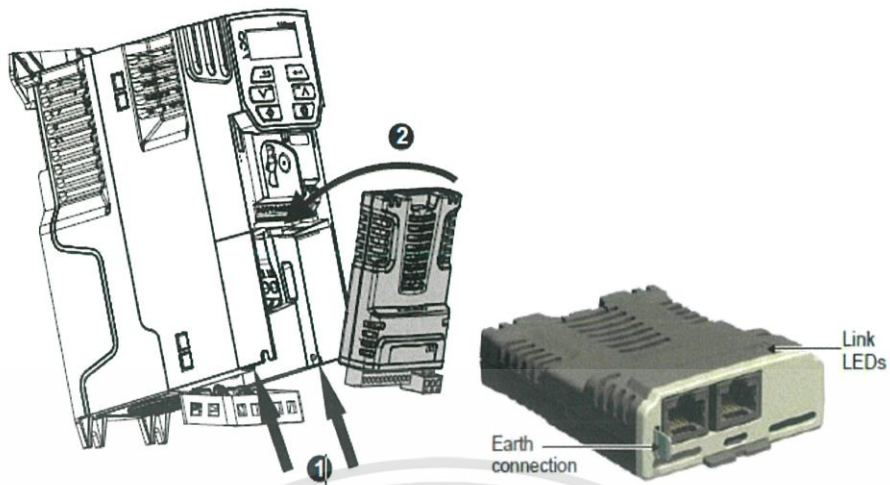


ภาพที่ 2.11 การเข้าสายของ UNIDRIVE M700

## 2.6.1 การติดต่อสื่อสาร (Communications Connections)

### 2.6.1.1 UNIDRIVE M300

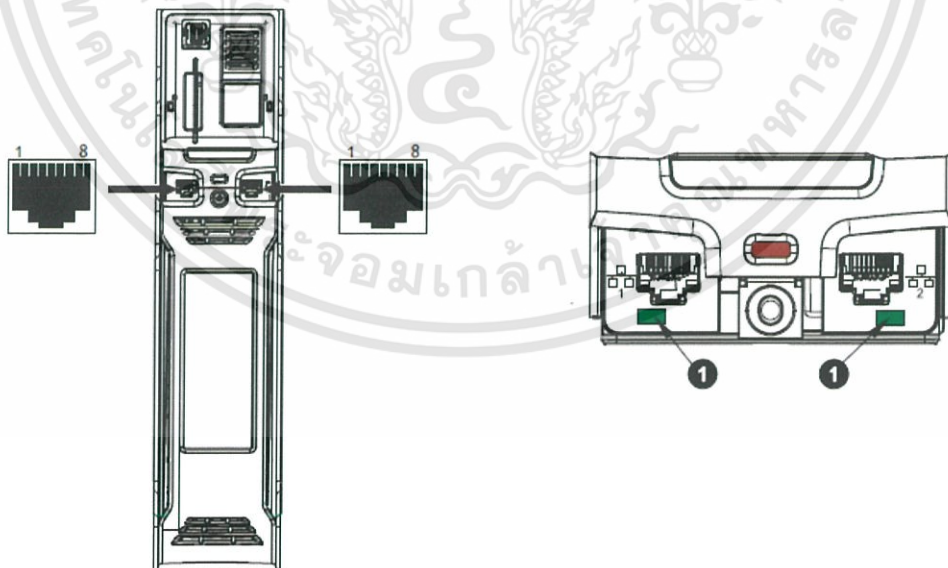
โดยปกติแล้ว UNIDRIVE M300 จะรองรับมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (Serial Communications) โพรโทคอล Modbus RTU เท่านั้น มี อินเทอร์เน็ต Port RS485 ช่วยให้การตั้งค่า การทำงานและการแสดงผลของไดรฟ์ดำเนินไปตามที่พีซีหรือคอนโทรลเลอร์ต้องการ เนื่องจากในโครงการเราจะใช้ระบบเครือข่ายอีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP) จึงต้องมีการใช้ SI-Ethernet Option Module เสริมเข้ามา ให้ UNIDRIVE M300 สามารถสื่อสารในเครือข่ายอีเธอร์เน็ต/ไอพี (Ethernet/IP) ได้เหมือนในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 SI-Ethernet Option Module ของ UNIDRIVE M300

### 2.6.1.2 UNIDRIVE M700

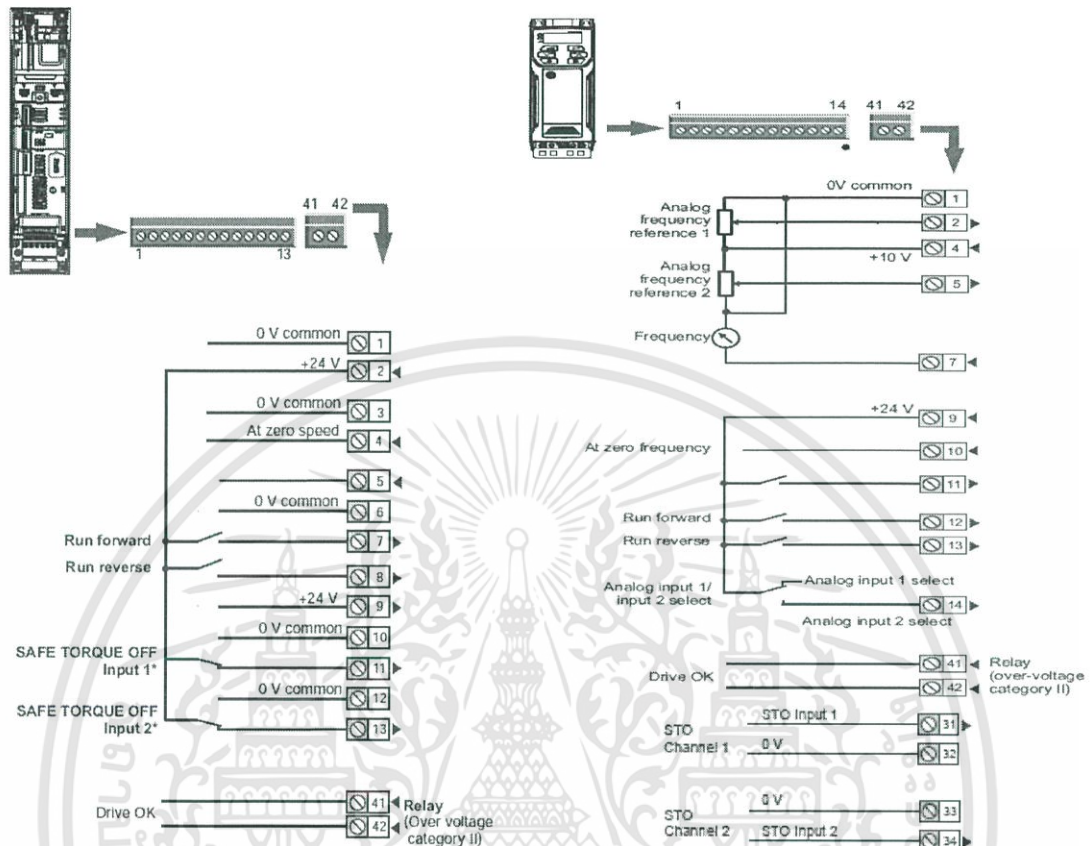
การติดต่อสื่อสารของ M700 จะมีแค่รุ่น M701 ที่จะรองรับแค่มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (Serial Communications) เหมือนกับ M300 รุ่นอื่นจะรองรับแค่การสื่อสารที่เป็นระบบเครือข่ายอีเธอร์เน็ต (Ethernet Fieldbus) โดยให้ Ethernet Option มา 2 slot RJ45 Connection เป็นสวิตช์อีเธอร์เน็ต (Switch Ethernet) เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างเครือข่ายดังภาพที่ 2.13 รองรับสายมาตรฐาน UTP (Unshielded Twisted Pair) หรือ สาย STP (Shielded Twisted Pair) ซึ่งไดร์ฟ M700 รองรับการ Auto cross-over detection โดยไม่จำเป็นต้องใช้สาย cross-over



ภาพที่ 2.13 Ethernet Option ของ UNIDRIVE M700 และ M702

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6.2 Control Connections



ภาพที่ 2.14 Control Connection ของ UNIDRIVE M300 และ M700

### 2.6.3 Safe Torque Off (STO)

ฟังก์ชัน STO เป็นฟังก์ชันด้านความปลอดภัยแบบไดรฟ์ที่ใช้กันทั่วไปและเป็นพื้นฐาน จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าจะไม่มีการสร้างแรงบิดในการทำงานต่อมอเตอร์และป้องกันการเริ่มต้นที่ไม่ได้ตั้งใจเหมาะจะนำมาใช้ในระบบความปลอดภัยของเครื่องจักรและนอกจากนั้นยังสามารถที่จะใช้งานเป็นอินพุตไดรฟ์แบบธรรมดา ฟังก์ชันจะทำงานเมื่อหนึ่งใน STO อินพุตหรือทั้งคู่อยู่ในสถานะ Low (logic-Low) ตามที่กำหนดไว้ใน Control Terminal

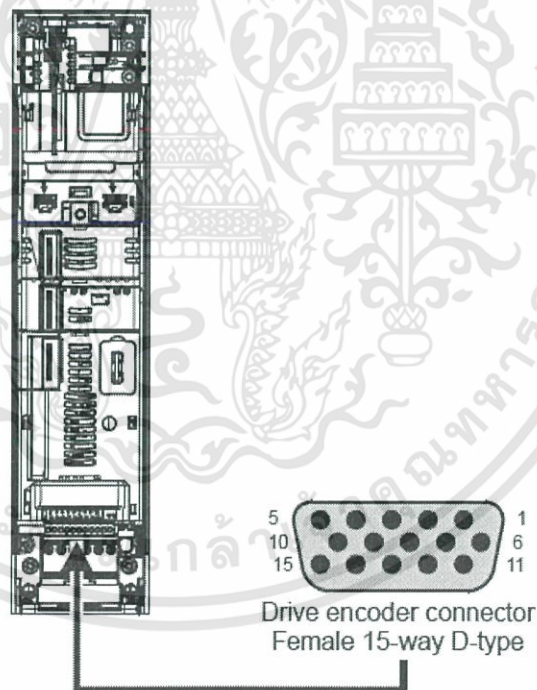
ฟังก์ชัน STO เป็นไปตามมาตรฐาน EN61800-5-2 และ IEC 61800-5-2 ในมาตรฐานเหล่านี้ว่าด้วยเรื่องเกี่ยวกับความปลอดภัยจะเรียกว่า PDS(SR) กำลังที่ทำให้เกิดการหมุน (หรือการเคลื่อนไหวยกอร์ณีที่เป็นมอเตอร์แบบเชิงเส้น) จะต้องไม่ถูกส่งให้กับมอเตอร์ ซึ่ง PDS(SR) จะไม่ให้พลังงานแก่มอเตอร์ซึ่งสามารถสร้างแรงบิด (Torque) (หรือแรงกอร์ณีเป็นมอเตอร์เชิงเส้น) ฟังก์ชันนี้สอดคล้องกับการหยุดที่ไม่สามารถควบคุมได้ตามการหยุดใน Category 0 ของ IEC 60204-1 ฟังก์ชัน Safe Torque Off ใช้คุณสมบัติพิเศษของไดรฟ์อินเวอร์เตอร์ร่วมกับมอเตอร์เหนี่ยวนำ ซึ่งแรงบิดจะไม่ถูกสร้างขึ้นหากไม่มีการทำงานอย่าง

ถูกต้อง ต่อเนื่องของวงจรมอเตอร์ ความผิดพลาดที่เป็นไปได้ทั้งหมดในวงจรมอเตอร์ทำให้เกิดการสูญเสียของการสร้างแรงบิด (Torque)

ฟังก์ชัน Safe Torque Off เป็นความผิดพลาดแบบ fail-safe เพราะฉะนั้นเมื่อ Safe Torque Off อินพุตไม่สามารถเชื่อมต่อกับไดรฟ์ได้จะไม่สั่งให้มอเตอร์ทำงานแม้ว่าจะมีส่วนอื่นภายในไดรฟ์จะไม่ทำงานก็ตาม Safe Torque Off เป็นอิสระจากเฟิร์มแวร์ของไดรฟ์ เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานเพื่อป้องกันการดำเนินงานของมอเตอร์

#### 2.6.4 Position Feedback

เนื่องจาก UNIDRIVE M300 ไม่สามารถ Wire Position Feedback ได้จึงมีแต่ M700 ที่ Wire Encoder Signal เพื่อทำ Position Feedback ได้ โดยฟังก์ชันนี้มีการเตรียมช่องสำหรับต่อกับไดรฟ์ไว้เป็น D-type ขนาด 15 pin เหมือนในภาพที่ 2.15 มี 2 อินเทอร์เฟซ Position Feedback (P1 และ P2) ,1 เอาต์พุต Encoder Simulation ,2 อินพุต Freeze Trigger (Marker Input) และ 1 อินพุตเทอร์มิสเตอร์ อินเทอร์เฟซ P1 มีพร้อมให้ใช้งานเสมอแต่ P2 และ Encoder Simulation Output นั้นขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ Position feedback ที่ใช้ได้ P1 Position อินเทอร์เฟซ



ภาพที่ 2.15 Port สำหรับ Position Feedback

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

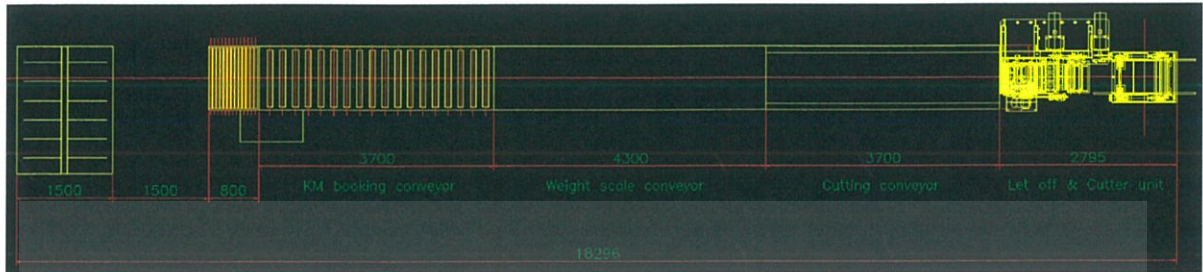
#### 3.1 แนวคิดโครงการงาน (Concept Solution Proposal)

เครื่อง DHT ที่ทำงานในปัจจุบันเป็นเครื่อง Extrusion โดยเครื่องนี้จะทำงานอย่างต่อเนื่องทำให้ยางที่ออกมาเคลื่อนที่เป็นเส้นยาว ชุดเครื่อง DHT ประกอบด้วย Conveyor 3 ประเภท โดยติดตั้งเรียงต่อกัน คือ Weight Scale Conveyor, KM Booking Conveyor, PR Cutter Conveyor เครื่อง DHT ถูกใช้ในการตัดเส้นยาง KM และ BDR โดยที่ยางจะถูกตัดจากชุด Cutter และยางที่ถูกตัดจะเคลื่อนที่ต่อไปยัง Weight Scale Conveyor เพื่อทำการชั่งน้ำหนักของเส้นยางที่ได้ ในกรณีที่เครื่องตัดหน้ายาง BDR เมื่อได้ขนาดของน้ำหนักที่ต้องการยางก็จะเคลื่อนที่ผ่านไปยัง BDR Wind Up ซึ่งติดตั้งไว้ที่ปลายทางของ PR Cutting Conveyor เพื่อให้พนักงานปฏิบัติการ (Operator) ทำการม้วนยาง BDR เข้ากับแกนท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตร แล้วจึงนำ PVC ที่มีม้วน BDR ไปเก็บที่ Pin Truck และสำหรับกรณีที่เครื่องตัดหน้ายาง KM ยางที่ได้จะถูกส่งไปยัง KM Booking Conveyor ที่ติดตั้งต่อกับ Weight Scale Conveyor เพื่อให้พนักงานปฏิบัติการ (Operator) ยกไปวางไว้ที่ Tray Truck แต่ถ้าหากยางที่ตัดมาน้ำหนักไม่ได้ตามที่ต้องการ ยางเส้นนั้นจะถูกส่งไปยังเครื่อง PR Cutter Conveyor เพื่อใช้ในการตัดทำลายหน้ายางเส้นนั้น

สำหรับแนวคิดของ The Cutter Machine ที่จะถูกติดตั้งและใช้งานชั่วคราวแทนเครื่อง DHT จะนำแนวคิดการทำงานของเครื่อง DHT มาทำการดัดแปลง โดยชุด Cutter จะใช้ของเครื่อง PKM ซึ่งจะต้องใช้คู่กับชุด Let Off ที่นำมาจากคลังเก็บของ เพื่อใช้ในการป้อนยางจาก Bobbin เข้าไปยัง PKM ดังนั้นจะต้องออกแบบระบบ Pneumatic ที่ใช้สำหรับเครื่อง PKM และ Let Off ใหม่ แต่เนื่องจากเครื่อง PKM เป็นเครื่องที่ไม่มีสิ่งใดมารองรับเส้นยางที่ออกมาเพื่อทำการตัดยาง ดังนั้นจึงต้องการ Conveyor อีก 1 เครื่อง เพื่อที่จะเป็นที่รองรับเส้นยางที่ออกมาจากเครื่อง PKM ที่จะทำการตัด เราจึงเรียก Conveyor เครื่องนั้นว่า “Cutting Conveyor” จากนั้นเมื่อเครื่อง DHT ถูกทำการรื้อถอนประมาณต้นเดือนตุลาคม จะทำการเคลื่อนย้าย Weight Scale Conveyor (เนื่องจากทางโรงงานมีการกำหนดขนาดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์จึงต้องมีสายพานลำเลียงเพื่อทำการชั่งน้ำหนัก) และ KM Booking Conveyor (เพื่อใช้เป็น Conveyor สำหรับให้พนักงานปฏิบัติการนำยาง KM ที่ตัดแล้วไปเก็บไว้ที่ Tray Truck) มาติดตั้งต่อกับ Cutting Conveyor ตามลำดับ โดยที่จะทำการตัด PR Cutter Conveyor ออกไป เนื่องจากต้องการที่จะลดต้นทุนของเครื่องและ PR Cutter Conveyor เมื่อนำมารวมกับเครื่องอื่นจะทำให้เครื่องมีความยาวรวมมากเกินกว่าพื้นที่ที่จะทำการติดตั้ง เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า PR Cutter Conveyor สามารถตัดทิ้งได้เพราะไม่ได้รวมในส่วนที่โรงงานต้องการ ในส่วนของ KM Booking Conveyor จะทำการปรับปรุงเครื่องและเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่จาก DC ไปเป็น AC มอเตอร์ ดังนั้นรูปแบบของ The Cutter Machine ที่ได้เรียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากต้นทางไปยังปลายทาง คือ Let off & PKM unit, Cutting Conveyor, Weight Scale Conveyor, KM Booking Conveyor, BDR Wind-up



ภาพที่ 3.1 แสดงภาพแนวคิดของ The Cutter Machine

### 3.2 การศึกษา Requirement

เมื่อเดือนเมษายน 2561 เครื่องตัดชิ้นส่วนยางเครื่องเก่าได้หยุดใช้งานไป ทางโรงงานเลยเห็นว่า เป็นโอกาสที่ดีที่จะทำการ Modify เครื่องตัดชิ้นส่วนยางนี้เพื่อให้สามารถตัดหน้ายาง KM และ BDR ได้ ในช่วงเวลาที่เครื่อง Extruder ที่ผลิตหน้ายางส่งให้กับเครื่องสร้างยางจะทำการหยุดการทำงานเพื่อที่จะ Modify โดยเป้าหมายของเครื่องตัดหน้ายางจะต้องตัดหน้ายาง KM ได้อย่างน้อย 560 เส้นต่อวันและ หน้ายาง BDR ได้อย่างน้อย 350 เส้นต่อวัน Product ที่จะนำมาตัดเป็น Product จากเครื่อง Extruder อีก เครื่องหนึ่งโดยจะม้วนใส่ Bobbin มา

หน้ายาง KM Bobbin ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1600 มิลลิเมตร น้ำหนักรวม 390 กิโลกรัมและ หน้ายาง BDR Bobbin ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1500 มิลลิเมตร น้ำหนักรวม 320 กิโลกรัม เหมือนในภาพ ที่ 3.2 หลังจากผ่านเครื่องตัดหน้ายางแล้ว หน้ายาง KM จะเป็นชิ้นวางเรียงบนรถขนหน้ายางดังภาพที่ 3.3 และหน้ายาง BDR จะเป็นชิ้นม้วนใส่แกน PVC ดังภาพที่ 3.3 ระยะเวลาในการตัดต่อชิ้นตั้งแต่เริ่มป้อนยาง จนตัดเสร็จต้องไม่เกิน 54 วินาที



ภาพที่ 3.2 หน้ายางที่อยู่ในม้วน Bobbin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 รถขนยาง (Tray Truck) ข้าย และแกน PVC ใน Pin Truck ขวา

ทางโรงงานต้องการให้เครื่องตัดหน้ายางหลังจากที่ Modify แล้วประกอบด้วยมีไฟส่องสว่าง มีเครื่องชั่งน้ำหนักในการทำงานของเครื่องพร้อมไฟเตือนกรณีที่น้ำหนักไม่ได้ตามสเปก โดยต้องการให้วิธีการในการตัดคล้ายกับเครื่องตัดหน้ายาง KM ของเครื่องสร้างยาง (Tire Building Machine) โดยมีค่าที่ยอมรับได้คือ ในการตัดต้องทำมุมเอียง 33 องศา ค่าความยาวต้องผิดพลาดไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ความกว้างหลังจากตัดแล้วมีคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 มิลลิเมตรและน้ำหนักของหน้ายางหลังจากการตัดต้องผิดพลาดไม่เกิน 2.5%

### 3.3 การศึกษาการทำงานของเครื่องตัดหน้ายาง KM

เนื่องจากว่าเครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR ที่จะต้อง Modify ใช้หลักการทำงานเดียวกันกับเครื่องตัดหน้ายาง KM ที่ใช้งานอยู่ที่เครื่องสร้างยาง (Tire Building Machine) เราจึงต้องมาทำการศึกษาหลักการการทำงานของเครื่องว่ามีหลักการทำงานอย่างไร เพื่อที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วน Let Off เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หมุนเพื่อคลาย Product ที่อยู่ใน Bobbin ออกมา ส่วน Cutter เป็นส่วนที่มีหน้าที่วัดระยะของ Product และตัด

#### 3.3.1 อธิบายหลักการทำงาน

1. Let Off หลังจากโหลด Bobbin ใส่บน Home Trainer แล้วจะมีกระบอกสูบขนาดใหญ่ 2 ตัว ยก Bobbin ขึ้น ด้านหลัง Home Trainer เป็น Free Roller ส่วนด้านหน้าจะเป็น Roller ที่ถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสสลับ

2. Unwind Bobbin Motor เป็นมอเตอร์กระแสสลับที่ขับ Roller ให้ Bobbin หมุน โดยจะมีการควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยใช้ Drive Motor ซึ่งเราจะต้องควบคุมความเร็วของมอเตอร์เพื่อที่จะให้หน้ายางที่ออกมาจาก Bobbin เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้นที่คงที่

เมื่อหน้ายางใน Bobbin ถูกปล่อยออกมาทำให้ขนาดของ Bobbin เล็กลงตามไปด้วย ทำให้มอเตอร์ต้องหมุนด้วยความเร็วรอบที่เร็วขึ้นเพื่อรักษาความเร็วเชิงเส้นไว้จึงต้องมีเลเซอร์ (Laser) วัดระยะทางมาเพื่อคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Bobbin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Windup Liner Motor เป็นมอเตอร์กระแสสลับขับเคลื่อนของ Liner ซึ่งเป็นแผ่นรองไม่ให้หน้ายางแต่ละชั้นติดกันใน Bobbin เมื่อหน้ายางถูกปล่อยออกมาจาก Bobbin จะมี Liner ออกมาด้วยจึงต้องการม้วนเก็บ ในการม้วนเก็บ Liner ต้องรักษาแรงตึงไว้เนื่องจากหน้ายางที่ออกไปถูกส่งไปด้วยแรงตึงของ Liner โดยจะกำหนดค่าแรงตึงให้ Drive Motor เพื่อคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ แกนที่ใช้ในการม้วน Liner สามารถหุบและขยายได้โดยใช้ลม

4. Encoder ใช้ในการนับความยาวของหน้ายางเพื่อจะตัดจะถูกติดเข้ากับ Roller สัมผัสกับหน้ายางเมื่อน้ำยางเคลื่อนที่ผ่าน Roller ทำให้ Roller และ Encoder หมุนและจะส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse) ให้กับ พีแอลซี (PLC) เพื่อคำนวณเป็นความยาว

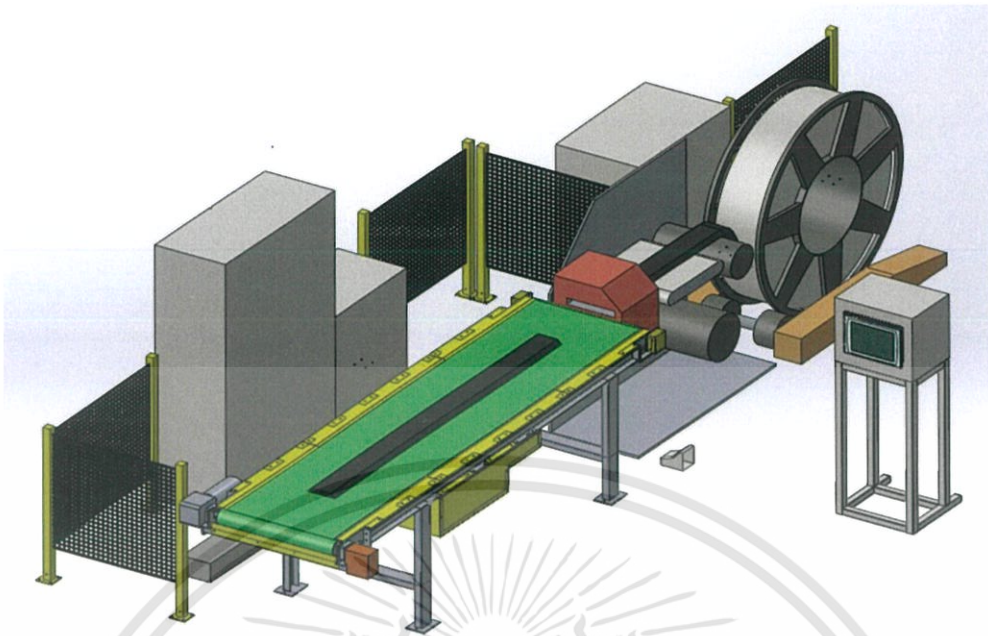
5. Cutter Unit หลังจากทีหน้ายางผ่าน Roller Encoder จะเข้าสู่ส่วนของ Cutter เมื่อ Encoder วัดความยาวได้แล้วพีแอลซี (PLC) จะสั่งให้ Unwind Bobbin Motor และ Windup Liner Motor หยุดเพื่อที่จะทำการตัด

ก่อนที่จะตัดจะมี Clamp มาจับหน้ายางทั้งก่อนและหลังช่องสำหรับตัดโดยตัว Clamp ทั้ง 2 ข้างถูกขับเคลื่อนด้วยกระบอกลมเมื่อน้ำยางถูก Clamp แล้ว Free Roller ที่ปิดช่องสำหรับตัดจะเปิดออกด้วยกระบอกลมหลังจากช่องสำหรับตัดถูกเปิด Cutter จะทำงาน

การตัดจะใช้ Motor ในการขับเคลื่อนเพื่อทำให้มีดสั้นและจะยกมีดขึ้นด้วยกระบอกลมโดยมีพร็อกซิมีตีสวิทช์ (Proximity Switch) เป็นตัวตรวจว่ามีดขึ้นมาตัดจนสุดแล้วจะกลับเข้าที่ค่าเริ่มต้น ที่กระบอกลมทุกตัวจะมีสวิทช์แม่เหล็กเป็นตัวตรวจจับตำแหน่งของกระบอกลม

### 3.3.2 ระบบความปลอดภัย

จุดที่เป็นอันตรายต่อพนักงานผู้ใช้งานคือจุดที่สามารถหนีบหรือทับส่วนใดส่วนหนึ่งของพนักงานผู้ใช้งานได้ และจุดที่สามารถเฉือนหรือตัดส่วนใดส่วนหนึ่งของพนักงานผู้ใช้งานได้ ซึ่งก็คือบริเวณ Bobbin และ Cutter Unit มีการใช้ Safety Scanner มาเป็นตัวตรวจจับแบบพื้นที่ กรณีที่มีวัตถุหรือพนักงานเข้าไปในพื้นที่ที่ได้ตั้งไว้ใน Scanner จะทำการตัดไฟฟ้าที่ไปจ่ายให้ Drive Motor ของทั้ง Unwind Bobbin Motor และ Windup Liner Motor ทำให้ Drive Motor ทั้ง 2 ไม่สามารถสั่ง Start Command ได้และบริเวณ Cutter Unit มีการใส่กรอบครอบเอาไว้ให้ไม่สามารถยื่นมือเข้าไปในส่วนของมีดได้ และการทำงานตัดแบบ Manual ต้องใช้มือทั้ง 2 ข้างในการกดปุ่มที่กล่องควบคุม

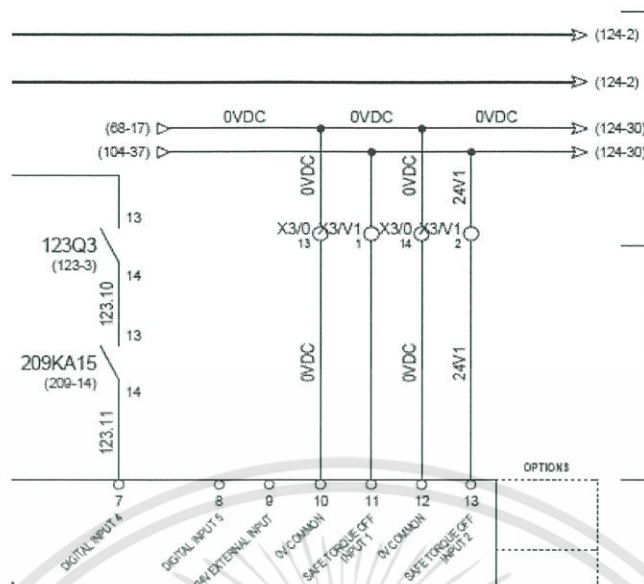


ภาพที่ 3.4 แบบสามมิติของเครื่อง The Cutter Machine

### 3.4 การเขียนแบบไฟฟ้าและ Layout

การสื่อสาร (Communication) ของอุปกรณ์บางประเภทจำเป็นต้องมีการ Wiring เฉพาะตัว สิ่งที่สำคัญคือการดู Wiring ของเครื่องตัดหน้ายางที่ใช้งานอยู่ที่เครื่องสร้างยางเทียบกับคู่มือ (Manual) ของอุปกรณ์ ลดการผิดพลาดของการ Wiring อุปกรณ์และดูข้อกำหนดของอุปกรณ์ใหม่ด้วย

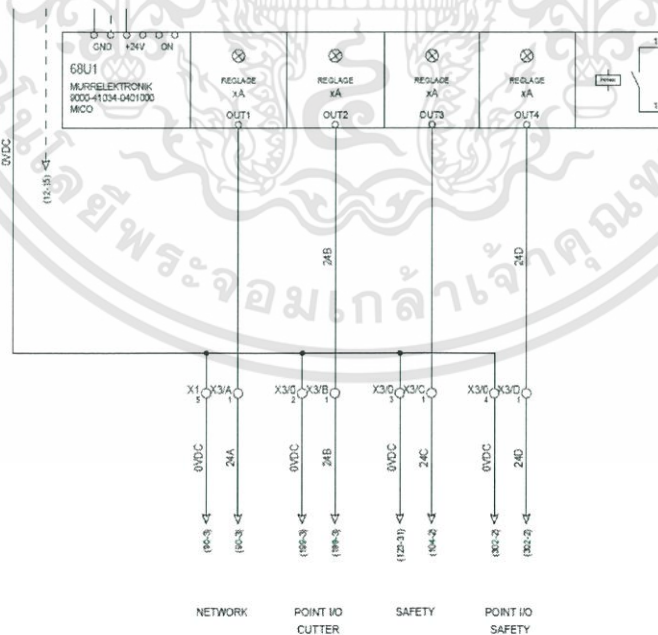
แบบการ Wiring ของเครื่องตัดหน้ายางเดิมมารูปแบบที่น่าสนใจคือการเขียนจุดเชื่อมต่อในภาพที่ 3.5 ที่จุดเชื่อมต่อจะมีเลขบอกแนวตามหัวของลูกศรเช่น 68-17 คือ มาจากหน้าที่ 68 แนวที่ 17 หรือ 124-30 คือ ต่อไปยังหน้าที่ 124 แนวที่ 30 อีกจุดหนึ่งคือการเรียกตำแหน่งในหน้ากระดาษ เช่น 123.10 คือ อยู่ในหน้าที่ 123 ตำแหน่ง 10 การกำหนดตำแหน่งไม่มีเงื่อนไขในการกำหนด แต่ห้ามซ้ำกันในหน้าเดียวกัน



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างของ Loop Wiring

### 3.4.1 การ wiring สัญญาณไฟกระแสดรงจาก Power Supply

สัญญาณไฟจาก Power Supply เป็นไฟกระแสดรงขนาด 24 โวลต์ ที่ต้องถูกจ่ายไปให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ไฟหลักหรือตู้อื่น ๆ จะถูกนำมาผ่านตัว Distributor กระจายแรงดันส่งออกไปยัง Channel ต่าง ๆ เพื่อจะให้ง่ายต่อการ Maintenances และการควบคุมดังภาพที่ 3.6 ที่แบ่งแรงดันขนาด 24 โวลต์ ออกเป็น 4 ช่อง (Channel) แล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยจะตั้งเป็นชื่อที่ไม่ซ้ำกัน

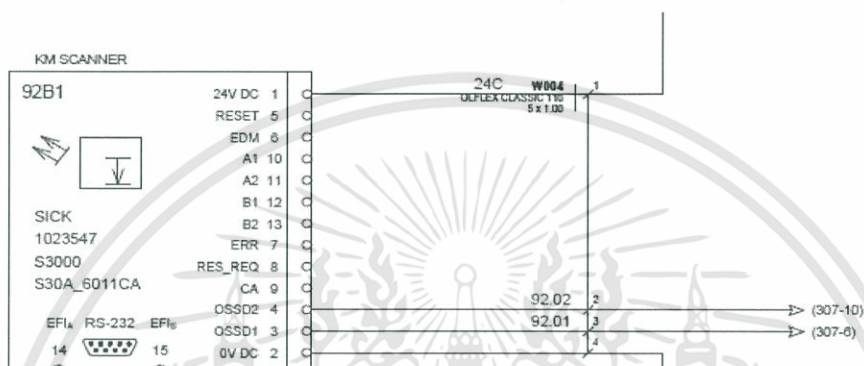


ภาพที่ 3.6 การแบ่งแรงดันไฟฟ้า 24 V

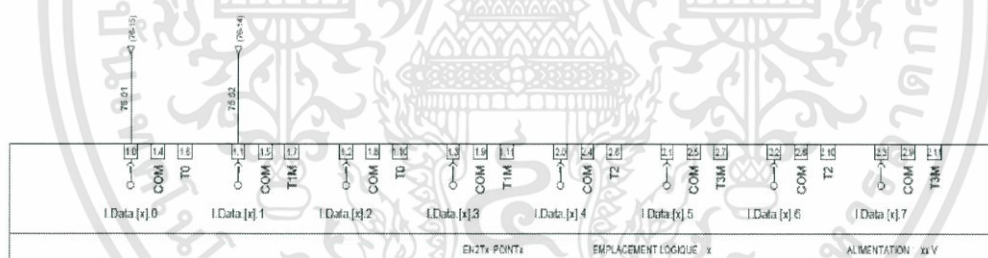
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 การ Wiring Safety Scanner

เครื่อง Safety Laser Scanner ใช้สำหรับป้องกันบุคคลหรือระบบที่เป็น ออปติคอลเซนเซอร์ (Optical sensor) ซึ่งจะตรวจจับพื้นที่โดยรอบในระนาบ 2 มิติโดยใช้ ลำแสงอินฟราเรด (Infrared laser Beam) ทำงานโดยจะส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse) สั้นๆ ของลำแสงออกไป เมื่อลำแสงกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนและ Safety Laser Scanner จะได้รับสัญญาณพัลส์ เป็นสัญญาณ OSSD หลังจากที่ wire กับ คอนโทรลเลอร์แล้ว



ภาพที่ 3.7 การ Wiring Safety Scanner

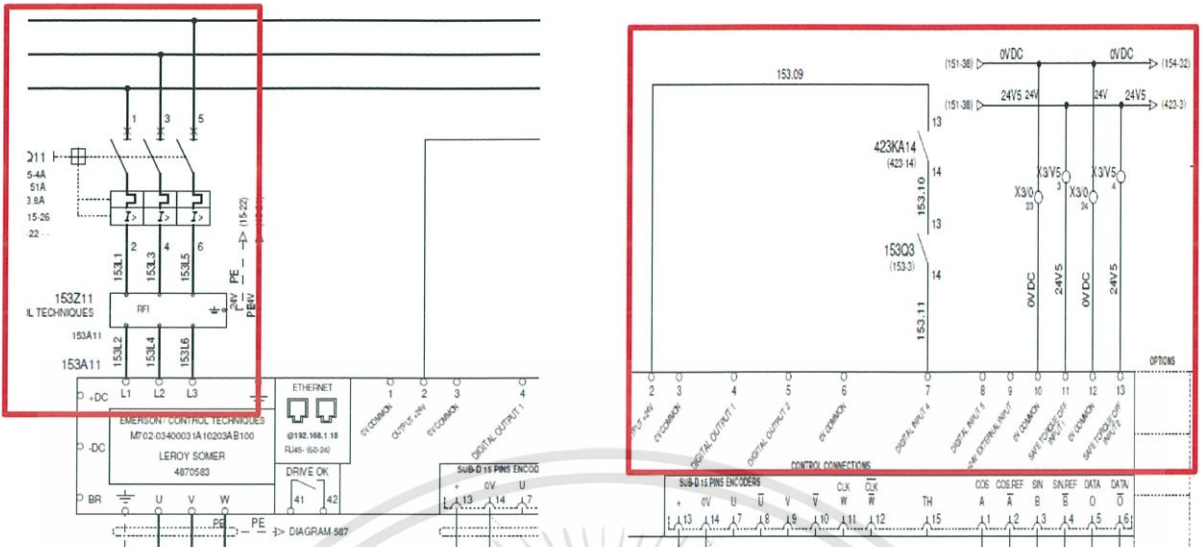


ภาพที่ 3.8 การ wiring สัญญาณเข้ากับ Point I/O

### 3.4.3 การ wiring Drive motor

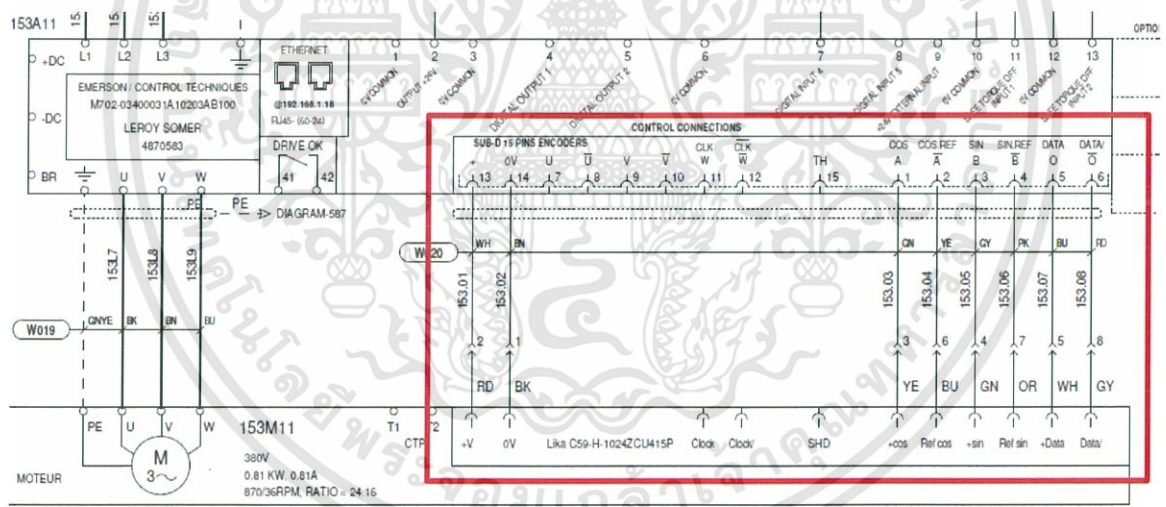
การ Wire AC Drive Motor จากที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 คือ AC Connection เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ขนาด 380V-400V ผ่าน เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ,ตัวกรองสัญญาณรบกวน (RFI Filter) และ DC Connection เป็นไฟกระแสตรง ขนาด 24V ใช้ควบคุมการทำงานความปลอดภัย (Safe Torque Off) กับ สัญญาณจากเบรก (Brake) ของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 การ Wiring Brake และ DC Connection

และยังใช้ Encoder ในการวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยจะเป็น feedback เข้ากับ Drive Motor ดังภาพที่ 3.10

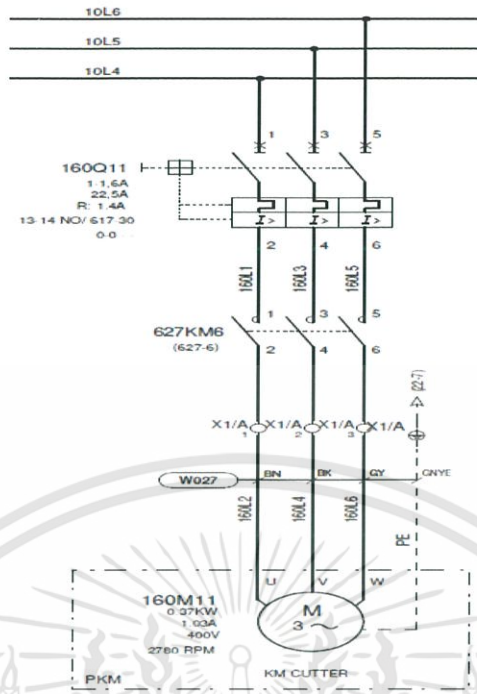


ภาพที่ 3.10 การ Wiring สัญญาณ Encoder สำหรับ Position Feedback

### 3.4.4 การ Wiring Cutter Motor

มอเตอร์ที่ใช้หมุนลูกเบียร์เพื่อให้มีดเกิดการสั่นในการตัดหน้ายาง เป็นมอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) ที่ไม่มีการควบคุมความเร็ว จึงสามารถ wire ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสขนาด 380V-400V โดยผ่านมอเตอร์เบรกเกอร์ (Motor Breaker) ได้

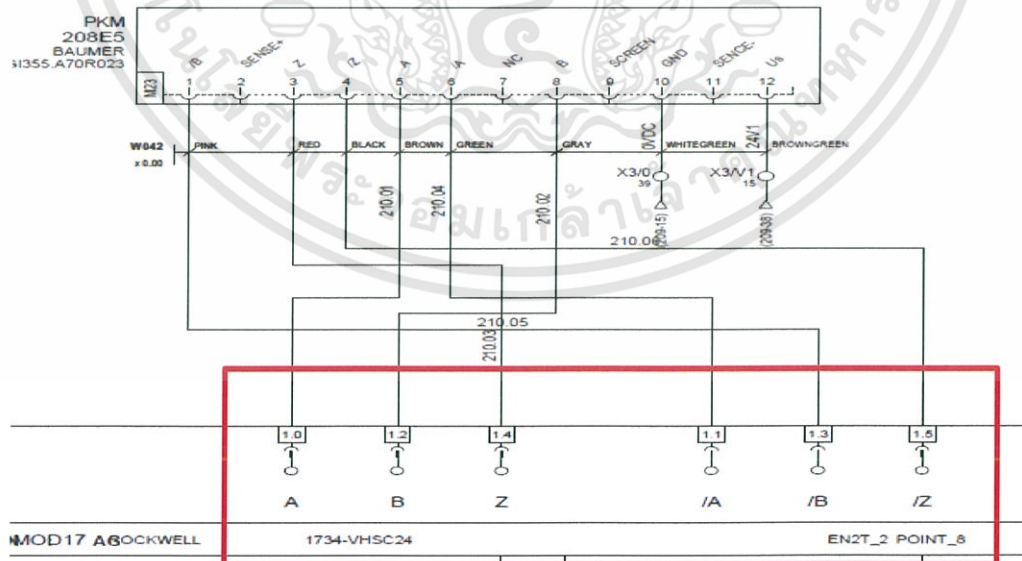
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 Loop Wiring มอเตอร์ 3 เฟส

### 3.4.5 การ Wiring สายสัญญาณ Encoder

การจะ wire สายสัญญาณของ Incremental Encoder จะต้อง wire เข้ากับโมดูล (Module) ที่เป็นโมดูล (Module) สำหรับเคาน์เตอร์ จากภาพที่ 3.12 เป็นการเข้าสายสัญญาณ Encoder กับ Point I/O 24V DC Very High Speed Counter Module (VHSC24)

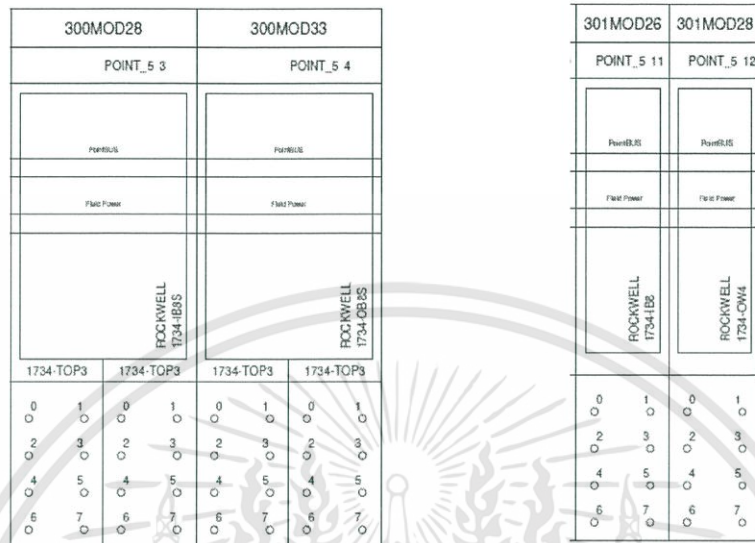


ภาพที่ 3.12 การเข้าสัญญาณ Incremental Encoder เข้ากับ Point I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

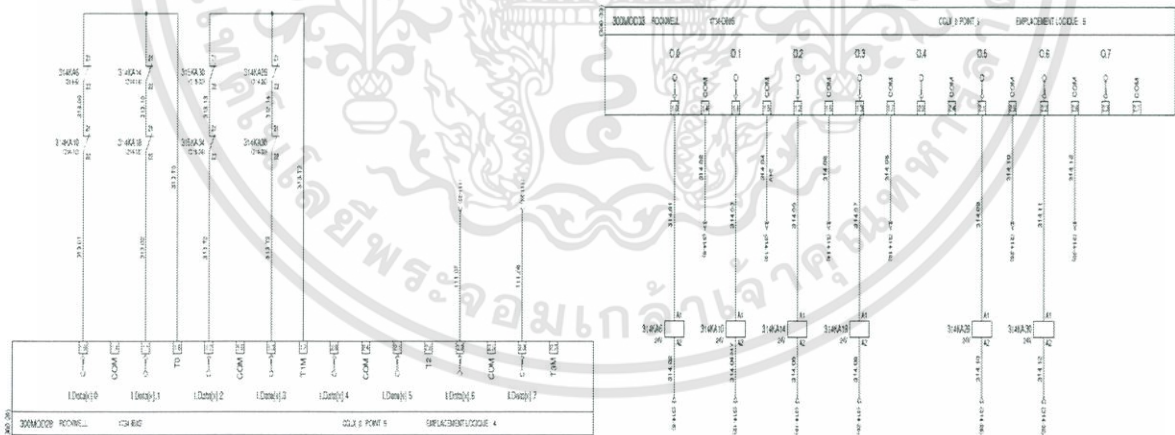


Input / Output ถูกแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ Safety และ Standards จึงต้องใช้ Card Point I/O แยกกันตามภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 ตัวอย่าง Safety Point I/O และ Standard Point I/O

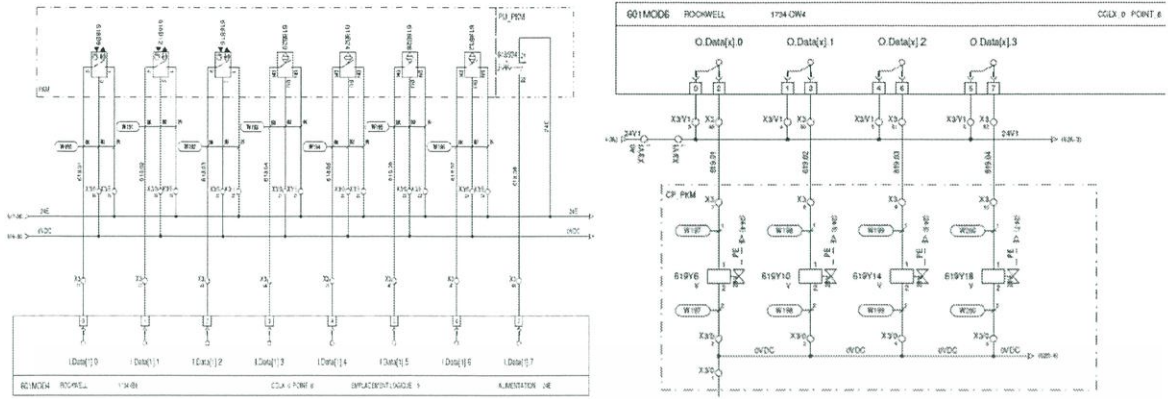
ในการ์ด Safety Input (1734-IB8S) จะมีสัญญาณทดสอบ (Test Output) ตั้งแต่ T0-T3M และ Safety Output (1734-OB8S) เหมือนที่แสดงในภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างการเข้าสัญญาณสำหรับ Safety Point I/O

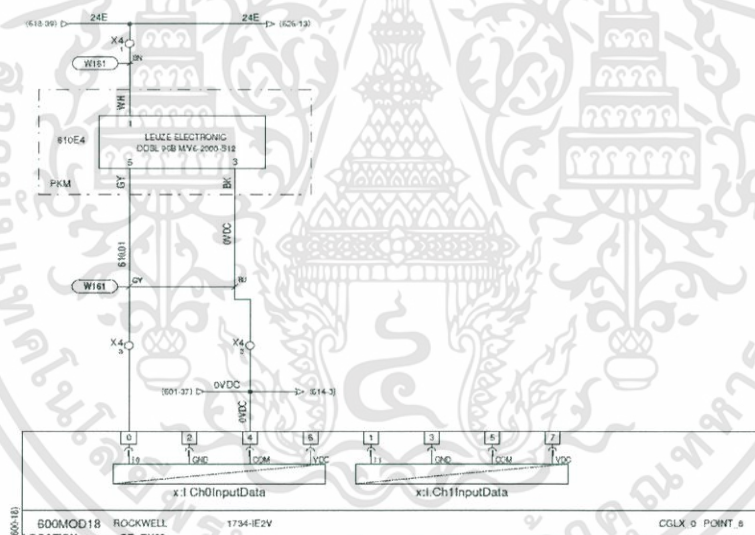
สำหรับ Standard Input คือ Sensor ต่าง ๆ เช่น Photo Sensor ,Magnetic Switch เป็นต้น จะ wire เข้า การ์ด Standard Input (1734-IB8) และ Standard Output (1734-OW4) ดังที่แสดงในภาพที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างการเข้าสัญญาณสำหรับ Standard Point I/O

นอกจากนี้ยังมี การ์ด I/O สำหรับอินพุตที่เป็นสัญญาณอะนาล็อก (Analog Signal) ที่จัดเป็น Standard Input นั่นคือ Analog Input Module (1734-IE2V) สำหรับ wire สัญญาณ อินพุตจาก เลเซอร์ ที่วัดระยะ

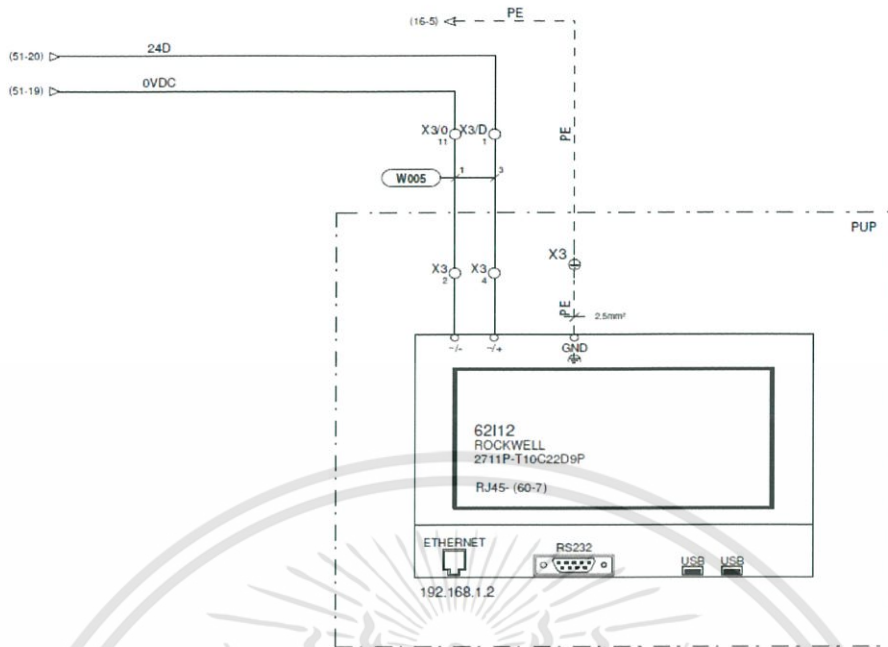


ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างการเข้าสัญญาณสำหรับ Analog Input

### 3.4.8 การ wiring Panelview

หน้าจอ Panelview wire สายไฟกระแสดรงขนาด 24V และ 0V จาก อุปกรณ์กระจายแรงดัน (Distributor) ดังภาพที่ 3.19

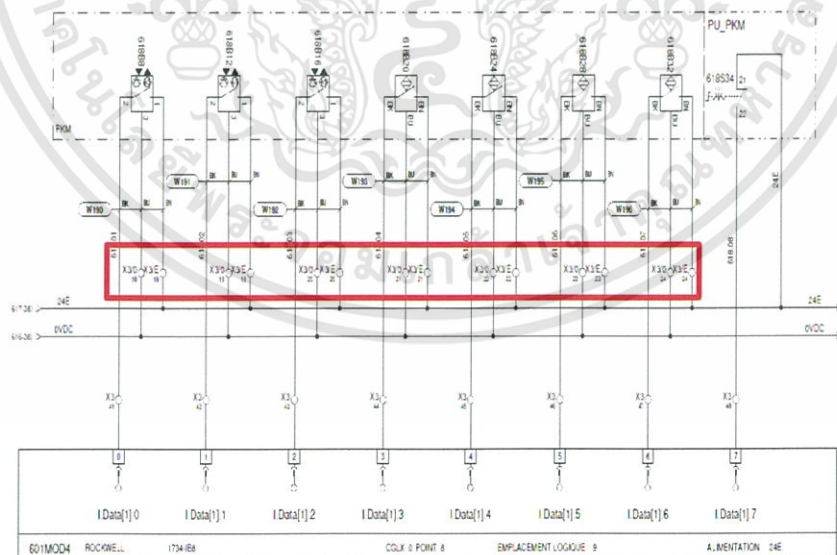
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.19 การ wiring Panelview

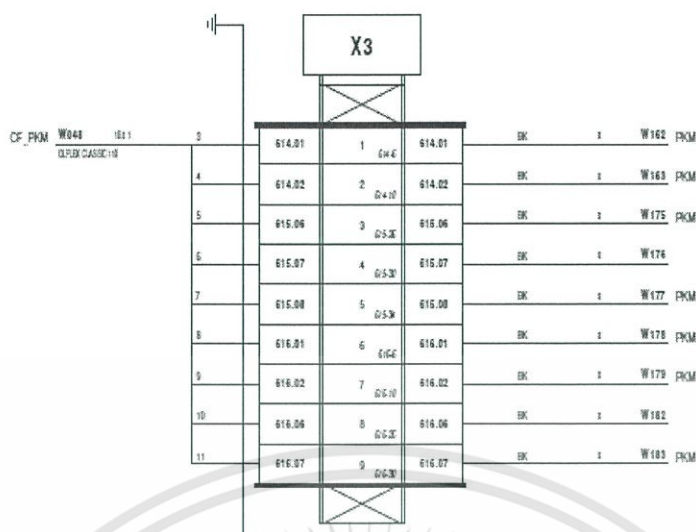
### 3.4.9 Terminal

ในการ wire สายภายในตู้ไฟหลักจะใช้เทอร์มินอล (Terminal) ในการพักสายสัญญาณ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายดังภาพที่ 3.20 ในการติดตั้งจะต้องติดตั้งและ wiring สายเข้า Terminal ตามแบบ Layout ตามตัวอย่างในภาพที่ 3.21



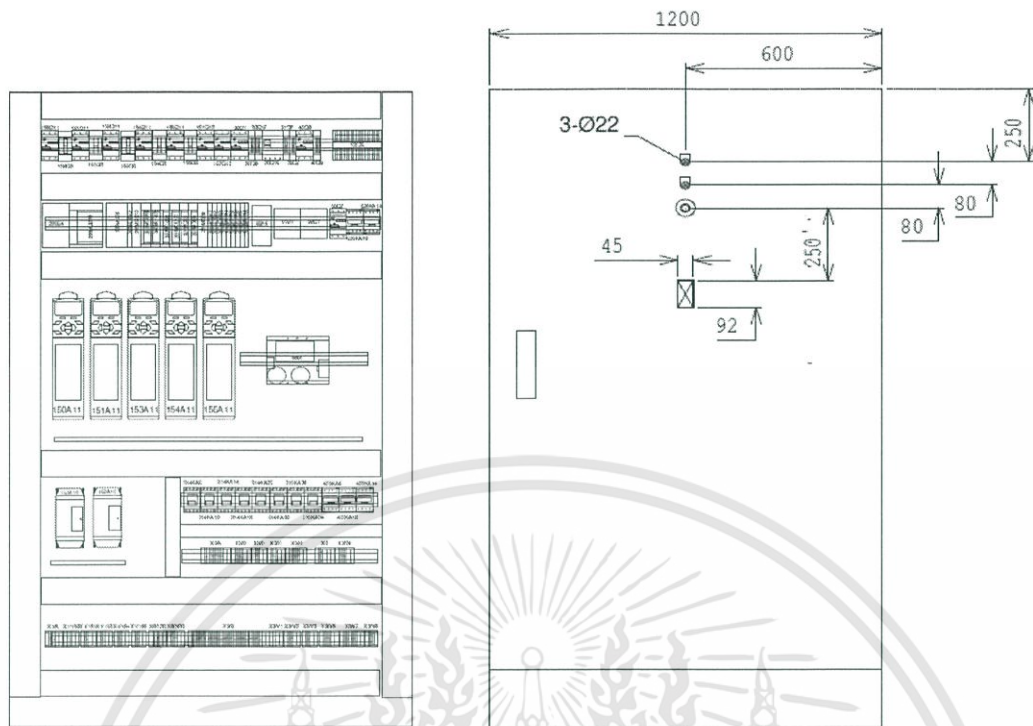
ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างการใช้ Terminal ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



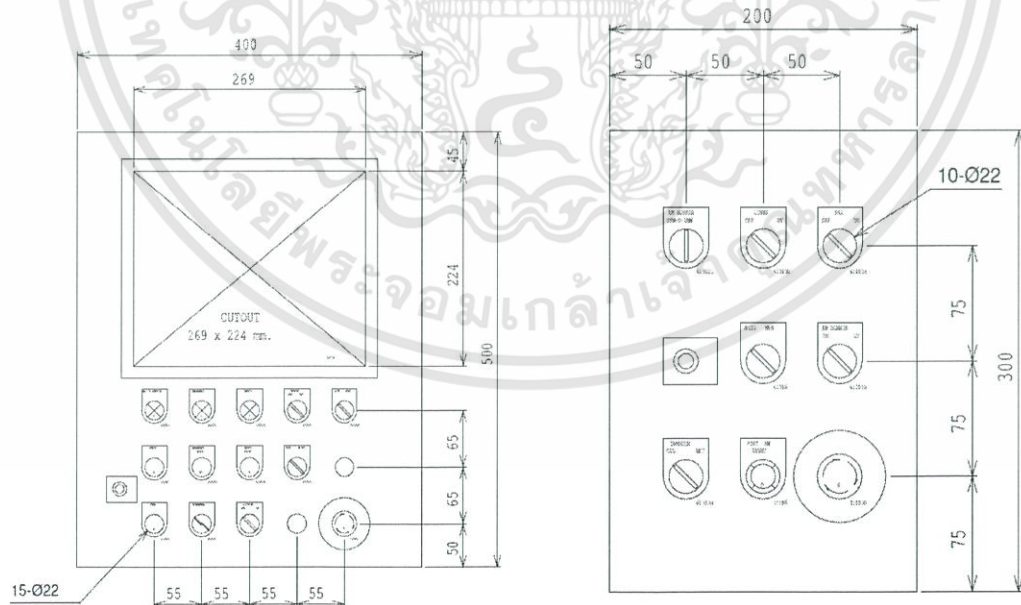
ภาพที่ 3.21 ตัวอย่างแบบ Drawing ของ Terminal

หลังจากที่ wire สายสัญญาณอินพุต เอาต์พุต (Input/Output) ของพีแอลซี (PLC) และสาย Power ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแบบไฟฟ้า (Electrical Diagram) ครบถ้วน ก็นำอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างเช่น เซอร์คิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เอซี ไดรฟ์ (AC Drive) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) แม็กเนติก คอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) พีแอลซี (PLC) พอยท์ ไอโอ (Point I/O) และเทอร์มินอล (Terminal) เป็นต้น มาจัดเรียงภายในตู้ไฟฟ้าขนาดมาตรฐานที่กำหนดเพื่อเป็นแบบสำหรับผู้รับเหมา ในการประกอบ อุปกรณ์เข้าไปในตู้และ wire สายภายในตู้ไฟ



ภาพที่ 3.22 แบบ Layout ของตู้ไฟฟ้าหลัก

นอกจากแบบ Layout ตู้ไฟฟ้าหลักของเครื่องแล้ว ยังมีแบบ Layout ตู้ควบคุม (Control Box) ที่ประกอบไปด้วยปุ่มกด ดังในภาพที่ 3.23

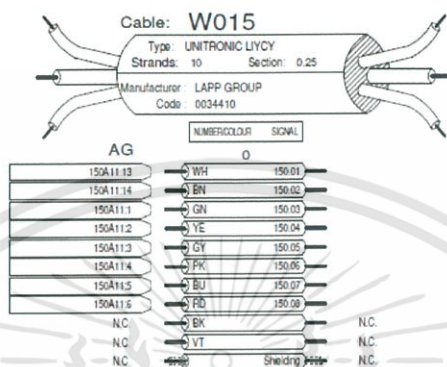


ภาพที่ 3.23 แบบ Layout ของตู้ควบคุม (Control Box)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.10 แบบสายไฟ (Cable layout)

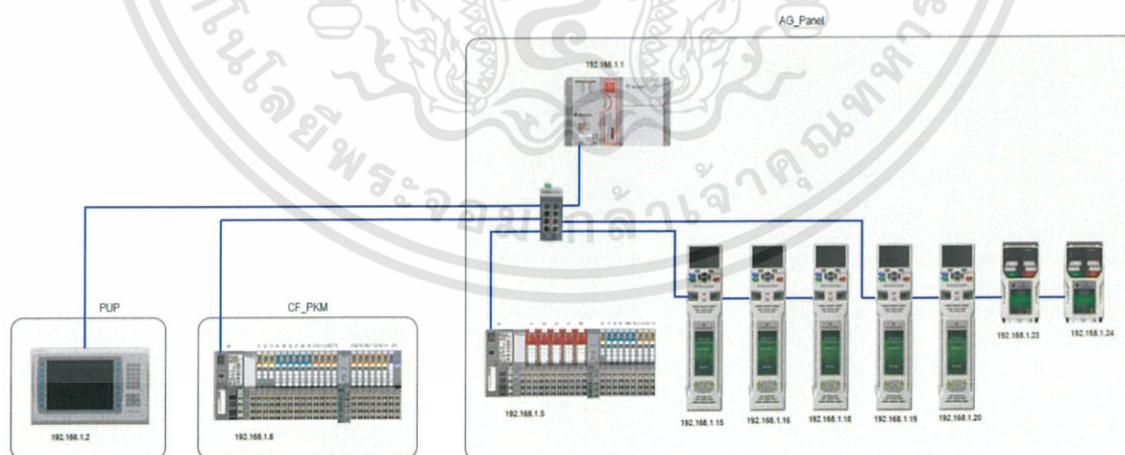
การ wire สายที่จะต้องออกไปเข้าสายที่อุปกรณ์ข้างนอกตู้หรือเชื่อมกันระหว่างตู้ จะต้องทำการเลือกขนาดสาย และจำนวนแกน (Core) และจะมีการกำหนดในแบบ Layout ว่าแต่ละ Core จะ wiring อย่างไรเช่นตัวอย่างในภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างแบบ Layout ของสายไฟ

### 3.5 การติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์

การติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ทั้งภายในและสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ต่างตู้ไฟ จะใช้เป็นการส่งข้อมูลบนเครือข่าย Ethernet I/P ทั้งหน้าจอ Panelview ,PLC และ Drive Motor สามารถเขียนเขียนออกมาได้ในรูปแบบของ Automation Architecture ดังภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 แบบ Automation Architecture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 การศึกษาโปรแกรม PLC และ Panelview application

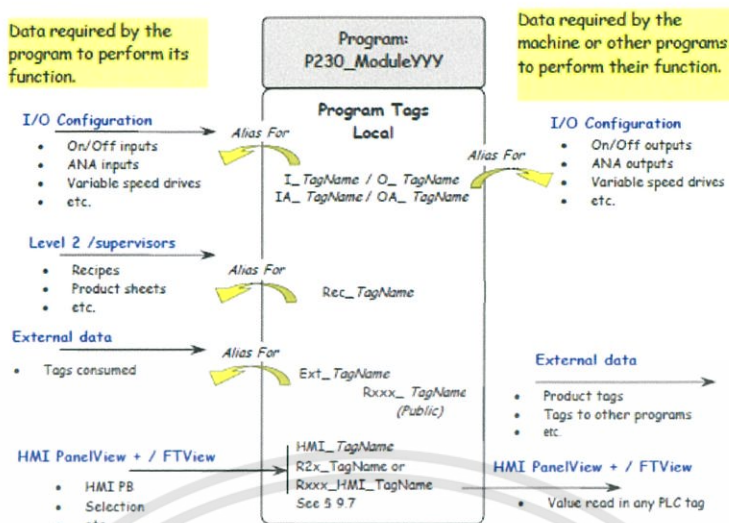
#### 3.6.1 การศึกษาโปรแกรม PLC

ตัวคอนโทรลเลอร์ (Controller) ที่ใช้เป็น Compact GuardLogix L36ERMS สามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้ RSLogix5000 หรือ Studio5000 ตามมาตรฐานของบริษัทที่มีการแบ่งโปรแกรมออกเป็นบล็อกย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายในการปรับแต่งหรือซ่อมบำรุง ตามภาพที่ 3.26

DESIGNATION	FUNCTION	Program		
		Common Section	Functional Section	Sub-System
R000 Main: Ladder Diagram	Stabilization of inputs used in all the programs into an input image array (if used) Call-up of program routines	✓		
R000 Description Structured Text	Non-scanned routine which generates a brief description of the program's functionality	✓	✓	✓
R000 RevisionHistory Structured Text	Non-scanned routine which generates a description of the modifications to the program	✓	✓	✓
R001 Data Init Ladder Diagram	Initializes the program-specific data Initialization is performed at the PLC stop / run or on request	✓	✓	✓
R002 Work bits Ladder Diagram	Test result (group of inputs / outputs, calculation, etc.) that can be used by multiple routines	✓	✓	✓
R003 Faults Ladder Diagram	Suveillance of faults of the functional section program (24V, PS, circuit-breakers, diagnostics for faults linked to actions and to graphs)	✓	✓	✓
R005 RunStop Ladder Diagram	Functional section GEMMA		✓	
R005 EnableSubSystem Ladder Diagram	Validates sub-system			✓
R006 Outputs Ladder Diagram	Activates the outputs validated in the Grafquets or the program group, etc	✓	✓	✓
R007 SafetyMovement Ladder Diagram	Implements the summary bits for: <input type="checkbox"/> Human safeties <input type="checkbox"/> Mechanical safeties (collision prevention)	✓	✓	✓
R008	Standard reserved			
R009 MotionGroup	Motion Group management routine	✓		
R010 Analog IO FunctionBlock Diagram Ladder Diagram	Acquisition and scaling of analog inputs Scaling and management of analog output saturation	✓	✓	✓
R011 to R019 Coupler data management	Manages general coupler data: • Communication with the coupler (bar code reader, weighing module, etc.) • Total reset of the coupler. • overall initialization of the coupler • Encoder scaling • etc. EXACTMY REPLICATE AUTO CODING	✓	✓	✓
R02x HMI Data Ladder Diagram	Prepares data specific to the program's HMI	✓	✓	✓
R021 Alarms Ladder Diagram	Group of alarms to be displayed on the HMI	✓	✓	✓
R03x Communication with other systems (Supervisor, level 2 ) Ladder Diagram Structured Text	Manages sending arrays to the supervisors and inter-PLC MSG blocks.	✓	✓	✓
Rx-ix to Rxxx Ladder Diagram	Drive and axis management	✓	✓	✓
Rxxx	Available for users	✓	✓	✓

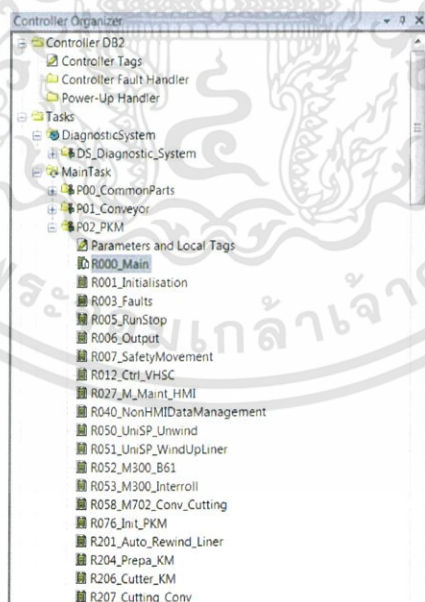
ภาพที่ 3.26 ตารางมาตรฐานการกำหนด Routine

การประกาศตัวแปรขึ้นมาใช้ในโปรแกรมจะมีมาตรฐานในการสร้างตัวแปรตามภาพที่ 3.27 เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและไม่สับสนในโปรแกรม



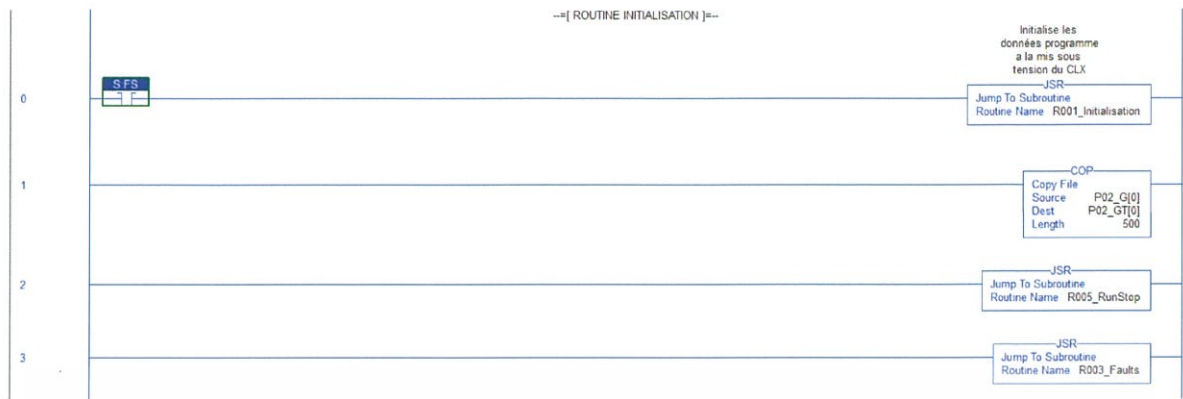
ภาพที่ 3.27 มาตรฐานการกำหนดตัวแปร

ในภาพที่ 3.28 จะเห็นว่าใน Main Task มีทั้งหมด 3 โพลเดอร์ด้วยกันคือ P00\_Commonparts เป็นโปรแกรมสำหรับไฟสัญญาณ Emergency Stop ไฟเตือน ที่เป็น Common parts P01\_Conveyor เป็นโปรแกรมสำหรับ weight scale conveyor และ booking conveyor และ P02\_PKM เป็นโปรแกรมสำหรับชุด Let Off ,Cutter และ cutting conveyor ซึ่งในระยะแรกจะยังไม่มี weight scale conveyor และ booking conveyor



ภาพที่ 3.28 หน้าต่าง Controller Organizer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

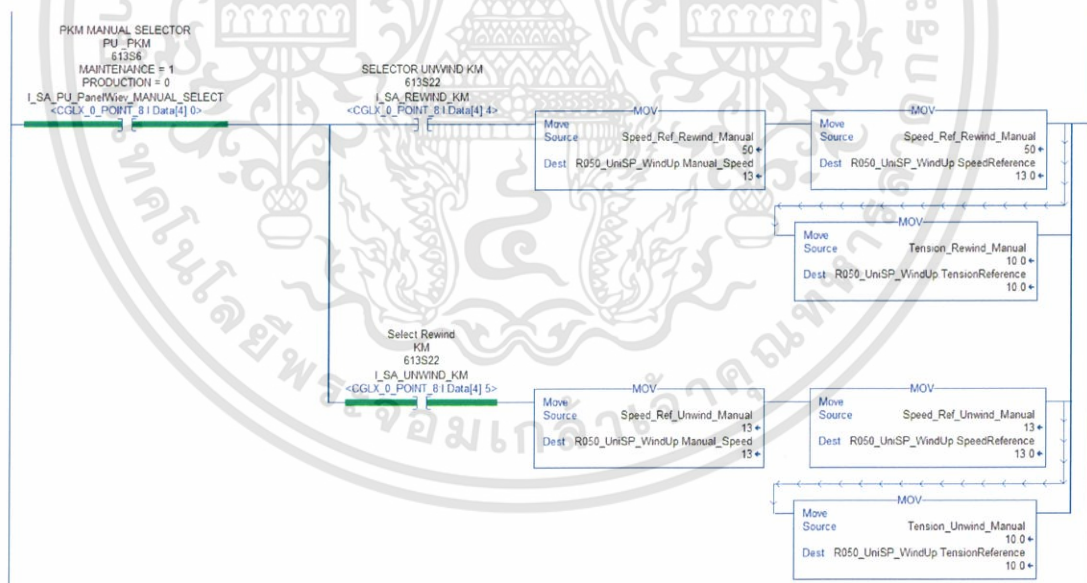


ภาพที่ 3.29 ตัวอย่างบางส่วนของ R000\_Main

ที่ R000\_Main เป็นเลดเดอร์หลัก บรรทัดที่ 1 First Scan แล้ว JSR ไปยังเลดเดอร์ย่อย R001\_Initialisation ในบรรทัดที่ 2 การคัดลอกค่า COP จาก P02\_G[0] ไปยัง P02\_GT[0] จากชื่อที่กล่าวมานั้น คือ ตัวแปรที่สร้างขึ้นเพื่อจะนำไปใช้เป็นเงื่อนไขในเลดเดอร์ย่อยอื่น

### 3.6.1.1 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์

ในกระบวนการทำงานของเครื่องตัดหน้ายางมีมอเตอร์ทั้งหมด 4 ตัว คือ Unwind Motor ,Windup Liner Motor ,Cutting Conveyor และ Cutter Motor

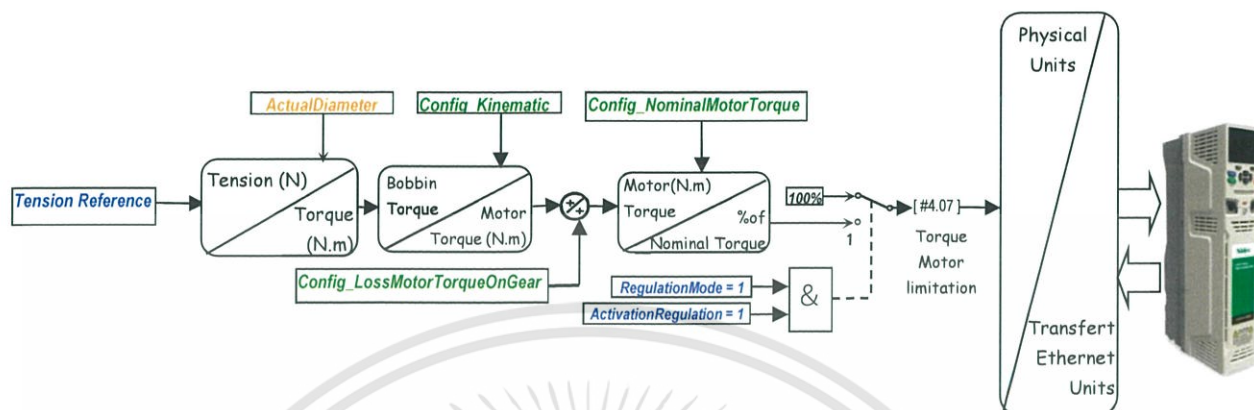


ภาพที่ 3.30 ตัวอย่างโปรแกรมบางส่วนการกำหนด Speed Reference

จากภาพที่ 3.30 แสดงการกำหนดค่าความเร็ว (Speed Ref) และแรงตึง (Tension) ของมอเตอร์เข้าไปในตัวแปรเพื่อป้อนให้กับชุดโปรแกรมควบคุมมอเตอร์แบบสำเร็จรูป

ในการที่จะควบคุมแรงตึงในเครื่องจักรสามารถทำได้โดยการป้อนค่าคงที่ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการคำนวณ Torque Motor Limitation เช่น Config\_Kinematic ,Config\_NominalMotorTorque เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

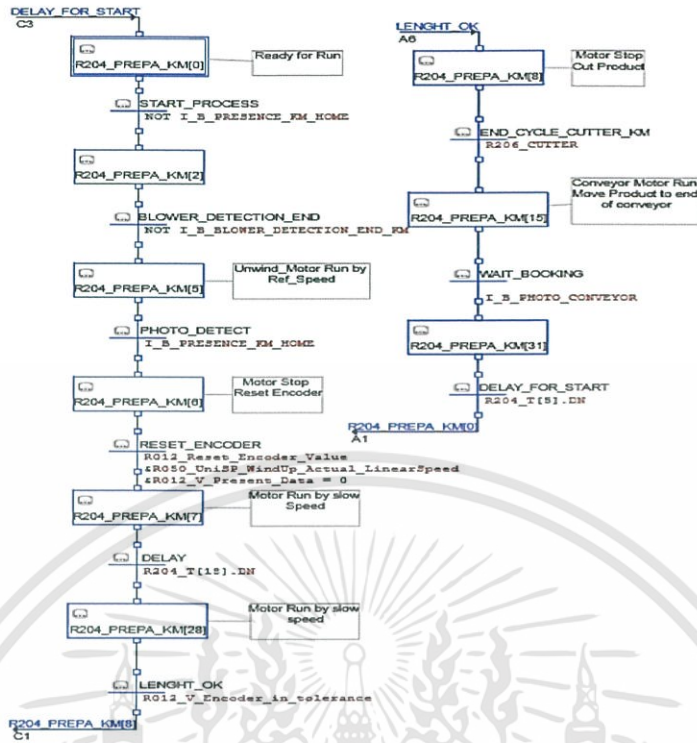
, Config\_LossTorqueOnGear และค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนที่วัดได้ นอกจากนั้นจะต้องกำหนดโหมดในการควบคุมโดยการป้อนค่า RegulationMode และ ActivationRegulation อีกด้วย



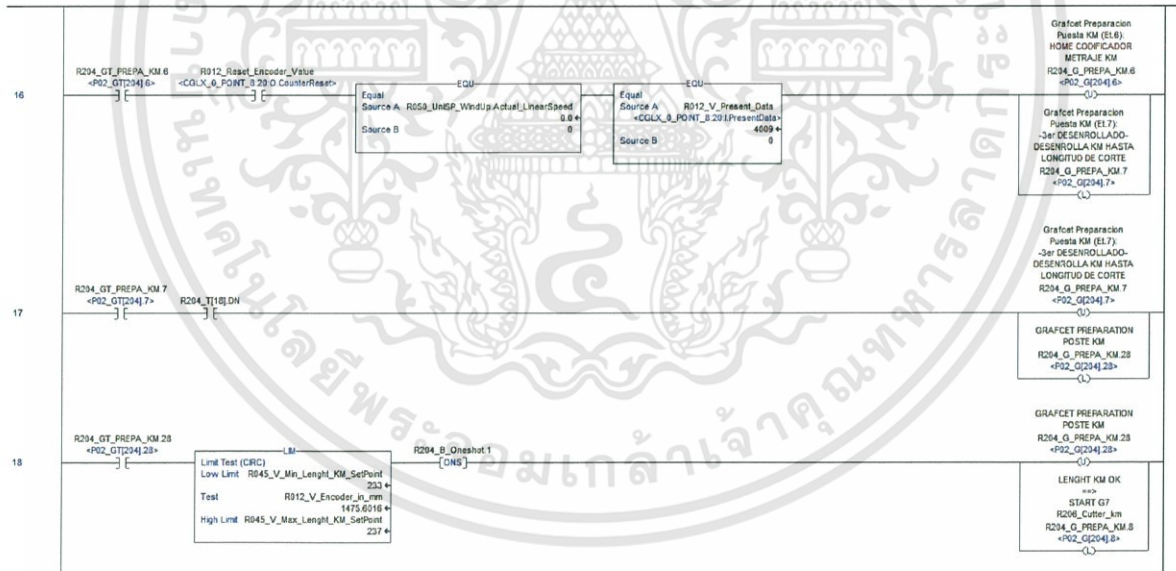
ภาพที่ 3.31 ไตอะแกรมการกำหนดแรงดึงให้ Drive

### 3.6.1.2 ลำดับการทำงาน

ในการทำงานของเครื่องจักรที่เป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ จะมีการเขียนโปรแกรมและเงื่อนไขในการทำงานเอาไว้ในตัวควบคุม (Controller) เพื่อให้ตัวควบคุมประมวลผลและส่งข้อมูลออกไปสั่งงานให้เครื่องจักรทำงาน ซึ่งแต่ละคำสั่งการทำงานนั้นจะต้องมีเงื่อนไขในการจะผ่านการทำงานคำสั่งนั้น ๆ เพื่อจะไปยังคำสั่งถัดไป โดยเงื่อนไขที่สร้างขึ้นมาอาจจะเขียนขึ้นมาในโปรแกรม หรือเป็นข้อมูลที่รับมาจากเซนเซอร์ (Sensor) ก็ได้



ภาพที่ 3.32 ตัวอย่างแสดงการทำงานเป็นลำดับ Sequential Function Chart



ภาพที่ 3.33 ตัวอย่างแสดงการทำงานเป็นลำดับ แบบ Ladder Diagram

จากภาพที่ 3.32 และภาพที่ 3.33 แสดงตัวอย่างการทำงานของเครื่องจักรที่จะทำงานเป็นลำดับขั้น ซึ่งการที่จะข้ามไปทำงานในลำดับถัดไปจะต้องทำตามเงื่อนไขก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7 การประกอบเครื่องและติดตั้งฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ

การประกอบเครื่องและการติดตั้ง (Fabrication and Installation) หลังจากได้ออกแบบเครื่องเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ส่งแบบให้กับทางผู้รับเหมาในการที่จะประกอบเครื่องจักร และได้ไปติดตามการประกอบเครื่องที่โรงงานของผู้รับเหมา (Fabrication Phase) ก่อนที่จะทำการขนย้ายมาติดตั้งในโรงงาน



ภาพที่ 3.34 แสดงภาพ Cutting Conveyor ระหว่างการประกอบเครื่อง

หลังจากที่รื้อถอนเครื่องตัดชิ้นส่วนของยางเครื่องเก่า และขนส่งมายังโรงงานของผู้รับเหมาแล้ว (Shop Supplier) ผู้รับเหมาจะทำการประกอบเครื่องตามแบบที่ได้รับ



ภาพที่ 3.35 แสดงภาพ Cutting Conveyor , ชุดตัดหน้ายาง (PKM และ Let Off)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อขนส่งเครื่อง PKM และ Let Off ซึ่งเป็นเครื่องสำเร็จรูปจากโกดังเก็บของมายังโรงงานของผู้รับเหมา โดยจะจัดวางเรียงลำดับการทำงานของเครื่องเพื่อความสะดวกในเวลาที่จะทำการทดสอบการใช้งานที่โรงงานของผู้รับเหมาเรียกว่า “Platform Test”



ภาพที่ 3.36 แสดงภาพชุดตัด (Cutter) ที่เตรียมติดตั้งเข้ากับเครื่องตัดหน้ายาง (PKM)



ภาพที่ 3.37 แสดงภาพการประกอบตู้ลม (CP PKM) ซ้าย และตู้ไฟฟ้าหลัก (AG) ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.38 แสดงภาพการวางสายและโปรแกรมลงในกล่อง PU PKM (ซ้าย) และ Panelview (ขวา)

เมื่อทำการประกอบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่นมอเตอร์ (Motor) เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) และเซนเซอร์ต่าง ๆ (Sensors) ทำการ Wiring สายเรียบร้อย ก็ทำการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องจักรเพื่อทำการทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ได้ประกอบเข้าไปว่าใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ มีความเสียหายหรือไม่ ซึ่งบางอาจอุปกรณ์ไม่ยังไม่ถูกติดตั้งหรือเดินสายผิดพลาด จะได้ทำการปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขก่อนจะทำการขนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item	Module Information	Address	PLC Tag ID	Sensor allocate ID	Function	Localisation	Checking result		
1	300MOD8	192 168 1.5							
2	300MOD18	1734-IB8S	Data[1]	CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi00Data	31036	EMERGENCY STOP AG CH1	AG	OK	
3				CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi01Data		EMERGENCY STOP AG CH2	AG	OK	
4				CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi02Data	310314	EMERGENCY STOP PUP CH1	PUP	OK	
5				CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi03Data		EMERGENCY STOP PUP CH2	PUP	OK	
6				CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi04Data	310322	PB SAFETY EMER STOP REARMAMENT	PUP	OK	
7				CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi05Data	310326	PB SAFETY SCANNER REARMAMENT	PUP	OK	
8				CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi06Data	310330	EMERGENCY STOP PU_PKM CH1	PU PKM	OK	
9				CGLX_0_POINT_5.1.I.Pi07Data		EMERGENCY STOP PU_PKM CH2	PU PKM	OK	
10	300MOD23	1734-IB8S	Data[2]	CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi00Data	31156	RESET PKM FOOT SWITCH	PU PKM	OK	
11				CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi01Data	SPARE				
12				CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi02Data	311B11	CONVEYOR CABLE ROPE SWITCH CH.1	CONVEYOR	A tester	No Install
13				CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi03Data		CONVEYOR CABLE ROPE SWITCH CH.2	CONVEYOR	A tester	No Install
14				CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi04Data	311B22	MAIN AIR PRESSURE P1	CP_DB2	OK	
15				CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi05Data	311B28	MAIN AIR PRESSURE P2	CP_DB2	OK	
16				CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi06Data	311330	START MFC	PUP	OK	
17				CGLX_0_POINT_5.2.I.Pi07Data	311334	STOP MFC	PUP	OK	
18	300MOD28	1734-IB8S	Data[3]	CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi00Data	314KA6/314KA10	EMERGENCY OUTPUT FEEDBACK		OK	
19				CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi01Data	314KA14/314KA18	CONVEYOR CABLE OUTPUT FEEDBACK		A tester	No Install
20				CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi02Data	315KA30/315KA34	UNWIND KM SCANNER OUTPUT FEEDBACK		OK	
21				CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi03Data	314KA26/314KA30	PKM FOOT SWITCH OUTPUT FEEDBACK		OK	
22				CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi04Data	312921	PKM FOOT SWITCH CH1	PKM	OK	
23				CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi05Data		PKM FOOT SWITCH CH2	PKM	OK	
24				CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi06Data	111B27	UNWIND KM SCANNER CH1	SCANNER UNWIND	OK	
25				CGLX_0_POINT_5.3.I.Pi07Data		UNWIND KM SCANNER CH2	SCANNER UNWIND	OK	
26	300MOD33	1734-OB8S	Data[4]	CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi00Data	314KA6	EMERGENCY OUTPUT-1	AG	OK	
27				CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi01Data	314KA10	EMERGENCY OUTPUT-1	AG	OK	
28				CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi02Data	314KA14	CONV CABLE OUTPUT-1	AG	A tester	No Install
29				CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi03Data	314KA18	CONV CABLE OUTPUT-2	AG	A tester	No Install
30				CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi04Data	SPARE				
31				CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi05Data	314KA26	PKM FOOT SWITCH OUTPUT-1	AG	OK	
32				CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi06Data	314KA30	PKM FOOT SWITCH OUTPUT-2	AG	OK	
33				CGLX_0_POINT_5.4.O.Pi07Data	SPARE				

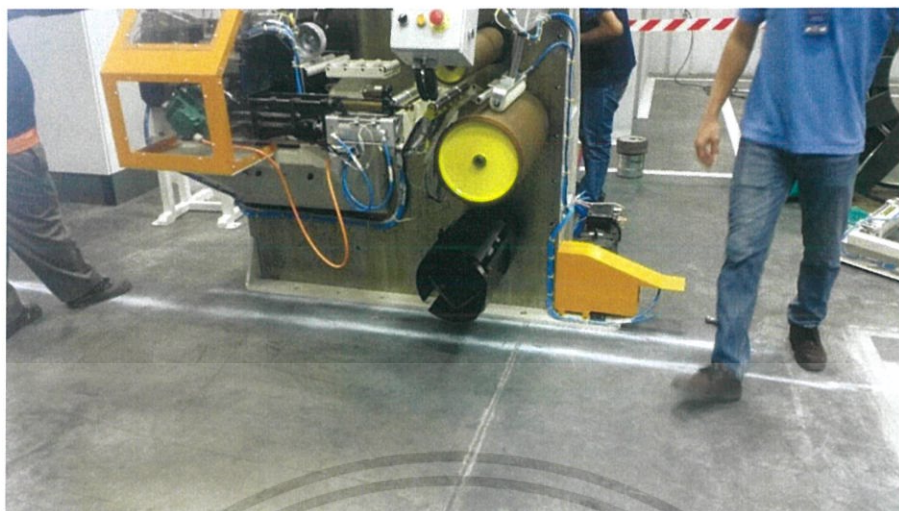
ภาพที่ 3.39 ตัวอย่างบางส่วนการ Check Input/Output

หลังจากที่ทำการทดสอบเซนเซอร์ มอเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว จึงทำการขนส่งเครื่องจักรจากโรงงานของผู้รับเหมา มาติดตั้งที่ตำแหน่งในโรงงาน



ภาพที่ 3.40 แสดงภาพเตรียมการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



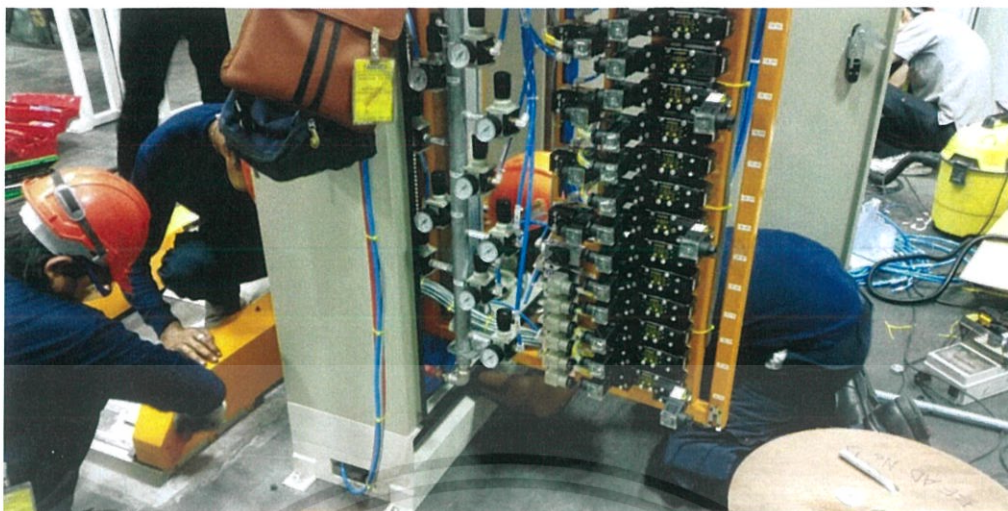
ภาพที่ 3.41 การวาง PKM ตามแนว Centerline



ภาพที่ 3.42 การวาง Let Off ตามแนว Centerline

การติดตั้งจะต้องทำการหาตำแหน่ง Centerline เพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง จากนั้นจึงจะยึดเครื่องจักรเข้ากับพื้นของโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.43 การต่อสายลมกับอุปกรณ์

เมื่อติดตั้งเครื่องจักรเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการ Wiring สายไฟและสายลมระหว่างอุปกรณ์กับ Device ในตู้ตามแบบ ให้เหมือนกับที่ทดสอบที่โรงงานของผู้รับเหมา จากนั้นก็จะทำการต่อแหล่งพลังงานจาก โรงงานทั้งลมและไฟฟ้า



ภาพที่ 3.44 แสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องจักรในพื้นที่จริง (ด้านหลัง)

### 3.8 ช่วงเริ่มต้นการทำงาน (Start Up)

เมื่อทำการติดตั้งเครื่องเสร็จสิ้นแล้วจะเป็นขั้นตอนการทดสอบเครื่องเรียงตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. I/O Test หรือการทดลองการทำงานตามส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรอีกรอบหนึ่งเพื่อตรวจสอบการทำงานว่าเป็นไปตามปกติเช่นการทดสอบการเคลื่อนออกของก้านสูบกระบอกลม (Input คือ ลมที่เข้าไป และ Output คือ ก้านสูบเคลื่อนที่ออก) , ทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Safety Test หรือ การตรวจสอบอุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น ตรวจสอบการปิดกั้นบริเวณที่เป็นอันตราย , ตรวจสอบปุ่มฉุกเฉิน (Emergency Stop) เป็นต้น

3. Functional Test Without Product การตรวจสอบและทดลองการทำงานของเครื่องจักรโดยที่ยังไม่มีการทดลองกับผลิตภัณฑ์ (KM และ BDR)

4. Functional Test With Product การตรวจสอบและทดลองการทำงานของเครื่องจักรโดยใช้เครื่องจักรทำการทดลองกับผลิตภัณฑ์ (KM และ BDR)

ในระหว่างการทดสอบจำเป็นจะต้องมีการฝึกสอน (Training) ให้กับผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ในการใช้งานและฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance) สำหรับการซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆ เมื่อผ่านการทดสอบแล้วและผ่านการอนุมัติเครื่องก็จะเริ่มต้นทำงานได้หรือที่เรียกว่าช่วง “Start-up”



ภาพที่ 3.45 แสดงช่วง Functional Test With Product

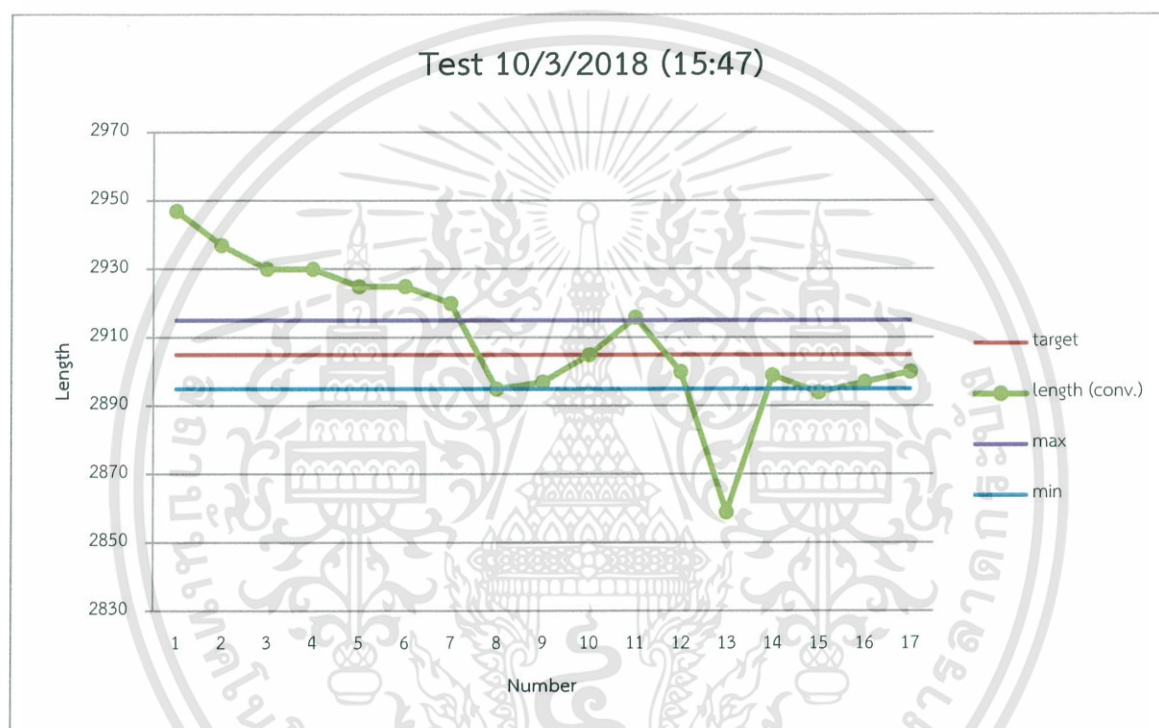


ภาพที่ 3.46 แสดงช่วง Start Up

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.9 การทดสอบผลการทำงาน

ภายหลังจากติดตั้ง (Installation) และตั้งค่า (Setting) เครื่องจักรเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มทดสอบการตัดหน้ายาง KM และ BDR โดยผลการดำเนินงานที่เราต้องการจะเน้น คือ ความยาวของยางที่ตัดจำเป็นจะต้องมีค่าความยาวอยู่ในช่วงที่ต้องการ (Tolerance) และมีค่าที่เกาะกลุ่มไม่กระจายตัว ซึ่งผลการตัดทดสอบประจำวันวันที่ 3 ตุลาคม 2561 เวลาเริ่ม 15 :47 น. ความยาวที่ต้องการตัด 2905 มิลลิเมตร ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง  $\pm 10$  มิลลิเมตร และใช้ความเร็วของสายการผลิต (Line Speed) เท่ากับ 10 เมตรต่อนาที แสดงดังกราฟต่อไปนี้

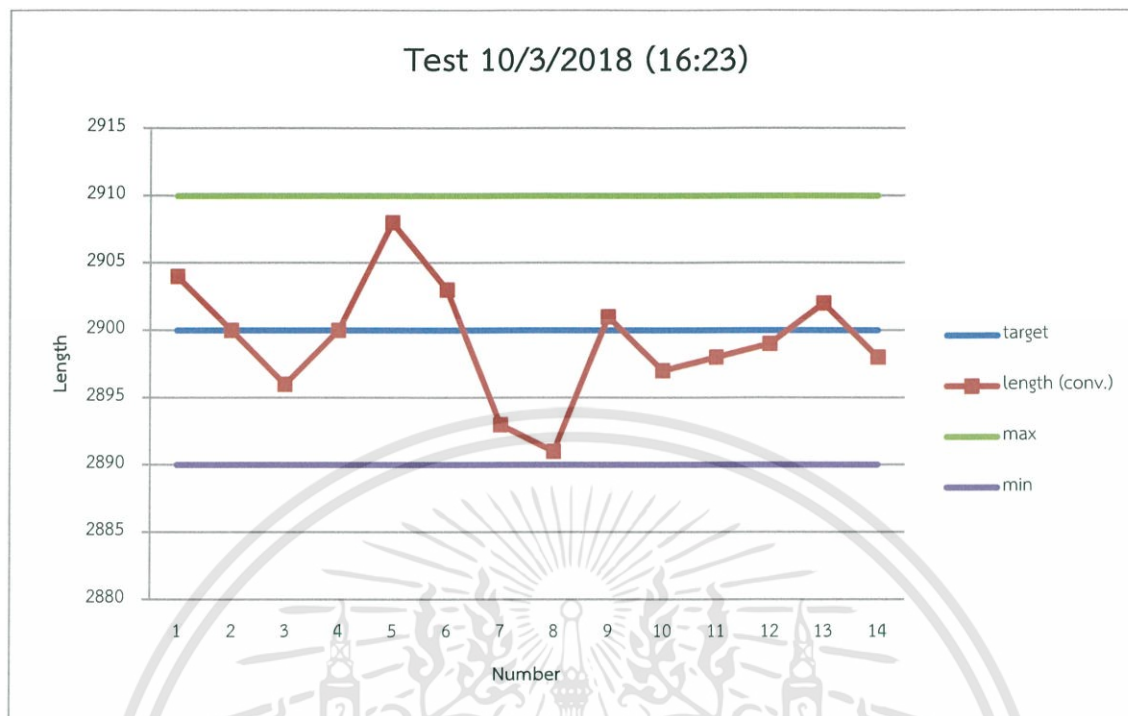


ภาพที่ 3.47 แสดงค่าความยาวของ KM ที่ตัดจาก KM and BDR Cutter

จากภาพที่ 3.47 สังเกตได้ว่าจำนวนหน้ายาง KM ที่ตัดได้ทั้งหมด มีจำนวน 17 เส้น มีจำนวนหน้ายาง KM ที่มีค่าความยาวคลาดเคลื่อนเกินจากที่ต้องการจำนวน 9 เส้น ซึ่งมากกว่าครึ่งหนึ่งของหน้ายางที่ตัดได้ทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาแล้วจึงพบว่าความเร็วของ Cutting Conveyor และชุด Let Off Bobbin มีค่าที่ไม่เท่ากัน โดยที่ความเร็วของ Cutting Conveyor จะเร็วกว่าความเร็วของหน้ายาง KMที่กำลังถูกป้อนเข้าไป (Feed In) ทำให้ความยาวของยางถูกดึงยืดออกไป ส่วนยาง KM เส้นที่ 13 มีความยาวสั้นกว่าที่ต้องการอาจเนื่องมาจากเกิดการโก่งของยางในขณะการป้อนยาง (Feed In) ทำให้เกิดเป็นคลื่นที่หน้ายาง KM ไปดันให้ Encoder ให้ลอยขึ้นทำให้ค่าการวัดระยะทางผิดพลาดไปจากเดิมมาก

เมื่อลดความเร็วของสายพานการผลิต (Line Speed) ให้เท่ากับ 5 เมตรต่อนาทีแล้วทำการทดสอบ จะได้ผลแสดงตามกราฟต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.48 แสดงค่าความยาวของ KM ที่ตัดจาก KM and BDR Cutter

จากภาพที่ 3.48 จะแสดงความยาวของยาง KM ที่ถูกตัดที่ความยาว 2900 มิลลิเมตร สังเกตว่าการตัดทั้งหมด 14 เส้น พบว่าช่วงความยาวของหน้ายาง KM ที่ตัดจะอยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนไม่เกิน  $\pm 10$  มิลลิเมตรตามเงื่อนไข นอกจากนี้ในช่วงแรกจะมีการแกว่งของความยาวที่มากและช่วงท้ายจะมีการแกว่งของความยาวที่น้อยกว่า แสดงให้เห็นว่าการตัดในแต่ละครั้งความยาวของยาง KM ไม่มีความสม่ำเสมอ ถึงแม้จะมีความยาวทั้งหมดอยู่ภายในช่วงที่ยอมรับได้ก็ตาม

นอกจากนั้นความยาวแล้ว ในการตัดแต่ละครั้ง พื้นผิวของหน้ายางบริเวณรอยตัด มีความเสียหาย รอยตัดที่เกิดขึ้นจะมีปัญหาในการนำหน้ายางไปทำโครงสร้างยาง



ภาพที่ 3.49 ตัวอย่างรอยตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

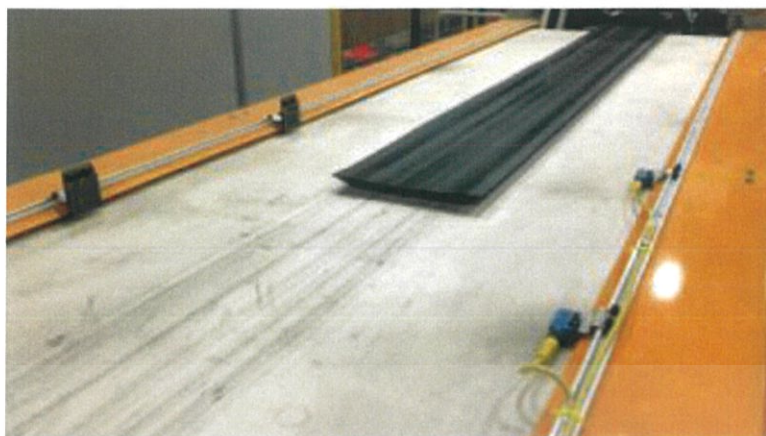


ภาพที่ 3.50 ตัวอย่างรอยตัด

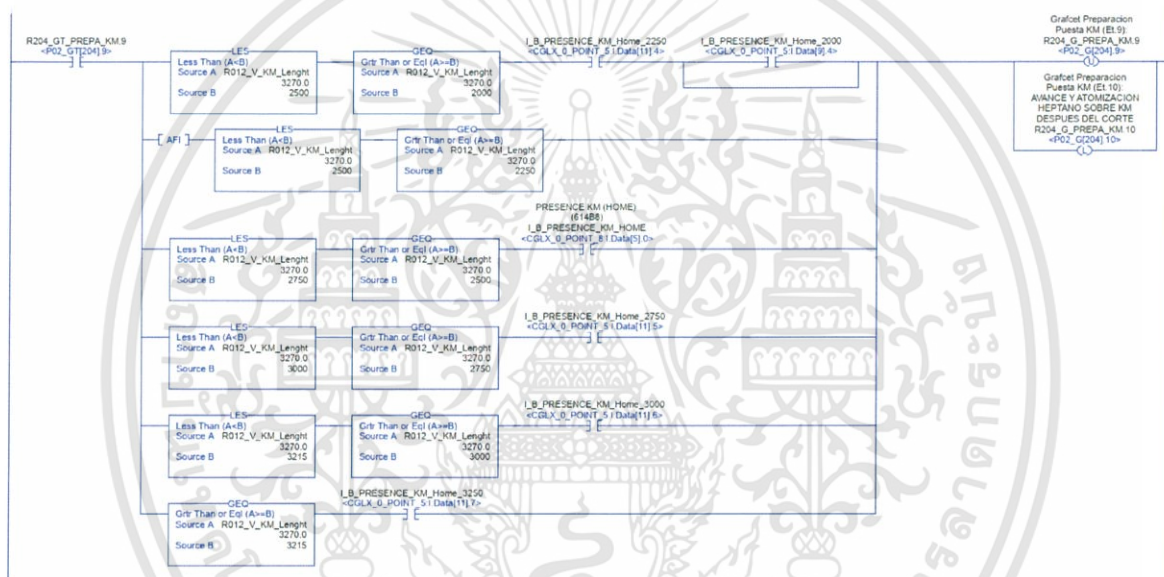
เมื่อทำการเพิ่มความเร็ว (Line Speed) ที่มากขึ้นจะเกิดปัญหาคือหน้ายาง KM หรือ BDR เกิดการไถล (Slip) ของหน้ายาง KM หรือ BDR บนสายพาน (Belt) ทำให้ความยาวของยางที่ตัดคลาดเคลื่อนไปจากที่ Encoder วัดได้เป็นผลทำให้มีค่าความยาวที่ไม่เสถียร (Unstable) และการกระจายตัวของข้อมูลสูงมาก จะทำให้การกำหนดค่าเพื่อระยะความยาวของการตัดลำบาก

### 3.10 การปรับปรุงเครื่องตัดหน้ายาง KM และ BDR

1. ติด Photoelectric Sensor เพิ่มเติมเนื่องจาก Encoder จะนับความยาวของหน้ายางและตัดได้ความยาวของหน้ายาง KM หรือ BDR ที่แม่นยำในช่วงไม่เกิน 250 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการสังเกตและการทดสอบตัดในแต่ละช่วงความยาว ดังนั้นจึงทำการติดตั้งเซนเซอร์เพิ่มอีก 4 ชุด ระยะห่างแต่ละชุด 250 มิลลิเมตร โดยเซนเซอร์ชุดแรกห่างจากจุดตัดภายในชุดตัดหน้ายาง (PKM) 2000 มิลลิเมตร จะมีช่วงการทำงานแต่ละชุดบวกจากตำแหน่งที่ติดตั้งอีก 250 มิลลิเมตร โดยจะใช้หลักการทำงานตามแนวคิดเดิมแต่เพิ่มเซนเซอร์ให้มากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการตัดหน้ายาง KM หรือ BDR ที่ความยาว 2155 มิลลิเมตร Encoder จะเริ่มนับความยาวที่เซนเซอร์ (Photoelectric Sensor) ตำแหน่ง 2000 มิลลิเมตร จากจุดตัด อีก 155 มิลลิเมตร และเซนเซอร์ชุดอื่นจะถูกบล็อก (Block) ไม่ให้ทำงาน

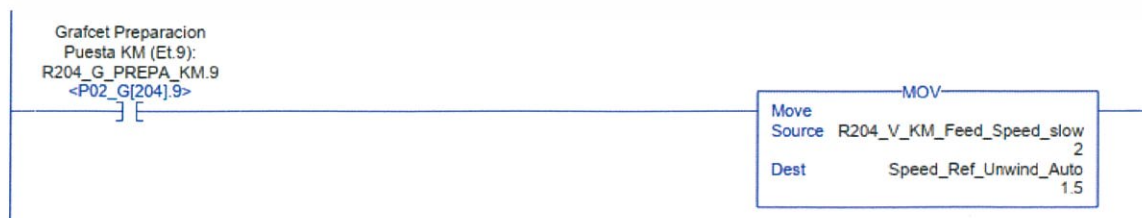


ภาพที่ 3.51 ตัวอย่างบางส่วนที่ให้ Photoelectric Sensor



ภาพที่ 3.52 ตัวอย่างบางส่วนในโปรแกรมที่ใช้ Photoelectric Sensor

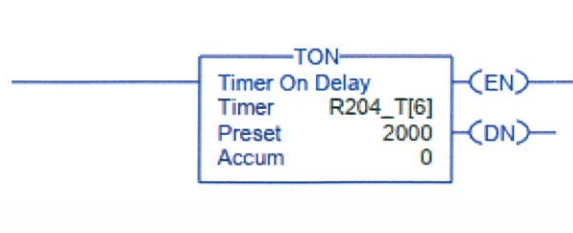
2. ลดความเร็วของสายพานการผลิต (Line Speed) ลงเหลือ 2 เมตรต่อนาที เมื่อถึงเซนเซอร์ก่อนหน้าที่จะถึง Photoelectric Sensor ชุดที่เริ่มนับเพื่อลดการไถล (Slip) ของหน้ายางบนสายพาน (Belt) เมื่อถึงเซนเซอร์



ภาพที่ 3.53 ตัวอย่างการกำหนดความเร็วในโปรแกรมเป็น 2 เมตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อถึง Photoelectric Sensor ชุดที่จะเริ่มนับ จะหยุดสายพาน (Belt) 2 วินาทีเพื่อป้องกันการไถล (Slip) การดึงหน้ายาง และจะรีเซ็ตค่า Encoder เพื่อที่จะเริ่มทำการนับความยาว



ภาพที่ 3.54 ตัวอย่างกำหนด เวลา Timer Delay

4. หลังจากนั้นสายพาน (Belt) จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.5 เมตรต่อนาทีเพื่อให้ Encoder วัดความยาวของหน้ายาง KM หรือ BDR ได้แม่นยำมากขึ้นและป้องกันการโค้งของยางขณะทำการนับความยาว

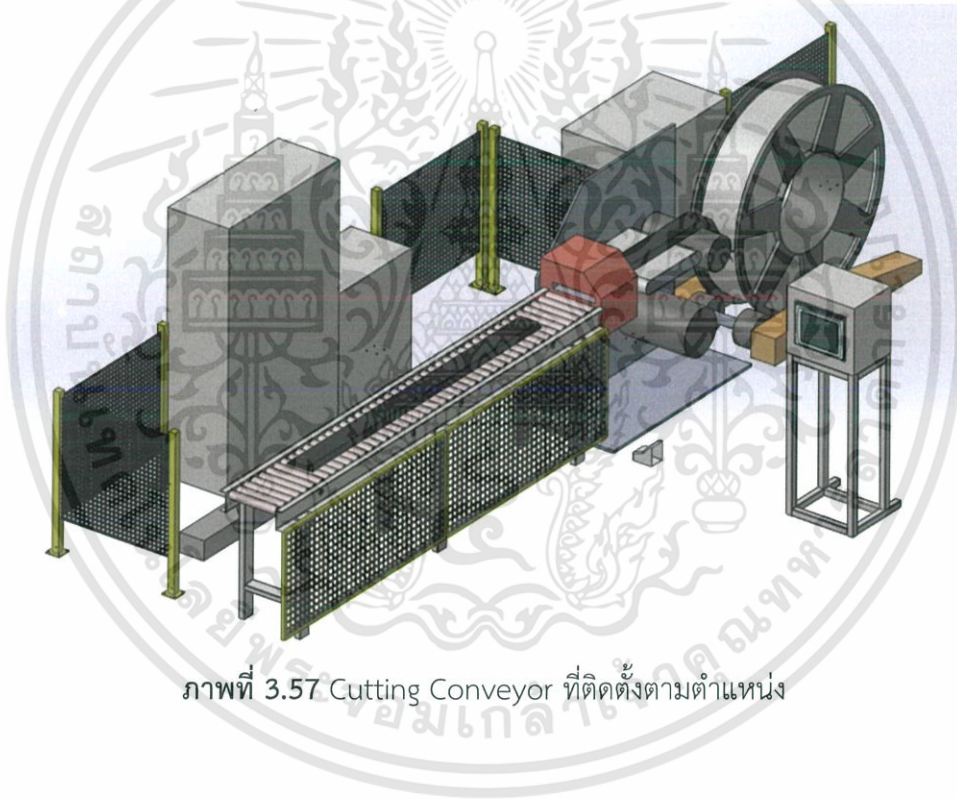


ภาพที่ 3.55 ตัวอย่างการกำหนดความเร็วในโปรแกรมเป็น 1.5 เมตรต่อนาที

หลังจากที่ทำการปรับแก้ปัญหเกี่ยวกับความยาวเบื้องต้น แล้วพบว่าผลการทดสอบเป็นไปในทางที่ดีขึ้น แต่ก็ยังมีปัญหาอยู่ คือความยาวของหน้ายางหดลงเมื่อเคลื่อนย้ายหน้ายางจากบนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) ไปไว้บน Tray Truck เนื่องจากหน้ายางถูกยืดออกขณะอยู่บนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) จึงได้มีการปรับแก้โดยการเปลี่ยนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) จากสายพาน (Belt) เป็นลูกกลิ้งอิสระ (Free Roller)



ภาพที่ 3.56 Cutting Conveyor ใหม่ (Free Roller Conveyor)



ภาพที่ 3.57 Cutting Conveyor ที่ติดตั้งตามตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

เมื่อทำการทดสอบโดยใช้เงื่อนไขการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้ ที่ความเร็วสายพาน (Line Speed) เท่ากับ 7 เมตรต่อนาที ที่ความยาวหน้ายาง KM 3155 มิลลิเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองประจำวันวันที่ 16/10/2561 เวลา 14.00 น.

NO.	target	length (conv.)	length on tray 1	length on tray 2	diff (Conv.-target)	diff (conv.-tray1)	diff (tray1-tray2)
1	3155	3148	3132	3124	-7	16	8
2	3155	3152	3137	3131	-3	15	6
3	3155	3151	3132	3127	-4	19	5
4	3155	3148	3132	3123	-7	16	9
5	3155	3142	3121	3114	-13	21	7
6	3155	3141	3122	3114	-14	19	8
7	3155	3142	3125	3116	-13	17	11
8	3155	3143	3126	3116	-12	17	10
9	3155	3140	3120	3110	-15	20	4
10	3155	3146	3123	3117	-9	23	13
11	3155	3147	3132	3122	-8	15	15
12	3155	3141	3149	3113	-14	-8	27

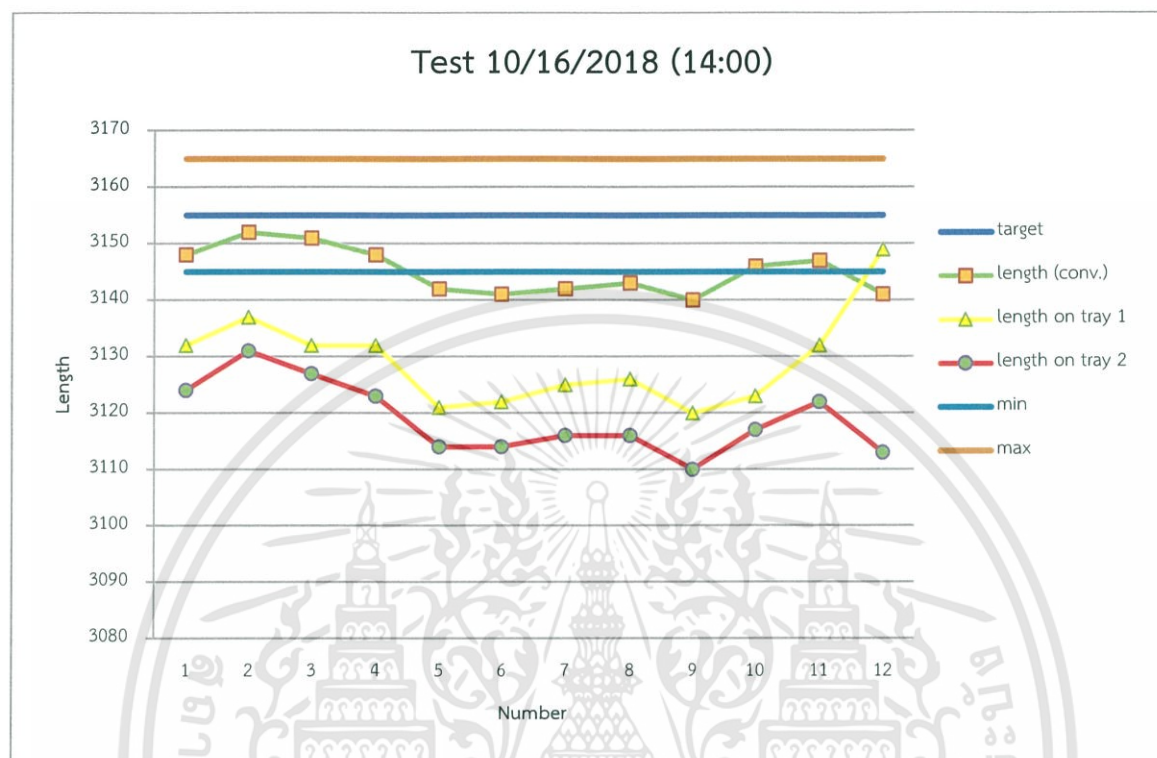
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าทางสถิติจากผลการทดลองประจำวันวันที่ 16/10/2561 เวลา 14.00 น.

	length (conv.)	length on tray 1	length on tray 2
Min	3152	3149	3131
Max	3140	3120	3110
Ave	3145.08	3129.25	3118.92
STD	4.12	8.28	6.37
Cp <sup>1</sup>	0.81	0.40	0.52
Cpk <sup>2</sup>	0.01	-0.63	-1.36

Cp<sup>1</sup> เป็นตัวเลขแสดงการกระจายตัวของข้อมูลโดยเปรียบเทียบกับ Spec. ของผลิตภัณฑ์ ถ้าค่า Cp ยังมีค่าสูงแสดงว่ายังมีการกระจายของข้อมูลน้อย สำหรับมาตรฐานของบริษัทควรมีค่า Cp มากกว่า 1.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Cpk^2$  เป็นตัวเลขแสดงค่ากลางของข้อมูลโดยเปรียบเทียบกับ Spec. ของผลิตภัณฑ์ ถ้าค่า  $Cpk$  มีค่าใกล้  $Cp$  แสดงว่าค่ากลางของข้อมูลมีค่าเข้าใกล้ Spec. หรือ เป้าหมาย (Target) ที่ต้องการ



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าความยาวของการทดลองประจำวัน ที่ 16/10/2561 เวลา 14.00 น.

จากการทดลองตัดหน้ายาง KM ประจำวันที่ 16/10/2561 เวลา 14.00 น. พบว่าความยาวของหน้ายาง KM บนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) ไม่สม่ำเสมอและมีจำนวนเส้นที่ความยาวสั้นกว่าระยะที่ตั้งไว้ (ความยาวน้อยกว่า 3145 มิลลิเมตร) จำนวน 6 เส้น ค่า  $Cp$  และ  $Cpk$  ของความยาวหน้ายาง KM บนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) มีค่าน้อยมากคือ 0.81 และ 0.01 ตามลำดับ แสดงว่าค่าความยาวที่ได้มีการกระจายของข้อมูลสูงมากและค่าที่ได้ไม่ตรงกับค่าที่ตั้งเอาไว้ (Target) ความยาวที่ต้องการ เมื่อยกหน้ายาง KM ออกจากคอนเวเยอร์ไปวางบน Tray Truck ครั้งที่ 1 เกิดการหดตัวของยาง (Shrinkage) ทำให้ความยาวของหน้ายาง KM ลดลง ค่าเฉลี่ยของความยาวที่ลดลงจากคอนเวเยอร์ไปยัง Tray Truck เท่ากับ 15.83 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูงสำหรับการหดตัวของยาง สังเกตได้จากกราฟ (ภาพที่ 4.1) เห็นว่าความยาวของหน้ายาง KM บน Tray Truck ครั้งที่ 1 สั้นกว่าความยาวของหน้ายาง KM บนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) มาก ทำให้ช่องว่างระหว่างเส้น Length(conv.) และเส้น Length on Tray 1 ดูกว้างมาก แต่จุดที่น่าสังเกตคือเส้นที่ 12 คือ แทนที่การยกหน้ายาง KM จากบนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) ไปยัง Tray Truck 1 จะทำให้ยางหดตัวกลับทำให้หน้ายางยืดยาวขึ้น ความยาวของหน้ายางจึงเพิ่มขึ้นจาก 3141 เป็น 3149 มิลลิเมตร ซึ่งเพิ่มขึ้น 8 มิลลิเมตร สาเหตุอาจเนื่องมาจากลักษณะในการยกหน้ายาง KM ไปวางบน Tray Truck ของผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ที่อาจจะเกิดการเหวี่ยง เมื่อดูค่า  $Cp$  เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Cpk ของความยาวบน Tray Truck ครั้งที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.40 และ -0.63 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความยาวของหน้ายางแต่ละเส้นไม่มีความสม่ำเสมอและแกว่งเพิ่มขึ้นมากกว่าความยาวบนคอนเวเยอร์ (Cutting Conveyor) และค่า Cpk ที่ติดลบแสดงให้เห็นถึงค่ากลางของความยาวอยู่นอก Specification ที่ตั้งเอาไว้ เมื่อถ่ายเทยางจาก Tray Truck 1 ไปยัง Tray Truck 2 ซึ่งเป็นการจำลองการยกขนย้ายหน้ายางจาก Tray Truck ไปยังเครื่องส่งยางที่จะส่งหน้ายาง KM ไปประกอบในขั้นตอนการผลิตโครงสร้างยาง ผลปรากฏว่าความยาวของหน้ายางที่ได้บน Tray Truck 2 มีค่าลดลงจาก Tray Truck 1 แต่ลดลงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับความยาวของ KM ที่ลดลงระหว่าง Conveyor กับ Tray Truck 1 การหดตัวที่ลดลงอาจจะเกิดจากความยาวของหน้ายางเริ่มที่จะคงที่ในช่วงเวลาหนึ่งแล้ว จุดที่น่าสังเกตคือหน้ายางเส้นสุดท้าย (เส้นที่ 12) ที่ความยาวของหน้ายางยัดขึ้นบน Tray Truck 1 แต่เมื่อขนถ่ายหน้ายางมาวางที่ Tray Truck 2 หน้ายาง KM กลับหดตัวถึง 27 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าการหดตัว (Shrinkage) ที่สูงมาก ค่า Cp มีค่าเท่ากับ 0.52 เพิ่มจากค่า Cp บน Tray Truck 1 เท่ากับ 0.12 มิลลิเมตร บ่งบอกว่าค่าความยาวที่ได้มีการเกาะกลุ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับ Tray Truck 1 แต่ก็ยังน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบน Cutting Conveyor

ภายหลังจากที่ทำการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับความยาวของหน้ายางที่ตัดได้ในแต่ละครั้งโดยการเพิ่มเงื่อนไขการทำงานเช่นการเพิ่มจำนวน Photo Sensor หรือ ใส่ Timer จะเห็นได้ว่าปัญหาก็ยังไม่ได้หายไป จนทำการเปลี่ยน Cutting Conveyor เป็นแบบลูกกลิ้งและได้ทำการทดสอบจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

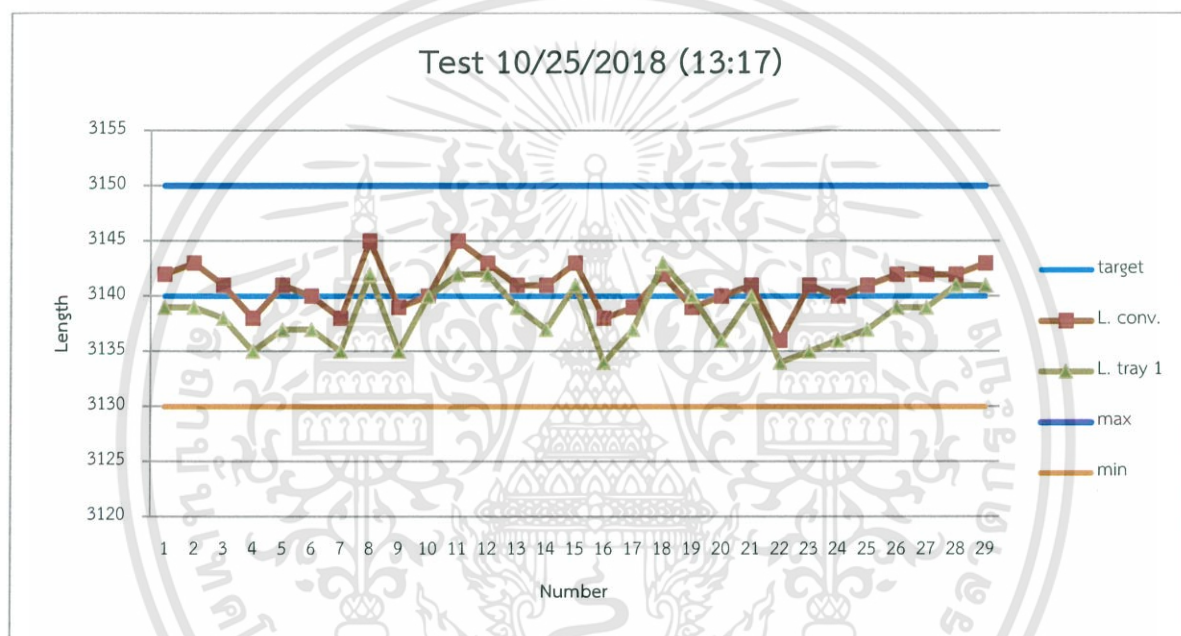
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบหลังจากเปลี่ยน Conveyor เป็นแบบลูกกลิ้ง ประจำวันที่ 25/10/2561

Number	target	set point	L. conv.	L. tray 1	diff (Conv.-target)	diff (Conv.-tray1)	max	min
1	3140	3140	3142	3139	3	2	3150	3130
2	3140	3145	3143	3139	4	3	3150	3130
3	3140	3145	3141	3138	3	1	3150	3130
4	3140	3145	3138	3135	3	-2	3150	3130
5	3140	3145	3141	3137	4	1	3150	3130
6	3140	3145	3140	3137	3	0	3150	3130
7	3140	3145	3138	3135	3	-2	3150	3130
8	3140	3145	3145	3142	3	5	3150	3130
9	3140	3145	3139	3135	4	-1	3150	3130
10	3140	3145	3140	3140	0	0	3150	3130
11	3140	3145	3145	3142	3	5	3150	3130
12	3140	3145	3143	3142	1	3	3150	3130
13	3140	3145	3141	3139	2	1	3150	3130
14	3140	3145	3141	3137	4	1	3150	3130
15	3140	3145	3143	3141	2	3	3150	3130
16	3140	3145	3138	3134	4	-2	3150	3130
17	3140	3145	3139	3137	2	-1	3150	3130
18	3140	3145	3142	3143	-1	-2	3150	3130
19	3140	3145	3139	3140	-1	-1	3150	3130
20	3140	3145	3140	3136	4	0	3150	3130
21	3140	3145	3141	3140	1	1	3150	3130
22	3140	3145	3136	3134	2	-4	3150	3130
23	3140	3145	3141	3135	6	1	3150	3130
24	3140	3145	3140	3136	4	0	3150	3130
25	3140	3145	3141	3137	4	1	3150	3130
26	3140	3145	3142	3139	3	2	3150	3130
27	3140	3145	3142	3139	3	2	3150	3130
28	3140	3145	3142	3141	1	2	3150	3130
29	3140	3145	3143	3141	2	3	3150	3130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าทางสถิติผลการทดสอบประจำวัน ที่ 25/10/2561

	L. conv.	L. tray 1
Max	3145	3143
Min	3136	3134
Aver	3140.90	3138.28
STD	2.08	2.64
Cp	1.61	1.26
CpK	1.46	1.04



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความยาวของการทดสอบประจำวัน ที่ 25/10/2561

จากข้อมูลที่แสดงมาจากการตัดหน้ายาง KM จาก 2 Bobbin ได้ทั้งหมด 29 เส้น โดยมีความยาวที่ต้องการ 3140 มิลลิเมตร กำหนดให้ความเร็วการผลิต (Line Speed) เท่ากับ 10 เมตรต่อนาที และใช้เงื่อนไขการทำงานแบบเดิมทั้งหมดเช่นเดียวกับ Cutting Conveyor เก่า (คอนเวเยอร์แบบสายพาน : Belt Conveyor)

## พื้นผิวบริเวณรอยตัดของหน้ายาง

รอยตัดของหน้ายางที่ได้จากการตัดทดลองในช่วงแรกก่อนการปรับไพบีตจะมีลักษณะดังรูปด้านล่างนี้



ภาพที่ 4.3 แสดงภาพรอยตัด 1

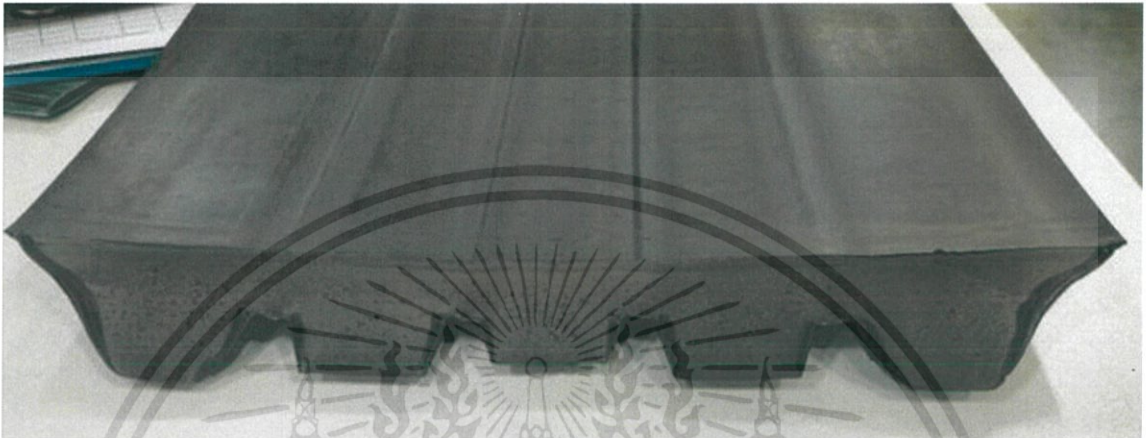
จากรูปที่ 4.3 รอยตัดที่ได้สังเกตว่าจะเกิดการม้วนของยางจนเกิดเป็นเนินทางด้านล่างและด้านข้างของผิวหน้ายาง ซึ่งเกิดจากการที่ไพบีตเคลื่อนที่เข้าจนผิวยางด้านล่างเกิดการม้วนไปพร้อม ๆ กับการตัด การตัดของไพบีตจะตัดในลักษณะของการตัดเฉือนไป-มาด้วยความเร็วสูงทำให้เกิดความร้อน ภายในส่วนนั้นจึงละลายและจับตัวกันเป็นก้อนกลายเป็นเนินจะเกิดขึ้นมากที่สุดบริเวณขอบของยางดังภาพที่แสดง จึงจำเป็นต้องปรับความเร็วของไพบีตให้เร็วขึ้นกว่าเดิม เมื่อทำการปรับความเร็วของไพบีตให้เร็วขึ้น รอยตัดที่ได้จะมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 4.4 แสดงภาพรอยตัด 2

สังเกตว่ารอยตัดที่ได้ เนินบริเวณขอบของยางลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน รอยตัดของขอบด้านล่างจะมีความแหลมมากขึ้น แต่ขอบด้านข้างของยางยังคงมีเนินม้วนอยู่เล็กน้อยซึ่งไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ เนื่องจากการตัดมีลักษณะเป็นการตัดแบบเฉือนไป-มา ดังนั้นจึงทำได้แค่การลดเนินให้ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรอยตัดนี้ก็ยังไม่สามารถนำไปใช้ในการผลิตต่อไปได้เนื่องจากผิวข้างยางทั้ง 2 ข้าง มีลักษณะซ้อนกันเป็นชั้นทำให้ความหนาของยางลดลงและเสียงที่จะเกิดฟองอากาศแทรกเข้าไป สรุปได้ว่าความเร็วใบมีดที่มากไปจะทำให้เกิดรอยตัดเป็นชั้น ๆ ที่ผิวยางหลังจากนั้นจึงปรับความเร็วของใบมีดให้ลดลงมาเล็กน้อย รอยตัดที่ได้จึงมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 4.5 แสดงภาพรอยตัด 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

สังเกตได้ว่าความยาวแต่ละครั้งมีค่าที่เกาะกลุ่มมากขึ้น และที่สำคัญคือหน้ายางที่นำมาตัดเกิดการยืดตัวจากการดึงระหว่างยางและสายพาน (Belt) น้อยลง โดยสังเกตได้จากช่องว่างระหว่างความยาวบน Conveyor และความยาวบน Tray Truck น้อยลง หรือเมื่อดูจากตารางที่ 4.3 คอลัมน์ความแตกต่างของความยาว ค่าที่ได้จะมีการหดตัวหรือการยืดที่น้อยลงชัดเจนเมื่อเทียบกับข้อมูลที่ทำทดสอบในวันที่ 16 ตุลาคม 2561 เวลา 14.00 น. สรุปได้ว่าการเปลี่ยนประเภทของ Cutting Conveyor จากประเภทสายพาน (Belt Conveyor) มาเป็นประเภทลูกกลิ้ง (Roller Conveyor) ช่วยให้ความยาวของ KM หรือ BDR ที่ถูกตัดมีค่าที่แม่นยำมากขึ้นและกระจายค่าของข้อมูลลดลง

จากการปรับความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีดลงมาเล็กน้อย พบว่าที่ขอบด้านข้างของยางจะเกิดเป็นเนินขึ้นมาเล็กน้อย ปลายขอบด้านล่างยังคงมีความแหลมและไม่เกิดรอยย่นลึกเข้าไปในเนื้อยาง ส่วนบริเวณขอบด้านบนของรอยตัด ผิวยังไม่เรียบเท่าที่ควรยังคงมีรอยยักและรอยไหม้เล็กน้อยแต่ก็ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในส่วนของการผลิตยางล้อ (เมื่อม้วนต่อหัว-ท้ายแล้วยังสามารถตัดแต่งให้ยางต่อกันได้สนิท)

#### 5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา

##### 5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. การประกอบเครื่องล่าช้ากว่ากำหนด
2. อุปกรณ์ที่มีปัญหาจากทางเครื่องจักร และเซนเซอร์บางตัว
3. เกิด bug ขึ้นในโปรแกรม

##### 5.2.2 วิธีการแก้ไขปัญหา

1. ปรับแผนใหม่ และมีการประชุมรายงานผลทุกสัปดาห์
2. ทดสอบการทำงานของโปรแกรม และตรวจหาความผิดพลาด
3. ขอความร่วมมือจากโรงงานและผู้รับเหมาในการแก้ไขหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ในเครื่องจักร

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

การสร้างเครื่องจักรหรือการดัดแปลง (Modify) เครื่องจักรจำเป็นที่จะต้องมีความรู้พื้นฐานของการออกแบบและเข้าใจกลไกหลักการทำงานของเครื่องจักรนอกจากนี้ควรจะมีความรู้พื้นฐานของการวัด (Measurement) ,เซนเซอร์ (Sensor) ต่าง ๆ และระบบการควบคุม (Control) เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ เครื่องจักรในอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะมีความทำงานที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันไปตามผลิตภัณฑ์ที่ผลิตดังนั้นจึงต้องทำการศึกษากระบวนการผลิตและวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน (Operator) โดยเรียงลำดับขั้นตอน เพื่อเลียนแบบการทำงานหรืออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้การออกแบบหรือดัดแปลงเครื่องจักรจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย (Safety) และการยศาสตร์ (Ergonomic) ของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ อีกสิ่งที่สำคัญคือการสังเกตและการวิเคราะห์ปัญหาเป็นสิ่งที่พื้นฐานที่ต้องมีเนื่องจากเมื่อเครื่องจักรเกิดปัญหาไม่สามารถทำงานได้จำเป็นต้องอาศัยการสังเกตเพื่อหาสิ่งที่ผิดปกติและนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Compact GuardLogix 5370 Controller. 2016. เข้าถึงได้จาก Rockwellautomation : [https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1769-pp014\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1769-pp014_-en-p.pdf)
- [2] Tire Manufacturing Process and Tire Structure. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก Michelin : <https://www.michelinman.com/US/en/help/how-is-a-tire-made.html>
- [3] Unidrive M300. 2014. เข้าถึงได้จาก nidec : <http://acim.nidec.com/en-us/drives/control-techniques/products/ac-drives/unidrive-m/unidrive-m300>
- [4] Unidrive M700. 2014. เข้าถึงได้จาก nidec : <http://acim.nidec.com/en-us/drives/control-techniques/products/ac-drives/unidrive-m/unidrive-m700>
- [5] ห้างหุ้นส่วนจำกัด สดาร์เซอร์กิต. โครงสร้างทั่วไปของ PLC. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก star circuit : <http://www.star-circuit.com/article/PLC.html>

