เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด
WEIGHING MACHINE

ปัณณพัทธ์ ช่วยจุลจิตร
ปุญญพัฒน์ ศิริผล
เพียรวิทย์ ผิวสว่าง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด
WEIGHING MACHINE

ปัณณพัทธ์ ช่วยจุลจิตร
ปุญญพัฒน์ ศิริผล
เพียรวิทย์ ผิวสว่าง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEIGHING MACHINE

Punnapat Chuayjuljit
Poonyapat Siriphon
Pianwit Piwsawang

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KIMG MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด
Thesis Title	WEIGHING MACHINE
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายปัณณพัทธ์ ช่วยจุลจิตร **รหัสนักศึกษา** 54010687
	นายปุญญพัฒน์ ศิริผล **รหัสนักศึกษา** 54010826
	นายเพียรวิทย์ ผิวสว่าง **รหัสนักศึกษา** 54010961
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา	2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ. สาท คำมูล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด WEIGHING MACHINE
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายปัณณพัทธ์ ช่วยจุลจิตร **รหัสนักศึกษา** 54010687 นายปุญญพัฒน์ ศิริผล **รหัสนักศึกษา** 54010826 นายเพียรวิทย์ ผิวสว่าง **รหัสนักศึกษา** 54010961
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. สาท คำมูล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้เป็นการนำเสนอที่เกี่ยวกับการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดเพื่อใช้สำหรับการชั่งผลิตภัณฑ์จำพวกอาหารสัตว์ เมล็ดพืช เม็ดพลาสติก เป็นต้น โดยการสร้างนั้นจะต้องอาศัยความรู้ด้านเครื่องกล ด้านการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ด้านการเขียนโปรแกรมควบคุม และด้านการควบคุมระบบนิวเมติกส์ โดยในส่วนของการออกแบบด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะคำนึงถึงการออกแบบให้เครื่องสะดวกต่อการใช้งานและมีความคงทนแข็งแรง สุดท้ายในส่วนของซอฟแวร์นั้นได้ออกแบบให้เครื่องนี้สามารถชั่งน้ำหนักใกล้เคียงกับที่ต้องการและทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ แล้วยังมีการแสดงผลและสั่งงานที่ง่ายต่อการเข้าใจอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	WEIGHING MACHINE
Student	Mr.Punnapat Chuayjuljit
	Mr.Poonyapat Siriphon
	Mr.Pianwit Piwsawang
Thesis Advisor	Asst.Prof.Sart Kummool
Year	2014

ABSTRACT

This project presents about designing and building the weighing machine. For using in load products. In example seed feed pellets and plastic beads. The building required knowledge about engineering such as device connectivity software coding and pneumatic controlling systems. Then the hardware design need to easy for using and have durability. Finally the software coding need to be designed that can weighing scale have less error and automatic work. Display and commands easy to understand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์และโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เพราะได้รับช่วยเหลือจากหลายๆท่าน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาท คำมูล (อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์)
2. รองศาสตราจารย์ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์
3. นายปรวุฒิ เงินมาก
4. อาจารย์กฤษณ์ เสมอพิทักษ์
5. บริษัท พรีเมียร์ ออโตเมชั่น เซนเตอร์ จำกัด

ที่ได้ให้คำแนะนำแก่คณะผู้จัดทำตลอดมา อีกทั้งยังให้การอนุเคราะห์อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

และคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่รักยิ่งที่คอยสนับสนุนทั้งกำลังทรัพย์และกำลังใจเสมอมา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....1
บทที่ 2 ทฤษฎี.....2
2.1 PLC.....2
2.2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC.....2
2.1.1.1 ตัวประมวลผล (CPU).....2
2.1.1.2 หน่วยความจำ (Memory).....2
2.1.1.3 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output).....2
2.1.1.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply).....3
2.1.1.5 อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices).....3
2.2 อุปกรณ์หน้าจอสัมผัส.....5
2.3 โหลดเซลล์.....5
2.3.1 สเตรนเกจ (strain gauge).....6
2.3.2 พื้นฐานที่ต้องรู้ในการใช้เลือกโหลดเซลล์.....6
2.3.3 ค่าความแม่นยำของโหลดเซลล์ (Error of Load cell).....8
2.4 การสื่อสารข้อมูล.....8
2.4.1 Modbus.....8
2.4.1.1 หลักการทำงานของ Modbus.....9
2.4.1.2 MODBUS ASCII.....9
2.4.2 RS232 (Recommended Standard 232).....10
2.4.2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อุปกรณ์เข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9.....11
2.4.2.2 ระดับสัญญาณของ RS232 และระดับสัญญาณของ TTL.....11
2.4.3 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate).....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 การวัด....13
2.5.1 ระบบการวัดแห่งชาติ....14
2.5.1.1 ระบบการวัดแห่งชาติเชิงพาณิชย์หรือเชิงกฎหมาย (Legal Metrology) 14
2.5.1.2 ระบบการวัดแห่งชาติทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม (Scientific Metrology or Industrial Metrology) 14
2.5.2 ระบบการวัดระหว่างประเทศ....14
2.5.3 ระบบของหน่วยวัด (The System of Units)....15
2.5.3.1 หน่วยพื้นฐาน (Base Units)....16
2.6 เครื่องชั่ง....17
2.6.1 ประเภทของเครื่องชั่ง....17
2.6.2 คุณลักษณะของเครื่องชั่ง....17
2.6.3 การปรับตั้งเครื่องชั่ง....18
2.6.4 ลักษณะของเครื่องชั่งที่ดี....18
2.6.5 การเลือกเครื่องชั่งดีที่....19
2.6.6 การใช้งานเครื่องชั่งอย่างถูกวิธี....19
2.6.7 สาเหตุที่ทำให้เครื่องชั่งชำรุดเสียหาย....20

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน....21
3.1 การออกแบบเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด....21
3.1.1 เครื่องชั่งชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน....21
3.1.2 การออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด....22
3.2 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการทำงาน....31
3.3 ระบบนิวเมติกส์....32
3.3.1 การคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบ....32
3.4 มอเตอร์....33
3.4.1 การทดเกียร์มอเตอร์....33
3.5 การคำนวณอัตราการไหลในท่อลำเลียงแบบเกลียว....35
3.6 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์....36
3.7 การเขียนโปรแกรม....40
3.7.1 การเขียนโปรแกรมรับค่าจากโหลดเซลล์เข้า PLC....40
3.7.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม PLC....42
3.7.2.1 ความสามารถของโปรแกรม FPWIN GR....42
3.7.2.2 คำสั่งพื้นฐาน....42
3.7.2.3 อธิบายขั้นตอนการเขียนโปรแกรม....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.8 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram).....50

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....51

4.1 การทดลองหาความคลาดเคลื่อนและค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ได้.....51

4.2 การคำนวณหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (x Charts).....54

4.2.1 การหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 500 กรัม.....54

4.2.2 การหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 750 กรัม.....56

4.2.3 การหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 1000 กรัม.....57

4.3 การหาค่าความแม่นยำของเครื่อง (Accuracy of Machine).....59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....60

5.1 สรุปผลการทดลอง.....60

บรรณานุกรม.....61

ภาคผนวก.....62

ภาคผนวก ก.....63

ภาคผนวก ข.....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบระหว่างระบบซีเคว้นซ์ (Sequence) แบบใช้การเดินสายไฟกับระบบ PLC.....4
2.2 ค่าความคลาดเคลื่อนของโหลดเซลล์ที่ใช้.....8
2.3 การแปลงสัญญาณ 4 บิต เป็นเลขฐาน 16.....9
2.4 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS ASCII 10
2.5 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII แบบมีการตรวจสอบ Parity.....10
2.6 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII แบบไม่มีการตรวจสอบ Parity.....10
2.7 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ.....10
2.8 แสดงระบบของหน่วพื้นฐาน.....16
3.1 คำสั่งพื้นฐานของโปรม FPWIN GR.....42
4.1 ผลการทดลองพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนัก 500 กรัม.....51
4.2 ผลการทดลองพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนัก 750 กรัม.....52
4.3 ผลการทดลองพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนัก 1000 กรัม.....53
4.4 ค่าMR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 500 กรัม.....54
4.5 ค่า MR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 750 กรัม.....56
4.6 ค่า MR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 1000 กรัม.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุตแบบ Sink, Source กับโมดูลอินพุตแบบ DC....3
2.2 การต่ออุปกรณ์เอาท์พุตแบบ Sink, Source กับโมดูลเอาท์พุตแบบ DC....3
2.3 ลักษณะโครงสร้างของ PLC....4
2.4 ตัวอย่าง Programmable Terminal....5
2.5 วงจรวีตสโตนบริดจ์ที่ต่อร่วมกับสเตรนเกจ....6
2.6 ตัวอย่างสายสัญญาณของโหลดเซลล์แบบ 4 สาย....7
2.7 ตัวอย่างการรวมสายสัญญาณโหลดเซลล์ 4 ตัวเข้า Summing Box....7
2.8 ระดับสัญญาณ Modbus....9
2.9 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem....11
2.10 การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น....11
2.11 ระดับสัญญาณของ RS232....12
2.12 ระดับสัญญาณของ TTL....12
2.13 การสื่อสารแบบซิงโครนัส....12
2.14 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส....13
2.15 External Calibration....18
3.1 ลักษณะเครื่องชั่งและผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน....21
3.2 รูปของโปรแกรม SolidWorks 2014....22
3.3 โครงเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด....23
3.4 ถังเก็บผลิตภัณฑ์....23
3.5 ท่อลำเลียง....24
3.6 กระบะชั่งน้ำหนัก....24
3.7 กระบะชั่งน้ำหนัก....25
3.8 กรวยกรอกลงบรรจุภัณฑ์....25
3.9 มอเตอร์ขับเกลียวลำเลียง....26
3.10 ตู้ควบคุม....26
3.11 สวิตช์แบบเท้าเหยียบ....27
3.12 รวมชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกันในโปรแกรม SolidWorks....28
3.13 เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดมุมมอง Isometric....29
3.14 เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดมุมมอง Front....30
3.15 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการทำงาน....31
3.16 กระบอกสูบนิวเมติกส์....32
3.17 วงจรนิวเมติกส์....32
3.18 มอเตอร์ที่เลือกใช้....34
3.19 Network Diagram....36
3.20 การต่อสายโหลดเซลล์เข้าทรานสมิตเตอร์เข้า PLC....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 การต่อสายรีเลย์เข้าตัวปรับความเร็วมอเตอร์เข้ามอเตอร์	37
3.22 การต่อสวิตช์แบบเท้าเหยียบเข้าอินพุตของ PLC	38
3.23 การต่อเอาท์พุตของ PLC เข้ารีเลย์	38
3.24 ภาพโดยรวมของการเชื่อมต่อ	39
3.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักที่ต้องการกับค่า Integer	41
3.26 โปรแกรม FPWIN GR	42
3.27 Ladder บรรทัดที่ 0 ถึง 81	43
3.28 Ladder บรรทัดที่ 114 ถึง 169	44
3.29 Ladder บรรทัดที่ 175 ถึง 254	45
3.30 Ladder บรรทัดที่ 264 ถึง 326	46
3.31 Ladder บรรทัดที่ 330 ถึง 390	47
3.32 Ladder บรรทัดที่ 412 ถึง 480	48
3.33 Ladder บรรทัดที่ 582 ถึง 603	49
3.34 บล็อกไดอะแกรมเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด	50
4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 500 กรัม	55
4.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 750 กรัม	57
4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 1000 กรัม	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

อุตสาหกรรมการบรรจุภัณฑ์ของไทยในปัจจุบันมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยารักษาโรค ล้วนแล้วแต่ต้องมีการชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการชั่งน้ำหนักโดยใช้แรงงานคนอาจทำให้เกิดความความผิดพลาดและล่าช้ากว่าการใช้เครื่องจักร จึงเป็นเหตุให้คิดออกแบบเครื่องชั่งและบรรจุเพื่อลดความผิดพลาดในการชั่งน้ำหนัก และเพื่อความรวดเร็วในการบรรจุผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและบรรจุได้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาเทคโนโลยีของอุปกรณ์ด้านเซนเซอร์ และระบบนิวเมติกส์
2. ศึกษาการใช้งานอุปการณ์ควบคุมประเภท PLC
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC

1.3 ขอบเขตการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์

1. สามารถสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักให้ตรงตามความต้องการได้
2. สามารถออกแบบระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องได้
3. เปรียบเทียบผลการทดลองความคลาดเคลื่อนของการชั่งน้ำหนัก
4. สรุปวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาค้นคว้าและหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ
2. รวบรวมข้อมูลที่ได้มาทั้งหมด
3. ออกแบบเครื่องชั่งและบรรจุ
4. ออกแบบระบบการควบคุม
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำ
6. จัดทำเครื่องตรวจสอบความผิดปกติของชิ้นส่วน
7. เปรียบเทียบผลการทดลองความคลาดเคลื่อนของการชั่งน้ำหนัก
8. สรุปวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน
9. จัดทำปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 PLC

PLC ย่อมาจาก Programmable Logic Controller หมายถึง เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ PLC เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแทนวงจรรีเลย์แบบเดิม ข้อดีคือสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรได้ โดยจะที่ PLC หนึ่งเครื่องจึงสามารถสับเปลี่ยนหมุนเวียนติดตั้งกับเครื่องจักรใดก็ได้ ที่เพียงแค่เปลี่ยนโปรแกรมที่จะใช้งานเท่านั้น และในขณะที่วงจรรีเลย์แบบเดิมจะการเสื่อมสภาพเมื่อมีการใช้งานไปนานๆ

2.1.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

2.1.1.1 ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์ ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ โดยซึ่งตัวประมวลผลจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ ซึ่งหลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2.1.1.2 หน่วยความจำ (Memory)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยที่ขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

2.1.1.3 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output)

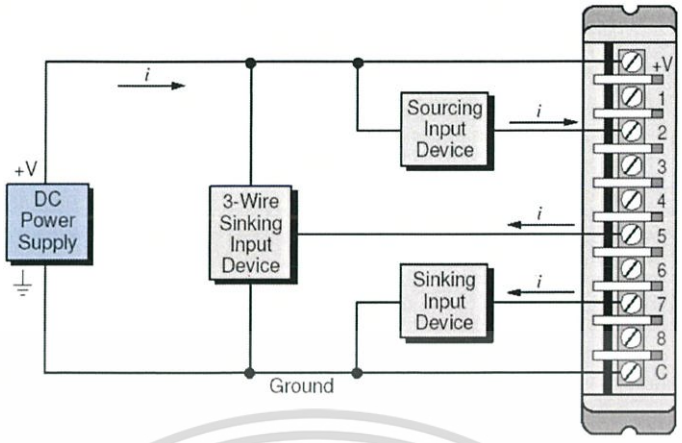
หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

หน่วยเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น

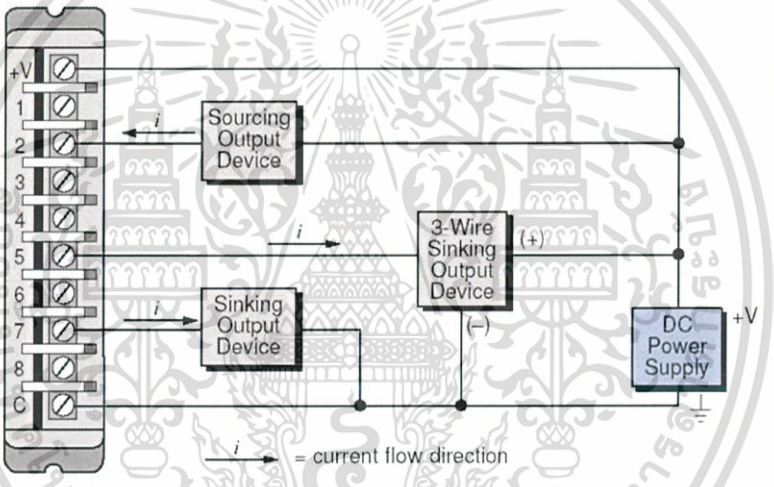
โมดูลอินพุต-เอาต์พุตของ PLC ก็จะแบ่งการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกออกเป็นอีก 2 แบบ คือ Sinking และแบบ Sourcing ซึ่งการที่จะเลือกใช้แบบใดนั้นจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางไฟฟ้าของโมดูลและอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุต

และถ้าอุปกรณ์ให้กระแสไฟฟ้าเมื่ออยู่ในสถานะทำงานจะเรียกอุปกรณ์นั้นว่า Sourcing Current หรือ Sourcing แต่ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่รับกระแสไฟฟ้าเมื่ออยู่ในสถานะทำงานจะเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Sinking Current หรือ Sinking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุตแบบ Sink, Source กับโมดูลอินพุตแบบ DC



รูปที่ 2.2 การต่ออุปกรณ์เอาท์พุตแบบ Sink, Source กับโมดูลเอาท์พุตแบบ DC

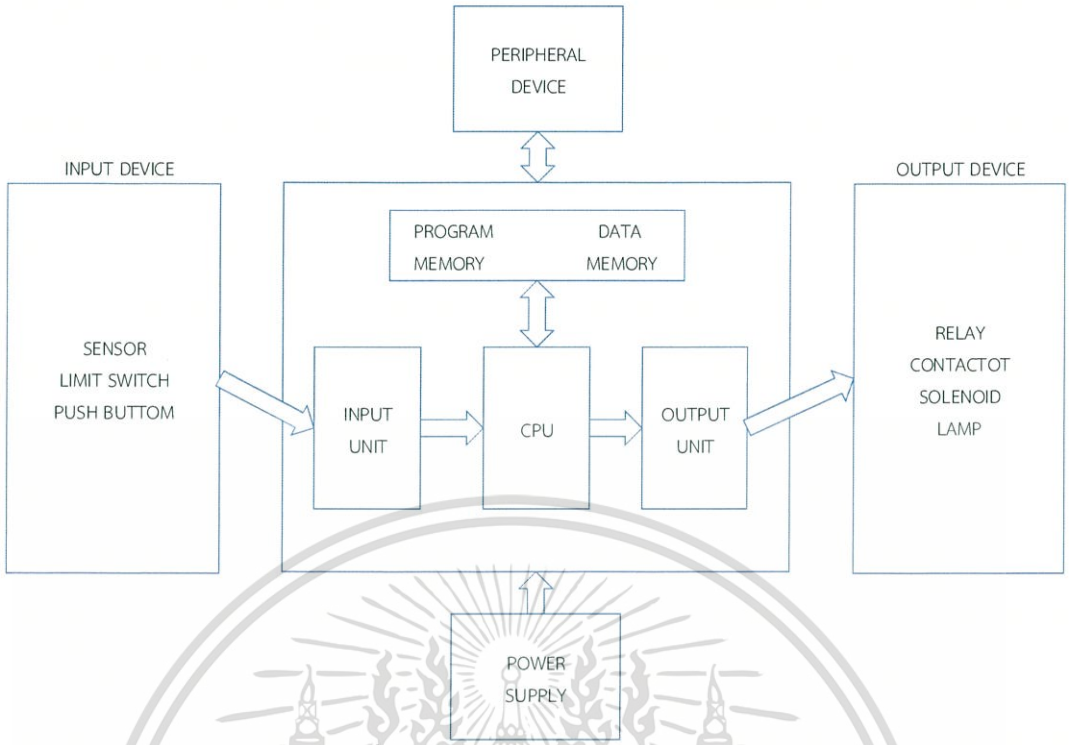
2.1.1.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งให้กับตัวประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยอินพุตและหน่วยเอาท์พุต

2.1.1.5 อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

ยกตัวอย่างเช่น Printer, Programmable Terminal, Handheld เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ลักษณะโครงสร้างของ PLC

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระหว่างระบบซีเคว้นซ์ (Sequence) แบบใช้การเดินสายไฟกับระบบ PLC

คุณสมบัติในด้านต่างๆ	ระบบซีเคว้นซ์ แบบใช้การเดินสายไฟ	PLC
การควบคุมระบบ	ปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ยาก	ปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ง่าย
การติดตั้ง	ใช้เวลานาน	ใช้เวลาไม่นาน
การทำงานระบบที่ซับซ้อน	ยุ่งยาก ใช้อุปกรณ์จำนวนมาก	สะดวก ใช้อุปกรณ์ไม่มาก
การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
อายุการใช้งาน	สั้น เพราะมีส่วนของการเคลื่อนที่มาก	ยาวนาน เพราะมีส่วนของการเคลื่อนที่น้อย
การใช้พื้นที่	มาก	น้อย
ความเร็วในการตอบสนอง	ช้า	เร็ว
การบำรุงรักษา	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย

2.1.2 ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมการทำงานได้ 3 ลักษณะ

1) งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่างเช่น การทำของไทม์เมอร์และเคาน์เตอร์, การทำงานในระบบอัตโนมัติของเครื่องจักรกลต่างๆ เป็นต้น
2) งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น การทำทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร, การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control), การควบคุม PID (Proportional Integral Derivation), การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor Control), การควบคุม Stepper motor เป็นต้น

3) การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น งานสัญญาณเตือน (Alarm), Process Monitoring, Fault Diagnostic, งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.2 อุปกรณ์หน้าจอสัมผัส

อุปกรณ์หน้าจอสัมผัส (Programmable Terminal : PT) หรือเรียกตามลักษณะการใช้งานว่า "Touch Panel" เป็นอุปกรณ์ที่ต่อใช้งานร่วมกับ PLC ซึ่งจะทำหน้าที่เสมือนเป็นคอนโทรลพาเนล (Control Panel) ที่ประกอบด้วยสวิตช์และตัวแสดงผลแบบต่างๆ โดยที่ PT จะใช้งานโดยการสัมผัสที่หน้าจอ ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการแสดงผลและการควบคุมได้

รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Programmable Terminal

ข้อดีของ PT

1) ประหยัดการใช้สายไฟ และพื้นที่ในการติดตั้ง

2) ง่ายสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เพราะสามารถออกแบบหน้าจอตามความต้องการของการใช้งานได้

3) ง่ายต่อการบำรุงรักษา

4) สามารถแสดงข้อมูลได้หลายรูปแบบ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร กราฟ รูปภาพ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โหลดเซลล์

โหลดเซลล์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แปลงค่าของแรงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า การแปลงค่านี้ไม่ใช่การแปลงค่าโดยตรง แต่เกิดขึ้นสองขั้นตอน จากการแปลงค่าทางกลศาสตร์ (ความเครียด) แรงจะถูกตรวจจับได้จากการเปลี่ยนรูปร่างของสเตรนเกจ โดยที่สเตรนเกจแปลงค่าการเปลี่ยนรูปร่าง (ความเครียด) นั้นไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์แบบสมการเส้นตรง

$$y = mx + c$$

ตัวอย่าง Load cell มี Spec. 2 mV / V Full load ที่น้ำหนัก 2 กิโลกรัม จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ 10 V ดังนั้นเมื่อมีแรงกระทำต่อ Load cell ที่น้ำหนัก Full load สัญญาณที่จะได้ก็จะได้เท่ากับ 20 mV

0 Kg = 0 mV

0.5 Kg = 5 mV

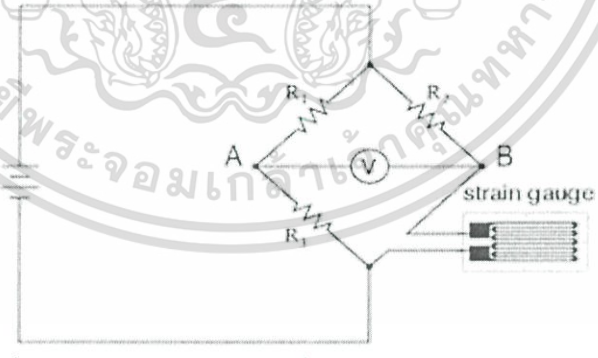
1 Kg = 10 mV

2 Kg = 20 mV

ซึ่งจะสามารถแสดงเป็นสมการเส้นตรงได้ คือ $y = 10x + 0$

2.3.1 สเตรนเกจ (strain gauge)

สเตรนเกจเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุ หรือที่เรียกว่าความเครียด (strain) ค่าสัญญาณที่ได้จากการวัดเป็นผลมาจากการเปลี่ยนค่าความต้านทานของสเตรนเกจ ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าความเครียด และความเครียดนี้มีความสัมพันธ์อยู่กับแรงที่กระทำต่อวัสดุ ด้วยเหตุนี้ การวัดค่าความต้านทานจึงสามารถนำไปหาค่าแรงที่กระทำได้ สเตรนเกจโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง มีโลหะแผ่นบาง (foil) ขดตัวอยู่ภายใน



รูปที่ 2.5 วงจรวีตสโตนบริดจ์ที่ต่อร่วมกับสเตรนเกจ

จากรูปที่ 2.5 ในสภาวะปกติ ความต่างศักย์ที่จุด A และจุด B มีเท่ากัน หากมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตัวหนึ่งตัวใดในสี่ตัว จะมีการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างจุด A กับจุด B ดังนั้น ในตอนเริ่มต้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับเทียบให้ค่ากระแสที่ไหลมีค่าเป็นศูนย์ การปรับค่าความต้านทานสามารถหาได้จากความสัมพันธ์

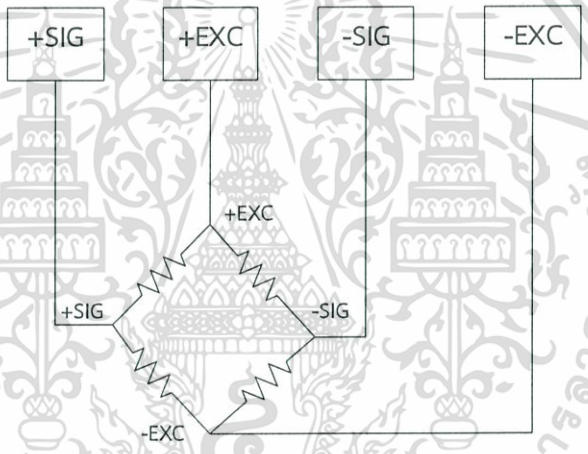
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_1 R_{strain\ gauge} = R_2 R_3$$

กรณีที่มีแรงมากระทำที่สเตรนเกจ จะทำให้ค่าความต้านทานที่สเตรนเกจเปลี่ยนไป ค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรก็จะเปลี่ยนแปลง และจะสามารถนำค่าแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงนี้มาเป็นสัญญาณของโหลดเซลล์เพื่อใช้ในการชั่งน้ำหนักต่อไปได้

2.3.2 พื้นฐานที่ต้องรู้ในการใช้เลือกโหลดเซลล์

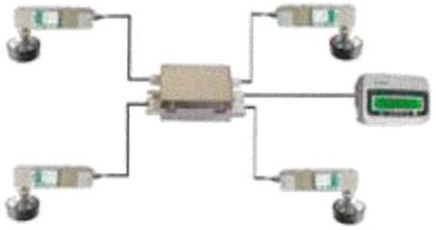
1) ความจุหรือความสามารถของโหลดเซลล์ที่ต้องการนำไปวัดค่า เช่น กิโลกรัม, ตัน, ปอนด์
2) Rated Output หรือสัญญาณที่ออกจากโหลดเซลล์เนื่องจากสัญญาณที่จะออกนั้นจะจะเป็นแรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็น มิลลิโวลต์
3) สายสัญญาณ ต้องรู้ว่าสายสัญญาณเข้าและออกของโหลดเซลล์ว่าเป็นแบบกี่สาย



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างสายสัญญาณของโหลดเซลล์แบบ 4 สาย

4) ในทางกลไก การติดตั้ง Mounting จะต้องสมดุล และจะต้องไม่มีสิ่งใดไปยันตัวถัง เช่น โครงสร้างหรืออุปกรณ์อื่นๆ
5) จำนวนของโหลดเซลล์ที่จะใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบประเภทของการใช้งานและขนาดของถัง
6) Summing Box เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยของการติดตั้งเดินสายสัญญาณและป้องกันระบบสายสัญญาณให้ดีหากต้องติดตั้ง Load Cell มากกว่า 2 ตัวขึ้นไป ควรมีการใช้ summing box เป็นตัวรวมสายสัญญาณของโหลดเซลล์หลายๆตัวเข้าด้วยกันก่อนนำสัญญาณเหล่านั้นไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการรวมสายสัญญาณโหลดเซลล์ 4 ตัวเข้า Summing Box

2.3.3 ค่าความแม่นยำของโหลดเซลล์ (Error of Load cell)

ค่าความแม่นยำของโหลดเซลล์นั้นจะขึ้นอยู่กับหลายสาเหตุ เช่น สัญญาณ ไฟฟ้า อุณหภูมิ หรือความชื้น ซึ่งจะส่งผลต่อแม่นยำมากหรือน้อยนั้นก็จะอยู่ที่คุณภาพของโหลดเซลล์ที่ใช้ว่าได้ได้มาตรตามระดับใด ซึ่งจะขอยกตัวอย่างจากโหลดเซลล์ที่ใช้ คือ ยี่ห้อ TEDEA รุ่น 1024 ซึ่งได้มาตรฐาน NTEP

ตารางที่ 2.2 ค่าความคลาดเคลื่อนของโหลดเซลล์ที่ใช้

Temperature effect on zero	0.0023	±% of rated output/°C
Temperature effect on output	0.0010	±% of applied load/°C
Eccentric loading error	0.0049	±% of rated load/cm

2.4 การสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูล หมายถึง กระบวนการถ่ายโอนหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้รับและผู้ส่งโดยผ่านช่องทางสื่อสาร เพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับ เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน

2.4.1 Modbus

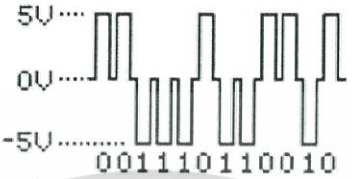
การเชื่อมต่อระหว่าง PLC, Load Cell Transmitter, Touch Panel จำเป็นจะต้องมีความรู้เรื่อง Modbus และการส่งข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เพราะในการส่งค่าจาก Load Cell Transmitter มายัง PLC จะมาในรูปแบบของ Modbus ASCII โดยที่เริ่มการส่งจาก บิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least significant bit :LSB) มาเป็นอันดับแรก ทำให้การจะเอาค่านั้นมาใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Modbus เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

Modbus คือโปรโตคอลการสื่อสารที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Modicon systems เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุปกรณ์ที่ต้องการข้อมูลซึ่งเราจะเรียกว่า Modbus Master ส่วนอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูลที่ต้องการเราเรียกว่า Modbus slave และใน Modbus Network ที่เป็นมาตรฐานนั้นจะมี Master ตัวเดียวแต่ Slave มีได้ถึง 247 ตัว โดยแต่ละตัวจะมี ID (Identifier) ระบุตัวตนให้สามารถจำแนกอุปกรณ์แต่ละตัวได้ตั้งแต่ 1 ถึง 247 และ Master สามารถส่งข้อมูลไปยัง Slave ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 หลักการทำงานของ Modbus

Modbus เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลไปตามสายสัญญาณ Serial ระหว่างอุปกรณ์ ข้อมูลจะถูกส่งต่อเนื่องกันไปด้วยสัญญาณ 0 หรือ 1 ซึ่งเราเรียกว่า บิต โดยแต่ละบิตจะอยู่ในรูปแบบแรงดัน (Voltage) โดย 0 จะแทนด้วยแรงดันด้านบวกและ 1 แทนด้วยแรงดันด้านลบ ทำให้สัญญาณบิตถูกส่งไปด้วยความรวดเร็ว ความเร็วที่ใช้งานโดยทั่วไปคือ 9600 bps (bits per second)



รูปที่ 2.8 ระดับสัญญาณ Modbus

ตัวเลข 0 และ 1 ที่ส่งมาจะแปลความหมายเป็นค่าตัวเลขได้ก็ด้วยการใช้รูปแบบของเลขฐานสิบหก โดย 4 บิตที่ต่อกันจะเป็นกลุ่มของเลขฐานสิบหกหนึ่งค่าตั้งแต่ 0 ถึง F ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การแปลงสัญญาณ 4 บิต เป็นเลขฐาน 16

0000 = 0	0100 = 4	1000 = 8	1100 = C
0001 = 1	0101 = 5	1001 = 9	1101 = D
0010 = 2	0110 = 6	1010 = A	1110 = E
0011 = 3	0111 = 7	1011 = B	1111 = F

และแต่ละกลุ่มของ 8 บิต เราเรียกว่า ไบท์ ซึ่งจะแสดงความหมายของ Character หนึ่งตัวที่แทนด้วยตัวเลขตั้งแต่ 00 ถึง FF

2.4.1.2 MODBUS ASCII

การรับส่งข้อมูลในโหมด ASCII จะมองข้อมูล 1 ไบต์ นั้นออกมาเป็นตัวอักษร 2 ตัว เช่น ค่า 0x9D ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก ก็จะถูกมองเป็นตัวอักษร ‘9’ และตัวอักษร ‘D’ จากนั้นก็จะทำการค้นหารหัส ASCII ของตัวอักษรทั้ง 2 ตัวนั้น ซึ่งได้แก่ 0x39 สำหรับ ‘9’ และ 0x44 สำหรับ ‘D’ แล้วทำการส่งรหัส ASCII ทั้ง 2 ค่านี้ออกไป ซึ่งจะได้ผลเท่ากับการส่งค่า 0x9D ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลในโหมด ASCII มีอัตราเร็วในการสื่อสารมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับหมวดอื่น สาเหตุก็เพราะโหมด ASCII ได้ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่มีความสามารถในการกำหนดช่วงระยะห่างของเวลาในการส่งเฟรมข้อมูล ซึ่งในโหมด ASCII นี้จะเริ่มต้นเฟรมข้อมูลด้วยการส่งรหัส ASCII ที่กำหนดให้หมายถึงจุดเริ่มต้น คือ 0x3A ซึ่งตรงกับตัวอักษร ‘:’ ตามด้วยแอดเดรสของ Slave, หมายเลขฟังก์ชัน, ข้อมูล, รหัสตรวจสอบ LRC (Longitudinal Redundancy Checking) และรหัส ASCII 2 ตัว ที่กำหนดให้หมายถึงจุดสิ้นสุด คือ รหัส 0x0D และ 0x0A คือรหัส CR (Carriage Return) และ LF (Line Feed) ตามลำดับ โดยในขณะที่บัสข้อมูลว่างจากการรับส่งข้อมูล อุปกรณ์ทุกตัวจะคอยตรวจสอบข้อมูลในบัสว่ามีการส่งรหัส ASCII ของ ‘:’ ออกมาหรือไม่ ถ้ามีก็จะรับรู้ว่าขณะนี้ได้มีการเริ่มต้นส่งเฟรมข้อมูลออกมาแล้ว ก็จะเข้ากระบวนการรับข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS ASCII

Start	Address	Function	Data	LRC	End
1 char	2 chars	2 chars	0 up to 2x252 chars	2 chars	2 chars (CR,LF)

ตารางที่ 2.5 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII แบบมีการตรวจสอบ Parity

Start	1	2	3	4	5	6	7	Par	Stop

ตารางที่ 2.6 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII แบบไม่มีการตรวจสอบ Parity

Start	1	2	3	4	5	6	7	Stop	Stop

MODBUS จะบริการให้อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารกันผ่าน Serial Port (RS-232/422/485) แต่ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้อุปกรณ์สามารถที่จะติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่อยู่บนเครือข่าย Ethernet ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสารแบบ MODBUS Protocol ส่วนใหญ่จะเป็น PLCs, DCSs, HMIs, Instruments

2.4.2 RS232 (Recommended Standard 232)

RS232 คือ มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Serial ใช้เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูล แบบ Serial ให้สามารถส่งได้ระยะทางที่มากขึ้น โดยปกติพอร์ตอนุกรม RS232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับ ชนิดของ สายสัญญาณ, ระยะทาง, และ ปริมาณ สัญญาณรบกวน โดยที่การเปลี่ยนระดับแรงดัน ของ Logic จากเดิมที่จะอยู่ในช่วง 0 - 5 V หรือ 0 -3.3 V เป็นช่วง -15 ถึง 15 V ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Logic 0 ของ RS232 จะอยู่ในช่วง 3 ถึง 15V

Logic 1 ของ RS232 จะอยู่ในช่วง -3 ถึง -15V

ซึ่ง RS232 มักจะใช้คอนเน็คเตอร์อนุกรมแบบ DB9 เป็นหัวในการเชื่อมต่อ

ตารางที่ 2.7 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ

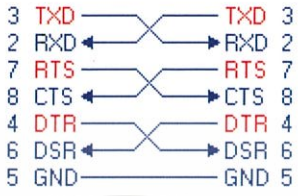
Pin	Description	Type
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Request To Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

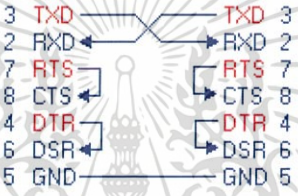
ตารางที่ 2.7 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ (ต่อ)

Pin	Description	Type
9	Ring Indicator (RI)	Input

2.4.2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อุปกรณ์เข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9



รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem



รูปที่ 2.10 การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น

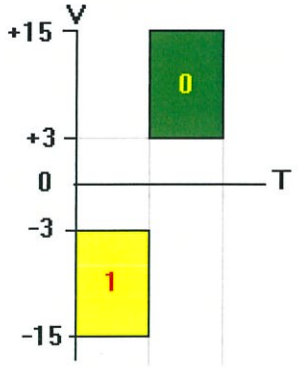
การทำงานของขาสัญญาณ DB9

TXD	เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล
RXD	เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล
DTR	แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน ,
DSR	ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่
RTS	แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล ,
CTS	ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่
GND	กราวน์

2.4.2.2 ระดับสัญญาณของ RS232 และระดับสัญญาณของ TTL

สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับ GND (ground) เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คือ อยู่ในช่วง -3V ถึง -15V ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V และเหตุที่ ระดับสัญญาณของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อสายสัญญาณไปได้ไกลขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ระดับสัญญาณของ RS232

รูปที่ 2.12 ระดับสัญญาณของ TTL

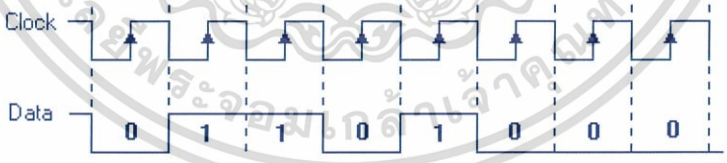
2.4.3 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

คือ ความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิตต่อวินาที เช่น 2,400 4,800 และ 9,600 เป็นต้น การเลือกอัตราการส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง, และปริมาณสัญญาณรบกวน

รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรมมีด้วยกันอยู่ 2 แบบ ดังนี้

1) การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

การรับส่งข้อมูล จะมีสัญญาณนาฬิกา ซึ่งเป็นตัวกำหนด จังหวะเวลา การส่งข้อมูล ร่วมอยู่คู่กับสัญญาณข้อมูลอีกด้วย



รูปที่ 2.13 การสื่อสารแบบซิงโครนัส

2) การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การรับส่งข้อมูล โดยที่ไม่จำเป็นต้อง มีสัญญาณนาฬิกา ร่วมด้วย แต่จะใช้ให้ตัวส่งและตัวรับ โดยมีอัตราส่งข้อมูลที่เท่ากันตามรูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

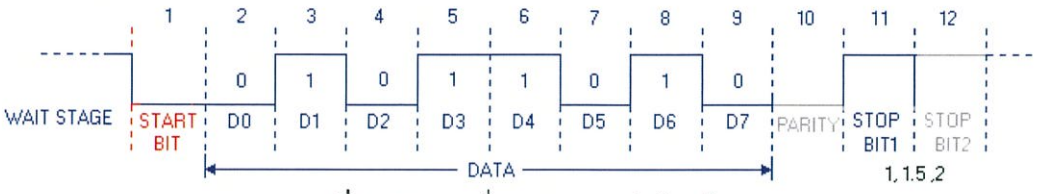
2.1) บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด1 บิต

2.2) บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต

2.3) บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี

2.4) บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

- เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือสถานะหยุดรอ (Waiting stage)
- เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start bit)
- จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB)
- แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่าของทั้งสองฝ่าย)
- สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุด ข้อมูล

การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังแบ่งออกเป็นลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบ คือ

1) แบบซิมเพลกซ์ (Simplex) เป็นการส่งหรือรับข้อมูลแบบทิศทางเดียวเท่านั้น
2) แบบฮาล์ฟดูเพลกซ์ (Half Duplex) เป็นการส่งและรับข้อมูลแบบสลับกัน คือ เมื่อด้านหนึ่งส่งอีกด้านหนึ่ง ก็เป็นฝ่ายรับสลับกัน ไม่สามารถรับ-ส่งในเวลาเดียวกันได้
3) แบบฟลูดูเพลกซ์ (Full Duplex) สามารถรับ-ส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

2.5 การวัด (Measurement)

การวัดคือปฏิบัติการทั้งปวงที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการตัดสินค่าของปริมาณ ผลลัพธ์ของการวัดจะแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือค่าที่วัดได้พร้อมความไม่แน่นอนของค่าที่วัดได้ และอีกส่วนหนึ่งคือหน่วยวัด

การวัดเป็นปฏิบัติการทางเทคนิค ที่ต้องปฏิบัติตามวิธีการวัดที่กำหนดขั้นตอนไว้แล้ว เพื่อการเปรียบเทียบกันระหว่างปริมาณที่ถูกวัดที่กำหนดขั้นตอนไว้แล้ว และเพื่อการเปรียบเทียบกันระหว่างปริมาณที่ถูกวัดกับปริมาณมาตรฐาน (Standard) ซึ่งก็คือ หน่วยในการวัด นั่นเอง สำหรับวิธีการวัดและเครื่องมือวัดที่ใช้ ก็คงจะขึ้นอยู่กับความรู้ความชำนาญในระบบการวัดของผู้ทำการวัดและระดับของความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้วัด ซึ่งเครื่องมือวัดทุกอย่างควรจะต้องได้รับการสอบเทียบความถูกต้อง และสอบกลับไปยังมาตรฐานการวัดแห่งชาติที่รักษาไว้โดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติของแต่ละประเทศ

* แสดงตัวเลขตามหลักของ SI นั้นกำหนดให้ใช้สัญลักษณ์ “,” (comma) เป็นเครื่องหมายแบ่งระหว่างเลขจำนวนเต็มและทศนิยม อย่างไรก็ตามต่อมาได้อนุญาตให้ใช้สัญลักษณ์ “.” (period) เพื่อการนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ระบบการวัดแห่งชาติ

ประเทศไทยนั้นก็มีระบบการวัดแห่งชาติที่สอดคล้องกับระบบการวัดแห่งชาติของนานาประเทศโดยการแบ่งระบบการวัดแห่งชาติออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้

2.5.1.1 ระบบการวัดแห่งชาติเชิงพาณิชย์หรือเชิงกฎหมาย (Legal Metrology)

เป็นระบบการวัดแห่งชาติที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจะรักษาความถูกต้องและเป็นธรรมในการ ชั่ง ตวง วัด ในเชิงพาณิชย์หรือในเชิงกฎหมาย ตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติชั่ง ตวง วัด พ.ศ. 2542 (เดิม พ.ศ. 2466) โดยมีสำนัก ชั่ง ตวงวัด กระทรวงพาณิชย์เป็นหน่วยงานหลักรับผิดชอบในการดำเนินการให้เป็นไปตามกฎหมายฉบับดังกล่าว อำนาจหน้าที่หลักของสำนักชั่ง ตวง วัด คือการกำหนดระดับความถูกต้องของการ ชั่ง ตวง วัด ในเชิงพาณิชย์ เพื่อความเป็นธรรมในการซื้อขายแลกเปลี่ยนรวมไปถึงการควบคุมให้มีการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติ ชั่ง ตวง วัด อย่างเคร่งครัดอีกด้วย ขอบเขตความรับผิดชอบของสำนัก ชั่ง ตวง วัด มิได้จำกัดอยู่เพียงในส่วนกลางเท่านั้น ยังครอบคลุมไปทั่วประเทศ โดยผ่านสำนักงานพาณิชย์จังหวัดของแต่ละจังหวัด ปริมาณชั่ง ตวง วัด ที่ได้รับการควบคุม เช่น การชั่ง ได้แก่ เครื่องชั่ง และตุ้มน้ำหนัก การตวง ได้แก่ ลิตรมาตรฐาน และการวัด ได้แก่ ไม้เมตร ตลับเมตร เป็นต้น

2.5.1.2 ระบบการวัดแห่งชาติทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม (Scientific Metrology or Industrial Metrology)

เป็นระบบการวัดแห่งชาติที่มุ่งเน้นในการสาปนาและรักษามาตรฐานการวัดแห่งชาติ ที่มีความถูกต้องสูงสุดตามระบบการวัดสากลหรือระบบหน่วยวัด SI (International System of Units) ซึ่งเป็นพื้นฐานการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม การดำเนินการเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของระบบการวัดแห่งชาติเชิงวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมนี้อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของสาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามพระราชบัญญัติพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ พ.ศ.2540 ซึ่งนอกจากจะกำหนดให้สาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเป็นหน่วยงานที่รักษามาตรฐานการวัดในระบบของหน่วย SI สู่ผู้ใช้งานในภาคอุตสาหกรรม โดยผ่านห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องมือวัดของทั้งภาครัฐ และเอกชน รวมทั้งการให้ความรู้ การฝึกอบรม สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านมาตรวิทยาอีกด้วย

2.5.2 ระบบการวัดระหว่างประเทศ

การค้าขายแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างประเทศจะเป็นไปอย่างราบรื่น เมื่อทุกประเทศได้ใช้ระบบหน่วยวัดเดียวกันที่เป็นสากล สิ่งนี้เองคือที่มาของข้อตกลงระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการวัดปริมาณทางกายภาพ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งต่อการค้าขายแลกเปลี่ยนระหว่างประเทศ การลงนามในสนธิสัญญาเมตริก (Metric Treaty) ในปี ค.ศ.1875 ได้ทำให้มีการพัฒนากลไกซึ่งทำให้เกิดความเชื่อมั่นในความเท่าเทียมกันของมาตรฐานการวัดปริมาณทางกายภาพระหว่างประเทศ และนำไปสู่การก่อตั้งห้องปฏิบัติการระหว่างประเทศขึ้นหนึ่งแห่งกับคณะกรรมการระหว่างประเทศอีกหลายคณะ

สนธิสัญญาเมตริก กำหนดให้จัดตั้งองค์กรเพื่อการควบคุมและดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในสนธิสัญญาขึ้น 2 องค์การ คือ ที่ประชุมทั่วไปว่าด้วยการ ชั่ง ตวง วัด หรือ General Conference for Weights and Measures (CGPM) และคณะกรรมการ ชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศ หรือ International Committee for Weights and Measures (CIPM) และให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดตั้งห้องปฏิบัติการระหว่างประเทศอีกหนึ่งแห่ง คือ สำนักงาน ชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศ หรือ International Bureau of Weights and Measures (BIPM) ซึ่งตั้งอยู่เมือง Sevres ใกล้กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส นอกจากนี้ยังได้จัดให้มีคณะกรรมการที่ปรึกษาขึ้นอีกหลายคณะภายหลัง โดยคณะกรรมการที่ปรึกษาเหล่านี้มีหน้าที่ให้คำปรึกษาในสาระทางวิชาการแก่ CIPM ในมาตรวิทยาสาขาต่างๆ เช่น คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านไฟฟ้า (Consultative Committee on Electricity, CCE) และคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุณหภูมิ (Consultative Committee on Temperature, CCT) เป็นต้น

สมาชิกของคณะกรรมการที่ปรึกษาได้รับการคัดเลือกมาจากห้องปฏิบัติการแห่งชาติของประเทศสมาชิกที่มีความสนใจในการวิจัยมาตรฐานการวัดในสาขาที่เกี่ยวข้อง ในขณะที่ห้องปฏิบัติการมาตรฐานแห่งชาติของประเทศสมาชิกอื่นๆ ก็จะมีสิทธิที่จะให้เสนอข้อเสนอแนะแก่คณะกรรมการที่ปรึกษาได้เช่นกัน

สำหรับสำนักงาน ชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการระหว่างประเทศมีความรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการวัด 3 ประการ คือ

1) การเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างกัน (International Comparison) ของประเทศสมาชิก
2) การส่งเสริม ประสานงาน และจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างกัน
3) การวิจัยในสาขามาตรวิทยาที่เลือกสรรแล้วภายใต้การอำนวยการของ CIPM

2.5.3 ระบบของหน่วยวัด (The System of Units)

การก่อตั้งสนธิสัญญาเมตริก ในปี ค.ศ.1875 นำไปสู่การประชุม CGPM ครั้งที่ 1 ซึ่งการประชุมมีมติให้ต้นแบบ (Prototypes) ใช้เป็นมาตรฐานปฐมภูมิสำหรับหน่วยเมตร และหน่วยกิโลกรัม เพื่อนำไปรวมเข้ากับหน่วยของ วินาที ซึ่งได้นิยามจากปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ในสมัยนั้น เป็นหน่วยพื้นฐาน 3 หน่วยแรกของสนธิสัญญาระบบเมตริก (Metre Convention) และในปี ค.ศ.1954 ได้มีการรับรองหน่วยแอมแปร์ เคลวิน และความเข้มในการส่องสว่าง ตามลำดับ ให้เป็นหน่วยพื้นฐานเพิ่มเติมและในปี ค.ศ.1960 ได้ตั้งชื่อระบบหน่วยที่ประกอบด้วยหน่วยพื้นฐานทั้ง 6 ว่า International System of Unit หรือ SI จนในที่สุดการประชุม CGPM ครั้งที่ 14 ในปี ค.ศ.1972 ได้เพิ่มหน่วยโมลสำหรับปริมาณของสสารเข้ามาเป็นหน่วยพื้นฐานอีกหน่วยหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลให้ระบบของหน่วยวัดที่ประกอบด้วยหน่วยพื้นฐาน 7 หน่วย ดังเช่นที่ปรากฏในปัจจุบันนั่นเอง ซึ่งหน่วย SI ก็คือหน่วยของการวัดที่มีพื้นฐานมาจากปริมาณของหน่วยวัดโดยการทำให้เป็นจริงจากคำจำกัดความของแต่ละปริมาณพื้นฐาน

2.5.3.1 หน่วยพื้นฐาน (Base Units)

หน่วยพื้นฐานเป็นหน่วยวัดพื้นฐานที่หน่วยวัดอื่นๆ ซึ่งทั้งหมดนี้จะสามารถสอบกลับได้กับปริมาณและหน่วยพื้นฐานทั้ง 7 หน่วย คือ

1) ความยาว (Length) : หน่วยวัดความยาวในระบบหน่วย SI คือ เมตร (meter, m) มีนิยามว่า เมตร คือ ระยะทางที่แสงคลื่นที่ในสุญญากาศในช่วงเวลา 1/299 792 458 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มวล (Mass) : หน่วยวัดมวลในระบบหน่วย SI คือ กิโลกรัม (kilogram, kg) มีนิยามว่า กิโลกรัม คือ หน่วยของมวล ซึ่งเท่ากับมวลแบบประถมระหว่างประเทศของกิโลกรัม รูปทรงกระบอก ทำจากโลหะผสมระหว่าง Platinum และ Iridium ที่เก็บไว้ที่ BIPM เมือง Sevres ประเทศฝรั่งเศส

3) เวลา (Time) : หน่วยวัดเวลาในระบบหน่วย SI คือ วินาที (second, s) มีนิยามว่า วินาที คือ ระยะเวลาเท่ากับ 9 192 631 770 คาบของการแผ่รังสีที่สมนัยกับการเปลี่ยนระดับไฮเปอร์ไฟน์สองระดับของอะตอม Caesium-133 (Cs133) ในสถานะพื้นฐาน

4) กระแสไฟฟ้า (Electric Current) : หน่วยวัดกระแสไฟฟ้าในระบบหน่วย SI คือ แอมแปร์ (ampere, A) มีนิยามว่า แอมแปร์ คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิดแรงขนาด 2x10-7 นิวตันต่อความยาว 1 เมตร ระหว่างเส้นลวด 2 เส้น ที่มีความยาวอนันต์ มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็กมากจนไม่ต้องคำนึงถึง วางขนานกันด้วยระยะห่าง 1 เมตร ในสุญญากาศ

5) อุณหภูมิ (Temperature) : หน่วยวัดอุณหภูมิในระบบหน่วยวัด SI คือ เคลวิน (kelvin, K) มีนิยามว่า เคลวิน คือ หน่วยของอุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งเท่ากับ 1/273,16 ส่วนของอุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ของจุดสามสถานะของน้ำ

6) ความเข้มของการส่งสว่าง (Luminous Intensity) : หน่วยวัดความเข้มการส่องสว่าง คือ แคนเดลลา (candela, cd) ซึ่งมีนิยามว่า แคนเดลลา คือความเข้มของการส่องสว่างในทิศทางกำหนดหนึ่งของแหล่งกำเนินแสงซึ่งแผ่รังสีเดียวที่มีความถี่ 540x1012 เฮริทซ์ ด้วยความเข้มของการแผ่รังสีขนาด 1/683 วัตต์ต่อสเตอร์เรเดียนในทิศทางเดียวกันนั้น

7) ปริมาณของสสาร (Amount of Substance) : หน่วยวัดปริมาณสาร คือ โมล (mole, mol) มีนิยามว่า โมล คือ หน่วยของปริมาณสารของระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฐาน ซึ่งมีจำนวนเท่ากับจำนวนอะตอมของ C12 จำนวน 0,012 กิโลกรัม

ตารางที่ 2.8 แสดงระบบของหน่วยพื้นฐาน

ปริมาณ	หน่วยพื้นฐาน	สัญลักษณ์
ความยาว (Length)	เมตร (metre)	m
มวล (Mass)	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา (Time)	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า (Electric Current)	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิ (Temperature)	เคลวิน (kelvin)	K
ปริมาณของสสาร (Amount of Substance)	โมล (mole)	mol
ความเข้มของการส่งสว่าง (Luminous Intensity)	แคนเดลลา (candela)	cd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เครื่องชั่ง

เครื่องชั่ง คือ เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณน้ำหนักของวัตถุ โดยแบ่งตามโครงสร้างหลักการทำงานได้ 2 ระบบ ได้แก่ ระบบกล และระบบไฟฟ้า ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบไฟฟ้า (เครื่องชั่งอิเลคทรอนิกส์แบบดิจิตอล) เท่านั้น

การเลือกใช้เครื่องชั่งให้เหมาะสมกับงาน

1) ต้องทราบวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการใช้เครื่องชั่ง เช่น ชั่งอะไร น้ำหนักที่ชั่งไม่เกินเท่าไร และค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดของเครื่องชั่งที่ยอมรับได้ เป็นต้น
2) ต้องกำหนดคุณลักษณะสำคัญของเครื่องชั่ง หรือเลือกโดยการคำนึงถึงงานที่จะใช้ตามคุณลักษณะต่างๆ ของเครื่องชั่งที่บริษัทผู้ผลิตเป็นผู้ระบุ

2.6.1 ประเภทของเครื่องชั่ง

โดยทั่วไปเครื่องชั่งที่มีจำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ เครื่องชั่งไม่ใช้ไฟฟ้า หรือ เครื่องชั่งแม็คคานิค ออกแบบโดยอาศัยระบบหลักการของ คานถ่วงดุลน้ำหนัก กลไกใบมีด เฟืองทด สปริง อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ อาจใช้ หลายระบบร่วมกันในเครื่องชั่งตัวเดียวกันก็ได้ เพื่อให้เกิดแรงกด หรือแรงดึง แล้วเปลี่ยนเป็นน้ำหนักของวัตถุที่เราชั่งแสดงที่หน้าจออย่างเช่น เครื่องชั่งเข็ม เครื่องชั่งคานเลื่อน เครื่องชั่งสปริง เครื่องชั่งหน้าปัด เครื่องชั่งไฮโดรลิค เครื่องชั่งเบเกอรี่ เครื่องชั่งกระบอก เครื่องชั่งแขวน เครื่องชั่งสองหน้าเครื่องชั่งสองแขน

2.6.2 คุณลักษณะของเครื่องชั่ง

เครื่องชั่งแต่ละเครื่องก็จะมีความแตกต่างกันไปตามคุณลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) Readability คือ ค่าความละเอียดของเครื่องชั่ง
2) Weighing Capacity คือ น้ำหนักที่มากที่สุดที่เครื่องชั่งสามารถชั่งได้
3) Repeatability คือ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่มากที่สุดกับน้อยสุดของการทำซ้ำ
4) Reproducibility คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการชั่งซ้ำอย่างอย่างน้อย 10 ครั้ง ของน้ำหนักไม่เกิน 50 kg. ส่วนที่น้ำหนักมากกว่า 50 kg. ชั่งซ้ำ 5 ครั้ง
5) Linearity คือ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งกับน้ำหนักจริงที่วางอยู่บนเครื่องชั่ง
6) Sensitivity drift คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง เมื่ออุณหภูมิของเครื่องชั่ง เปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิที่ปรับตั้งเครื่องชั่ง โดยที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง 1 องศา เครื่องชั่งจะคลาดเคลื่อนไป 2 ในล้านส่วน หรือ 2 ppm./ °c
7) Tare Range คือ ช่วงน้ำหนักที่เราสามารถปรับค่าให้เครื่องชั่งอ่านค่าเป็น 0 ได้
8) Response Time คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการแสดงผลการชั่งของเครื่องชั่งหลังจากวางของที่ต้องการชั่งบนจานชั่งแล้ว
9) Allowable Operating Temperature คือ ช่วงอุณหภูมิที่เครื่องชั่งสามารถใช้งานได้ตามข้อกำหนดคุณลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การปรับตั้งเครื่องชั่ง

การปรับตั้งเครื่องชั่ง คือ การกระทำใดๆที่ทำให้เครื่องชั่งชั่งได้ถูกต้อง โดยใช้อุปกรณ์ที่จำเป็นในการปรับตั้งเครื่องชั่ง ได้แก่ ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานสำหรับปรับตั้งเครื่องชั่ง (ผ่านการสอบเทียบแล้ว) การปรับตั้งเครื่องชั่งก่อนการใช้งาน ควรทำทุกครั้งก่อนการใช้งานในแต่ละวัน หรือหลังการเคลื่อนย้ายตำแหน่งเครื่องชั่ง เพื่อการปรับสภาพของเครื่องชั่งให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมนั้นๆ โดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ

1) External Calibration คือ การปรับตั้งเครื่องชั่งโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานซึ่งอยู่ภายนอกเครื่องชั่ง

รูปที่ 2.15 External Calibration

2) Internal Calibration คือ การปรับตั้งเครื่องชั่งโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานซึ่งอยู่ภายในเครื่องชั่ง

2.6.4 ลักษณะของเครื่องชั่งที่ดี

ลักษณะของเครื่องชั่งที่ดีนั้นจะสามารถตัดสินได้จากปัจจัยหลักๆ 2 อย่าง ซึ่งถ้าเครื่องชั่งใดมีลักษณะทั้ง 2 อย่าง นี้สูงแล้วก็จะนับว่าเป็นเครื่องชั่งที่ดี แต่ก็จะขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำไปใช้งาน และปัจจัยต่างๆที่จะนำไปใช้งานอีกด้วย

1) ความสามารถในการอ่านค่า (Readability) คือ ความแตกต่างที่น้อยที่สุดระหว่างค่าสองค่าที่สามารถอ่านค่าได้บนเครื่องชั่ง สำหรับเครื่องชั่งที่มีหน้าจอดิจิตอล คือ ช่วงของตัวเลขที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงที่น้อยที่สุด อาจเรียกว่า “ความละเอียด” ของเครื่องชั่ง
2) ความเสถียร (Repeatability) คือ ความสามารถของการชั่งน้ำหนัก โดยค่าน้ำหนักที่ได้ต้องมีค่าเท่าเดิมภายในสภาพแวดล้อมเดิมเมื่อเวลาผ่านไป ในความเป็นจริงทำได้ยากมาก โดยทั่วไปแล้วเครื่องชั่งที่มีความละเอียด สูงมากๆ การวัดความเสถียรไม่ได้ขึ้นอยู่กับเครื่องชั่งเท่านั้น ยังมีสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อค่าน้ำหนักอีก เช่น กระแสลม อุณหภูมิ แรงสั่นสะเทือน ซึ่งขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ชั่งว่าจะควบคุมปัจจัยเหล่านี้อย่างไรให้ส่งผล กระทบน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การเลือกเครื่องชั่งดีที่

การเลือกเครื่องชั่งที่จะนำไปใช้งานนั้นควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่ไม่ใช่แค่ลักษณะของเครื่องที่ดีเพียงเท่านั้น เพราะการนำไปใช้งานจริงจะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆอีก ดังนี้

1) ฟังก์ชั่นการใช้งาน การใช้งานควรจะเหมาะสมกับการนำไปใช้จริง ควรเลือกให้ ได้ตามที่จะใช้ และไม่ควรเลือกเพราะราคาถูกใจแต่ใช้งานแบบอื่นๆไม่ได้นอกจากชั่งอย่าง เดียว เช่น การหักน้ำหนัก ชั่งนับจำนวน
2) องค์ประกอบและโครงสร้าง ควรคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมที่จะใช้เครื่องชั่งและลักษณะการชั่งทั้งนี้เพื่ออายุการใช้งานที่นานขึ้นและความแม่นยำ ควรตรวจสอบส่วนประกอบแต่ละส่วน โดยหลักๆจะมีด้วยกัน 3 ส่วน คือ
   - จอแสดงน้ำหนักเป็น พลาสติกหรือสแตนเลส, กันฝุ่นหรือไม่, แบตเตอรี่เปลี่ยนยากหรือไม่
   - แท่นชั่ง โครงสร้างเหล็กจุดเชื่อมจุดเชื่อมแข็งแรงหรือไม่
   - โหลดเซลล์ เกรดดีหรือเกรดต่ำ กันชื้นได้ระดับใด
3) มาตรฐาน ควรมองหามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องชั่ง เช่น มาตรฐานความเที่ยงตรง การตรวจรับรองจากกระทรวงพาณิชย์ หรือได้รับการสอบเทียบตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการสอบเทียบ 17025 เป็นต้น

2.6.6 การใช้งานเครื่องชั่งอย่างถูกวิธี

การใช้งานเครื่องชั่งอย่างถูกวิธีนั้นจะสามารถช่วยให้เครื่องชั่งมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น สามารถอ่านค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1) โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง จะต้องมั่นคง แข็งแรง ไม่แอ่นตัว
2) เครื่องชั่งจะต้องตั้งระดับลูกน้ำ เพื่อให้เครื่องจานชั่งสมดุล
3) ขาของเครื่องชั่งต้องเท่ากันและสัมผัสกับพื้นทุกขา
4) ควรเปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการ Warm เครื่อง
5) การชั่งน้ำหนัก ควรวางสิ่งที่ต้องการชั่งตรงกลางจาน
6) ควรรีบนำสิ่งของที่ชั่งออกจากจานชั่งเมื่อชั่งเสร็จแล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นภายในเครื่องชั่ง และการล้าของ Load Cell
7) อุณหภูมิภายในห้องเครื่องชั่งควรคงที่ เนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป 1 องศาจะทำให้เครื่องชั่งอ่านค่าผิดไป 1-2 ส่วนในล้านส่วน และไม่ควรชั่งของที่ร้อน
8) ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเครื่องชั่งควรอยู่ระหว่าง 45-60%
9) ป้องกันกระแสลมจากเครื่องปรับอากาศ หรือเครื่องมือที่ทำให้เกิดกระแสลม ซึ่งจะรบกวนการชั่ง
10) การชั่งน้ำหนัก ควรชั่งในช่วง 1/3 - 2/3 ของค่าพิกัดสูงสุดของเครื่อง
11) ไม่ควรชั่งน้ำหนักเกินค่าพิกัดสูงสุดของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 สาเหตุที่ทำให้เครื่องชั่งชำรุดเสียหาย

สาเหตุที่อาจทำให้ค่าน้ำหนักในการชั่งมีความผิดเพี้ยน หรือไม่สามารถชั่งได้เลยนั้น อาจจะมาจากสาเหตุหลักๆ ดังนี้

1) เสื่อมสภาพจากการใช้งานปกติ เป็นเวลาหลายปี
2) สารเคมีหกลงใส่ตัวเครื่อง หากเกิดขึ้นให้รีบปิดเครื่องหรือดึงสายที่เข้าเครื่องออกทันทีและนำเครื่องส่งซ่อม
3) แรงที่เกิดจากการกระแทก ที่ทำให้ระบบโหลดเซลล์ได้รับความเสียหาย
4) ระบบไฟฟ้าเกินจากค่าสูงสุดที่ทนได้ ทำให้ชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในตัวเครื่องเสียหาย
5) การใช้งานที่ผิดประเภท หรือ ไม่เหมาะกับสภาพแวดล้อม เช่น ในห้องเย็น ควรเลือกใช้เครื่องชั่งประเภทป้องกันความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

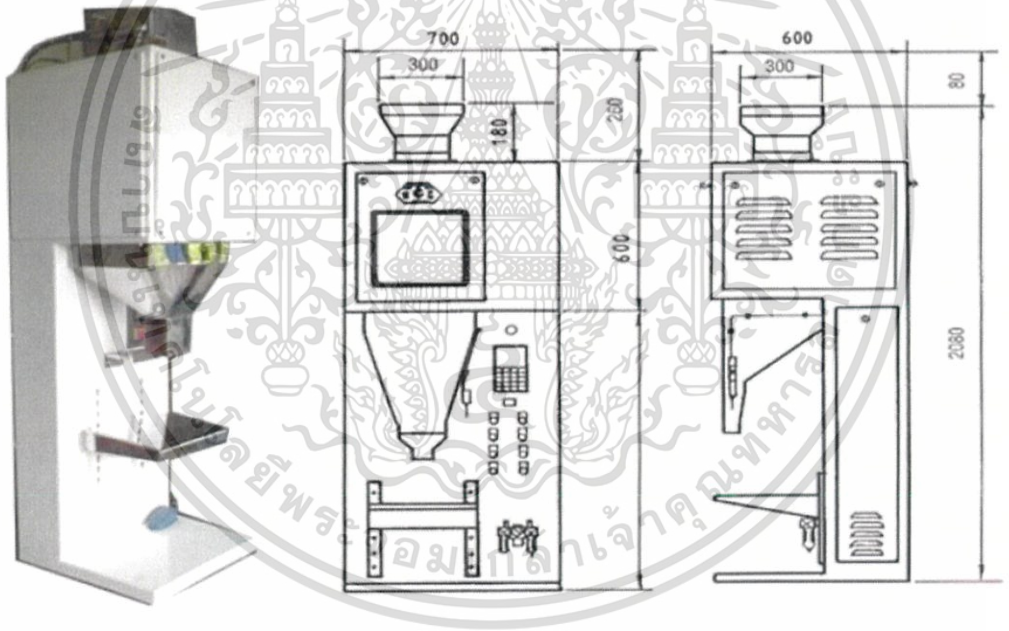
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด

การออกแบบและการประดิษฐ์เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดนี้ นั้นจะต้องอาศัยความรู้ด้านเครื่องกล ด้านการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ด้านการเขียนโปรแกรมควบคุม และด้านการควบคุมระบบนิวเมติกส์

3.1.1 เครื่องชั่งและผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

ในการออกแบบเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด ทางคณะผู้จัดทำได้มีโอกาสไปศึกษาเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด ที่มีการใช้อยู่จริงในปัจจุบัน และมีโอกาสได้ไปชมนิทรรศการ Food Pack Asia 2015 ที่ไบเทคบางนา ซึ่งเป็นงานแสดงเทคโนโลยี เครื่องจักร อุปกรณ์ การชั่งและบรรจุอาหาร



รูปที่ 3.1 ลักษณะเครื่องชั่งและผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

รายละเอียดของเครื่อง

- ขนาดการชั่ง (Weighing Maximum) : 5 ถึง 15 กิโลกรัม
- ความเร็วการชั่ง (Weighing Capacity) : 360 ถึง 450 ถุง/ชั่วโมง
- ค่าความละเอียด (Weighing Precision) : +/- 0.02 กิโลกรัม
- กำลังไฟฟ้า (Power Source) : 220 V AC / 50 Hz
- แรงดันลม (Air Pressure) : 4 ถึง 6 บาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

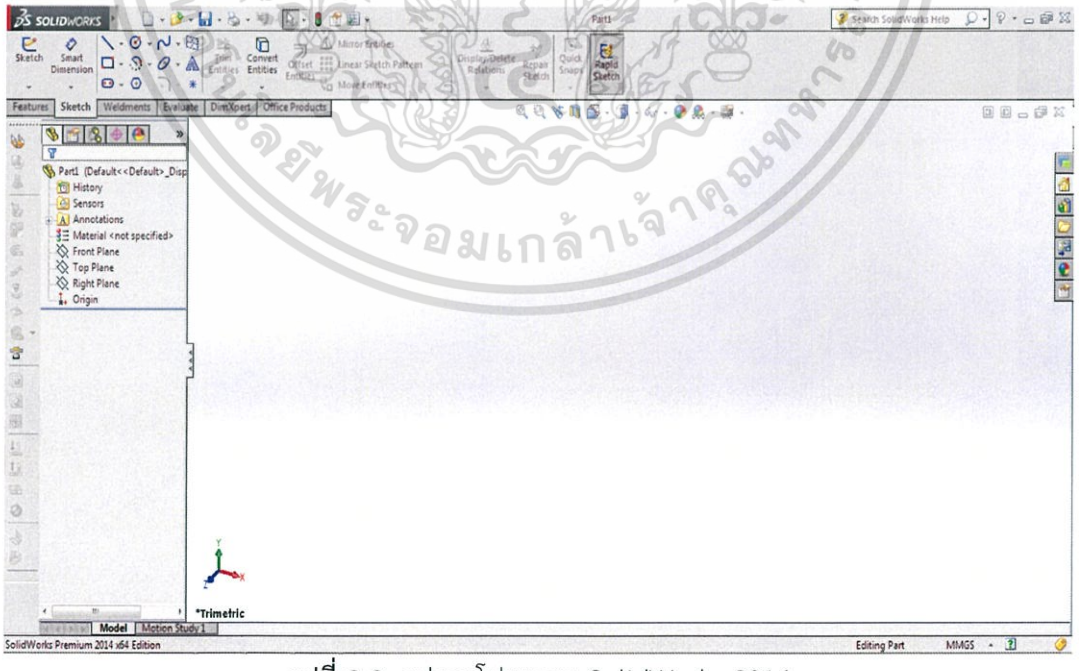
- น้ำหนักเครื่อง (Body Weight) : 200 กิโลกรัม

คุณสมบัติโดยรวมของเครื่อง

1) เครื่องรุ่นนี้เหมาะสำหรับการชั่งวัสดุที่มีลักษณะเป็นเม็ดหรือเกล็ด เช่น ข้าว น้ำตาล ถั่ว อาหารสัตว์ ปุ๋ยเม็ด เป็นต้น
2) ระบบควบคุมการทำงานเครื่องชั่งนี้ประกอบด้วยโมดูลอ่านน้ำหนักคุณภาพสูงจากอิตาลี เชื่อมต่อการทำงานร่วมกับจอทัชสกรีนขนาด 3.5 นิ้ว แสดงผลกราฟฟิกสีสันสวยงามและแสดงภาษาไทยได้ และทำงานร่วมกับ PLC
3) สามารถรวมน้ำหนักและนับจำนวนถุง ตลอดถึงการกำหนดจำนวนถุงได้ เมื่อครบตามจำนวนถุงที่กำหนดเครื่องจะหยุดเอง
4) ตั้งค่าต่างๆของระบบผ่านจอทัชสกรีนทั้งหมด ง่ายในการใช้งาน
5) วัสดุและอะไหล่ของเครื่องได้เลือกวัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานและมีขายในประเทศทำให้การซ่อมบำรุงจะมีราคาไม่แพง
6) สามารถเก็บประวัติรายงานการชั่งได้

3.1.2 การออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด

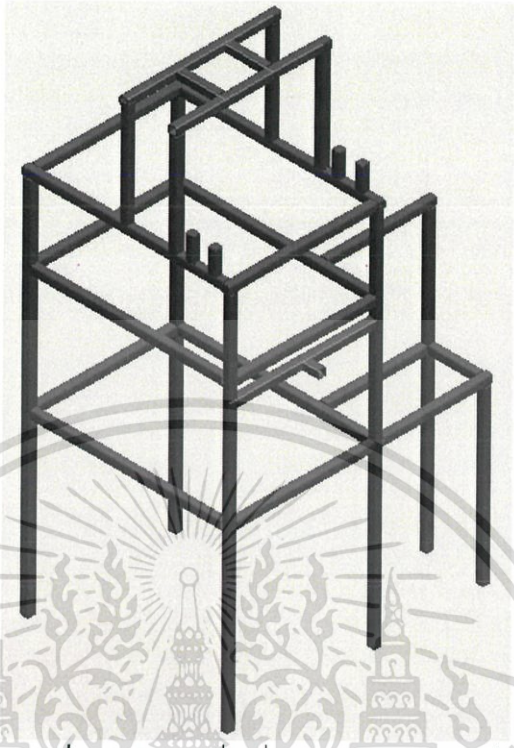
ในการออกแบบส่วนประกอบของเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด เราจะใช้โปรแกรม SolidWorks 2014 เป็นโปรแกรมของบริษัท SolidWorks Corporation ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จะช่วยออกแบบ 3 มิติ และ 2 มิติ ของเครื่องจักรและชิ้นส่วนแบบต่างๆ รวมทั้งนำมาออกแบบชิ้นส่วนและโครงสร้างของเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดด้วย ซึ่งมีขนาดของโครงสร้างและชิ้นส่วนต่างๆในแบบ 2 มิติ ที่ได้ออกแบบมาอยู่ในภาคผนวก



รูปที่ 3.2 รูปของโปรแกรม SolidWorks 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) โครงเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด



รูปที่ 3.3 โครงเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด

ตัวโครงเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด ซึ่งจะเป็นโครงสร้างหลักของเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด และจะทำหน้าที่ยึดส่วนประกอบต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้มีความแข็งแรงต่อการทำงาน

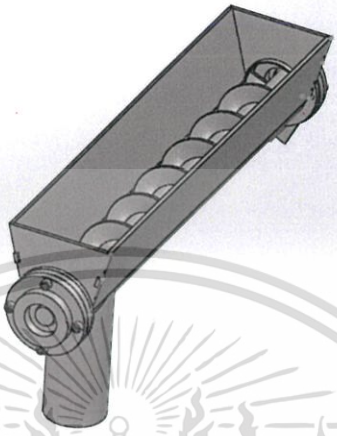
2) ถังเก็บผลิตภัณฑ์

รูปที่ 3.4 ถังเก็บผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังเก็บผลิตภัณฑ์มีปริมาตร 25,814 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำหน้าที่เก็บผลิตภัณฑ์ที่จะบรรจุ และกรอกลงสู่ท่อลำเลียง

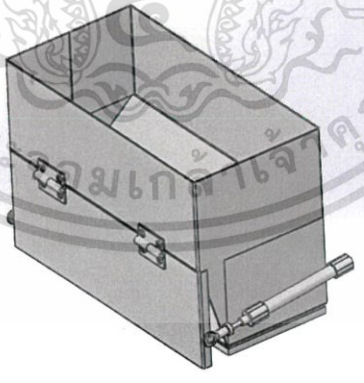
3) ท่อลำเลียง



รูปที่ 3.5 ท่อลำเลียง

ประกอบไปด้วยท่อลำเลียงเส้นผ่านศูนย์กลาง 62 มิลลิเมตร, เกลียวลำเลียง, Coupling หัวและท้าย ซึ่งจะทำหน้าที่รับผลิตภัณฑ์จากถังเก็บผลิตภัณฑ์และลำเลียงผลิตภัณฑ์ไปสู่กระบะชั่งน้ำหนัก

4) กระบะชั่งน้ำหนัก



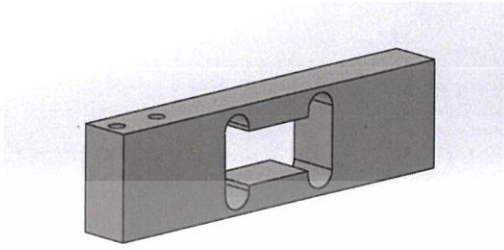
รูปที่ 3.6 กระบะชั่งน้ำหนัก

ประกอบไปด้วย กระบะชั่งน้ำหนักที่มีปริมาตร 2,250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำจากเหล็กพับ 1.2 มิลลิเมตร, กระบอกสูบนิวเมติกส์ที่ทำหน้าที่ปิดเปิดกระบะชั่งน้ำหนัก, ฐานรองยึดเสริมความมั่นคงที่ทำจากแผ่นอะคริลิคหนา 8 มิลลิเมตร ทำหน้าที่เป็นกระบะรับน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มาจากกระบอกลำเลียงและพักให้โหลดเซลล์ทำการชั่งน้ำหนักให้ได้ตามต้องการก่อนปล่อยลงสู่กรวยกรอกและลงสู่บรรจุภัณฑ์

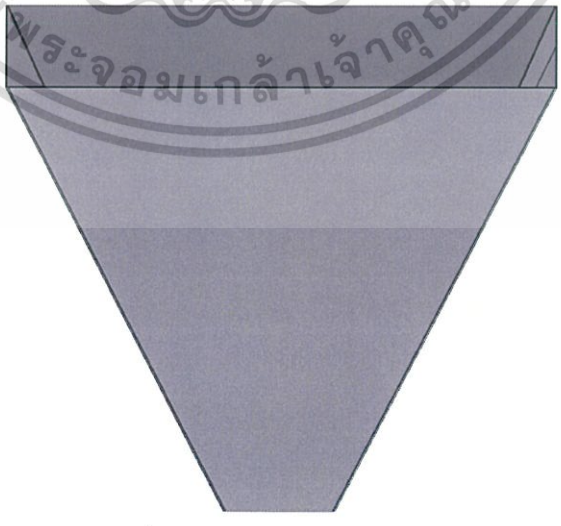
5) กระบะชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 3.7 กระบะชั่งน้ำหนัก

โหลดเซลล์แบบจุดเดียวรุ่น TEDEA-HUNTLEIGH 1042 Emax : 20 kg ทำหน้าที่ชั่งน้ำหนักของสิ่งที่อยู่ในกระบะชั่งน้ำหนัก และส่งสัญญาณเป็นแรงดันไฟฟ้าหน่วยเป็น mV ไปให้กับ Transmitter ที่อยู่ภายในตู้ควบคุม โหลดเซลล์แบบจุดเดียว นิยมใช้กับ เครื่องชั่งกรวยจ่าย,การควบคุมกระบวนการ,การชั่งน้ำหนักสายพานลำเลียง,เครื่องบรรจุหีบห่อ,เครื่องชั่งตรวจสอบน้ำหนัก โหลดเซลล์แบบจุดเดียวนั้นไม่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะ แต่จะลดความซับซ้อนของการออกแบบระบบชั่งน้ำหนัก เพราะโหลดเซลล์รองรับแรงการตกกระแทกของวัตถุที่ล่วงลงมาใส่กระบะชั่ง และสามารถส่งสัญญาณไปยังระบบความคุมโดยไม่ทำให้เกิดการกระเพื่อมของสัญญาณ

6) กรวยกรอกลงบรรจุภัณฑ์

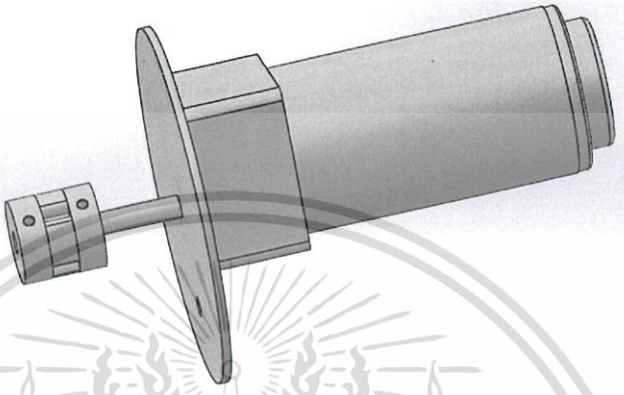


รูปที่ 3.8 กรวยกรอกลงบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรวยกรอกลงบรรจุภัณฑ์ทำมาจากเหล็กพับหนา 1.2 มิลลิเมตร ทำหน้าที่กรอกสิ่งที่บรรจุลงบรรจุภัณฑ์

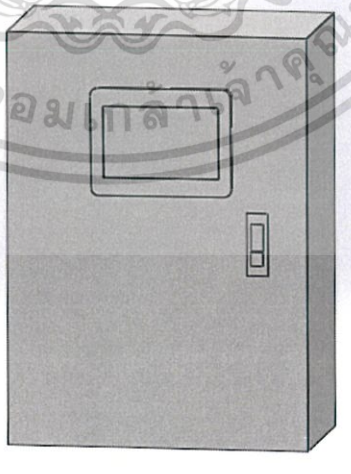
7) มอเตอร์ขับเกลียวลำเลียง



รูปที่ 3.9 มอเตอร์ขับเกลียวลำเลียง

มอเตอร์ขับเกลียวลำเลียงเป็น AC MAGNETIC BRAKE 200V 50Hz 0.05A
MAX.OUTPUT 6W
ความเร็ว 90 – 1400 rpm
มีเกียร์ทดรอบมอเตอร์แบบ 2GN7.5K

8) ตู้ควบคุม



รูปที่ 3.10 ตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย

ตู้ขนาด ความสูง 550 x ความกว้าง 400 x ความลึก 200 ม.ม.

หน้าจอสัมผัส

สวิทช์ เปิด-ปิด

PLC Panasonic FP0R-C32CT

Power supply output 24V 2.5 A

รีเลย์ 24 V DC 2 ตัว

เทอร์มินอล 34 ช่อง

โหลดเซลล์ ทรานสมิตเตอร์

เบรกเกอร์ 3 ตัว

ตัวปรับความเร็วมอเตอร์ (Control pack SS22L)

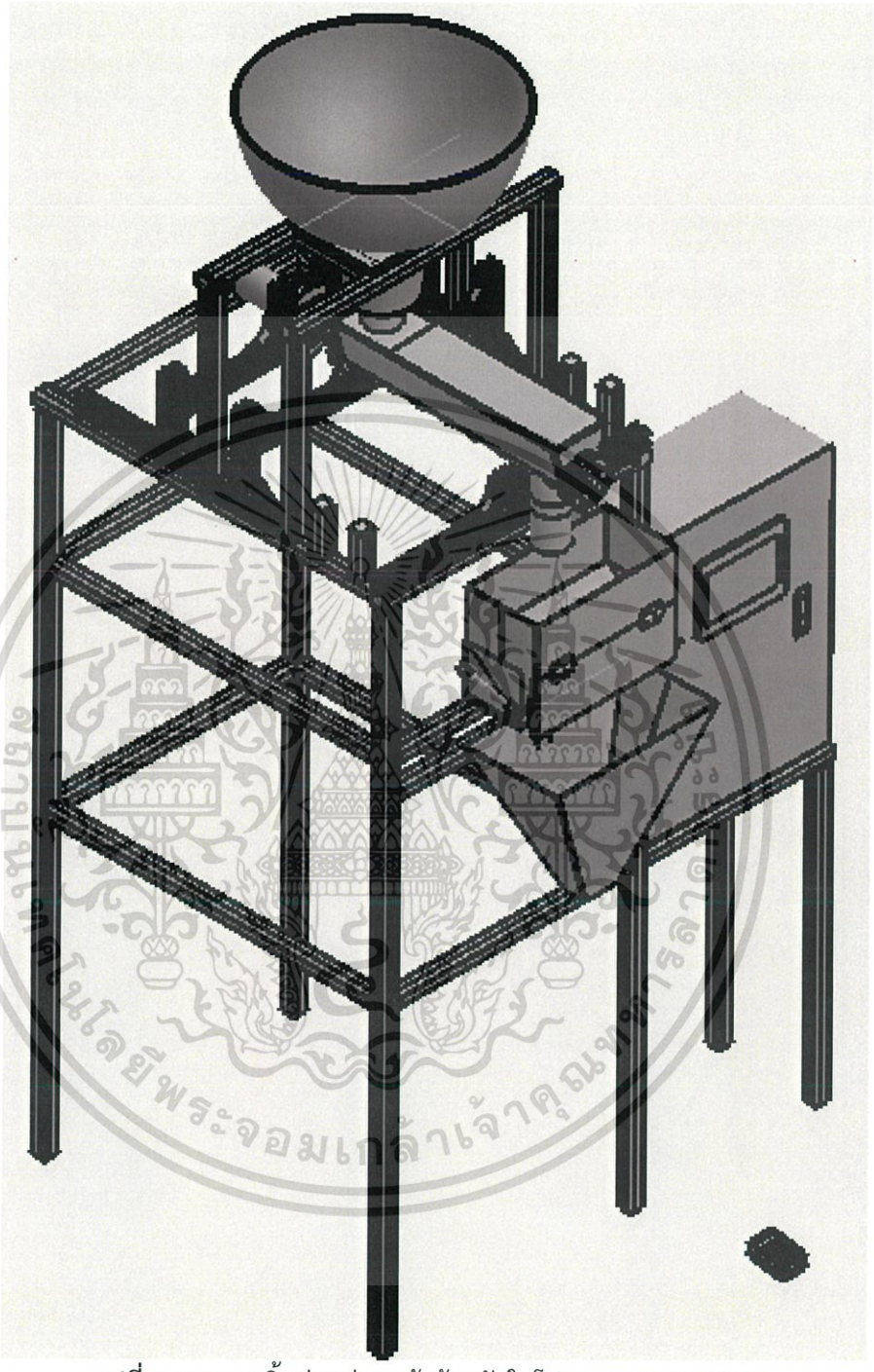
หน้าที่ของตู้ควบคุม คือ เป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมและสวิทช์ที่ใช้ในการสั่งการ

9) สวิตช์แบบเท้าเหยียบ

รูปที่ 3.11 สวิตช์แบบเท้าเหยียบ

ทำหน้าที่เป็นสวิตช์สั่งการให้กระบะชั่งน้ำหนักเปิดปิด ซึ่งจะทำให้สิ่งที่อยู่ในกระบะชั่งน้ำหนักสามารถไหลลงสู่กรวยกรอกลงบรรจุภัณฑ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

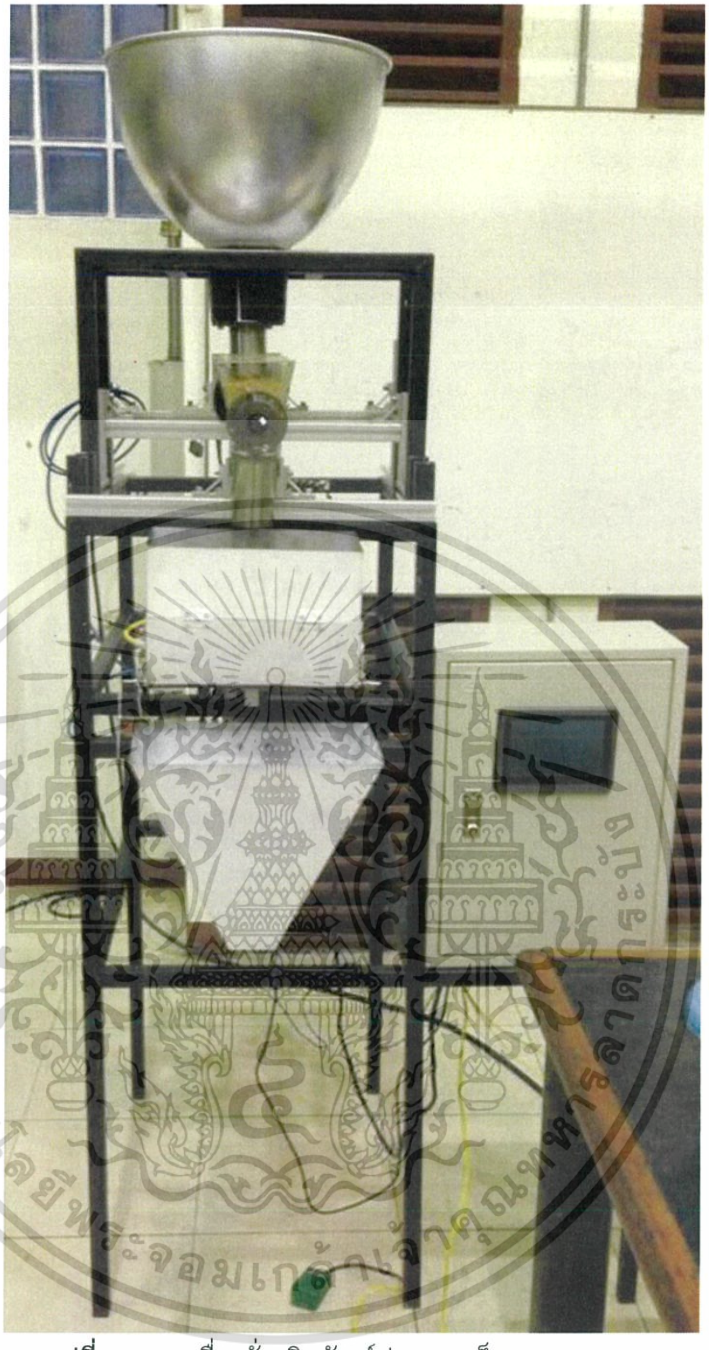


รูปที่ 3.12 รวมชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกันในโปรแกรม SolidWorks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดมุมมอง Isometric

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดมุมมอง Front

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการทำงาน

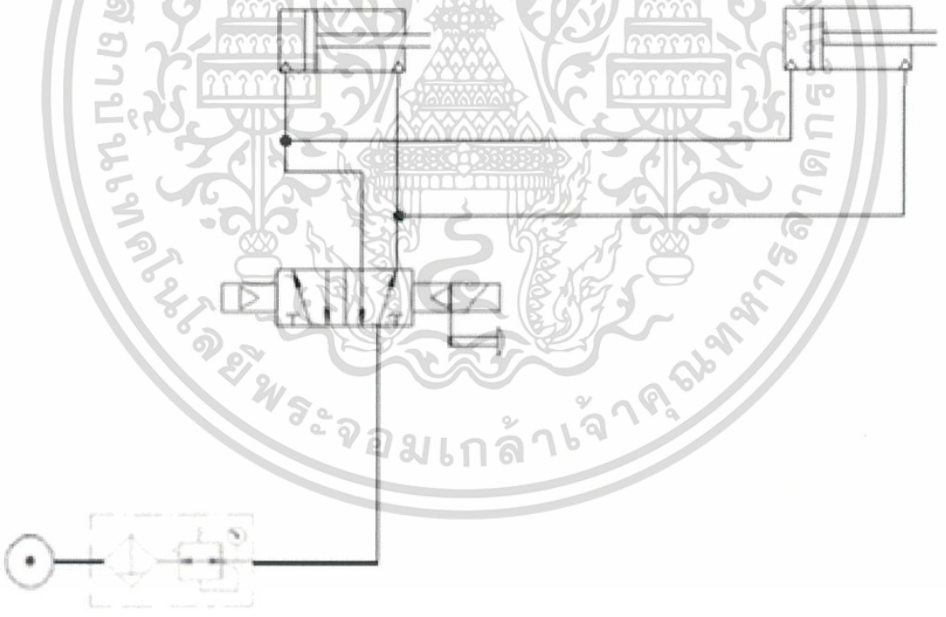
รูปที่ 3.15 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบนิวเมติกส์

เครื่องชั่งและผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดที่ออกแบบนั้นจะต้องใช้ระบบนิวเมติกส์เข้ามาช่วยในการขับเคลื่อนกระบอกสูบที่ติดอยู่กับกระบะชั่งน้ำหนักให้กระบะชั่งน้ำหนักสามารถที่จะทำการเปิดปิดให้ผลิตภัณฑ์ที่จะบรรจุนั้นสามารถไหลลงสู่กรวยกรอกได้ โดยกระบอกสูที่เลือกใช้นี้เป็นแบบ CDJ2B10-60A-B ใช้มีระยะชัก 60 มิลลิเมตร สามารถทนแรงดันลมได้สูงสุด 0.7 เมกะปาสคาล ดังนั้นจึงจะต้องทำการติดชุดปรับความดันลมไปกับเครื่องนี้ด้วยเพื่อที่จะได้ทราบค่าแรงดันและสามารถปรับความเร็วและแรงในการเข้าออกของกระบอกสูบได้

รูปที่ 3.16 กระบอกสูบนิวเมติกส์



รูปที่ 3.17 วงจรนิวเมติกส์

3.3.1 การคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบ

ขั้นตอนที่ 1. กำหนดโหลดที่จะรับน้ำหนักที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2. ความดันที่ต้องการใช้

กำหนด ความดันที่ต้องการใช้เท่ากับ 5 บาร์ (0.5 เมกะปาสคาล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดที่ต้องการได้จากกระบอกสูบแต่ละกระบอก คือ 15 นิวตัน (คิดอย่างคราวๆ เนื่องจากน้ำหนักที่ต้องชั่งสูงสุดคือ 1.5 กิโลกรัม = 14.715 นิวตัน ≈ 15 นิวตัน)

$$F_{th} = 10\ (A \times P)$$

เมื่อ F_{th} คือ แรงที่ได้จากลูกสูบทางทฤษฎี

A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (ตารางเซนติเมตร)

P คือ ความดันที่ใช้งาน (บาร์)

กระบอกสูบที่เลือกใช้

CDJ2B10-60A-B.

ข้อมูลทางเทคนิค

ขนาดกระบอกสูบ 10 มิลลิเมตร

ระยะชัก 60 มิลลิเมตร

$$F_{th} = 10\ (\pi(\frac{\text{ขนาดกระบอกสูบ } (cm^2)}{2})^2) \times P \text{ (บาร์)}$$

$$= 10\ (\pi(\frac{1}{2})^2) \times 5$$

$$= 10\ (\frac{\pi}{4}) \times 5$$

$$= 39.2 \text{ นิวตัน}$$

ดังนั้นกระบอกสูบที่เลือกนี้สามารถนำมาใช้งานได้

3.4 มอเตอร์

แรงบิด คือ แรงบิดตัวของแกนหมุนใดๆ มีหน่วยวัดได้หลายแบบ

แรงม้า คือ หน่วยวัด “พลัง” ของเครื่องยนต์ที่ได้จากการทำงานของ “แรงบิด” ที่ความเร็วรอบใดๆ ต่อหน่วยเวลา

3.4.1 การทดเกียร์มอเตอร์

มีจุดประสงค์ 2 ประการคือ

1) เพื่อให้สามารถควบคุมความเร็วรอบได้อย่างเหมะสมตามรอบใช้งาน
2) เพื่อเพิ่มแรงบิดของเพลาขับ

ตัวอย่าง มอเตอร์ยี่ห้อ oriental motor รุ่น MBM 206-412

รายละเอียดมอเตอร์ : เอาท์พุต 6W 200v, 50 Hz/60 Hz, 90-1400/90-1600 รอบต่อนาที , อัตราทด 7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 มอเตอร์ที่เลือกใช้

กำลังเอาท์พุต (แรงม้า : Hp)

1 แรงม้า = 746 วัตต์

6 วัตต์ = 1/124 แรงม้า

แรงม้า = (10^{-6}) x แรงบิด x ความเร็ว

10^{-6} : ค่าคงที่

T (ออนซ์-นิ้ว) : แรงบิด

N (รอบ/นาที) : ความเร็ว

คำนวณหาค่าแรงบิด (T)

1/124 Hp = 10^{-6} x T X N

$$T = \frac{Hp}{(10^{-6}) \times N}$$

$$T = \frac{\frac{1}{124} Hp}{(10^{-6}) \times 1400 \text{ รอบ/นาที}} = 40/7 = 5.714 \text{ ออนซ์-นิ้ว}$$

1 นิวตัน-เมตร = 141.612 ออนซ์-นิ้ว

5.714 ออนซ์-นิ้ว = 0.0404 นิวตัน-เมตร

อัตราทดเกียร์ (Gear ratio)

$$\textit{อัตราทดเกียร์} = \frac{\text{ความเร็วมอเตอร์}}{\text{ความเร็วเพลาเกียร์}}$$

คำนวณหาความเร็วเพลาเกียร์ *(rpm)*

$$\textit{ความเร็วเพลาเกียร์ (rpm)} = \frac{\text{ความเร็วเพลามอเตอร์ (รอบต่อนาที)}}{\text{อัตราทดเกียร์}}$$

$$= \frac{1400 \text{ รอบ/นาที}}{7.5}$$

= 186.67 รอบ/นาที

แรงบิดเอาท์พุตที่หัวเกียร์

$T_G = T_M \times i$

T_G = (0.0404 N-m) x 7.5

T_G = 0.303 N-m

เมื่อ T_G คือ แรงบิดเอาท์พุตที่หัวเกียร์

T_M คือ แรงบิดมอเตอร์

i คือ อัตราทดเกียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การคำนวณอัตราการไหลในท่อลำเลียงแบบเกลียว

สมการคำนวณอัตราการไหลในท่อลำเลียงแบบเกลียว (Q)

$$Q = V x \rho = 60 x (\frac{\pi}{4} D^2) x S x n x \psi x \rho x c$$

เมื่อ V = ปริมาตรความจุ (เมตร^3/ชั่วโมง)

ρ = ความหนาแน่นของวัสดุ (กิโลกรัม/เมตร^3)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียวลำเลียง (เมตร)

S = ระยะห่างระหว่างใบเกลียว (เมตร)

N = ความเร็วรอบในการหมุน (รอบ/นาที)

Ψ = ประสิทธิภาพของโหลด

Ψ = 0.12 ถึง 0.15 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีแรงเสียดทานมาก

= 0.25 ถึง 0.3 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีแรงเสียดทานปานกลาง

= 0.4 ถึง 0.45 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่แทบไม่มีแรงเสียดทาน

C = ค่าประสิทธิภาพของการลำเลียงที่เป็นผลมาจากการเอียง

มุมของเกลียวลำเลียงเมื่อเทียบในแนวนอน	0° , 5° , 10° , 15° , 20°
ค่าประสิทธิภาพ (C)	1 , 0.9 , 0.8 , 0.7 , 0.65

แทนค่าลงในสมการ เมื่อ ให้ผลิตภัณฑ์เป็นอาหารเม็ดที่แทบไม่มีแรงเสียดทาน (ψ) และมีความหนาแน่น (ρ) = 721 กิโลกรัม/เมตร^3 เส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียวที่ใช้ลำเลียง (D) = 58 x 10^{-3} เมตร ระยะห่างระหว่างใบเกลียว (S) = 60 x 10^{-3} เมตร ความเร็วรอบในการหมุน (n) = 40 รอบ/นาที ค่าประสิทธิภาพของการลำเลียงที่เป็นผลมาจากการเอียง (c) = 1

$$Q = 60 x (\frac{\pi}{4} D^2) x S x n x \psi x \rho x c$$

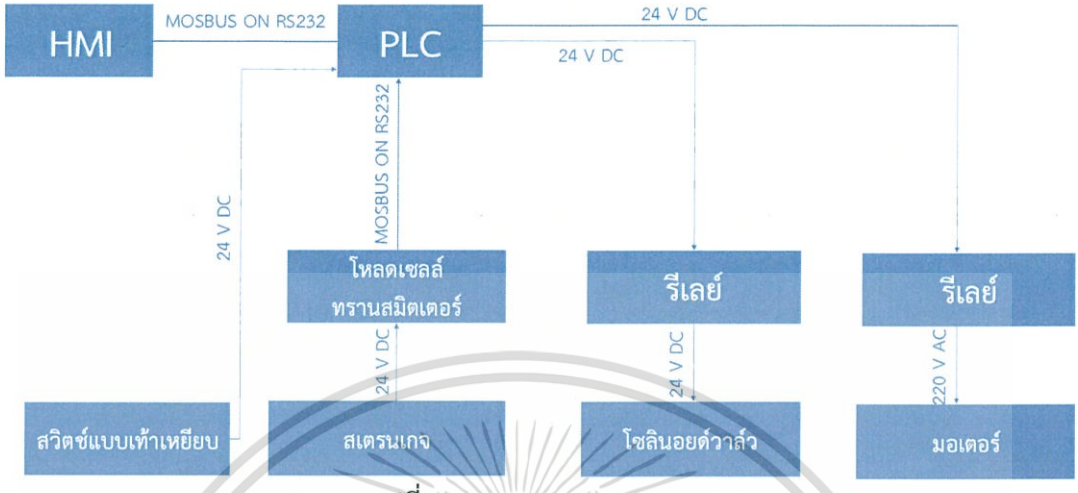
$$= 60 x (\frac{\pi}{4} (58x10^{-3})^2) x (60 x 10^{-3}) x 40 x 0.45 x 721 x 1$$

= 123.44 กิโลกรัม/ชั่วโมง

ดังนั้น จากการคำนวณอัตราการไหลในท่อลำเลียงจะเท่ากับ 123.44 กิโลกรัม/ชั่วโมง

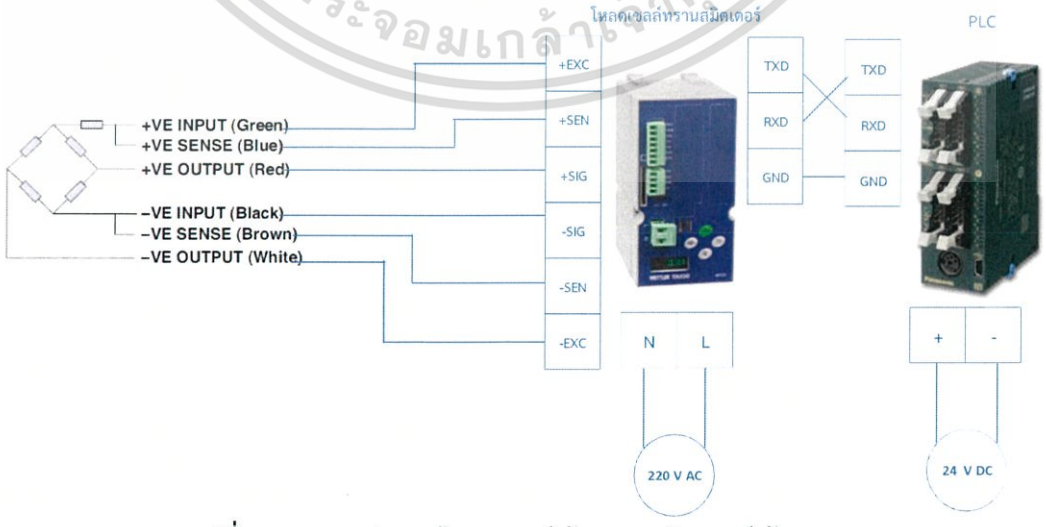
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์



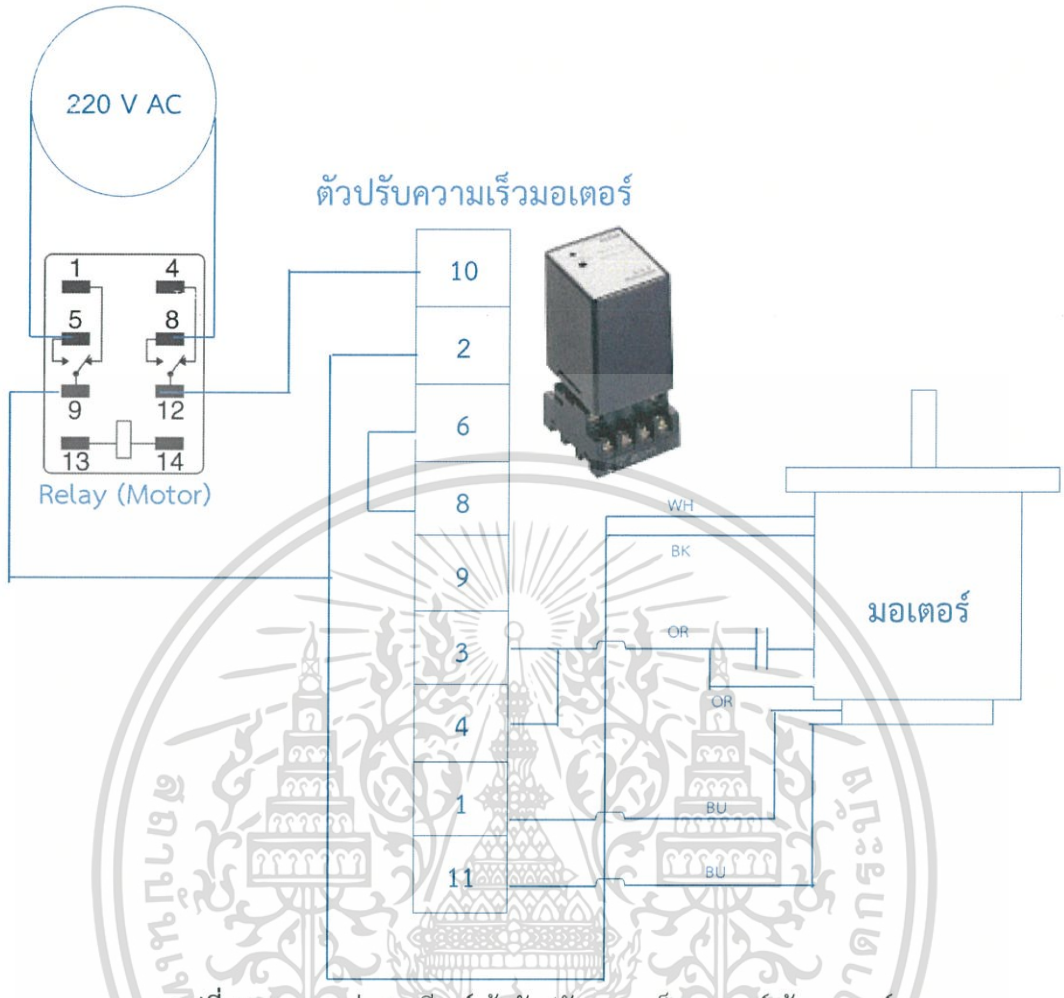
รูปที่ 3.19 Network Diagram

จากรูปที่ 3.10 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ในระดับการควบคุมจะมี PLC เป็นตัวควบคุม โดยมีจอ HMI เป็นตัวแสดงผลและรับคำสั่งจากผู้ปฏิบัติงาน โดยที่ใช้หลักการเชื่อมต่อบนสาย RS232 และใช้โปรโตคอลเป็น MODBUS ส่วนฝั่งอินพุตของ PLC ที่รับค่าจากสวิตช์แบบเท้าเหยียบโดยใช้สัญญาณไฟฟ้า 24 VDC ในการสั่งงาน และการรับค่าจากโหลดเซลล์ทรานสมิตเตอร์จะใช้สายสัญญาณ RS232 มีโปรโตคอลเป็น MODBUS ส่วนฝั่งเอาท์พุตของ PLC จะใช้สัญญาณ 24 V DC ในสั่งงาน และPLC จะจ่ายไฟลบมาให้รีเลย์ซึ่งมีไฟบวกมารออยู่แล้วซึ่งจะทำให้ไฟครบวงจรเพื่อขับรีเลย์ จากนั้นรีเลย์จะจ่ายไฟ 24 V DC ให้โซลินอยด์วาล์ว หรือจ่ายไฟ 220 V AC ให้มอเตอร์ และการเชื่อมต่อสายของโหลดเซลล์เข้ากับทรานสมิตเตอร์โดยสัญญาณที่ส่งให้กับทรานสมิตเตอร์นั้นจะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็น mV จากนั้นทรานสมิตเตอร์จะสื่อสารกับ PLC ด้วยสายสัญญาณแบบ RS232 ที่แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.20 การต่อสายโหลดเซลล์เข้าทรานสมิตเตอร์เข้า PLC

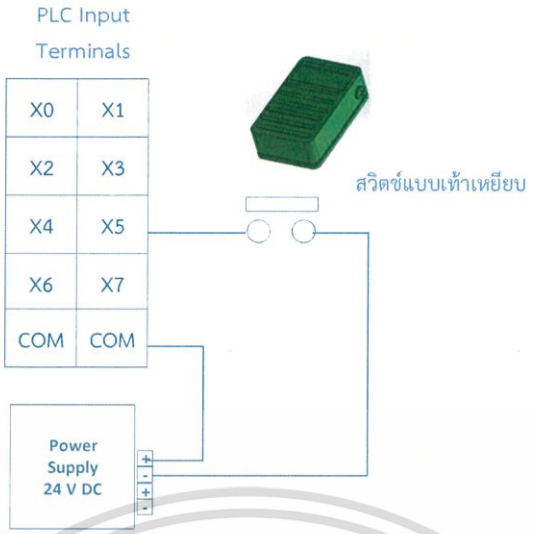
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 การต่อสายรีเลย์เข้าตัวปรับความเร็วมอเตอร์เข้ามอเตอร์

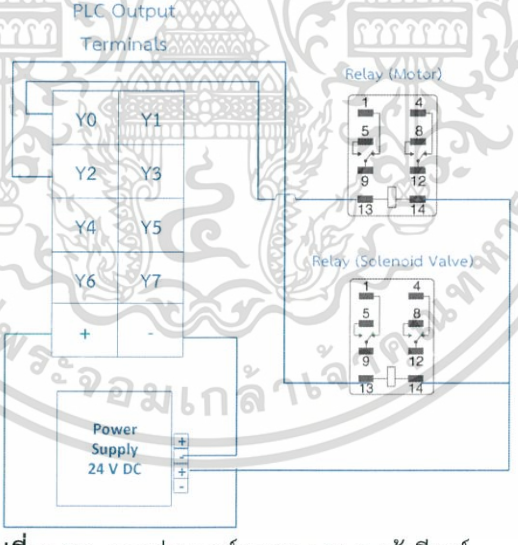
จากรูปที่ 3.12 จะเป็นการต่อสายรีเลย์เข้าตัวปรับความเร็วมอเตอร์เข้ามอเตอร์ โดยที่ตัวปรับความเร็วมอเตอร์จะต่อคั่นอยู่ระหว่างรีเลย์ที่จะจ่ายไฟฟ้ามาให้มอเตอร์ และคอยควบคุมกระแสและแรงดันไฟฟ้าให้ได้ตามระดับที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การต่อสวิตช์แบบเท้าเหยียบเข้าอินพุตของ PLC

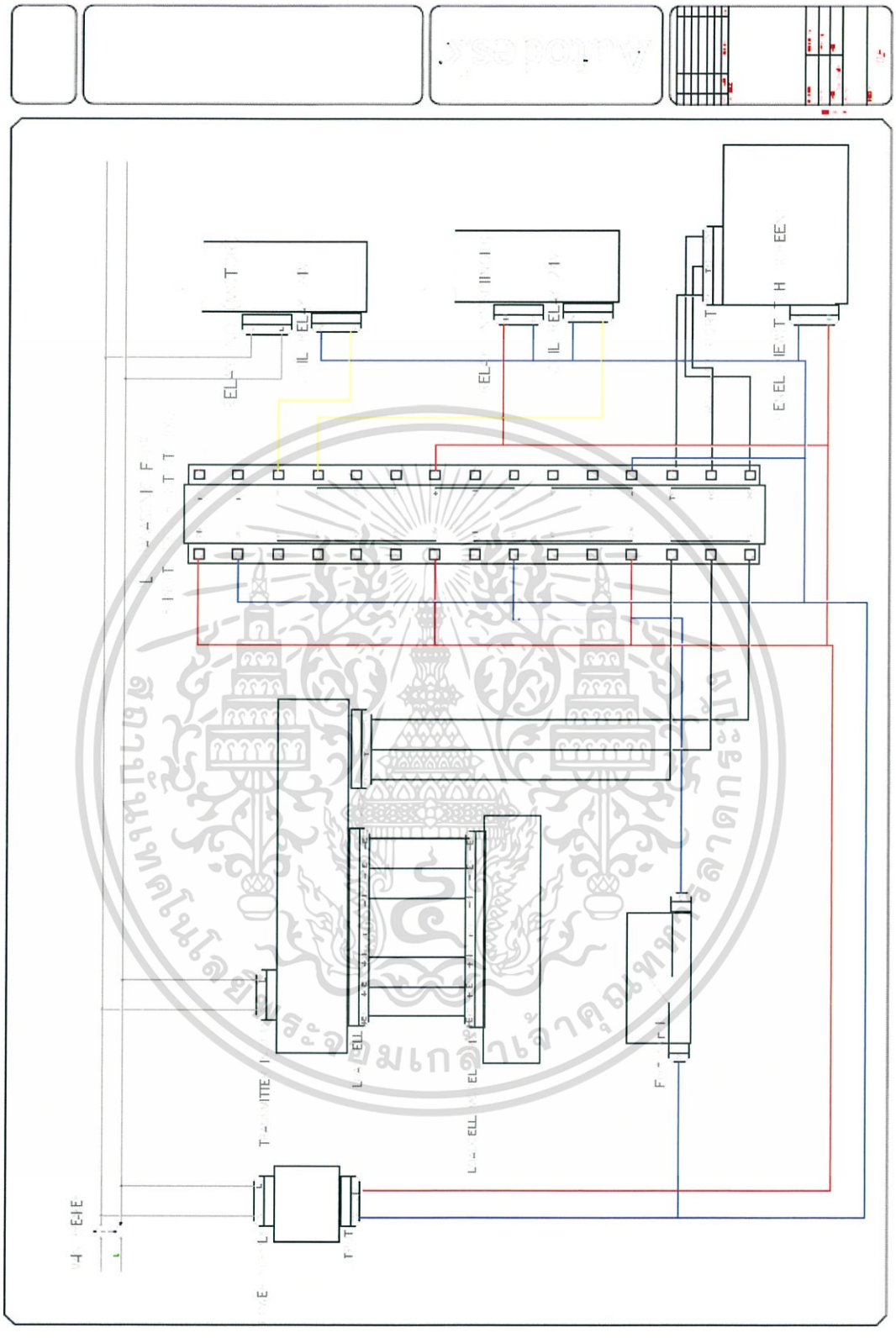
จากรูปที่ 3.13 จะเป็นการต่อสวิตช์แบบเท้าเหยียบเข้าอินพุตของ PLC โดยที่สวิตช์แบบเท้าเหยียบจะเป็นแบบปกติเปิด และเมื่อมีการเหยียบก็จะทำให้เป็นวงจรปิดและรับสัญญาณไฟลบจาก Power Supply ที่ต่ออยู่เข้าอินพุต (X5) ที่มีไฟบวกจากที่ต่อมาจาก COM รออยู่แล้ว และเข้าเป็นอินพุตของ PLC ไป



รูปที่ 3.23 การต่อเอาท์พุตของ PLC เข้ารีเลย์

จากรูปที่ 3.14 จะเป็นการต่อเอาท์พุตของ PLC เข้ารีเลย์ โดยที่ Y0 และ Y2 จะเป็นการจ่ายไฟลบในการสั่งงาน และนำไฟบวกไปรออยู่ที่ขา 14 ของรีเลย์ เมื่อมีการสั่งงานก็จะทำให้เกิดการทำงานของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 ภาพโดยรวมของการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การเขียนโปรแกรม

3.7.1 การเขียนโปรแกรมรับค่าจากโหลดเซลล์เข้า PLC

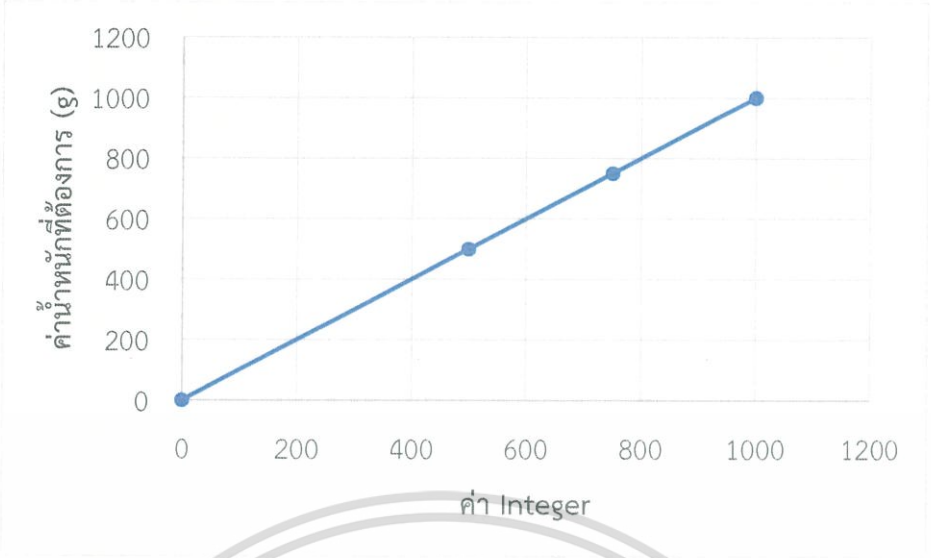
การส่งค่าจากโหลดเซลล์ทรานสมิตเตอร์มายัง PLC จะมาในรูปแบบของรหัส ASCII โดยที่เริ่มการส่งจาก บิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least significant bit :LSB) มาเป็นอันดับแรก ทำให้การจะเอาค่านั้นมาใช้งานจำเป็นต้องมีการการแปลงค่า ASCII เป็น Integer เพื่อมาใช้ในการเปรียบเทียบให้ได้น้ำหนักตามที่ต้องการในการเขียน Ladder

ยกตัวอย่างที่น้ำหนัก 1250 กรัม ค่าที่ส่งมาจะกลับเป็น 0521 ซึ่งต้องทำการกลับค่าโดยการใช้คำสั่งกลับค่า (Rotated) มาทีละ 16 บิต ดังนั้นจะต้องทำการกลับค่า 2 ชุด ซึ่ง 1 ชุดจะมี 2 ตัวเลข จะได้ 05 และ 21 ซึ่งเมื่อกลับค่าเสร็จแล้วเสร็จแล้วจะได้ตัวเลขเป็น 50 และ 12 แล้วจะนำตัวเลขละชุดมาใส่รวมในข้อมูลเดียวกันด้วยคำสั่งย้าย (move) จากนั้นนำเลข 12 มาใส่ที่ข้อมูลเป็นเลขสองตัวแรก และ 50 เป็นสองตัวหลัง จะทำให้ได้ค่าเป็น 1250 แต่จะเป็นค่า ASCII ซึ่งจะทำการเปลี่ยนเป็น Integer โดยค่า ASCII ของ 1250 คือ 31 32 35 30 ซึ่งเราจะนำค่า 30 30 30 30 มาลบออก ซึ่งในโปรแกรมจะใช้ค่า 30 30 30 30 นี้ เป็น integer คือ 808464433 ซึ่งจะได้ค่า 01020500 มา เมื่อได้ค่านี้แล้วเราจะนำ 1,000,000 ในฐานสิบหก ซึ่งคือค่า 16,777,216 ในฐานสิบ มาโมดูลัสเอาจำนวนเต็มกับตัวเลข 01020500 จะได้ตัวเลข 1 ในฐานสิบมาแล้วทำการเก็บค่าไว้ จากนั้นทำการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ชุดๆละ 4 ตัว จะได้ 0102 และ 0500 แล้วนำไปเก็บค่าไว้ จากนั้นนำค่าตัวเลข 1 ที่ได้มาในข้างต้นมาคูณกับ 10 ในฐาน 16 ซึ่งคือ 256 ในฐานสิบ เมื่อคูณเสร็จจะได้ค่าเป็น 1000 ในฐานสิบหกแล้วทำการเก็บค่าไว้ จากนั้นนำค่า 1002 ลบกับ 1000 จะได้เลข 2 ในฐานสิบมานำไปเก็บค่าไว้ จากนั้นดูที่เลขชุด 0500 นำไปทำการโมดูลัสกับเลข 10 ในฐานสิบหกซึ่งคือเลข 256 ในฐานสิบหก เพื่อเอาจำนวนเต็มซึ่งจะได้เลข 5 นำไปเก็บค่าไว้ จากนั้นนำเลข 5 ที่ได้ไปคูณ 10 ในฐานสิบหก จะได้ 500 ในฐานสิบหกจะนำ 500 นี้ไปลบกับ 500 ในข้างต้นจะได้ เลข 0 ในฐานสิบมาจากนั้นจะเห็นได้ว่าเราจะได้เลขมาสี่ตัวเลข คือ 1,2,5,0 นำค่าตัวเลขสี่ตัวนี้ไปคูณกับค่าประจำตำแหน่ง คือ 1 คูณกับ 1,000 จะได้ 1,000 นำมาเก็บค่าไว้ ต่อไปนำเลข 2 มาคูณ 100 ได้ 200 แล้วนำไปเก็บค่า ต่อไปนำเลข 5 ไปคูณกับ 10 จะได้ 50 เก็บค่าไว้ ต่อไปคือเลข 0 นำไปคูณกับ 1 จะได้ 0 เก็บค่าไว้ จากนั้นนำค่าแต่ละหลักที่เก็บไว้มาบวกกัน คือ 1,000 + 200 + 50 + 0 จะได้ 1,250 ในค่า Integer ซึ่งสามารถนำไปหาสมการความสัมพันธ์ได้แบบเส้นตรงได้ ซึ่งสมการความสัมพันธ์หาได้จาก

$$y = mx + c$$

เมื่อ y คือ ค่านำหนักที่ต้องการ
x คือ ค่า Integer
c คือ ค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักที่ต้องการกับค่า Integer

แทนค่าในสมการ $y = mx + c$

ค่า m หาจาก $m = \Delta y/\Delta x = (750\text{-}500) / (750 - 500)$

$m = 1$

นำมาแทนในสมการ $y = mx + c$ จะได้ว่า

$y = x + c$

หาค่า c โดยการแทน x และ y

ที่ $x = 500$ จะได้ $y = 500$

นำมาแทนในสมการ $y = mx + c$ จะได้ว่า

$500 = 500 + c$

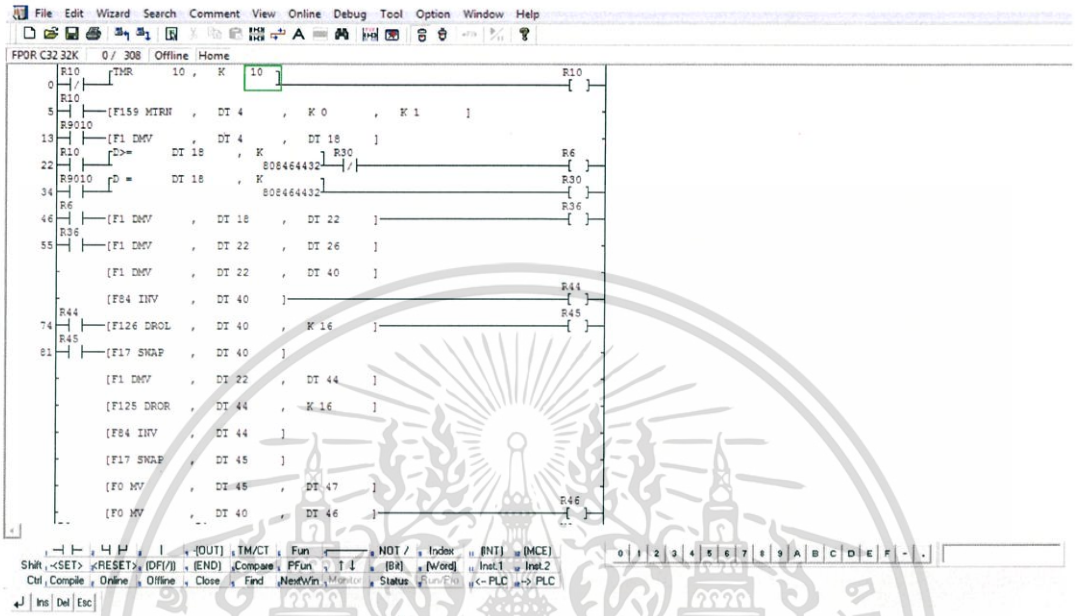
$c = 0$

สมการความสัมพันธ์จะได้ว่า $y = x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม PLC

การเขียนโปรแกรมควบคุม PLC ของ Panasonic จะใช้โปรแกรม FPWIN GR ในการเขียนโปรแกรมนี้และสามารถเลือกการเขียนโปรแกรมได้ 3 รูปแบบ คือ Ladder Symbol, Boolean Ladder, Boolean Non-ladder แต่รูปแบบที่ศึกษานี้จะเป็นแบบ Ladder Symbol



รูปที่ 3.26 โปรแกรม FPWIN GR

3.7.2.1 ความสามารถของโปรแกรม FPWIN GR

- สามารถทำการแก้ไขและเขียน Ladder ใหม่ทับลงไปในขณะที่อยู่ในสถานะ RUN และทำงานต่อเนื่องได้
- การตรวจสอบโปรแกรมตัวอย่าง (Compile) สามารถทำได้สูงสุด 33 บรรทัดต่อครั้ง

3.7.2.2 คำสั่งพื้นฐาน

ตารางที่ 3.1 คำสั่งพื้นฐานของโปรม FPWIN GR

คำสั่งพื้นฐาน	การใช้งาน
X	Input
Y	Output
R	Internal Relay
T	Timer
C	Counter
K	Constant
H	Constant
DT	Data Register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของ On-delay Timer

TML : มีหน่วยเป็น 0.001 นาที

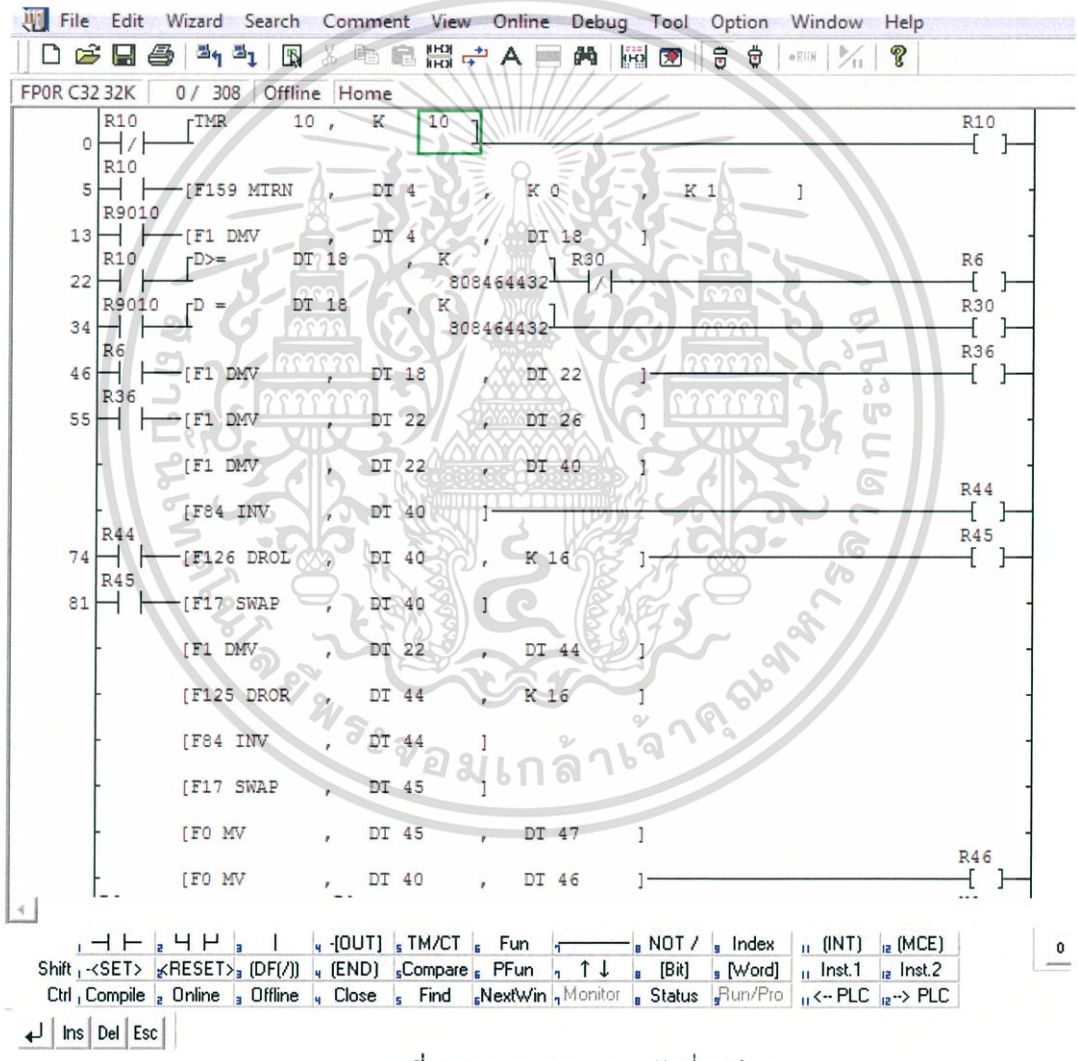
TMR : มีหน่วยเป็น 0.01 นาที

TMX : มีหน่วยเป็น 0.1 นาที

TMY : มีหน่วยเป็น 1.0 นาที

3.7.2.3 อธิบายขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมควบคุม PLC ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายจะใช้เป็นรูปแบบของ Ladder Symbol เพราะสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และในหัวนี้จะขออธิบายถึงหลักการคิดในการเขียนว่ามีหลักการและระดับขั้นตอนอย่างไร



รูปที่ 3.27 Ladder บรรทัดที่ 0 ถึง 81

บรรทัด 0 - แสดงการแสกนค่าเพื่อรับค่า

บรรทัด5 - แสดงการดึงค่า Register จาก Load Cell Transmitter

บรรทัด13 – เป็นการย้ายค่า (Move) แบบ 32 บิต จาก DT4 ไปยัง DT18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

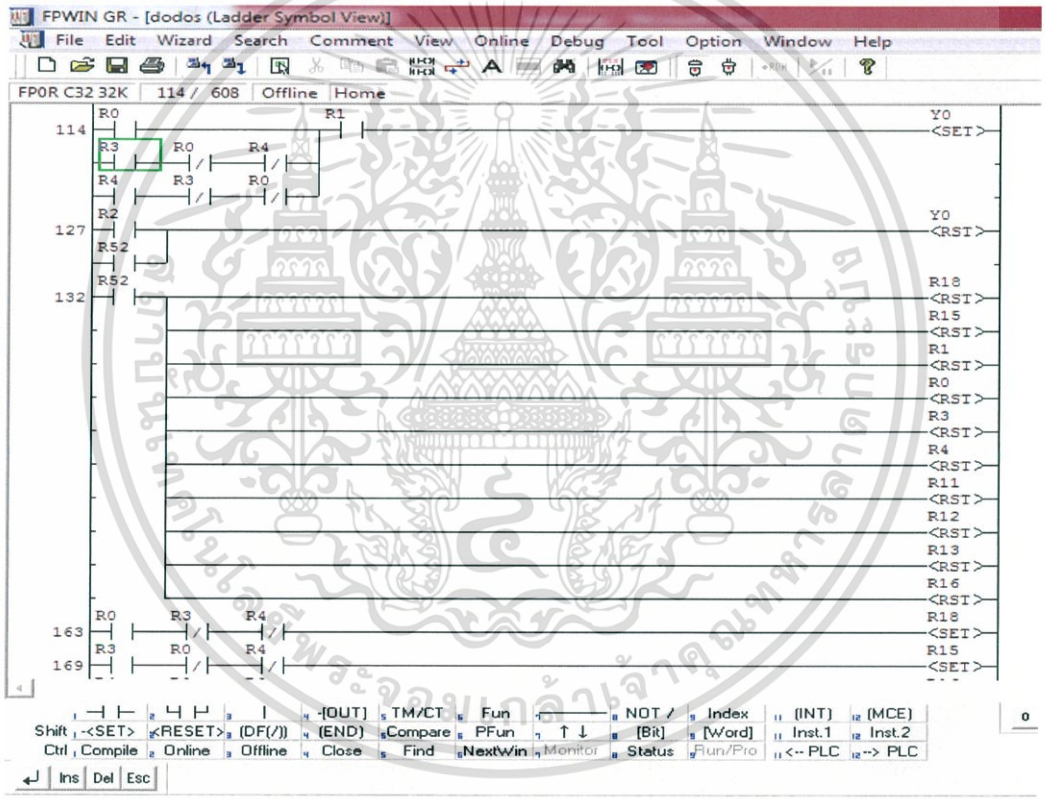
บรรทัด 22 – เป็นการเปรียบเทียบค่าที่รับมาเพื่อคัดแยกค่าที่จะใช้จริง

บรรทัด 34 - เป็นการเปรียบเทียบค่าเพื่อตัดค่าที่ไม่ใช้ทิ้ง

บรรทัด46 – เป็นการย้ายค่า (move) ค่าจาก DT18 ไป DT 22 และจาก DT22 ไป DT26 และ DT40 แล้วนำไป แปลงค่า (Inverse)

บรรทัด 74 - เป็นการกลับค่า (Rotate) ไปทางซ้าย 16 บิต

บรรทัด 81 - เป็นการสลับค่า (Swap) ระหว่าง DT40 จะได้ค่ามา 2 ตัวเลข และย้ายค่า (Move) จาก DT22 มา DT44 แล้วกลับค่า (Rotate) ไปทางขวา 16 บิต จากนั้นกลับค่าระหว่าง DT44 และสลับค่า (Swap) กับ DT45 จากนั้นย้ายค่า (Move) จาก DT45 ไปเก็บยัง DT47 และย้ายค่า (Move) จาก DT40 มาที่ DT46 จะได้เลขที่เป็นค่าสมบูรณ์



รูปที่ 3.28 Ladder บรรทัดที่ 114 ถึง 169

บรรทัด114 - เป็นการเลือกค่าน้ำหนักที่จะใช้ในการชั่ง ซึ่งกำหนดไว้ 3 ค่า ซึ่งจะไม่สามารถเลือกพร้อมกันได้ เมื่อเลือกแล้วเอาท์พุตจะไปทำให้มอเตอร์หมุน

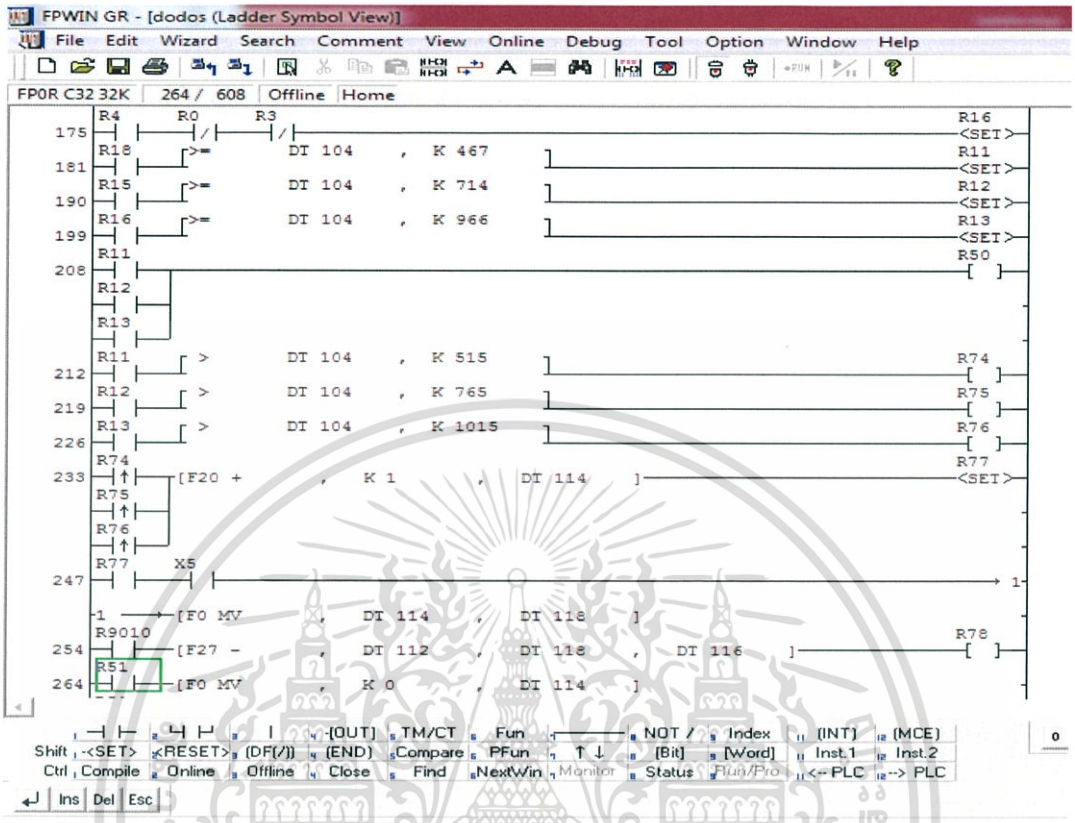
บรรทัด 127 - R2 เป็นการหยุด (Stop) ใช้หยุดการทำงานของมอเตอร์

บรรทัด 132 - R52 เป็นนับจำนวน (Counter) ซึ่งเมื่อครบจำนวนถุงแล้วก็จะหยุดการทำงานทั้งหมด

บรรทัด163 - เป็นการเลือกค่าถ้ากดค่าอื่นพร้อมกันก็จะไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

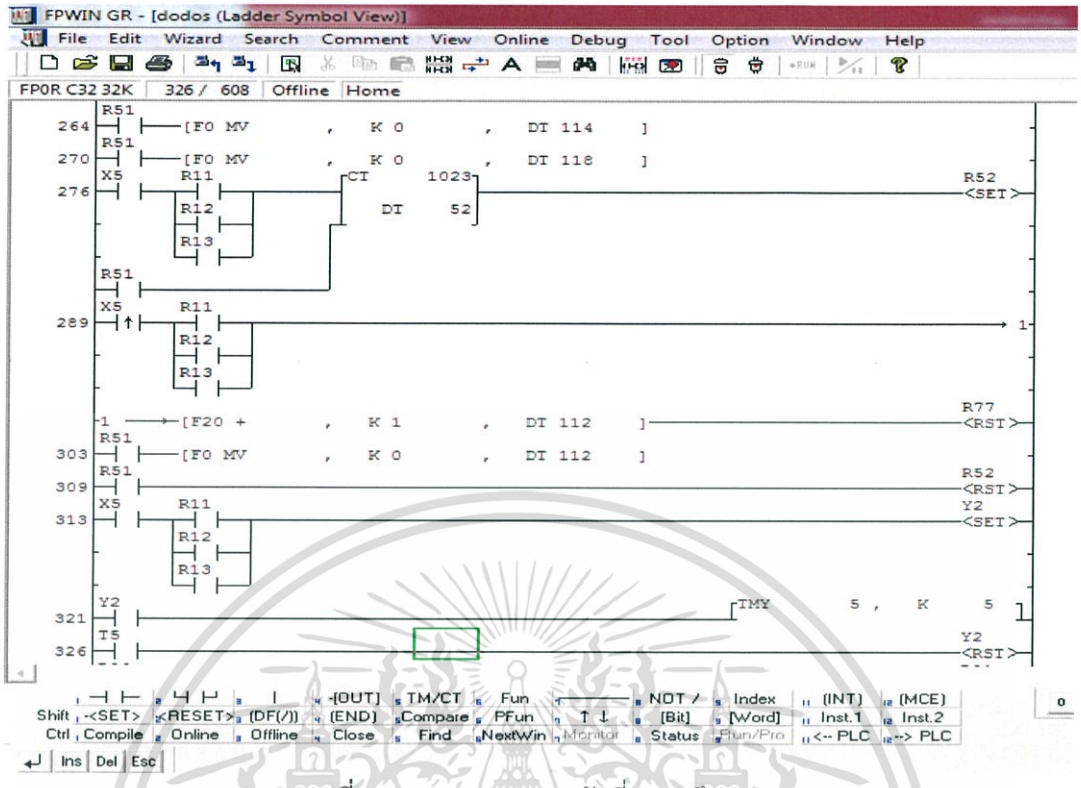
บรรทัด169 – เป็นการเลือกค่าถ้ากดค่าอื่นพร้อมกันก็จะไม่ทำงาน



รูปที่ 3.29 Ladder บรรทัดที่ 175 ถึง 254

บรรทัด 175 - เป็นการเลือกค่าถ้ากดค่าอื่นพร้อมกันก็จะไม่ทำงาน
บรรทัด 181 - เป็นการเปรียบเทียบค่าว่าน้ำหนักถึงเป้าหมายแล้ว
บรรทัด 190 - เป็นการเปรียบเทียบค่าว่าน้ำหนักถึงเป้าหมายแล้ว
บรรทัด 199 - เป็นการเปรียบเทียบค่าว่าน้ำหนักถึงเป้าหมายแล้ว
บรรทัด 208 - เช็คว่าน้ำหนักถึงค่าเป้าหมายแล้ว
บรรทัด 212 - เช็คว่าน้ำหนักที่ 500 กรัม อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นของเสีย
บรรทัด219 - เช็คว่าน้ำหนักที่ 750 กรัม อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นของเสีย
บรรทัด 226 - เช็คว่าน้ำหนักที่ 1000 กรัม อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นของเสีย
บรรทัด 233 - เมื่อมีของที่เป็นของเสียให้เช็คจำนวนของเสียโดยเพิ่มขึ้นทีละ 1
บรรทัด 247 - เมื่อมีการกดสวิตช์แบบเท้าเหยียบให้ของที่เป็นของเสียจะแสดงในหน้าจอ HMI
บรรทัด 254 - แสดงการลบระหว่างของทั้งหมดกับของเสีย จะได้ออกมาเป็นของดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 Ladder บรรทัดที่ 264 ถึง 326

บรรทัด 264 - เมื่อกด Confirm จะเป็นการย้ายค่า (Move) 0 ไปยัง DT114

บรรทัด 270 - เมื่อกด Confirm จะเป็นการย้ายค่า (Move) 0 ไปยัง DT118

บรรทัด 276 - เมื่อน้ำหนักถึงแล้วกดสวิตซ์แบบเท้าเหยียบก็จะทำการนับของ

บรรทัด 289 - เมื่อน้ำหนักถึงแล้วกดสวิตซ์แบบเท้าเหยียบก็จะทำการนับของว่าทำไปกี่ชิ้นแล้วโดยจะแสดงที่ HMI

บรรทัด 303 - เมื่อกดปุ่ม Confirm จะเป็นการย้ายค่า (Move) 0 ไปยัง DT112

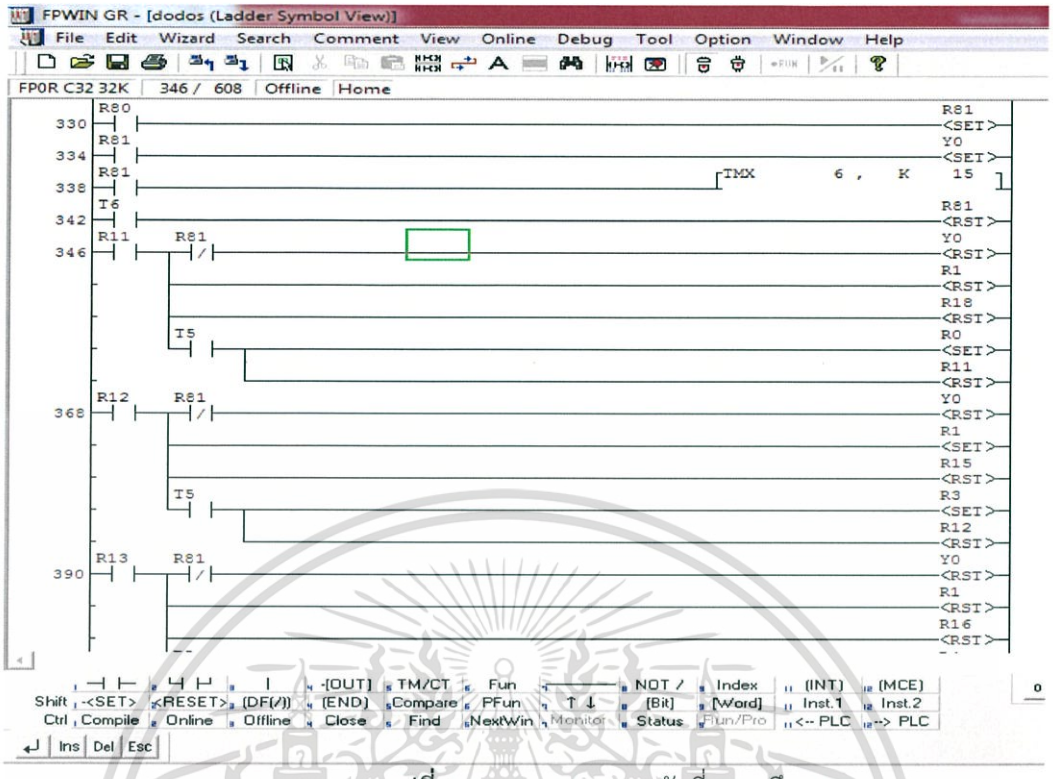
บรรทัด 309 - เมื่อกดปุ่ม Confirm จะไปรีเซตการทำงานของ R52

บรรทัด 313 - เมื่อกดสวิตซ์แบบเท้าเหยียบและเมื่อน้ำหนักถึงแล้วจะเปิดกระบะชั่งเพื่อกรอกลง

บรรทัด 321 - กระบะชั่งจะเปิด 5 วินาที

บรรทัด 326 - เมื่อครบ 5 วินาที กระบะชั่งจะปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 Ladder บรรทัดที่ 330 ถึง 390

บรรทัด 330 - เป็นการนำ R80 ไปเซ็ตค่า R81 เพื่อทำการเติม (Refill)

บรรทัด 334 - เมื่อ R81 ทำงานจะทำให้มอเตอร์หมุน

บรรทัด 338 - R81 จะทำงานเป็นเวลา 1.5 วินาที

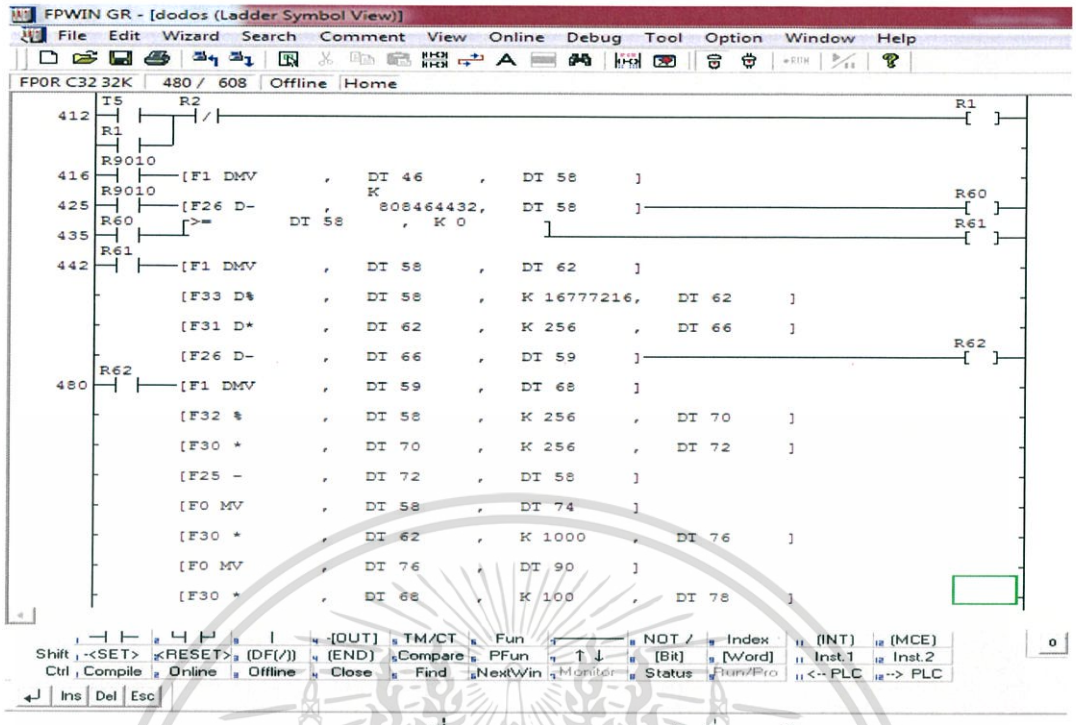
บรรทัด 342 - เมื่อครบ 1.5 วินาทีแล้ว มอเตอร์จะหยุดหมุน

บรรทัด 346 - เมื่อน้ำหนักถึงที่เลือกแล้ว จะทำให้มอเตอร์หยุดเริ่มการทำงานใหม่ เมื่อเวลาถึง 5 วินาที

บรรทัด 368 - เมื่อน้ำหนักถึงที่เลือกแล้ว จะทำให้มอเตอร์หยุดเริ่มการทำงานใหม่ เมื่อเวลาถึง 5 วินาที

บรรทัด 390 - เมื่อน้ำหนักถึงที่เลือกแล้ว จะทำให้มอเตอร์หยุดเริ่มการทำงานใหม่ เมื่อเวลาถึง 5 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.32 Ladder บรรทัดที่ 412 ถึง 480

บรรทัด 412 - เมื่อน้ำหนักถึงที่เลือกแล้ว จะทำให้มอเตอร์หยุดเริ่มการทำงานใหม่เมื่อเวลาถึง 5 วินาที

บรรทัด 416 - เป็นการย้ายค่า (Move) ค่า จาก DT46 ไปยัง DT58

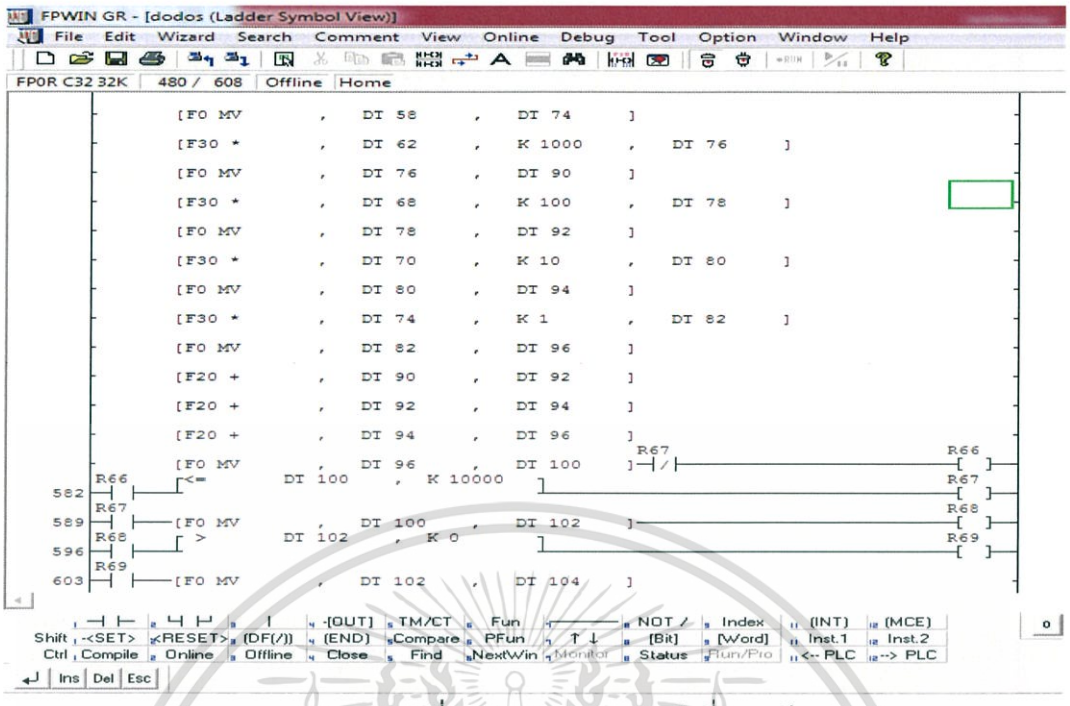
บรรทัด 425 - เป็นการนำค่าคงที่ K 808464432 ซึ่งแปลงเป็นรหัส Ascii ได้ 30 30 30 30 มาลบ

บรรทัด 435 - เป็นการเปรียบเทียบ (Compare) ค่าที่มากกว่าหรือเท่ากลับ 0

บรรทัด 442 - เป็นการนำค่าที่ลบได้ย้าย (Move) ไปเก็บไว้ยัง DT62 แล้วนำไปโมดูลัสเอาเลขจำนวนเต็มโดย K 16777216 จะเป็นค่า 1000000 ในฐาน 16 แล้วจะได้เลขตัวเดียวซึ่งนำไปเก็บไว้ใน DT62 จากนั้นนำค่าที่เก็บไว้ใน DT62 ไปคูณกับ 256 ซึ่งคือ 10 ในฐาน16 แล้วนำค่าที่คูณไปเก็บยัง DT66 แล้วนำค่าที่เก็บไว้ใน DT66 ไปลบออกจาก DT59 จะได้ตัวเลขอีกตัวออกมา

บรรทัด 480 - นำค่าที่ลบแล้วย้าย (Move) ไปเก็บยัง DT68 จากนั้น ทำการโมดูลัส DT58 ด้วยค่าคงที่ K 256 ซึ่งเป็น 10 ในฐาน16 แล้วนำค่าไปเก็บที่ DT70 จะได้เลขอีก 1 ตัวมา จากนั้นนำเลขที่ได้ไปคูณ K 256 แล้วนำไปลบออกจาก DT58 จะได้เลขอีกตัวมา แล้วนำค่านั้นไปเก็บที่ DT74 จากนั้นนำเลขที่ได้มาคูณเลขในแต่ละตำแหน่งซึ่งเป็นเลข 1000,100,10,1 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าที่คูณเรียบร้อยแล้ว มาบวกกันจะได้เป็นค่า Integer ทั้งหมด แล้วนำมาเก็บไว้ใน DT100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33 Ladder บรรทัดที่ 582 ถึง 603

บรรทัด 582 – เป็นการนำค่าที่ DT100 มาเปรียบเทียบ (Compare) โดยค่าที่ตั้งไว้ คือ <=K 10000 ซึ่งแปลว่า ค่าที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10000 สามารถผ่านไปได้ เป็นการกรองข้อมูล

บรรทัด 589 - เป็นการนำข้อมูลที่ผ่านไปได้ไปเก็บไว้ยัง DT102

บรรทัด 596 - เป็นการนำค่าที่ DT102 ไปเปรียบเทียบ (Compare) อีกรอบโดยค่าที่ตั้งไว้คือ > 0 ซึ่งแปลว่าค่าที่มากกว่า 0 สามารถผ่านไปได้

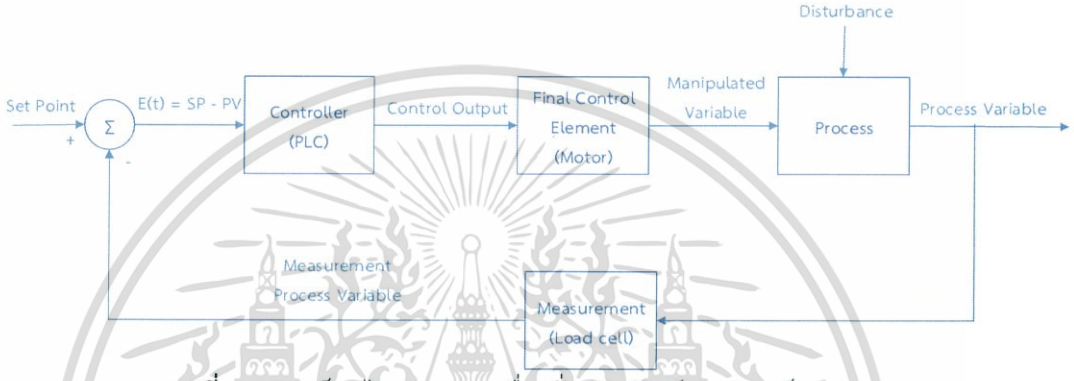
บรรทัด 603 - เป็นการนำค่าที่ผ่านมาย้ายค่า (Move) ไปเก็บไว้ยัง DT104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram)

ในการเขียนแบบของบล็อกไดอะแกรมนั้น จะเป็นวิธีที่การเขียนที่ให้สามารถทำความเข้าใจในวิธีในการศึกษาดูทิศทางของสัญญาณต่างๆ ที่จะเข้าบล็อกหรือออกจากบล็อก ซึ่งลักษณะในการเขียนบล็อกไดอะแกรมนั้น จะเขียนเรียงลำดับของบล็อก คือเรียงกันไปตามขั้นตอนของสัญญาณและส่วนของทิศทางจะมีลูกศรกำกับไว้เพื่อบอกทิศทางของสัญญาณ

บล็อกไดอะแกรมจะเป็นแบบคร่าวๆซึ่งในแต่ละบล็อกจะมีส่วนประกอบของวงจร ยกตัวอย่าง เช่น อุปกรณ์ เครื่องมือ และวงจรที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกัน ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการเขียนวงจรและง่ายต่อการอ่านทางเดินของสัญญาณ ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องจักร



รูปที่ 3.34 บล็อกไดอะแกรมเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด

จากรูปที่ 3.24 เป็นบล็อกไดอะแกรมแบบปิดของเครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด ซึ่งจะเริ่มจากป้อนค่าที่ต้องการ (Set Point) ให้กับตัวประมวลผลและควบคุมซึ่งก็คือ PLC แล้วตัวประมวลผลและควบคุมจะส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายซึ่งก็คือมอเตอร์ เพื่อให้สามารถทำการควบคุมการทำงานให้เกิดกระบวนการลำเลียงผลิตภัณฑ์ไปยังที่กระบะชั่งที่มีเครื่องมือวัดซึ่งก็คือโหลดเซลล์ และโหลดเซลล์ก็จะทำการชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์ และส่งสัญญาณค่าน้ำหนัก (Process Variable) ไปยังตัวตัวประมวลผลและควบคุม เพื่อที่จะทำการประมวลผลและควบคุมให้ได้น้ำหนักใกล้เคียงกับที่ต้องการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทดลองหาความคลาดเคลื่อนและค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ได้

จากการทดลองความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสมในการลำเลียงให้ได้เร็วสูงสุดและไม่เกิดการติดขัดในการใช้ลำเลียงคือ 40 รอบต่อนาที จึงจะใช้ความเร็วรอบเท่านี้ตลอดทุกการทดลอง และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดลอง คือ อาหารเม็ดขนาด 3.0 มิลลิเมตร (1 เม็ด น้ำหนักประมาณ 0.4 กรัม)

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยตัวอย่าง ($\bar{x}$) เป็นการหาค่ากึ่งกลางของค่าสังเกตทั้งหมดโดยหาได้จากผลรวมของค่าสังเกตทั้งหมดหารด้วยขนาดตัวอย่าง (Simple Size) กำหนดให้ n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดหรือขนาดตัวอย่างในที่นี้มีขนาดเท่ากับ 20 และ x_i เป็นค่าสังเกตที่ i และค่าเฉลี่ยตัวอย่างสามารถหาได้จาก

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + ... + x_n) / n$$

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนัก 500 กรัม

ครั้ง	น้ำหนักที่ได้ (กรัม)	ค่าความคลาดเคลื่อน (กรัม)
1	495	5
2	506	6
3	509	9
4	508	8
5	502	2
6	496	4
7	510	10
8	499	1
9	496	4
10	496	4
11	498	2
12	496	4
13	509	9
14	503	3
15	518	18
16	506	6
17	501	1
18	492	8
19	504	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนัก 500 กรัม (ต่อ)

ครั้ง	น้ำหนักที่ได้ (กรัม)	ค่าความคลาดเคลื่อน (กรัม)
20	506	6

ค่าน้ำหนักที่ได้เฉลี่ย ($\bar{x}$) = 502.5 กรัม
เวลาการชั่งต่อ 1 ถุง คือประมาณ 15 วินาที

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนัก 750 กรัม

ครั้ง	น้ำหนักที่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน (กรัม)
1	751	1
2	744	6
3	737	13
4	748	2
5	749	1
6	748	2
7	752	2
8	755	5
9	762	12
10	739	11
11	744	6
12	742	8
13	741	9
14	746	4
15	755	5
16	753	3
17	756	6
18	740	10
19	749	1
20	753	3

ค่าน้ำหนักที่ได้เฉลี่ย ($\bar{x}$) = 748.2 กรัม
เวลาการชั่งต่อ 1 คือประมาณ 22 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนัก 1000 กรัม

ครั้ง	น้ำหนักที่ได้	ค่าความคลาดเคลื่อน (กรัม)
1	1004	4
2	996	4
3	1012	12
4	1000	0
5	994	6
6	1007	7
7	999	1
8	1006	6
9	1006	6
10	1000	0
11	1002	2
12	1008	8
13	1007	7
14	1004	4
15	995	5
16	1008	8
17	992	8
18	999	1
19	1008	8
20	1004	4

ค่าน้ำหนักที่ได้เฉลี่ย ($\bar{x}$) = 1002.55 กรัม

เวลาการชั่งต่อ 1 ถุง คือประมาณ 28 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การคำนวณหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ Charts)

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย เหมาะสำหรับกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับหนึ่ง ซึ่งพบได้ในกระบวนการผลิตที่อัตราการผลิตต่ำมาก กำหนดให้

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}|$$

เมื่อ x_i เป็นค่าสังเกตที่ i

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยสามารถหาได้จาก

$$ULC = \bar{\bar{x}} + 3(\bar{MR}/d_2)$$
$$CL = \bar{\bar{x}}$$
$$LCL = \bar{\bar{x}} - 3(\bar{MR}/d_2)$$

เมื่อ UCL คือ ขีดจำกัดควบคุมบน
CL คือ เส้นค่ากลาง
LCL คือ ขีดจำกัดควบคุมล่าง
$\bar{\bar{x}}$ คือ ค่าน้ำหนักเฉลี่ย
d_2 คือ ค่าพารามิเตอร์ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุม หาได้จากการเปิดตาราง จะได้ค่า d_2 เท่ากับ 1.128

4.2.1 การหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 500 กรัม

นำผลการทดลองที่น้ำหนัก 500 กรัม มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย โดยที่จะต้องหาค่าเฉลี่ยของ MR และนำมาคำนวณหาขีดจำกัดบนและล่าง

ตารางที่ 4.4 ค่า MR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 500 กรัม

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	MR
1	495	-
2	506	11
3	509	3
4	508	1
5	502	6
6	496	6
7	510	14
8	499	11
9	496	3
10	496	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่า MR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 500 กรัม (ต่อ)

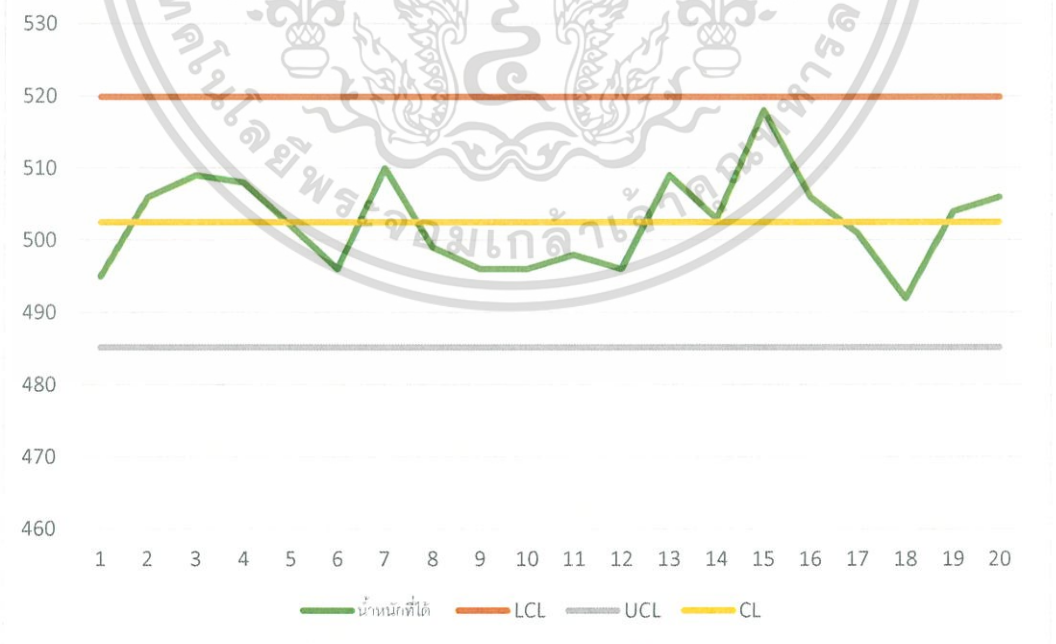
ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	MR
11	498	2
12	496	2
13	509	13
14	503	6
15	518	16
16	506	12
17	501	5
18	492	9
19	504	12
20	506	2
ค่าโดยเฉลี่ย	502.5	6.526

$$UCL = 502.5 + 3\,(6.526/1.128) = 519.86$$

$$CL = \bar{x} = 502.5$$

$$LCL = 502.5 - 3(6.526/1.128) = 485.14$$

นำค่าขีดจำกัดบน ขีดจำกัดล่าง เส้นค่ากลาง และค่าน้ำหนักที่ได้มาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงความสัมพันธ์



รูปที่ 4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 500 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 500 กรัม แสดงให้เห็นว่าไม่มีค่าใดในตัวอย่างที่เกินขีดจำกัดบนกับขีดจำกัดล่างเลย ซึ่งก็จะแสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักทุกค่าในตัวอย่างนั้นอยู่ในค่าที่ยอมรับได้และนับว่าเป็นของดี

4.2.2 การหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 750 กรัม

นำผลการทดลองที่น้ำหนัก 750 กรัม มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย โดยที่จะต้องหาค่าเฉลี่ยของ MR และนำมาคำนวณหาขีดจำกัดบนและล่าง

ตารางที่ 4.5 ค่า MR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 750 กรัม

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	MR
1	751	-
2	744	7
3	737	7
4	748	11
5	749	1
6	748	1
7	752	4
8	755	3
9	762	7
10	739	23
11	744	5
12	742	2
13	741	1
14	746	5
15	755	9
16	753	2
17	756	3
18	740	16
19	749	9
20	753	4
ค่าโดยเฉลี่ย	748.2	6.316

$$UCL = 748.2 + 3(6.316/1.128) = 764.997$$

$$CL = \bar{x} = 748.2$$

$$LCL = 748.2 - 3(6.316/1.128) = 731.042$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าขีดจำกัดบน ขีดจำกัดล่าง เส้นค่ากลาง และค่าน้ำหนักที่ได้มาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงความสัมพันธ์

รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 750 กรัม

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 750 กรัม แสดงให้เห็นว่าไม่มีค่าใดในตัวอย่างที่เกินขีดจำกัดบนกับขีดจำกัดล่างเลย ซึ่งก็จะแสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักทุกค่าในตัวอย่างนั้นอยู่ในค่าที่ยอมรับได้และนับว่าเป็นของดี

4.2.3 การหาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 1000 กรัม

นำผลการทดลองที่น้ำหนัก 1000 กรัม มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย โดยที่จะต้องหาค่าเฉลี่ยของ MR และนำมาคำนวณหาขีดจำกัดบนและล่าง

ตารางที่ 4.6 ค่า MR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 1000 กรัม

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	MR
1	1004	-
2	996	8
3	1012	6
4	1000	12
5	994	6
6	1007	13
7	999	8
8	1006	7
9	1006	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่า MR ของผลการทดลองที่น้ำหนัก 1000 กรัม (ต่อ)

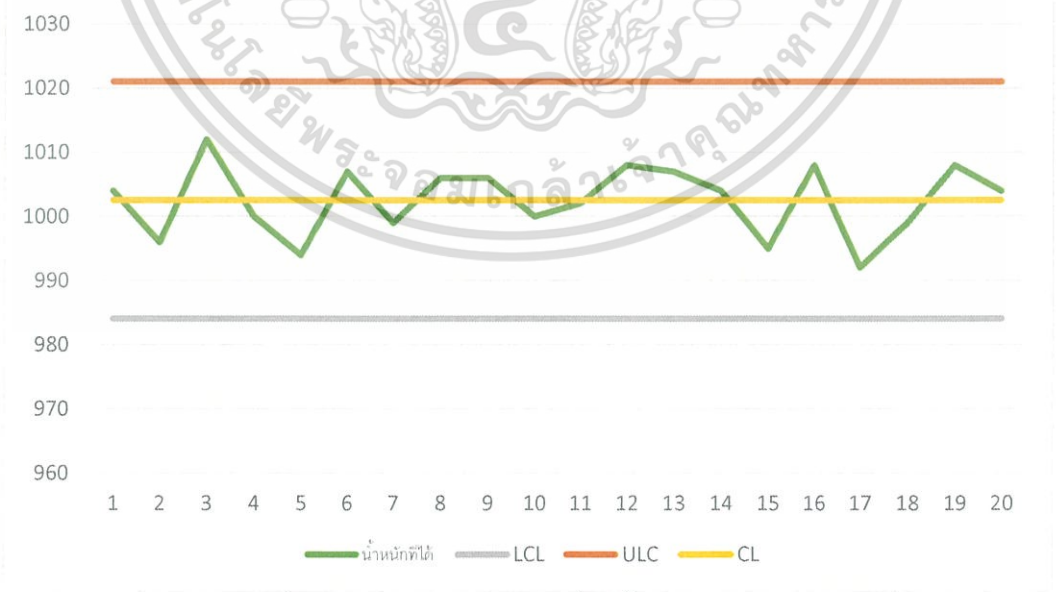
ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	MR
10	1000	6
11	1002	2
12	1008	6
13	1007	1
14	1004	3
15	995	5
16	1008	13
17	992	16
18	999	17
19	1008	9
20	1004	4
ค่าโดยเฉลี่ย	1002.55	6.947

$$UCL = 1002.55 + 3(6.947/1.128) = 1021.03$$

$$CL = \bar{\bar{X}} = 1002.55$$

$$LCL = 1002.55 - 3(6.947/1.128) = 984.07$$

นำค่าขีดจำกัดบน ขีดจำกัดล่าง เส้นค่ากลาง และค่าน้ำหนักที่ได้มาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงความสัมพันธ์



รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 1000 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่น้ำหนัก 1000 กรัม แสดงให้เห็นว่าไม่มีค่าใดในตัวอย่างที่เกินขีดจำกัดบนกับขีดจำกัดล่างเลย ซึ่งก็จะแสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักทุกค่าในตัวอย่างนั้นอยู่ในค่าที่ยอมรับได้และนับว่าเป็นของดี

4.3 การหาค่าความแม่นยำของเครื่อง (Accuracy of Machine)

เครื่องมือวัดหรือเครื่องจักรทุกตัวที่เกี่ยวกับการวัดหรือการชั่ง ควรจะต้องมีการหาค่าแม่นยำของเครื่องมือวัดหรือเครื่องจักรนั้นๆ เพื่อที่ผู้ใช้จะได้ทราบถึงค่าความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นว่าจะอยู่ในระดับใด ซึ่งสามารถหาได้จาก

$$\textit{ความถูกต้องหรือความแม่นยำ (\%Accuracy)} = |\,(Xc - \bar{x}\,)/\bar{x}\,\,| \times 100$$

เมื่อ Xc คือ ขีดจำกัดบน (UCL) และขีดจำกัดล่าง (LCL)

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่ได้ (CL)

การหาค่าความแม่นยำของเครื่องในที่นี้จะคิดจากค่าที่แย่ที่สุดของค่าในผลการทดลองเพื่อที่ผู้ใช้จะได้ทราบถึงค่าความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นว่าจะอยู่ในไม่เกินระดับใด

ที่น้ำหนัก 500 กรัม จะได้

$$\%\text{Accuracy (UCL)} = |\,(519.86 - 502.5)/502.5\,| \times 100 = 3.45\ \%$$

$$\%\text{Accuracy (LCL)} = |\,(485.14 - 502.5)/502.5\,| \times 100 = -3.45\ \%$$

$$\%\text{Accuracy} = \pm\ 3.45\ \%$$

ที่น้ำหนัก 750 กรัม จะได้

$$\%\text{Accuracy (UCL)} = |\,(765.0 - 748.2)/748.2\,| \times 100 = 2.24\ \%$$

$$\%\text{Accuracy (LCL)} = |\,(731.4 - 748.2)/748.2\,| \times 100 = -2.24\ \%$$

$$\%\text{Accuracy} = \pm\ 2.24\ \%$$

ที่น้ำหนัก 1000 กรัม จะได้

$$\%\text{Accuracy (UCL)} = |\,(1021.0 - 1002.6)/1002.6\,| \times 100 = 1.84\ \%$$

$$\%\text{Accuracy (LCL)} = |\,(984.1 - 1002.6)/1002.6\,| \times 100 = -1.84\ \%$$

$$\%\text{Accuracy} = \pm\ 1.84\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงงานนี้ ต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในหลายๆด้านมาประกอบกัน เช่น การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง การควบคุมมอเตอร์และกระบอกสูบนิวเมติกส์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกัน ซึ่งในการหาข้อมูลและการออกแบบก่อนจะนำมาทำเป็นชิ้นงานจริงนั้นใช้เวลานาน และผลงานที่ออกมานั้นก็ยังมีความผิดพลาดอยู่บ้างทำให้ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข เพราะฉะนั้นควรมีการวางแผนและตรวจทานการออกแบบเป็นอย่างดีเสียก่อน และควรที่จะเผื่อเวลาสำหรับการปรับแก้ไขข้อผิดพลาดที่คาดไม่ถึงเอาไว้ล่วงหน้าอีกด้วย

เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดที่ทำอาจจะไม่สามารถทำงานได้รวดเร็ว เพราะอัตราส่วนของชิ้นส่วนต่างๆมีขนาดเล็ก แต่ก็อาจแก้ไขได้โดยการขยายอัตราส่วนใหม่ให้เพิ่มมากขึ้น และต้องศึกษาเพิ่มเติมว่าต้อง เพิ่มความเร็วมอเตอร์เท่าไร ขยายขนาดของท่อลำเลียงออกเท่าไร ขยายกระบะชั่งออกเท่าไร จึงจะสามารถรับน้ำหนักได้หลายๆกิโลกรัม โครงสร้างควรจะออกแบบอย่างไรและใช้วัสดุอะไร และควรจะเลือกขนาดมอเตอร์เท่าไรที่ให้ได้ความเร็วในการลำเลียงที่เหมาะสมและมีความแม่นยำมากที่สุด เพราะสิ่งสำคัญของการชั่งและบรรจุแบบนี้นั้นคือ ความเร็วในการชั่งและบรรจุ และความแม่นยำของน้ำหนักที่ได้เพราะการการชั่งน้ำหนักที่ขาดหรือเกินในปริมาณมากๆอาจทำให้ธุรกิจเสียหายได้

จากการทดลองค่าที่ได้มีคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเล็กน้อยแต่ก็ไม่เกินขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่าง ซึ่งก็ถือว่าอยู่ในค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งค่าความแม่นยำของเครื่องคือ ±3.45 % ทั้งนี้ในแต่ละครั้งของการชั่งจะสังเกตได้ว่าค่าน้ำนั้นไม่เท่ากัน ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยในหลายๆด้าน ตัวอย่างเช่น ค่าน้ำหนักสุทธิตอนเริ่มต้นเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ และอาจเกิดจากผลิตภัณฑ์ไหลลงมาเกินในขณะที่เครื่องมือวัดในการชั่งรับค่าที่ถึงน้ำหนักที่เลือกไว้แล้ว แต่ยังมีอัตราการไหลที่ยังเหลืออยู่ในท่อลำเลียง หรืออาจเกิดจากแรงตกกระทบของผลิตภัณฑ์เนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่อาจทำให้ค่าน้ำหนักเกิดการคลาดเคลื่อนและทำให้ได้การบรรจุที่มีน้ำหนักต่ำกว่าที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] J.E Goldman and P.T Rawles, Applied Data Communications. Addison-Wesley, New York,2001

[2] J. Fulcher, An Introduction to Microcomputer Systems: Architecture and Interfacing. Addison-Wesley, Sydney,1989

[3] S. Mackay, E. Wright, D. Reynders and .J Park, Practical Industrial Data Network: Design, Installation and Troubleshooting. IDC Technologies, Perth,2004

[4] http://th.mt.com/th/th/home/products/Industrial_Weighing_Solutions

[5] http://www.thailandindustry.com

[6] http://thaimetrologyspd.com/index.php

[7] http://www.compomax.co.th/product/load-cell/

[8] http://www.mst.or.th/index.php?lay=show&ac=article&Id=539674770

[9] http://www.xn--72cce5bce6itc5ai0ab9w.net

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้เครื่องชั่งชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้เครื่องชั่งชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด

รูปที่ 1ก เครื่องชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด

รายละเอียดของเครื่อง

- ขนาดการชั่ง (Weighing Capacity) : 500 / 750 / 1000 กรัม
- ความเร็วการชั่ง (Weighing Speed) : 120 ถึง 240 ถุง/ชั่วโมง
- ค่าความละเอียด (Weighing Precision) : +/- 0.02 กิโลกรัม
- กำลังไฟฟ้า (Power Source) : 220 V AC / 50 Hz
- แรงดันลม (Air Pressure) : 0.05 เมกะปาสคาล

คุณสมบัติโดยรวมของเครื่อง

1) เครื่องรุ่นนี้เหมาะสำหรับการชั่งวัสดุที่มีลักษณะเป็นเม็ดหรือเกล็ด เช่น ข้าว ถั่ว อาหารสัตว์ ปุ๋ยเม็ด เป็นต้น

2) ระบบควบคุมการทำงานเครื่องชั่งชั่งผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ดประกอบด้วยโมดูลอ่านน้ำหนักคุณภาพสูง และเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับจอทัชสกรีนขนาด 7 นิ้ว แสดงผลกราฟฟิกสีสันสวยงามเข้าใจง่าย และทำงานร่วมกับ PLC ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) สามารถกำหนดจำนวนถุงได้ เมื่อครบตามจำนวนถุงที่กำหนดเครื่องจะหยุดเอง

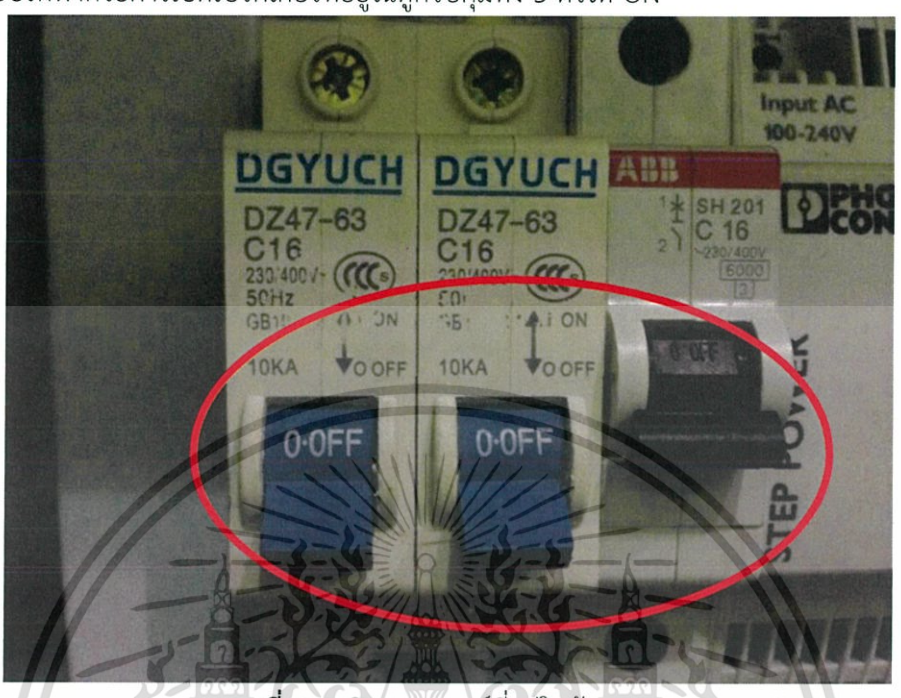
4) ตั้งค่าต่างๆของระบบผ่านจอทัชสกรีนที่ง่ายต่อการใช้งาน

5) วัสดุและอะไหล่ของเครื่องได้เลือกวัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานและหาซื้อได้ง่ายทำให้การซ่อมบำรุงจะมีราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เปิดระบบไฟฟ้าด้วยการเปิดเบรกเกอร์ที่อยู่ในตู้ควบคุมทั้ง 3 ตัวให้ ON



รูปที่ 2ก เปิดเบรกเกอร์ที่อยู่ในตู้ควบคุม

2. เปิดระบบลมและตั้งค่าความดันให้อยู่ที่ประมาณ 0.05 MPa (0.5 bar)

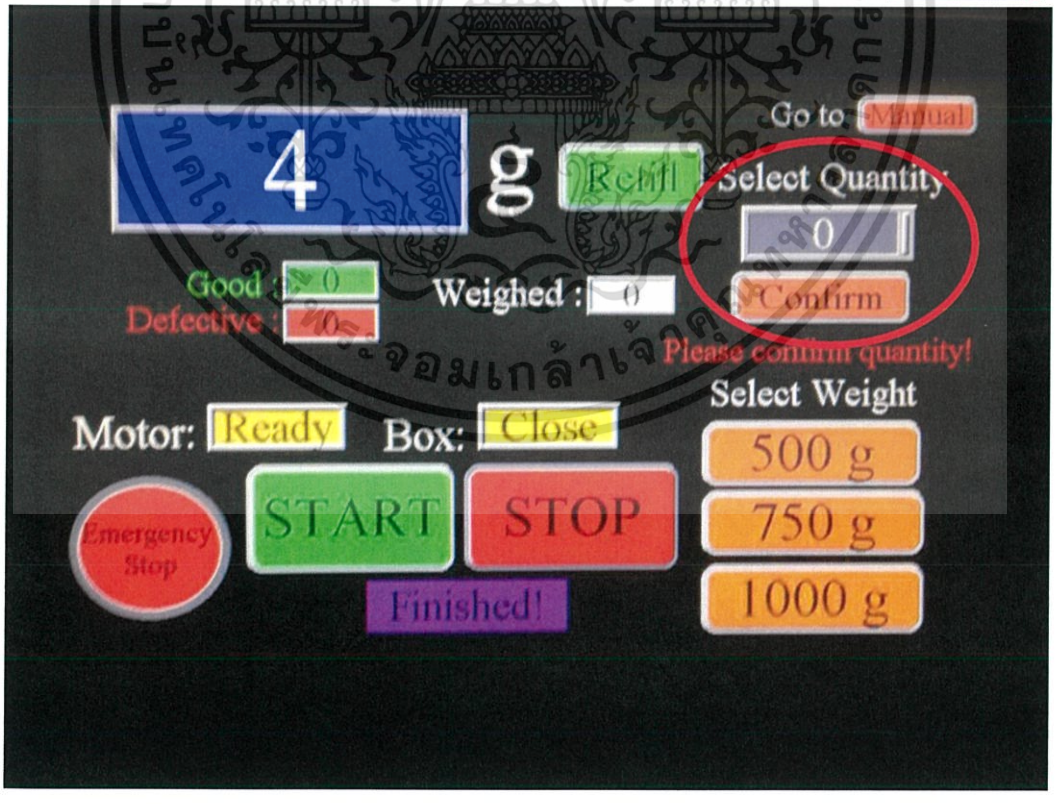
รูปที่ 3ก ตัวปรับความดันลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใส่ผลิตภัณฑ์ที่จะชั่งลงในถังเก็บผลิตภัณฑ์

รูปที่ 4ก ใส่ผลิตภัณฑ์ลงถังเก็บผลิตภัณฑ์

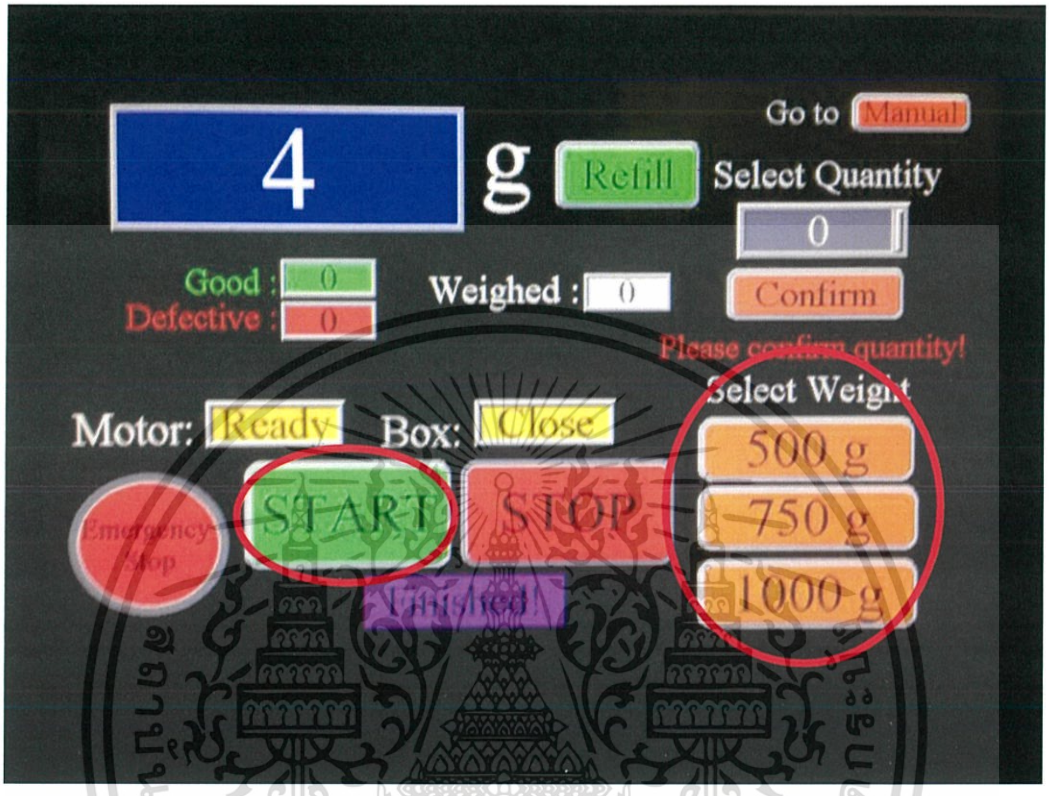
4. กดที่ บนจอ Touch Screen เลือกจำนวนที่ต้องการและกด



รูปที่ 5ก การเลือกจำนวนบนจอ Touch Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

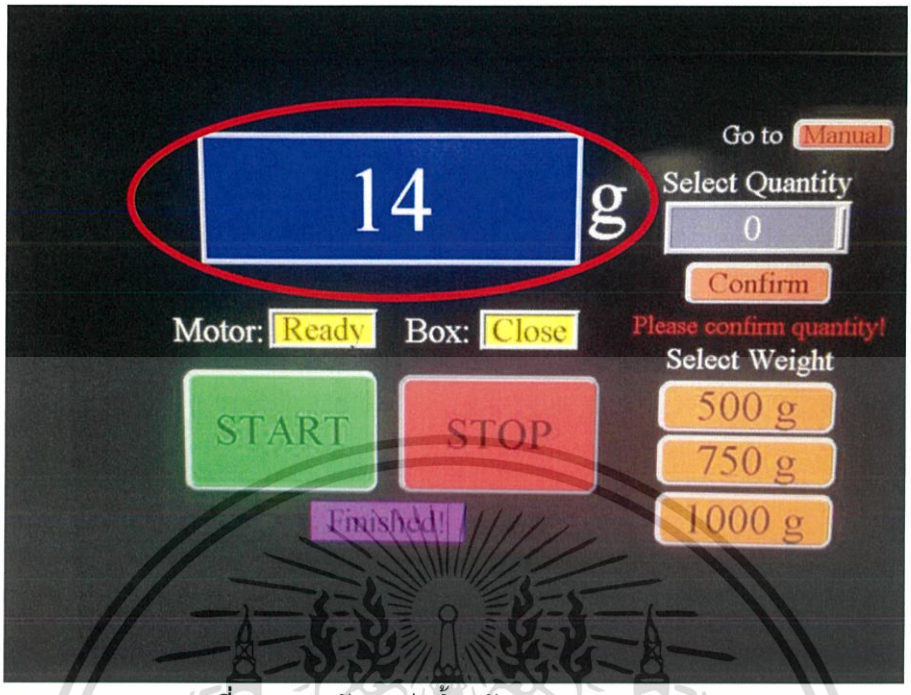
5. เลือกน้ำหนักที่ต้องการจะชั่ง และกดปุ่ม START ที่หน้าจอสัมผัส และเครื่องจะเริ่มทำการลำเลียงผลิตภัณฑ์



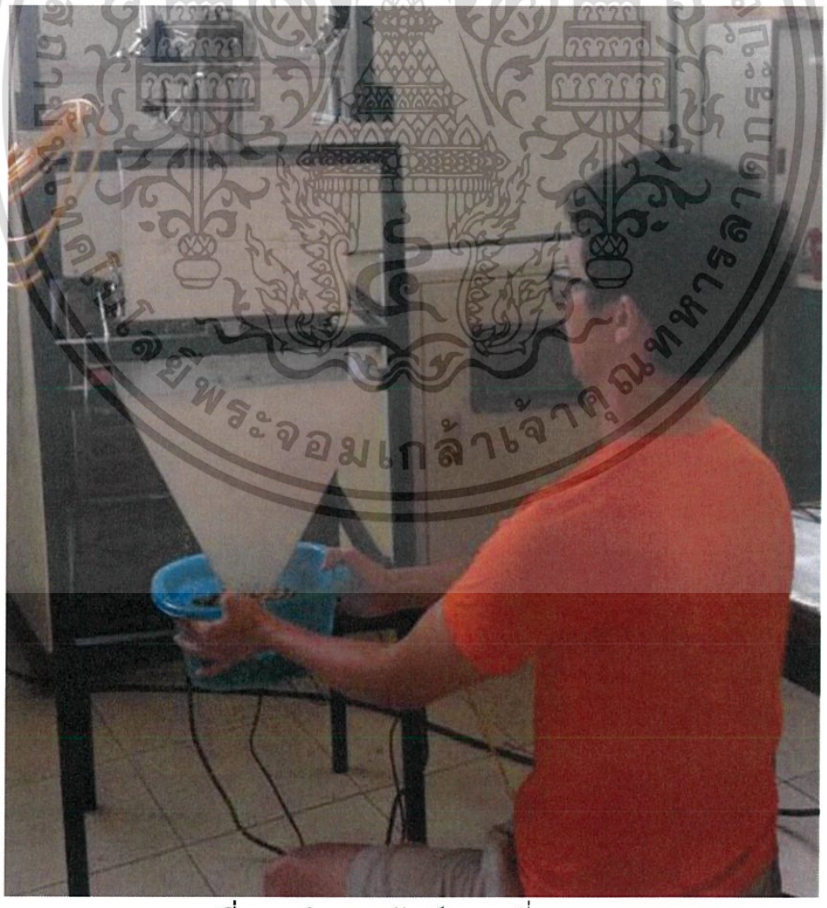
รูปที่ 6ก การเลือกน้ำหนักบนจอ Touch Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สังเกตค่าน้ำหนักที่จอแสดงผล เมื่อใกล้ถึงน้ำหนักที่ต้องการแล้วให้นำบรรจุภัณฑ์มารองที่กรวยกรอก



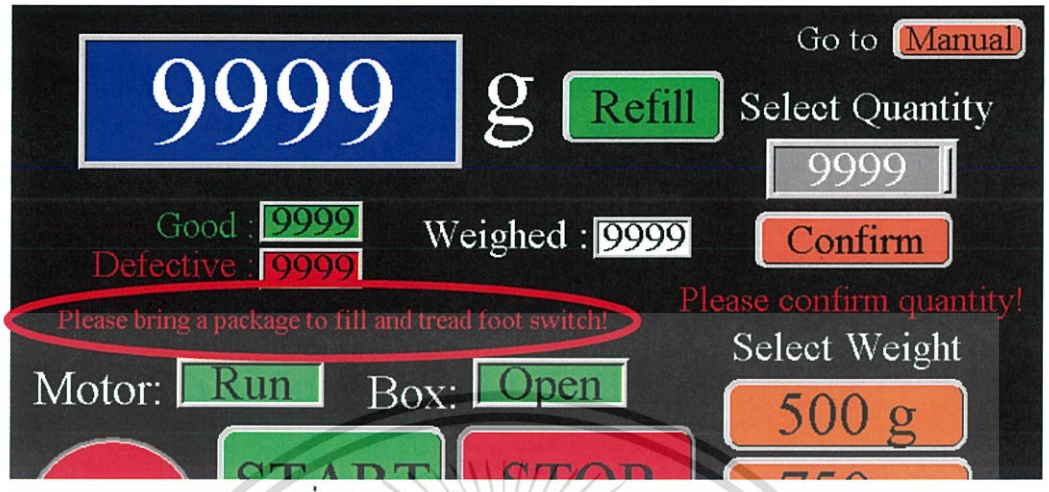
รูปที่ 7ก การสังเกตค่าน้ำหนักบนจอ Touch Screen



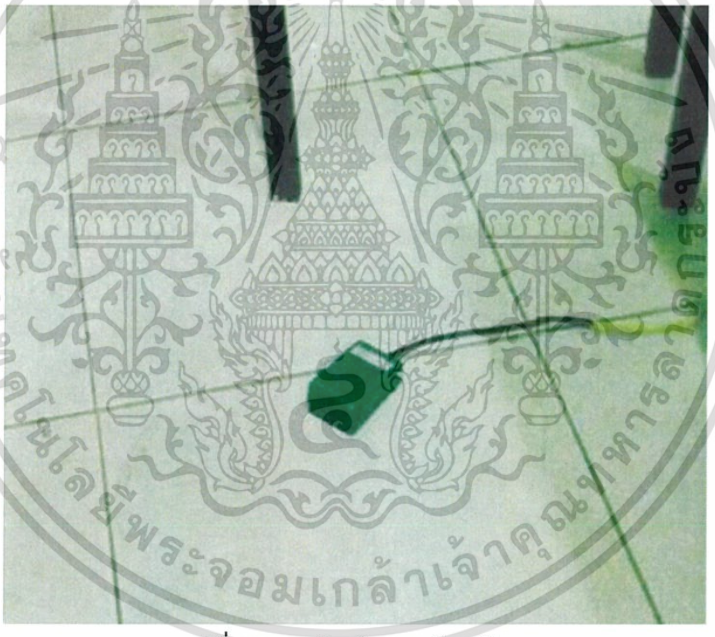
รูปที่ 8ก นำบรรจุภัณฑ์มารองที่กรวยกรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สังเกตข้อความ Please bring a package to fill and tread foot switch! ถ้าขึ้นมาแล้วให้เหยียบสวิตช์แบบเท้าเหยียบ 1 ครั้งแล้วปล่อย เพื่อเปิดกระบะชั่ง



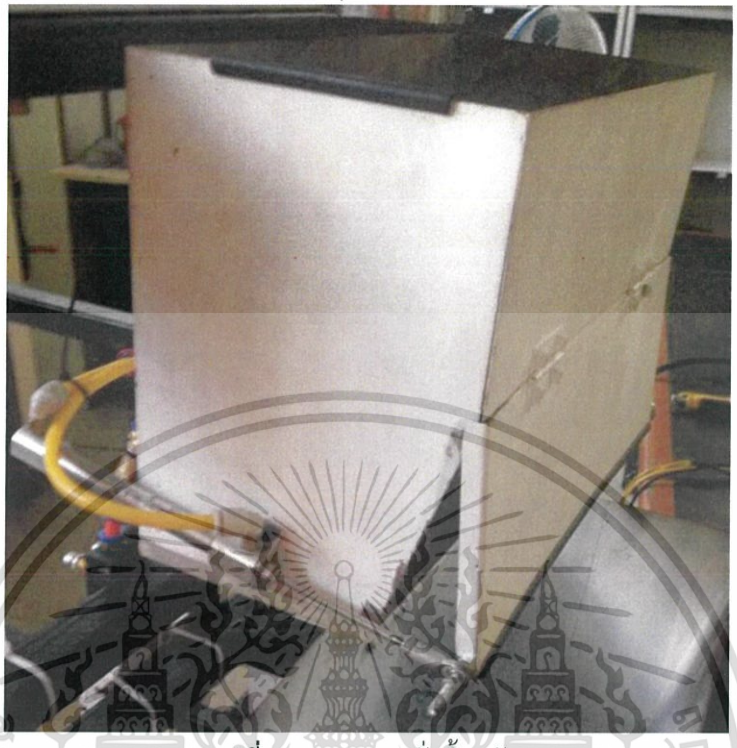
รูปที่ 9ก สังเกตข้อความบนจอ Touch Screen



รูปที่ 10ก สวิตช์แบบเท้าเหยียบ

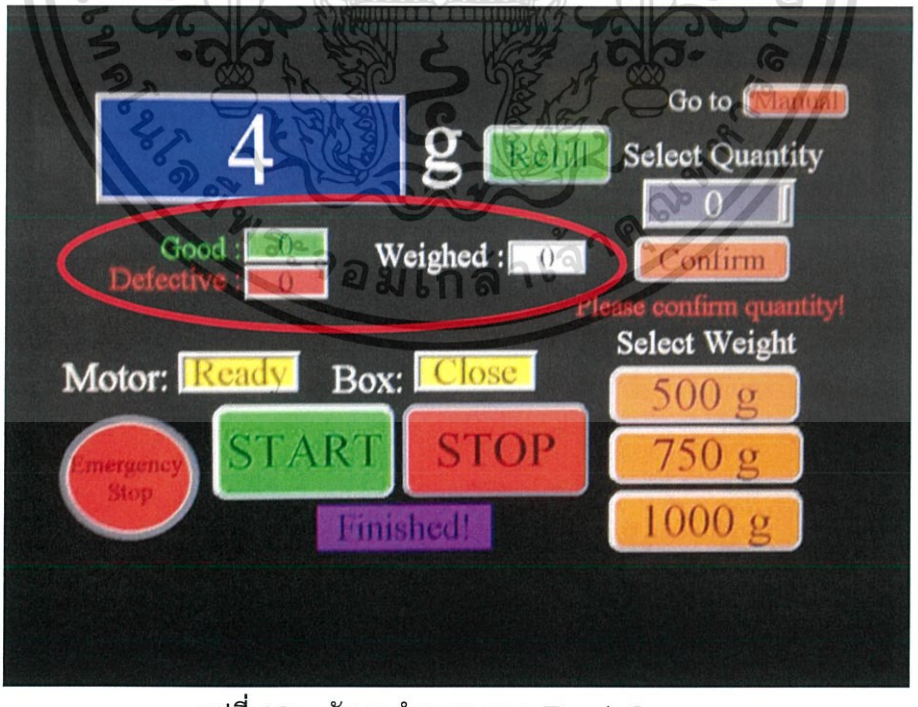
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กระบะชั่งจะเปิดเป็นเวลา 5 วินาทีและค่อยปิด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ไหลลงสู่กรวยกรอก และระบบจะดำเนินการทำต่อโดยอัตโนมัติจนถึงจำนวนที่ระบุไว้



รูปที่ 11ก กระบะชั่งน้ำหนัก

9. หากต้องการทราบจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ชั่งไปแล้ว มีจำนวนของดีของเสียเท่าไร ให้สังเกตที่

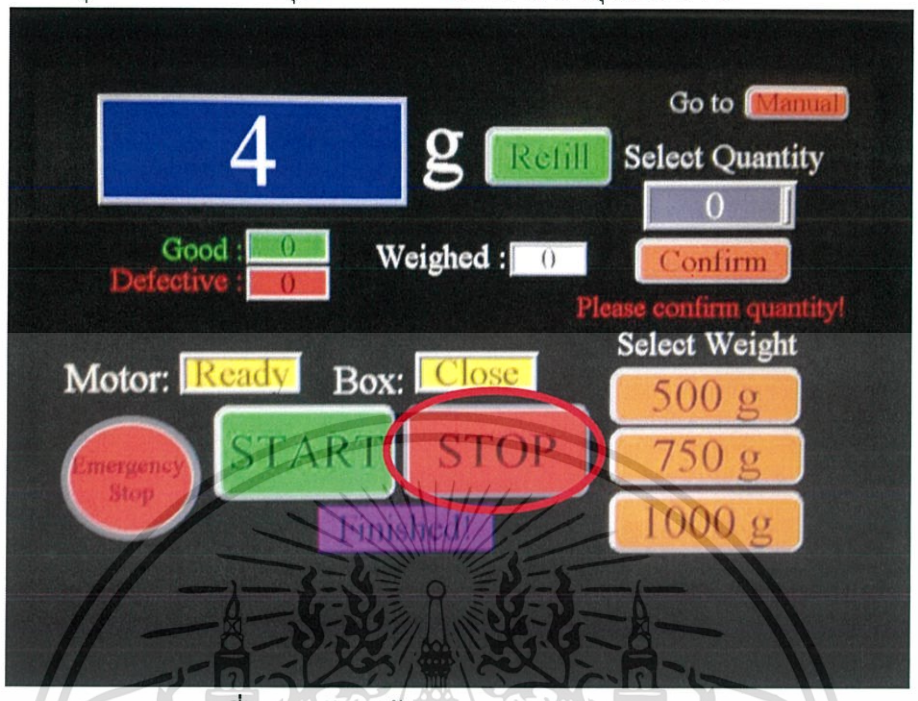


รูปที่ 12ก สังเกตจำนวนบนจอ Touch Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

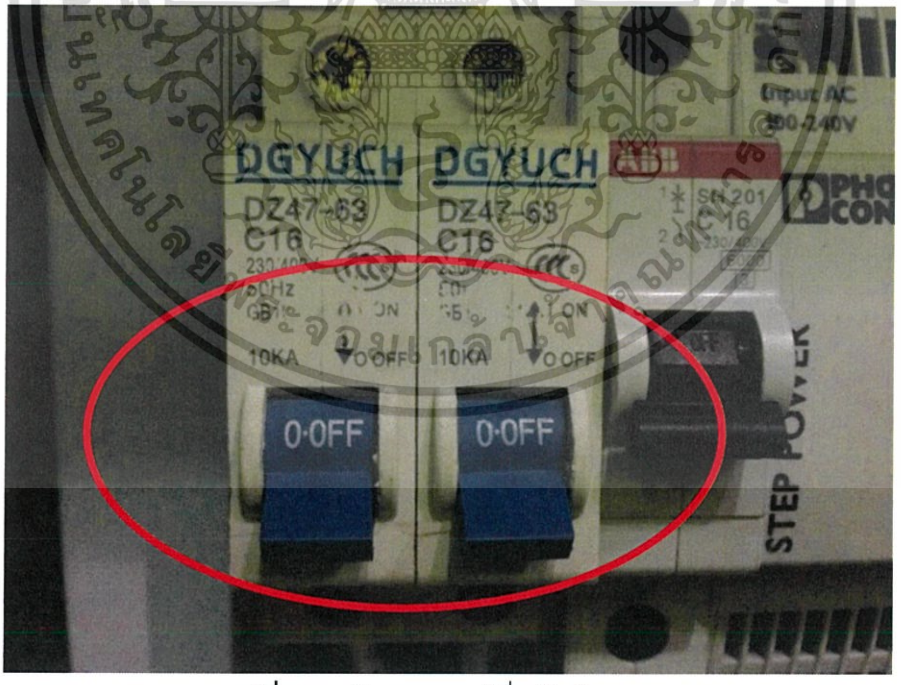
10. เมื่อต้องการหยุดการทำงานให้กดปุ่ม

เพื่อทำการหยุดการทำงาน



รูปที่ 13ก สังเกตข้อความบนจอ Touch Screen

11. เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานเรียบร้อยแล้วปิดระบบลมและระบบไฟฟ้า



รูปที่ 14ก ปิดเบรกเกอร์ที่อยู่ในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*** หมายเหตุ ***

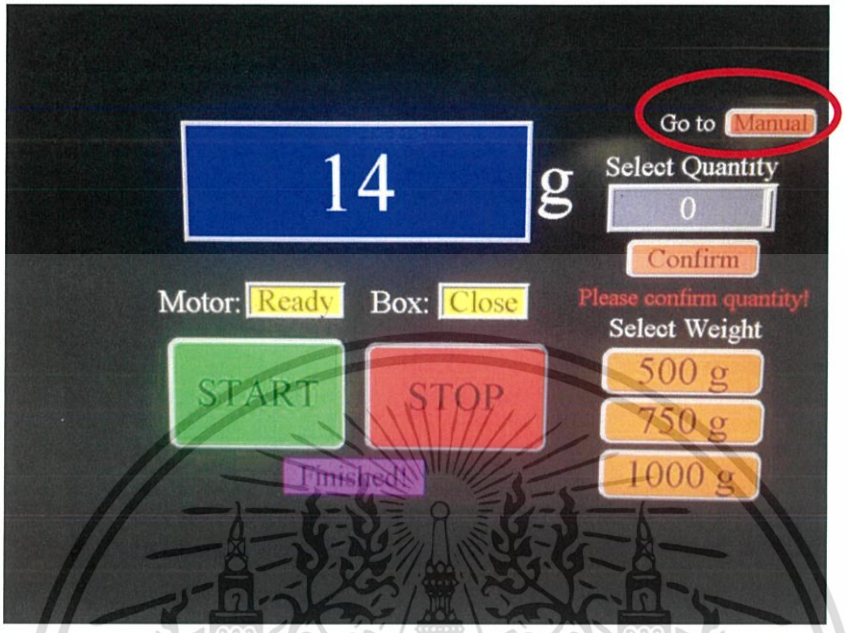
- หากต้องการหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Stop) ให้กดที่ปุ่ม ที่หน้าจอสัมผัส

รูปที่ 15ก ปุ่มหยุดฉุกเฉินบนจอ Touch Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หากต้องการทดสอบการทำงานระบบ Manual ให้กดปุ่ม

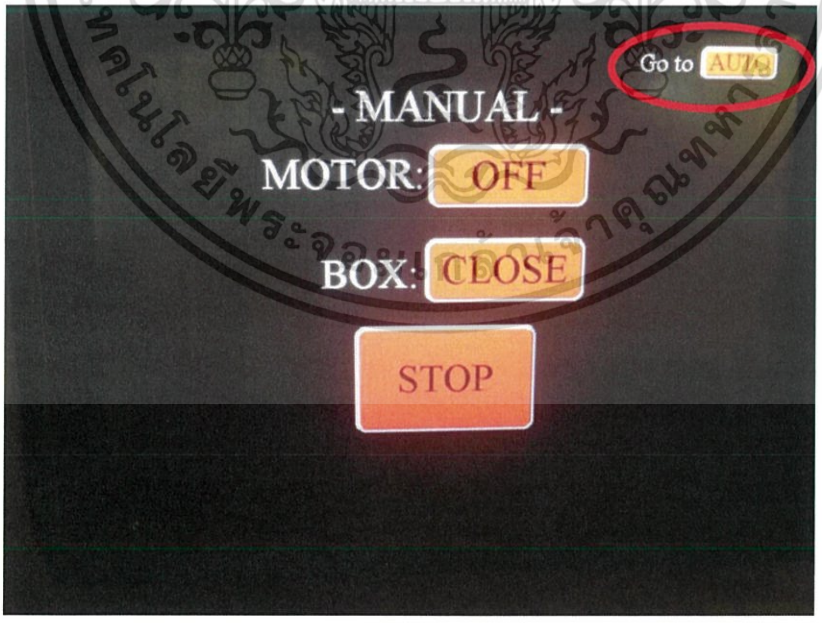
ที่หน้าจอสัมผัส



รูปที่ 16ก ปุ่มไปหน้าการควบคุมแบบ Manual บนจอ Touch Screen

- หากต้องการกลับสู่หน้าการทำงานระบบ Auto ให้กดปุ่ม

ที่หน้าจอสัมผัส



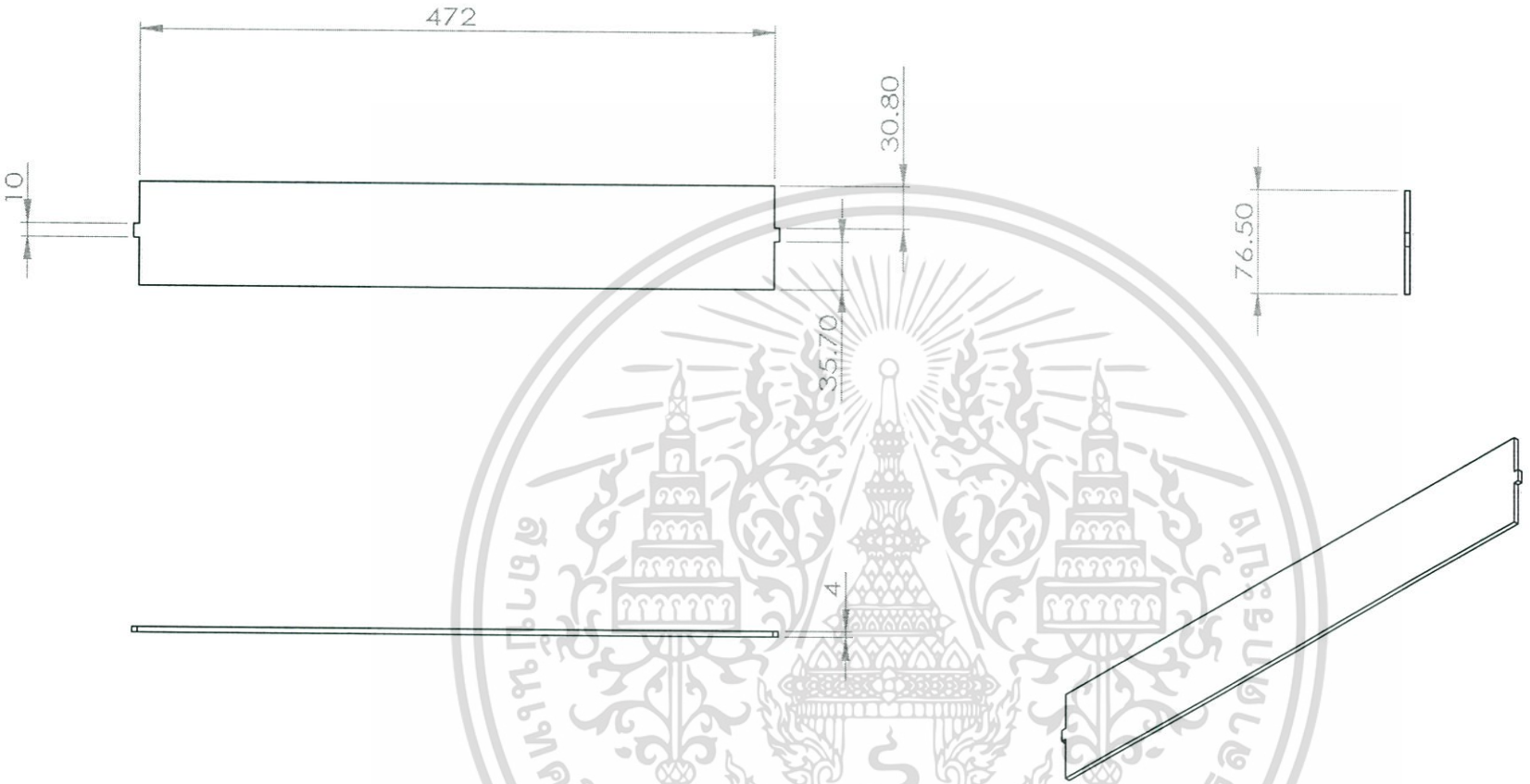
รูปที่ 17ก ปุ่มไปหน้าการควบคุมแบบ Auto บนจอ Touch Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Drawing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

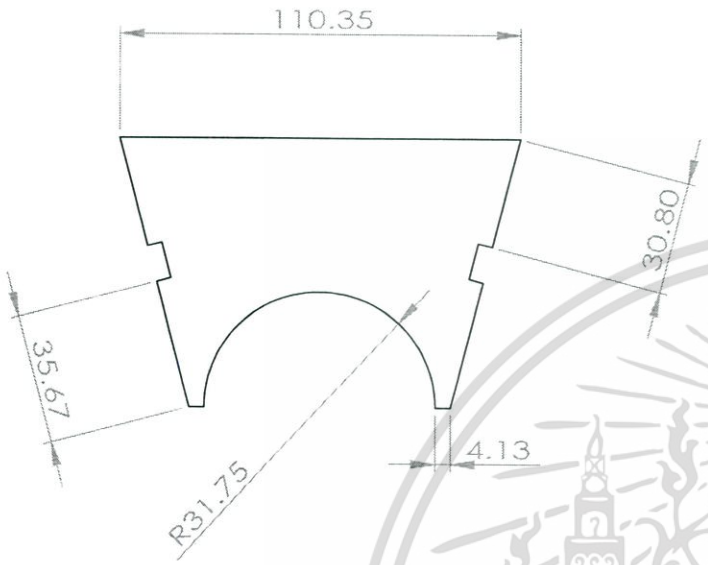
Cover 1

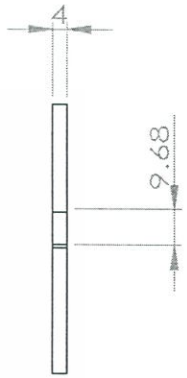
A4

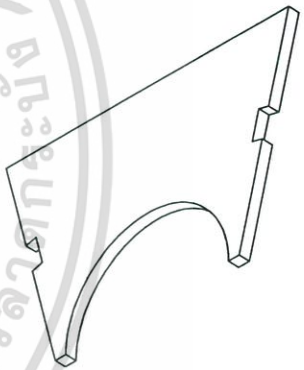
WEIGHT:

SCALE:1:5

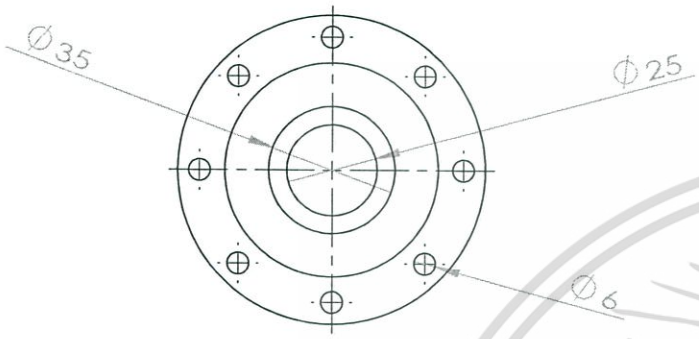
SHEET 1 OF 1

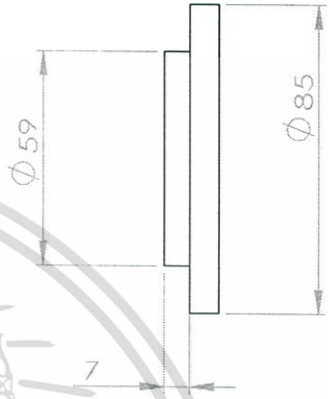


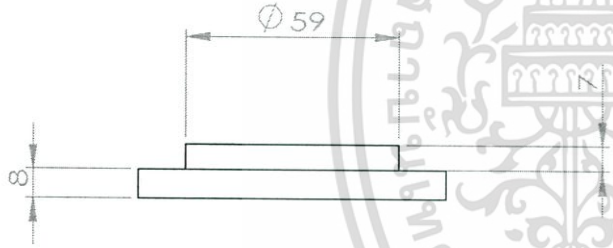


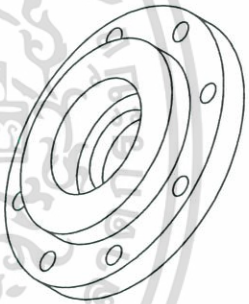


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:	
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
		MATERIAL:		DWG NO.	A4
				Cover 2	
		WEIGHT:		SCALE:1:1	SHEET 1 OF 1









UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

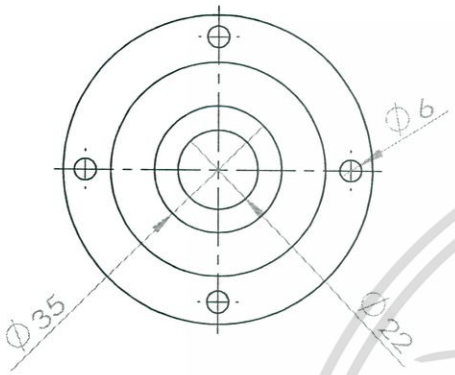
Couppling 1

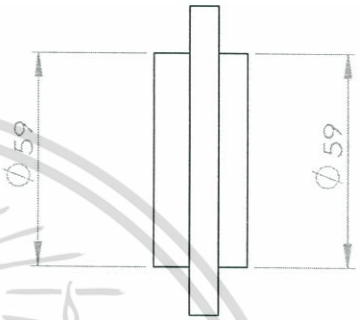
A4

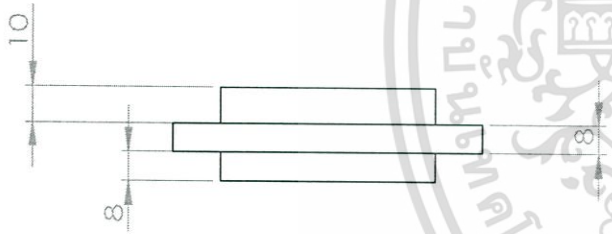
WEIGHT:

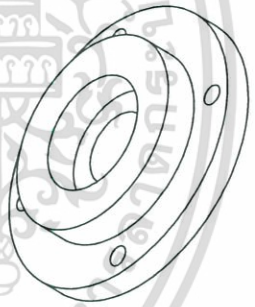
SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1









UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

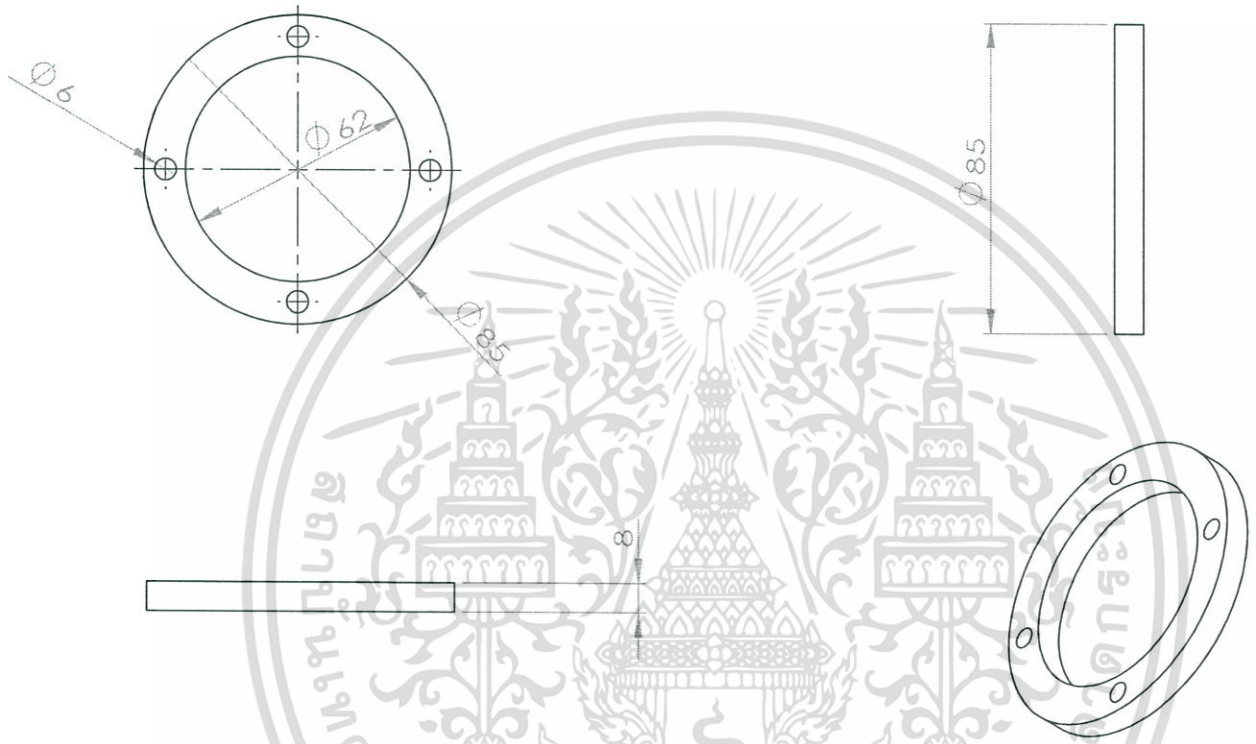
Coupling 2

A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

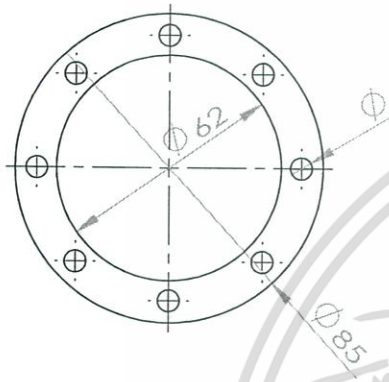
Gasket flange 1

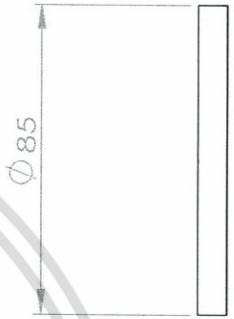
A4

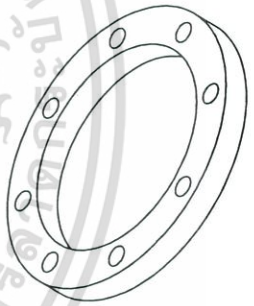
WEIGHT:

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1







UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

MATERIAL:

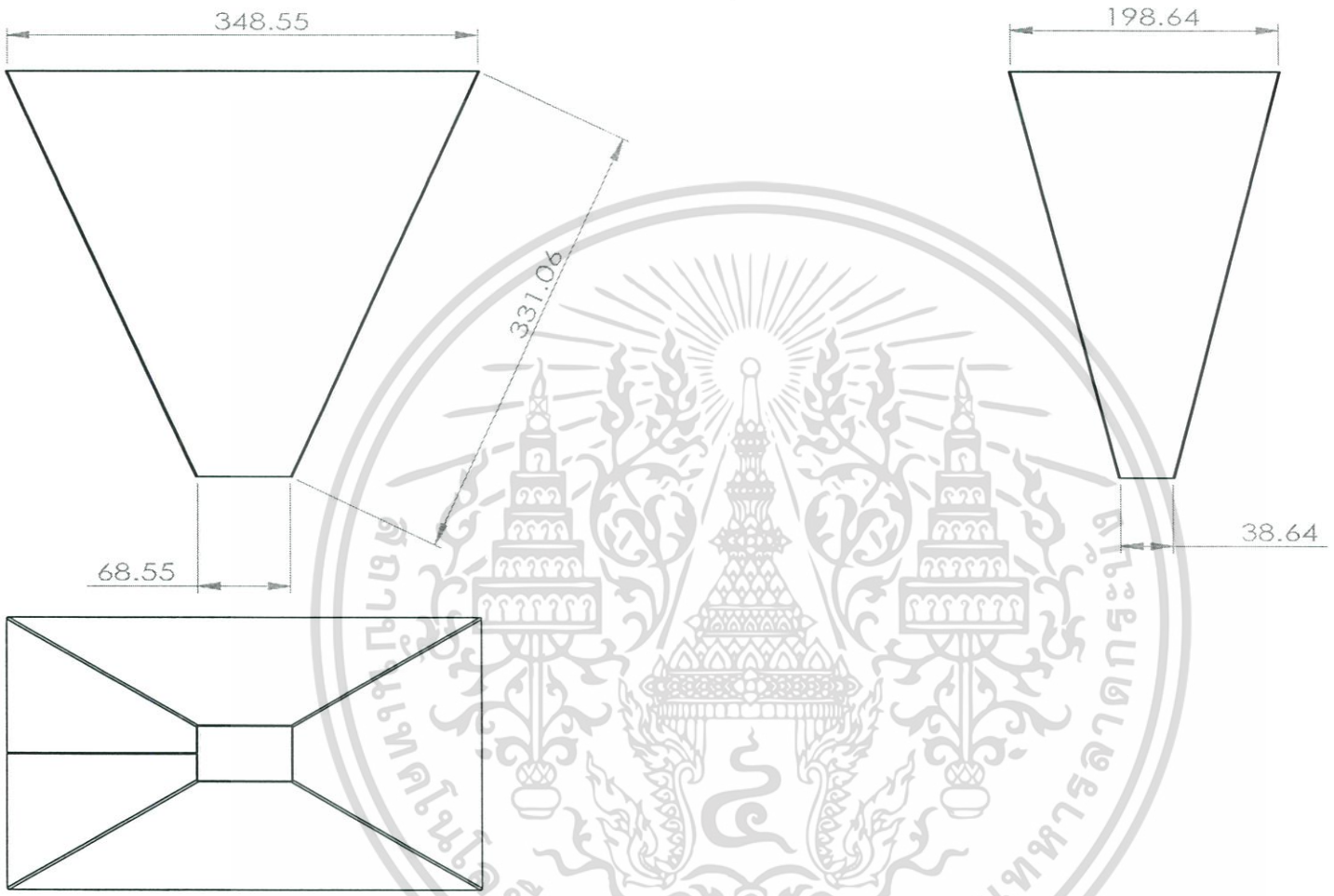
TITLE:

DWG NO.

Gasket flange 2

A4

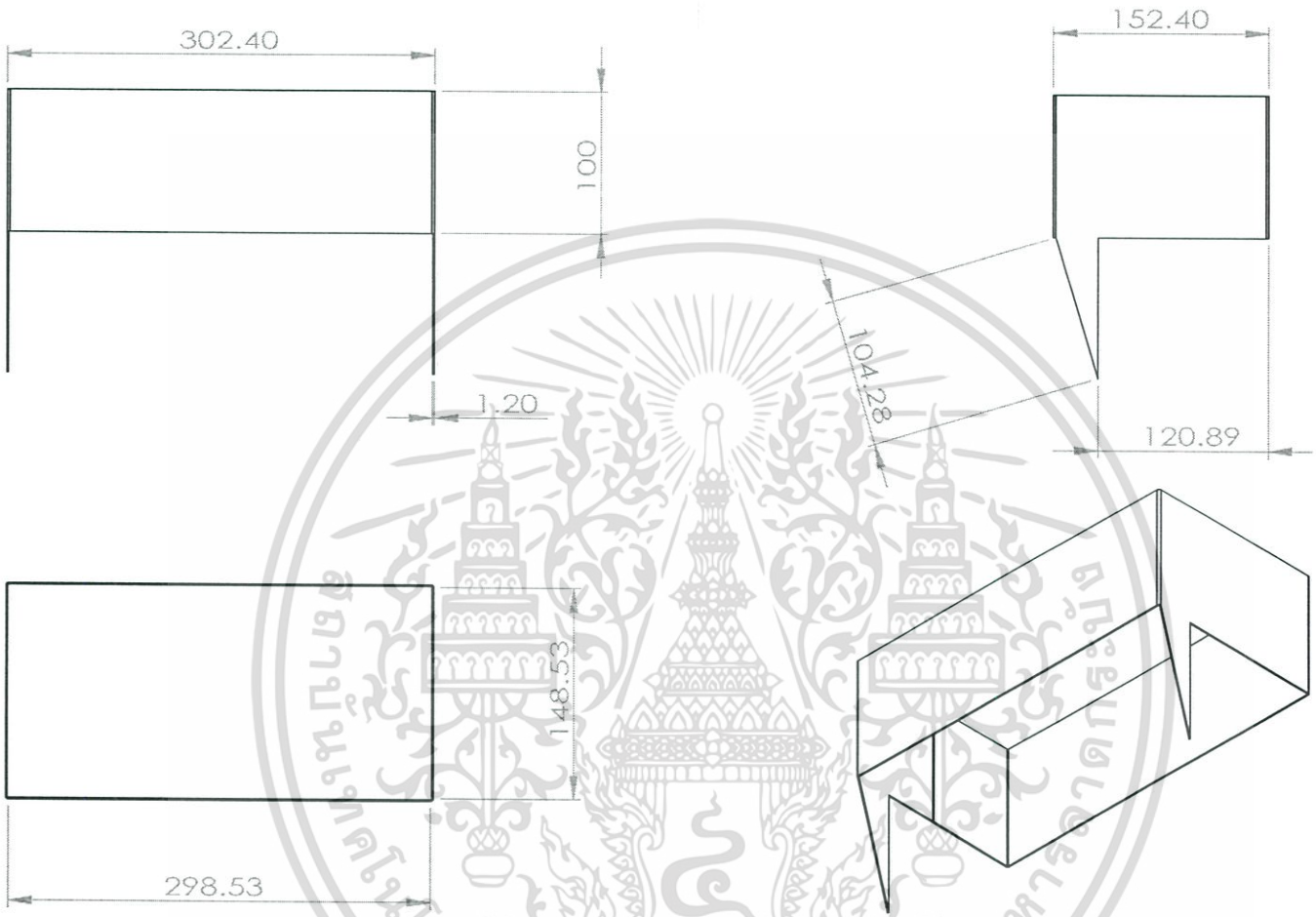
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:
DRAWN				
CHK'D				
APPV'D				
MFG				
Q.A				
		MATERIAL:		DWG NO.

กรวยกรอก

A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

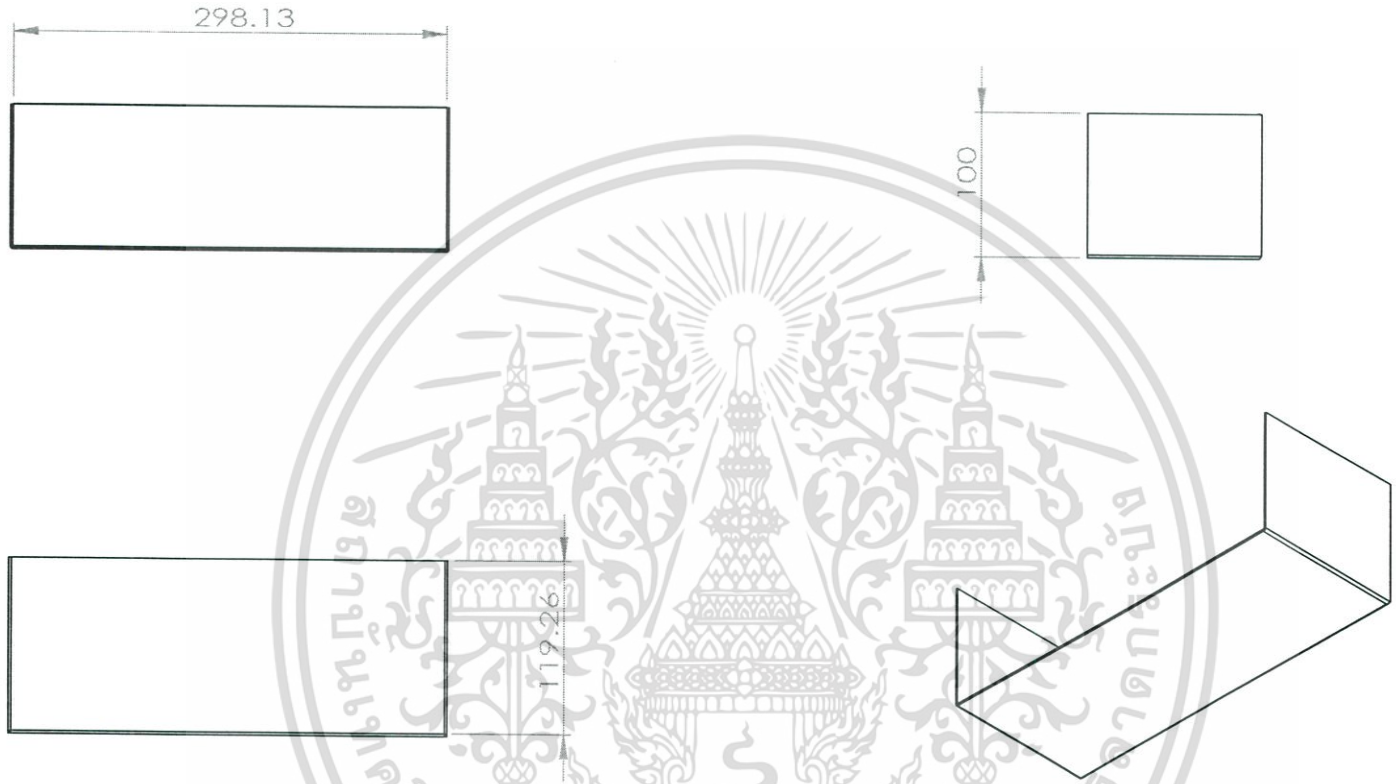
DWG NO.

กระบะชั่ง 1

A4

WEIGHT:

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

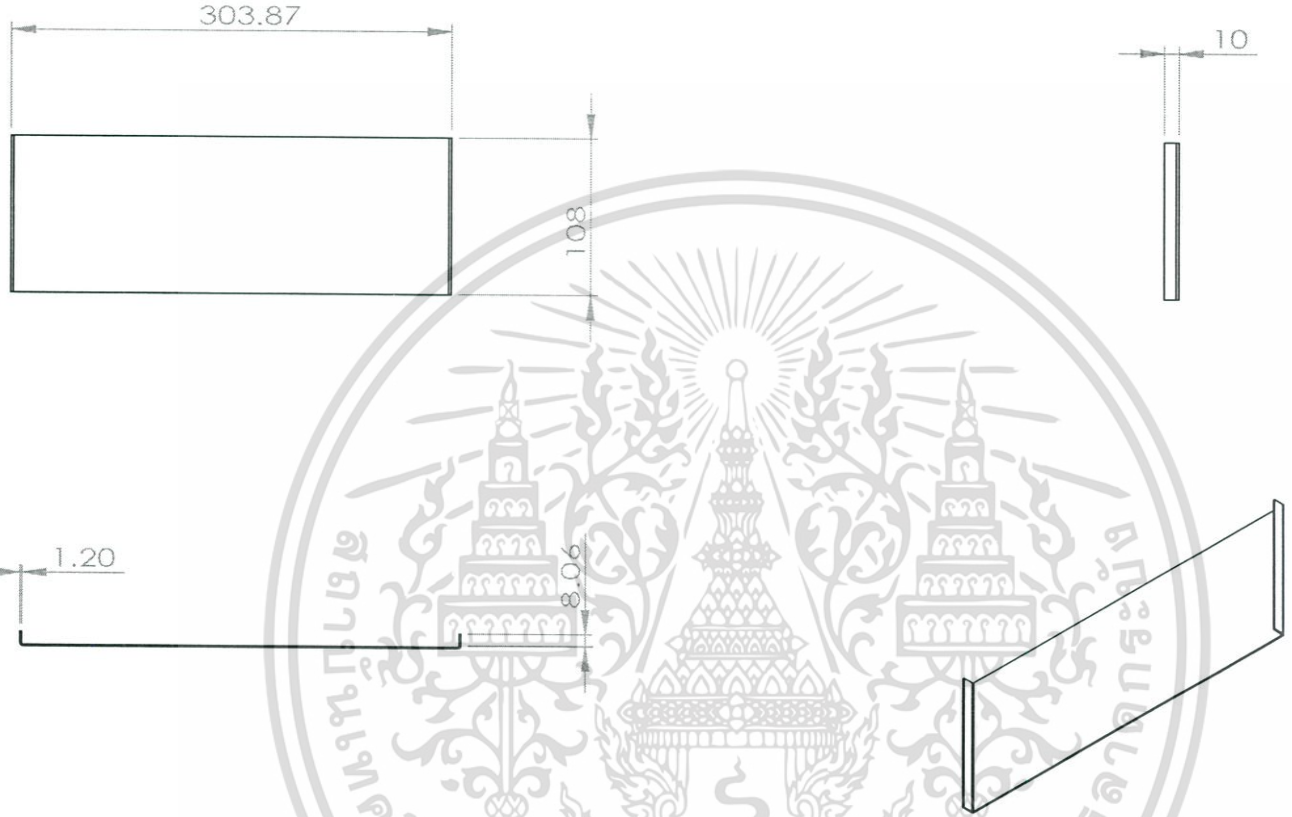
กระบะชั่ง 2

A4

WEIGHT:

SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

ฝาปิดกระบะชั่ง

A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING / REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

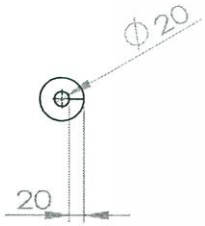
DWG NO. ฐานยึดกระบะชั่ง

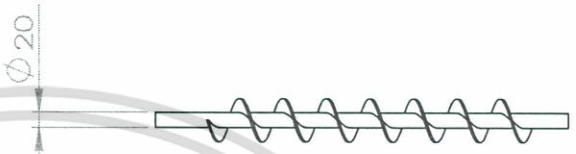
A4

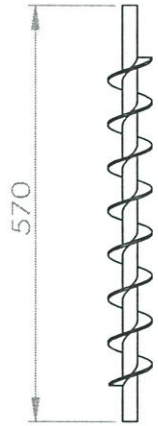
WEIGHT:

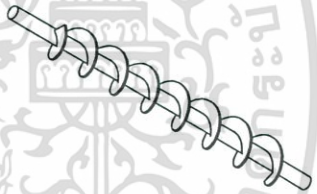
SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1









UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING / REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

MATERIAL:

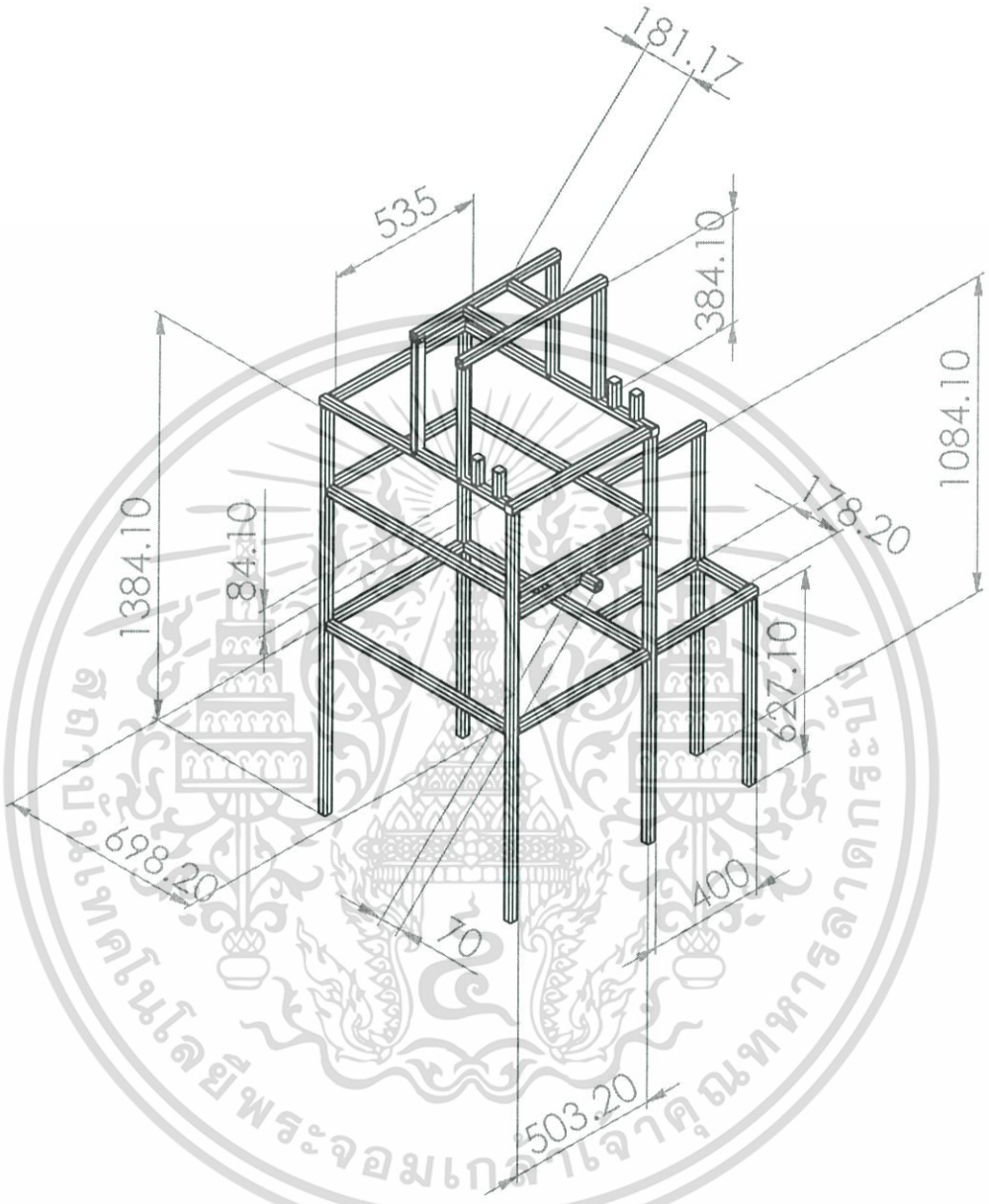
DWG NO. Screw converyer

A4

WEIGHT:

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING / REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

MATERIAL:

WEIGHT:

TITLE:

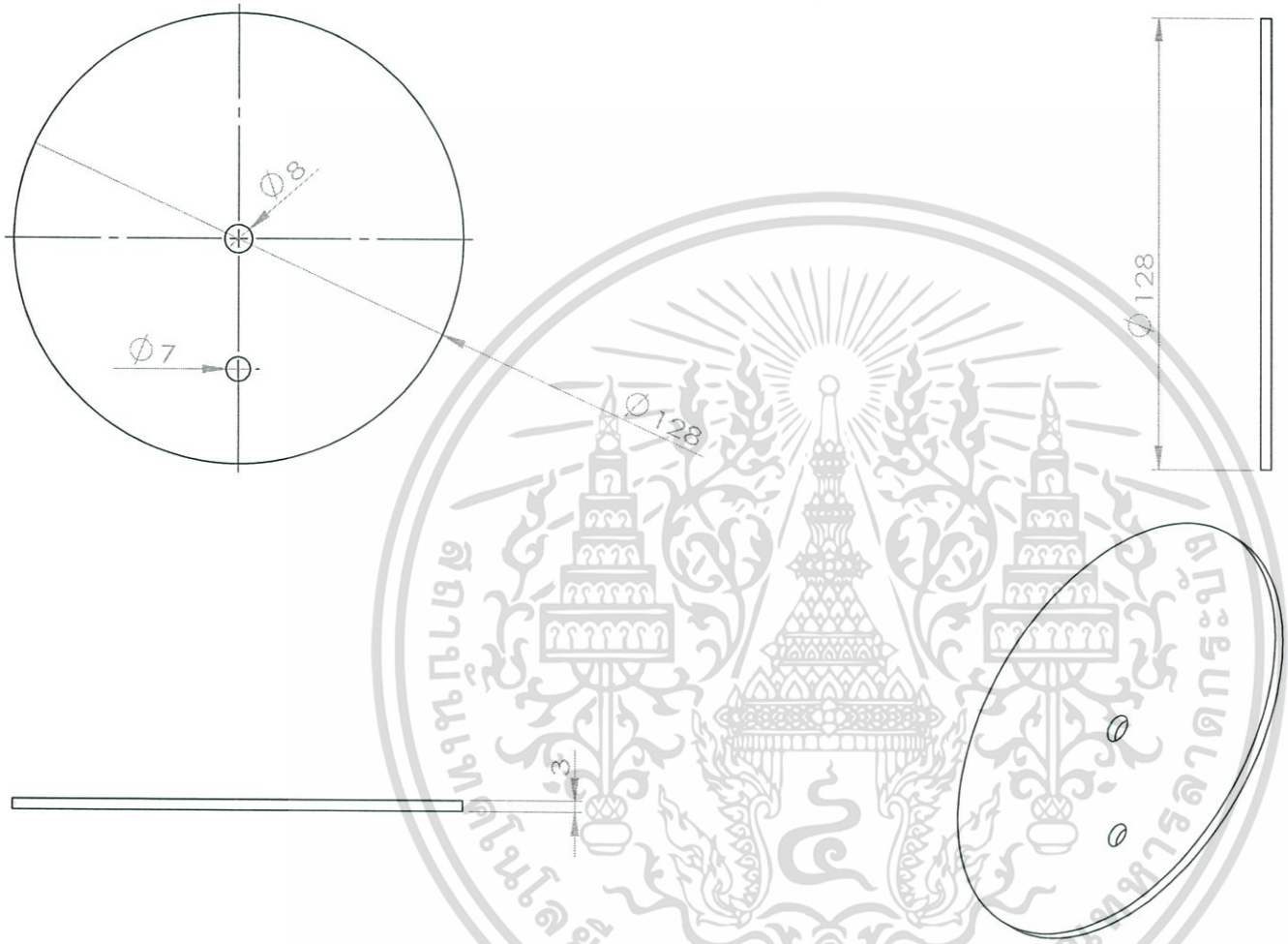
DWG NO. **โครงเหล็ก**

A4

SCALE:1:20

SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

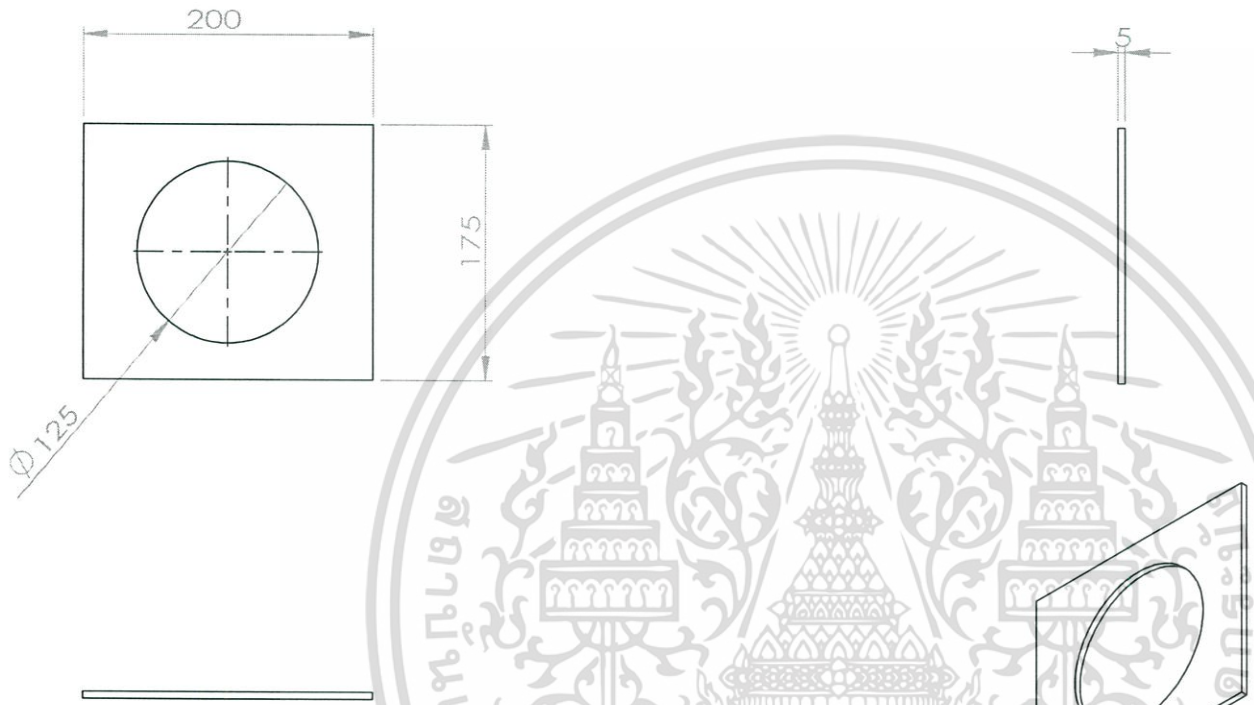
DWG NO. จานยึดมอเตอร์

A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

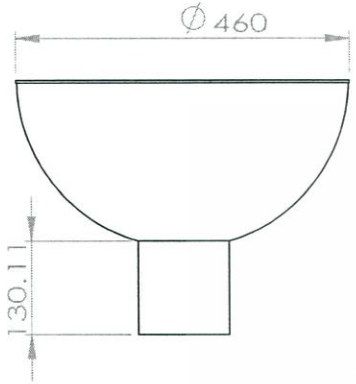
ฐานยึดไซโล

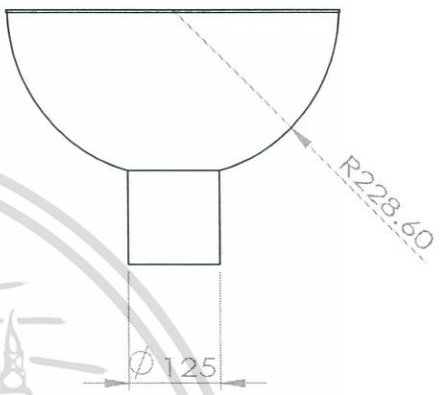
A4

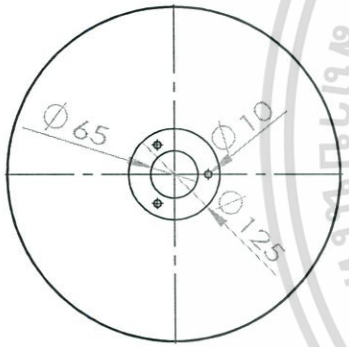
WEIGHT:

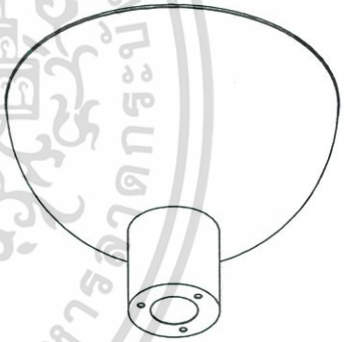
SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

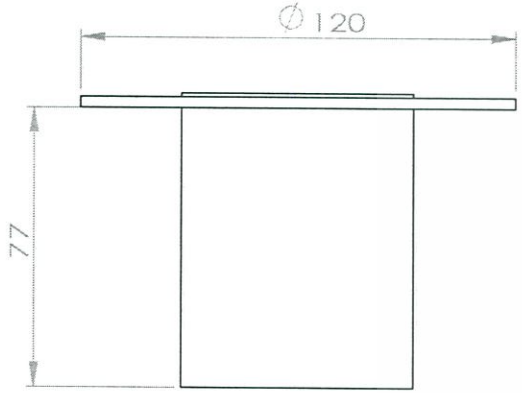


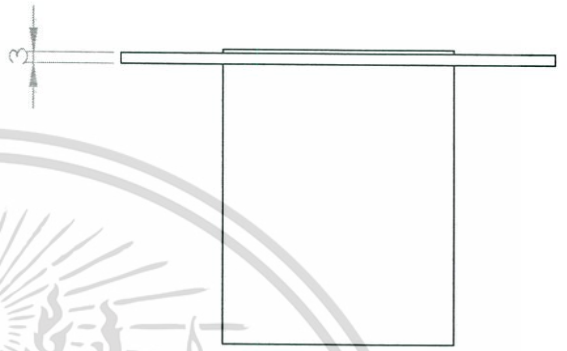


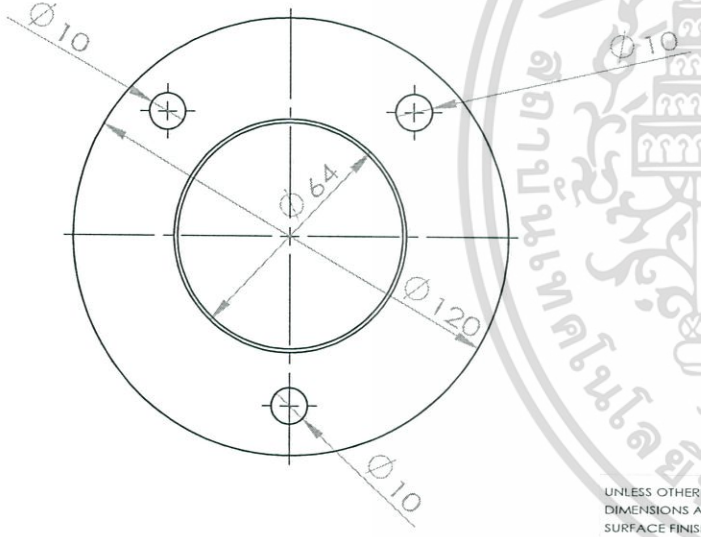


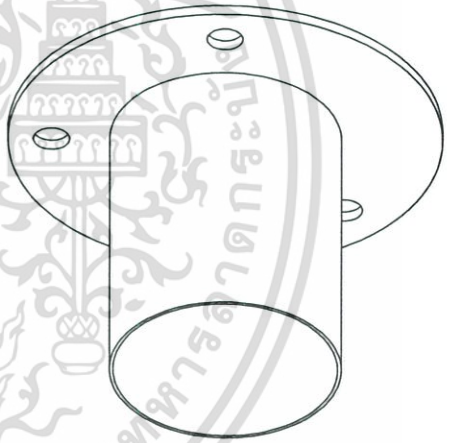


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:	
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A			MATERIAL:	DWG NO.	A4
				ถัง	
			WEIGHT:	SCALE:1:10	SHEET 1 OF 1









UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

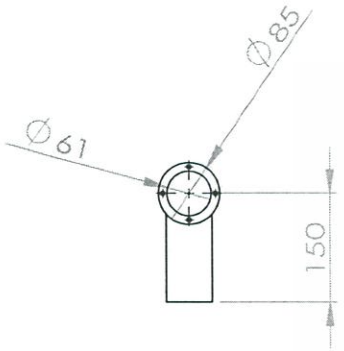
ท่อกรอก

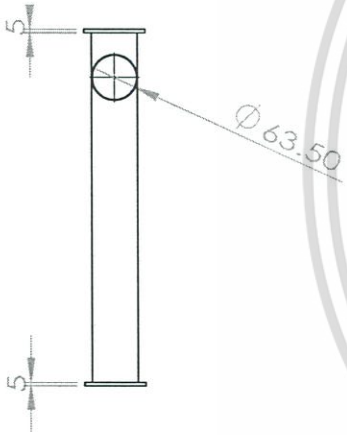
A4

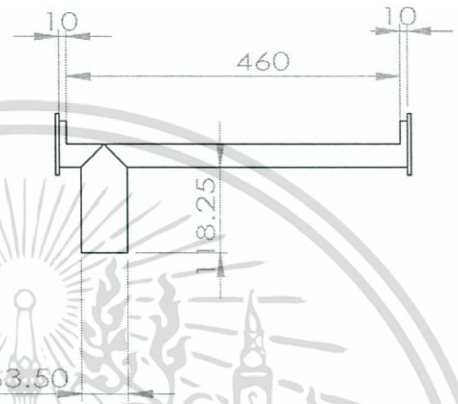
WEIGHT:

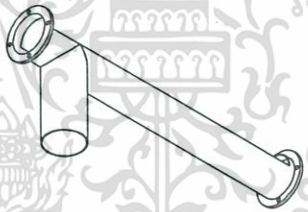
SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1



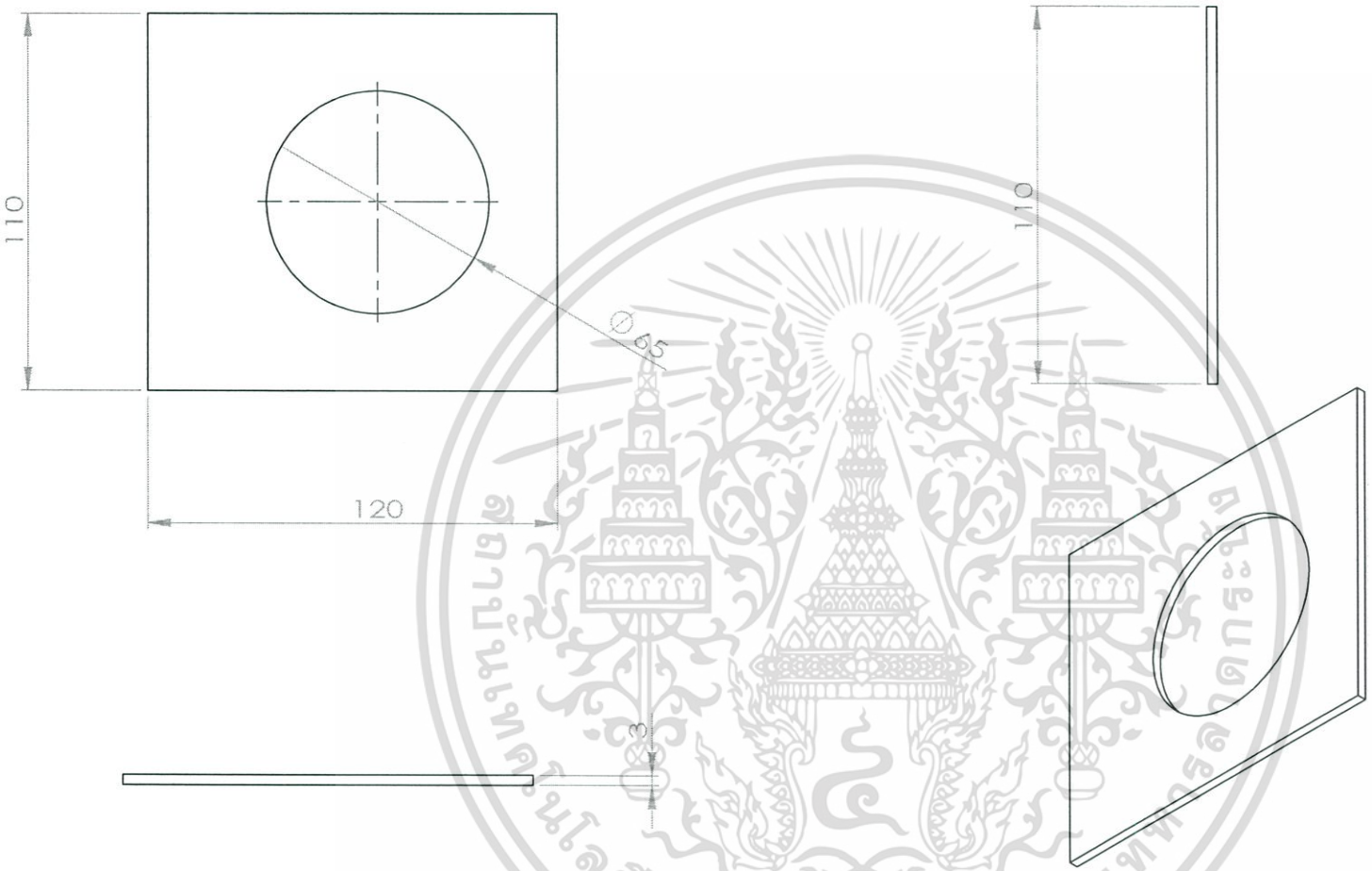






UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:	
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A			MATERIAL:	DWG NO.	A4
				ท่อลำเลียง	
			WEIGHT:	SCALE:1:10	SHEET 1 OF 1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

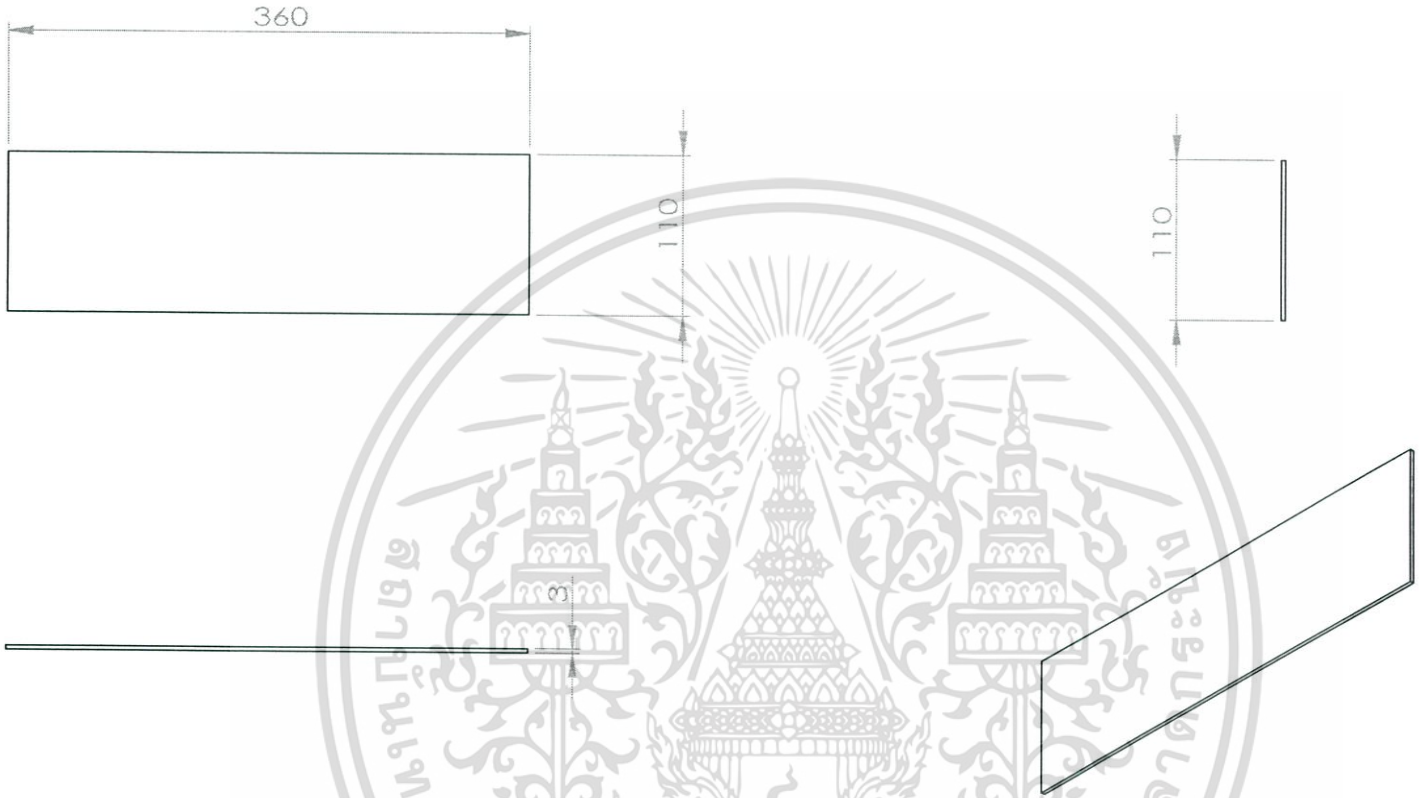
DWG NO. ฝายึดไซโลกับท่อ

A4

WEIGHT:

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG.NO.

ฝาปิดบนท่อลำเลียง

A4

WEIGHT:

SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1