ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

Set Practice Weigh Control For PLC Laboratory

พงศ์ภัค นิคมรัตน์

Pongpuk Nikhomrat

วรเมธ ทิพย์มณเฑียร

Woramet Thipmonteain

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

A PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SRIVIJAYA

2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิช

ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

Set Practice Weigh Control For PLC Laboratory

พงศ์ภัค นิคมรัตน์

Pongpuk Nikhomrat

วรเมธ ทิพย์มณเฑียร

Woramet Thipmonteain

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

A PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENTS

FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SRIVIJAYA

2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC
ชื่อ : นายพงศ์ภัค นิคมรัตน์
: นายวรเมธ ทิพย์มณเฑียร
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ประธานที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ธีระพงษ์ ฉิมเพชร)

กรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์พิทักษ์ สถิตวรรธนะ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ชาญณรงค์ พงศ์รักธรรม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์เกียรติศักดิ์ ทองอ่อน)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ชาญณรงค์ พงศ์รักธรรม)
หัวหน้าหลักสูตร/ประธานหลักสูตร

Project Report Title : Set Practice Weigh Control For PLC Laboratory

Name : Mr. Pongpak Nikomraht

: Mr. Woramet Thipmonteain

Major Field : Electrical Engineering

Major Advisor	**Examining Committee**
.....	.....Chairperso
(Asst.Prof.Teerapong Chimphet)	(Asst.Prof.Pitak sativattana)
	.....Committee
	(Asst.Prof.Channarong Pongraktham)
	.....Committee
	(Asst.Prof.Kiattisak Tongon)

Accepted by the Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor of Electrical Engineering

.....

(Asst.Prof.Channarong Pongraktham)

Chief Curriculum/Head of Curriculum

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC
โดย	นายพงศ์ภัค นิคมรัตน์
	นายวรเมธ ทิพย์มณเฑียร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรพงษ์ ฉิมเพชร
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2567

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้จัดทำชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC เพื่อศึกษาการทำงาน เพื่อสร้าง และนำชุดทดลองนี้มาเพื่อเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยชุดฝึกจะจำลองการทำงาน และควบคุมการไหลของวัตถุดิบ โดยใช้เกรียวสกรูในการลำเลียงวัตถุดิบ มีเซนเซอร์ควบคุมระดับวัตถุดิบภายในถังพัก โดยมีวาล์ว 2 ตัวในการปล่อยวัตถุดิบไปยังถังชั่งน้ำหนักจะแสดงค่าน้ำหนักที่หน้าจอLCD และ สามารถเชื่อมต่อRS485 เข้ากับ PLC ในการแสดงค่าน้ำหนักและใช้ควบคุมได้ ซึ่งสามารถทำให้เห็นถึงการทำงานจริงของโปรแกรม PLC และการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรควบคุมจริงมากยิ่งขึ้น จากการทดสอบโครงงาน พบว่าโครงงานสามารถควบคุมการไหลของวัตถุดิบประเภทเม็ดได้ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.2 เซนติเมตรและไม่เกิน 1เซนติเมตร ได้ไม่เกิน 10 กิโลกรัมต่อครั้ง และมีค่าความผิดพลาดของการชั่งน้ำหนัก ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็น

(ปริญญานิพนธ์นี้มีจำนวนทั้งสิ้น 86 หน้า)

Project Report Title	Set Practice Weigh Control For PLC Laboratory
By	Mr. Pongpak Nikomraht
	Mr. Woramet Thipmonteain
Project Advisor	Asst.Prof.Teerapong Chimphet
Department of	Electrical Engineering
Academic Year	2025

Abstract

This project involves the development of a training kit for controlling the weighing of raw materials, intended for use in a PLC laboratory. The objective is to study, design, and utilize this experimental kit to benefit students in the Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya.The training kit simulates the operation and control of raw material flow using a screw conveyor system. A sensor is used to control the material level inside a storage tank. Two valves are used to release the material into a weighing tank, with the weight displayed on an LCD screen. The system also supports RS485 communication to connect with a PLC for displaying and controlling the weight. This setup helps students better understand real PLC program operations and the behavior of actual control variables. Testing has shown that the system can effectively control the flow of granular materials with diameters between 0.2 cm and 1 cm, handling up to 10 kilograms per cycle. The weighing system has an error margin of no more than 3%.

(Total 86 page)

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเกิดขึ้นจากความร่วมมือ และความสามัคคีในการทำงานของบุคคลในกลุ่ม อีกทั้งได้รับข้อชี้แนะและคำปรึกษาเกี่ยวกับหลักการทางวิชาต่างๆ อันมีคุณค่าในการจัดทำโครงงานนี้จากอาจารย์หลายท่าน โดยอย่างยิ่งอาจารย์ธีรพงษ์ ฉิมเพชร รวมถึงอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเครื่องมือทดสอบและคำปรึกษาในการทำโครงงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และเพื่อนทุกคน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ท้ายที่สุดผู้จัดทำโครงงานหวังว่าโครงงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์อย่างสูงกับผู้ที่สนใจ

พงศ์ภัค นิคมรัตน์

วรเมธ ทิพย์มณเฑียร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระบบควบคุม	4
2.2 การควบคุมระดับ	5
2.3 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เซนเซอร์	10
2.5 เซนเซอร์	11
2.6 โหลดเซลล์	12
2.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในด้านการควบคุม	14
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการPLC	18
3.1 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการPLC	18
3.2 รายละเอียดอุปกรณ์	22
3.3 วงจรไฟฟ้า	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การสร้างและประกอบ	29
บทที่ 4 การทดสอบใช้งานชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบสำหรับห้องปฏิบัติการ PLC	33
4.1 วิธีการทดลอง	33
4.2 ผลการทดลอง	34
4.3 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง	47
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผลที่ได้จากการทำโครงงาน	48
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	48
5.3 ข้อควรระวังในการใช้งานชุดฝึก	49
5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก ก	51
ภาคผนวก ข	54
ภาคผนวก ค	57
ภาคผนวก ง	64
ภาคผนวก จ	70
ประวัติผู้จัดทำปริญญานิพนธ์	84

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2-1 สรุปการทบทวนวรรณกรรม 9
ตารางที่ 2-2 รายละเอียด arduino uno r3 16
ตารางที่ 4-1 การชั่งน้ำหนักหาค่าความผิดพลาดของโหลดเซลล์ 35
ตารางที่ 4-2 ผลทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบข้าวสาร 37
ตารางที่ 4-3 ผลทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดถั่วเขียว 40
ตารางที่ 4-4 ผลทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดข้าวโพด 43
ตารางที่ 4-5 ผลการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่แสดงหน้าจอ LCD กับ PLC โดยโปรแกรม GX Works3 46
ตารางที่ ก-1 งบประมาณของการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบสำหรับห้องปฏิบัติการ PLC 52

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 2-1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบเปิด 4
ภาพที่ 2-2 แผนภาพระบบปิด 5
ภาพที่ 2-3 ไดอะแกรมพื้นฐานองค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม 5
ภาพที่ 2-4 ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตมาตรฐาน 7
ภาพที่ **2-5** โครงสร้างมอเตอร์ 11
ภาพที่ 2-6 Capacitive Proximity Sensor 12
ภาพที่ 2-7 โหลดเซลล์ 12
ภาพที่ 2-8 โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ 13
ภาพที่ 2-9 โหลดเซลล์แบบไฮดรอลิก 14
ภาพที่ 2-10 โหลดเซลล์แบบนิวเมติก 14
ภาพที่ 2-11 Arduino UNO R3 16
ภาพที่ 2-12 HX711 Weight Sensor Amplifier Module 17
ภาพที่ 2-13 DC Drive 17
ภาพที่ 3-1 แบบขนาดฐานโครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ 19
ภาพที่ 3-2 แบบขนาดโครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล 19
ภาพที่ 3-3 แบบขนาดโครงสร้างถังพัก 20
ภาพที่ 3-4 แบบขนาดโครงสร้างถังชั่ง 20
ภาพที่ 3-5 แบบขนาดโครงสร้างถังเก็บ 21
ภาพที่ 3-6 แบบขนาดโครงสร้างท่อเกรียวสกรูคอนเวเยอร์. 21
ภาพที่ 3-7 แบบหน้าบอร์ดโครงงาน 22
ภาพที่ 3-8 อลูมิเนียมโปรไฟล์ ขนาด 30x30 mm. 22
ภาพที่ 3-9 เครื่องลำเลียงแบบเกลียวสกรู 22
ภาพที่ 3-10 DC Motor Gear 23
ภาพที่ 3-11 โหลดเซลล์ 23
ภาพที่ 3-12 โมดูล HX711 24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3-13 สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย PNC S-500-24 24

ภาพที่ 3-14 เนมเพลตสวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย PNC S-500-24 24

ภาพที่ 3-15 เพาเวอร์ซัพพลาย 12V 25

ภาพที่ 3-16 Arduino UNO R3 25

ภาพที่ 3-17 รีเลย์ไฟฟ้า (Relay) 26

ภาพที่ 3-18 วาล์วไฟฟ้า (Electric Valve) 26

ภาพที่ 3-19 วงจรทางไฟฟ้า 27

ภาพที่ 3-20 วงจรการใช้งานจริง 28

ภาพที่ 3-21 อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30x30 mm.ตัดและประกอบตามที่ออกแบบไว้ 29

ภาพที่ 3-22 นำเครื่องลำเลียงที่มีคอนเวเยอร์แบบเกลียวสกรูมายึดติดกับโครงอลูมิเนียม โปรไฟล์ 29

ภาพที่ 3-23 นำอลูมิเนียมโปรไฟล์มาติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อวางชุดชั่งน้ำหนัก ถังชั่ง และ ถังพัก 30

ภาพที่ 3-24 นำโหลดเซลล์และถังชั่งมาติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์ 30

ภาพที่ 3-25 นำถังพักมาติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์ 31

ภาพที่ 3-26 ทำการติดตั้งโปรไฟล์อลูมิเนียมตรงฐานเพิ่มเติมและติดตั้งกล่องถ่ายวัตถุดิบ 31

ภาพที่ 3-27 ทำการวางเหล็กยึดอุปกรณ์บริเวณฐาน และติดตั้งอุปกรณ์พร้อมเดินสาย ที่ต้องใช้งานในเครื่องชุดฝึก 32

ภาพที่ 3-28 การใส่แผ่นอะคริลิคขนาด 123*28 ซม. หนา 7 มม. ที่เจาะรูพร้อมติดตั้ง อุปกรณ์ ด้านหน้าของชุดฝึก 32

ภาพที่ 4-1 ตราชั่งมาตฐาน 34

ภาพที่ 4-2 วัตถุดิบประเภทข้าวสาร มีขนาดประมาณ 2 mm 36

ภาพที่ 4-3 ใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ 36

ภาพที่ 4-4 วัดอัตราการไหลของข้าวสาร 38

ภาพที่ 4-5 วัตถุดิบประเภทถั่วเขียว มีขนาดประมาณ 4 mm 39

ภาพที่ 4-6 ใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ 39

ภาพที่ 4-7 ทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดถั่วเขียว 41

ภาพที่ 4-8 วัตถุดิบประเภทเมล็ดข้าวโพดมีขนาดประมาณกว้าง 5mm, ยาว 8mm, หนา 3mm 42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้าที่**

ภาพที่ 4-9 ใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ 42

ภาพที่ 4-10 ทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดข้าวโพด 44

ภาพที่ 4-11 ทำการเขียน Ladder Diagram โดยโปรแกรม GX Works3 45

ภาพที่ 4-12 ทำการเขียนหน้าจอHMI โดยโปรแกรม GT Designer3 45

ภาพที่ 4-13 วงจรการต่อใช้งาน PLC กับ ชุดฝึก 45

ภาพที่ 4-14 ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่แสดงหน้าจอ LCD กับ PLC โดยโปรแกรม GX Works3 **46**

ภาพที่ ข-1 รูปรายละเอียดหน้าบอร์ดชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC 55

ภาพที่ ง-1 โครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนัก วัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC 65

ภาพที่ ง-2 โครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนัก วัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC 66

ภาพที่ ง-3 โครงสร้างท่อเกรียวสกรู+ถังเก็บ ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนัก วัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC 67

ภาพที่ ง-4 โครงสร้างถังชั่ง ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับ ห้องปฏิบัติการ PLC 68

ภาพที่ ง-5 โครงสร้างถังพักชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับ ห้องปฏิบัติการ PLC 69

ภาพที่ จ-1 วงจรการต่อใช้งานการลำเลียงวัตถุดิบด้วยตัวตรวจวัดระดับ 72

ภาพที่ จ-2 วงจรการต่อใช้งานการควบคุมการลำเลียงวัตถุดิบและการชั่งน้ำหนัก 76

ภาพที่ จ-3 วงจรการต่อใช้งานการควบคุมแบบป้อนกลับด้วยการสื่อสาร RS485 80

ภาพที่ จ-4 การออกแบบหน้าจอ HMI 81

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมหรือการผลิตต่าง ๆ ต้องการความสะดวกรวดเร็วและความสม่ำเสมอในการทำงานโดยปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาเป็นส่วนประกอบทั้งในการควบคุมการผลิตภายในโรงงานเป็นต้นทั้งนี้จะเห็นได้ชัดว่าสามรถลดแรงงานคนค่าใช้จ่ายได้เยอะและได้คุณภาพและมาตรฐานกับสินค้า

สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรือ อุปกรณ์ต่าง ๆในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้วิธีการควบคุมระบบเดิม ๆ เช่นการ ควบคุมด้วยระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-wired เมื่อมีความจำเป็นจะต้องเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานของเครื่องจักรนั้นจึงต้องเดินสายไฟฟ้าที่ควบคุมใหม่ แต่ถ้าใช้ระบบที่ควบคุมด้วย PLC แล้วการเปลี่ยนแปลงนี้ทำได้โดย เปลี่ยนโปรแกรมควบคุมเท่านั้นเองนอกจากนี้PLC ยังกินกระแสไฟน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อ ต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร และกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่นั้นมักใช้กระบวนการควบคุมที่เป็นแบบอัตโนมัติ โดยมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ อันได้แก่ อุณหภูมิ, ความดัน, ระดับ, อัตราการไหล, ตำแหน่งการเคลื่อนที่, แรง, น้ำหนัก เป็นต้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมจะต้องมีความรู้ความสามารถด้านการออกแบบเขียนโปรแกรมและสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันที

นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า หรือ นักศึกษาภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับPLC (Programmable Logic Controller) ทุกภาคการศึกษาโดยเล็งเห็นถึงปัญหาการขาดแคลนชุดฝึกเกี่ยวกับอัตราการไหล จึงได้คิด ชุดฝึกอบรมการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบสำหรับห้องปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาหรือบุคลากรที่ศึกษาได้ศึกษาและทดลองจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ Programmable Logic Controller

1.2.2 เพื่อสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ Programmable Logic Controller

1.3 ขอบเขต

1.3.1 ออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC จำนวน 1 ชุด พร้อม Shop Drawing

1.3.2 มีกลไกการลำเลียงวัตถุดิบเพื่อเตรียมชั่งด้วยคอนเวเยอร์แบบเกรียวสกรูในอัตราที่ไม่น้อยกว่า 1.5 กิโลกรัมต่อนาที

1.3.3 ชั่งวัตถุดิบประเภทเม็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.2 เซนติเมตรและไม่เกิน 1 เซนติเมตร ได้ไม่เกิน 10 กิโลกรัมต่อครั้ง ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงผลผ่านหน้าจอ LCD มีค่าความผิดพลาดของการชั่งน้ำหนัก ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็น

1.3.4 สามารถส่งข้อมูลการชั่งไปยัง PLC ผ่านช่องทางขั้วต่อแบบ RS485 ได้

1.3.5 มีใบงานทดลองจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ใบงาน

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อใช้ในการจำลองการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบและเห็นถึงการทำงานจริง

1.4.2 ได้ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ Programmable Logic Controller

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนิน

1.5.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน

1.5.2 สอบหัวข้อปริญญานิพนธ์

1.5.3 ออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน

1.5.4 รายงานความก้าวหน้า

1.5.5 ทดสอบและปรับปรุง

1.5.6 จัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5.7 สอบจบโครงงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน	ส.ค. 63	ก.ย. 63	ต.ค. 63	พ.ย. 63	ธ.ค. 63	ม.ค. 64	ก.พ. 64	มี.ค. 64	มิ.ย 68
1.6.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน	■	■							
1.6.2 นำข้อมูลที่หามาเข้าไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา		■	■						
1.6.3 ศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์ที่นำมาทำโครงงาน	■	■	■						
1.6.4 ออกแบบโครงสร้างและการจัดวางอุปกรณ์ของชิ้นงาน	■	■	■						
1.6.5 เขียนโปรแกรมและทดลองการทำงานและบันทึกผล				■	■				
1.6.6 สร้างชิ้นงานจริง				■	■	■			
1.6.7 แก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน						■	■		
1.6.8 สรุปผลการทำงาน							■	■	■
1.6.9 จัดทำปริญญานิพนธ์	■	■	■	■	■	■	■	■	■

บทที่ 2
ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุม การควบคุมระดับ มอเตอร์ เซนเซอร์ การชั่งน้ำหนัก นอกจากนี้ยังกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในด้านการควบคุมด้วย

2.1 ระบบควบคุม

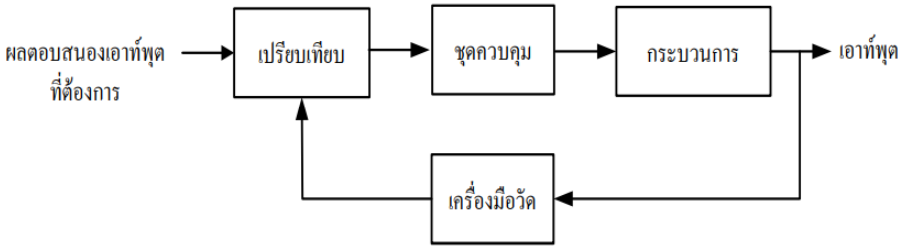
ระบบควบคุม คือ รูปแบบของระบบใดๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่างๆ ภายในระบบเพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ ส่วนใหญ่จะอาศัยพื้นฐานตามทฤษฎีระบบเชิงเส้นมาช่วยในการวิเคราะห์พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล (Cause - Effect) แต่ละองค์ประกอบของระบบ ไม่ว่าระบบควบคุมนั้นจะมีความซับซ้อนมากน้อยเพียงใด พื้นฐานของระบบควบคุม

ระบบควบคุม (Control system) มีโครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ

2.1.1 ระบบควบคุมแบบเปิด (Open loop control system) คือระบบที่มีการป้อนอินพุตซึ่งอาจอยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าที่ระบบ (System) และได้สัญญาณออกหรือเอาท์พุต โดยไม่มีการนำสัญญาณป้อนกลับมาที่ระบบดังแสดงในภาพที่ 2-1

ภาพที่ 2-1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบเปิด

2.1.2 ระบบควบคุมแบบปิด (Close loop control system) คือระบบที่มีการป้อนอินพุต ซึ่งอาจอยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าที่ระบบ (System) และมีอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Measurement) นำสัญญาณเอาท์พุตป้อนกลับสู่ระบบเพื่อเปรียบเทียบกับผลตอบสนองของสัญญาณเอาท์พุตที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 แผนภาพระบบปิด

2.2 การควบคุมระดับ

การวัดระดับในงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท จะมีงานวัดระดับแทรกอยู่เสมอ เช่น การวัดระดับน้ำมัน น้ำในถังพัก การวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ โดยอาศัยวิธีการวัดโดยตรงที่ใช้ลูกลอย หรือดิพสติก (Dipsticks) ซึ่งเป็นวิธีการวัดแบบง่ายๆ แต่ถ้าเป็นการวัดระดับในภาชนะที่มีความดันสูง อุณหภูมิสูง เป็นสารเคมีที่มีอันตราย หรือต้องการสัญญาณระดับเพื่อไปใช้ในงานอย่างอื่น เช่น เพื่อการควบคุมบันทึกค่า จะใช้การวัดโดยตรงไม่ได้ จะต้องประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ เข้าช่วย เพื่อให้งานการวัดระดับบรรลุผลตามความมุ่งหมาย

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม

ในการพิจารณางานที่ต้องการประยุกต์ใช้การควบคุม สามารถเขียนองค์ประกอบในรูปแบบ ของระบบดังนั้นพื้นฐานของระบบควบคุมจะมีองค์ประกอบดังแสดงในภาพที่ 2-3

ภาพที่ 2-3 ไดอะแกรมพื้นฐานองค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม

2.2.1. กำหนดเป้าหมายของการควบคุม (Set Point) คือการกำหนดค่าเป้าหมายหรือค่าอ้างอิง (Reference Input) ของการควบคุมงานที่ต้องการ เช่น การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้อยู่ที่อุณหภูมิ 25 C°การควบคุมความเร็วของมอเตอร์สายพานลำเรียงที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาทีซึ่งสามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณเข้า (Input) ให้กับระบบ

2.2.2 ชุดควบคุม (Controller) คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและประมวลผลระบบซึ่งจะประกอบด้วยชุดฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์และชุดซอร์ฟแวร์ประกอบด้วยโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของระบบ โดยมีเป้าหมายให้เกิดการตอบสนองค่าเอาท์พุตที่ต้องการซึ่งมีทั้งระบบควบคุมที่เป็นอนาล็อกและระบบควบคุมดิจิตอล

2.2.3 ชุดกระตุ้นระบบ (Actuator) คือส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณควบคุมให้อยู่ในรูปของสัญญาณที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณควบคุมไปเป็นพลังงานต่างๆ ที่ระบบต้องการเช่นเครื่องทำความร้อน (Heating System) โดยทำการเปลี่ยนสัญญาณควบคุมทางไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน การปรับความเร็วรอบของระบบสายพานลำเลียง (Conveyor System)

2.2.4 กระบวนการ (Process) คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ดำเนินการ (Operation) เมื่อได้รับสัญญาณจากชุดกระตุ้นเช่น ตัวทำความร้อน (Heater) มอเตอร์ (Motor) เป็นต้น

2.2.5 ผลการควบคุมระบบ (Output System) คือ ส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผลของการควบคุมระบบซึ่งอาจแสดงในรูปแบบผลตอบสนองของระบบทำให้ทราบค่าเสถียรภาพ (Stability) และค่าความคาดเคลื่อนของระบบ (Error) เพื่อใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบควบคุม

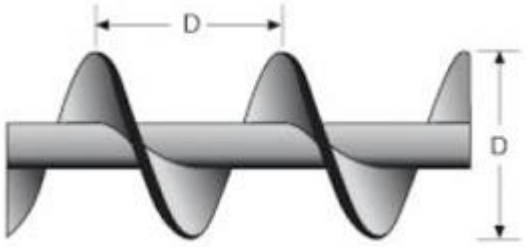
2.3 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการช่างน้ำหนักวัตถุดิบ ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

2.3.1 ในปี 2554 สุเมธ สงวนใจ ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซี ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพีแอลซีให้เหมาะสมกับการใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุม มอเตอร์ด้วยพีแอลซี โดยการติดตั้งอุปกรณ์เสริมให้มีความปลอดภัย ทนทานและสะดวกในการฝึกปฏิบัติการการหาคุณภาพของชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซีโดยการทดสอบ สมรรถนะในการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง การกลับทางหมุนมอเตอร์ การสตาร์ทมอเตอร์แบบ สตาร์ - เดลต้าอัตโนมัติ และการให้มอเตอร์ทำงานเรียงกัน ทดสอบโดยผู้วิจัย หลังจากทำการ ทดสอบสมรรถนะแล้ว ทำการประเมินคุณภาพของชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วย พีแอลซี โดยนำชุดทดลองไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาวงจรควบคุมอัตโนมัติ กับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จำนวน 23 คน แล้วทำการประเมินด้วย

แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซี ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซีที่พัฒนาขึ้น สามารถ ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ในเรื่องการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงได้ การกลับทางหมุนมอเตอร์ ได้ การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์เดลต้าอัตโนมัติและการให้มอเตอร์ทำงานเรียงกันได้ ชุดทดลอง ปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซีมีความเหมาะสมในเรื่องขนาด น้ำหนัก การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ การติดตั้งและการจัดวางอุปกรณ์ มีความชัดเจนของสัญลักษณ์และตัวอักษร มีความ เรียบร้อยสวยงาม มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีความทนทาน สะดวกในการต่อวงจร การ โปรแกรมข้อมูล การบำรุงรักษาและเคลื่อนย้ายจัดเก็บ

2.3.2 ในปี 2558 ธีรศักดิ์ ศรีมิตรรุ่งโรจน์ ได้ศึกษาชนิดของใบสกรูลำเลียงวัสดุปริมาณมวล สกรูลำเลียงเป็นอุปกรณ์เชิงกลที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับขนถ่ายวัสดุต่างๆ ส่วนมากจะนิยมใช้ในการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล (Bulk Materials) สกรูลำเลียงจะมีชิ้นส่วนประกอบหลักที่สำคัญอยู่หลายส่วนด้วยกัน ประกอบด้วย ใบสกรู ตัวแขวน ราง และชุดขับ การออกแบบสร้างสกรูลำเลียงจำเป็นต้องศึกษารูปร่างลักษณะของส่วนประกอบและหลักการนำไปใช้งาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่ว่าผู้ออกแบบจะนำสกรูไปใช้เพื่อการลำเลียงวัสดุประเภทใด ซึ่งคุณสมบัติของวัสดุปริมาณมวลชนิดต่างๆนั้นได้ถูกจำแนกประเภทเอาไว้ตามมาตรฐานของ CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้ออกแบบสร้างสกรูลำเลียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะกับ การนำไปใช้งานในรูแบบต่างๆ ซึ่งเนื้อหาของบทความนี้จะได้กล่าวถึงชิ้นส่วนที่สำคัญที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการลำเลียงวัสดุนั่นคือ “ใบสกรูลำเลียง” ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 ใบสกรูแบบใบเต็มระยะพิตมาตรฐาน

2.3.3 ในปี 2556 บัญชา ศรีวิโรจน์ และคณะ ได้นำเสนอการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ที่มอเตอร์ขนาด 1,000 วัตต์ 220 โวลต์ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิตตระกูล PIC เบอร์ PIC18F4431 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด การควบคุมมอเตอร์จะประกอบไปด้วยทฤษฎีควบคุมแบบลูบปิด PI control ประมวลผลด้วยการเขียน

โปรแกรมสร้างสมการให้สามารถควบคุมการสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) ไปควบคุมมอเตอร์ และอาศัยการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บผลการทดสอบทั้งในส่วนของอาเมเจอร์โวลต์เตจคอนโทรล และในส่วนของฟิลด์คอนโทรล ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal การทดสอบได้ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ PIC16F877A เป็นตัวกำหนดความเร็วรอบ (set point) ให้กับ PIC18F4431 เป็นตัวประมวลผลการทำงาน โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบอยู่ตลอดเวลาเป็นช่วงๆไป ผลการทดสอบพบว่า ขณะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วที่กำหนดไว้หรือมีการเปลี่ยนแปลงโหลดของมอเตอร์ ความเร็วจริงของมอเตอร์มีค่าใกล้เคียงความเร็วควบคุมที่กำหนดไว้ และเวลาเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์จริงที่เข้าใกล้ความเร็วที่กำหนดไว้ลดลงเฉลี่ยเหลือเพียง 0.85 วินาทีเท่านั้น

2.3.4 ในปี 2554 ปารณีย์ ภูเม็ด ได้นำเสนอการสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักรวมกับที่วัดส่วนสูงประมวลผลค่าดัชนีมวลกายปัจจุบันเครื่องชั่งน้ำหนักและที่วัดส่วนสูงมีอยู่มากในประเทศไทยและทั่วโลก และมีใช้กันมากตามบ้านเรือนหรือแม้กระทั้งโรงงานอุตสาหกรรมก็ต้องใช้เครื่องชั่งน้ำหนักและที่วัดส่วนสูงในการวัดหรือตรวจสอบบุคลากรขององค์กร ซึ่งเรานำค่าน้ำหนักและส่วนสูงที่ได้มาคำนวณตามสูตรของการหาค่ามาตรฐานของร่างกายแล้วนำเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกายแสดงผลโดยใช้หลอดแอลอีดี เป็นการบอกค่าความอ้วนผอม อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันให้สะดวกสบายยิ่งขึ้นและมีภาคส่วนจอแสดงผลค่าน้ำหนักและค่าส่วนสูงเป็นแอลอีดีเจ็ดส่วน

ตารางที่ 2-1 สรุปการทบทวนวรรณกรรม

บทความที่	หลักการที่นำเสนอ	ข้อดี	ข้อเสีย
1	ฝึกการใช้พีแอลซีในการควบคุมมอเตอร์	ความเหมาะสมในเรื่องขนาด น้ำหนัก การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ การติดตั้งและการจัดวางอุปกรณ์ มีความชัดเจน	ใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น
2	ชนิดของใบสกรูลำเลียงวัสดุ	ใช้ในการศึกษาการออกแบบสร้างสกรูลำเลียงอย่างมีประสิทธิภาพ	การลำเลียงมีข้อจำกัด ต้องเป็นวัสดุปริมาณมวลเท่านั้น
3	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	สามารถปรับความเร็วรอบให้เหมาะสมกับคำสั่งของ PLC	การเขียนโปรแกรมควบคุมในส่วนการรับสัญญาณกระแส จะมีกระแสส่วนหนึ่งเกิดความผิดเพี้ยนทำให้เกิดกระแสย้อนกลับ
4	การสร้างเครื่องชั่งน้ำหนัก	เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องชั่งน้ำหนัก	ค่าคาริเบท ยังมีความเออเร่อสูง

จากสรุปการทบทวนวรรณกรรม การควบคุม แต่ละหลักการที่นำเสนอมามีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป และยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอแต่ละหลักการที่นำเสนอมามีทั้งข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันออกไป และยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ

ดังนั้นโครงงานนี้จึงออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ โดยใช้หลักการควบคุมความเร็วมอเตอร์ เพื่อปรับเพิ่มลดอัตราการไหลของวัตถุดิบ และใช้บอร์ด Arduino มาควบคุมโหลดเซลล์รับค่าน้ำหนัก

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

2.4.1 ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงานดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆ และสามารถลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานออกแบบระบบประปาหมู่บ้านหรืองานอื่นที่เกี่ยวข้องได้

-ความหมายของมอเตอร์และการจำแนกชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลงังานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลงังานกลมีทั้งพลงังานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

- ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้2 ชนิดดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 2 เฟส
3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)
2. มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)
3. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุดนิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานทอผ้าโรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้าเป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ

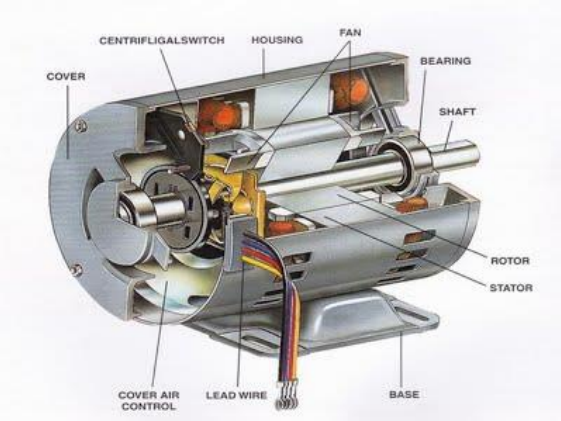
2..4.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

- เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของ

เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใตให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆให้แข็งแรงทาด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ดังแสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างมอเตอร์

2.5 เซนเซอร์

Capacitive Proximity Sensor คือเซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุได้ทั้งที่เป็นโลหะและไม่ใช่โลหะ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความจุไฟฟ้า (Capacitance) เมื่อมีวัตถุเข้าใกล้บริเวณตรวจจับ ซึ่งเซนเซอร์จะส่งสัญญาณเอาต์พุตเพื่อตอบสนองต่อระบบควบคุม เช่น เปิดวาล์วหรือหยุดมอเตอร์

หลักการทำงานของเซนเซอร์ประเภทนี้ คือภายในจะมีแผ่นอิเล็กโทรดสองแผ่น เมื่อมีวัตถุเข้าใกล้แผ่นตรวจจับ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นจะเปลี่ยนแปลง ทำให้ค่าความจุไฟฟ้าเปลี่ยนไป ระบบวงจรภายในจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงนี้ และแปลงเป็นสัญญาณเอาต์พุตทางไฟฟ้า

Capacitive Sensor เหมาะสำหรับใช้งานในระบบควบคุมวัตถุดิบของแข็ง เช่น ข้าวสาร แป้ง เม็ดพลาสติก หรือวัตถุอื่นที่ไม่ใช่โลหะ โดยมักติดตั้งด้านข้างหรือบนถังเก็บวัตถุดิบ เพื่อใช้ตรวจสอบระดับวัตถุดิบในกระบวนการผลิตอัตโนมัติ

ภาพที่ 2-6 Capacitive Proximity Sensor

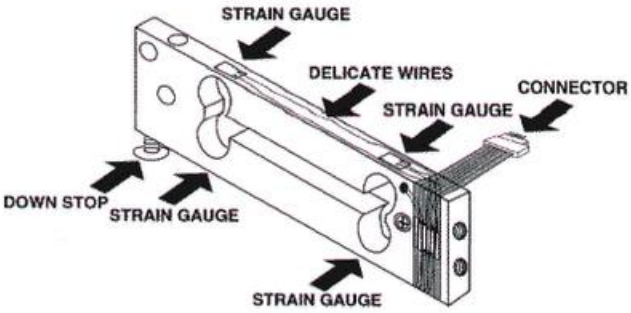
2.6 โหลดเซลล์

โหลดเซลล์ คือ เซนเซอร์ที่สามารถแปลงค่าแรงกด หรือแรงดึง เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ เหมาะสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน (Mechanical Properties of Parts) โหลดเซลล์ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน การทดสอบการเข้ารูปชิ้นงาน(Press fit) ใช้สำหรับงานทางด้านวัสดุ โลหะ ทดสอบโลหะ ชิ้นส่วนรถยนต์ วิศวกรรมโยธา ทดสอบคอนกรีต ทดสอบไม้ ฯลฯ ดังแสดงในภาพที่ 2-7

ภาพที่ 2-7 โหลดเซลล์

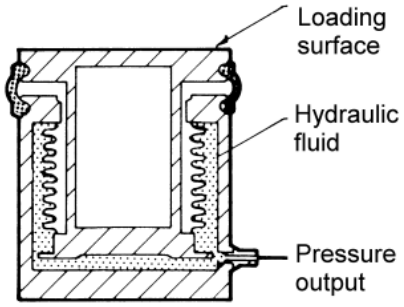
โหลดเซลล์ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ (Strain Gauge Load cell) หลักการของโหลดเซลล์ ประเภทนี้ก็คือ เมื่อมีน้ำหนักมากระทำ ความเครียด(Strain) จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ ปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัว (วงจร Wheatstone Bridge Circuit) ในการวัดโดยเกจตัวต้านทานทั้งสี่จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึงส่ง สัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมีหน่วยเป็น mV/V หมายความว่า ถ้าจ่ายแรงดัน 10 V ให้กับ Load cell ที่มี Spec. 2 mV/V ที่ Full load สมมุติว่าน้ำหนักเป็น 2,000 กิโลกรัม ดังนั้นเมื่อมีแรงกระทำต่อ Load cell ที่น้ำหนัก Full load สัญญาณที่จะได้ก็จะได้เท่ากับ 20 mV ดังแสดงในภาพที่ 2-8



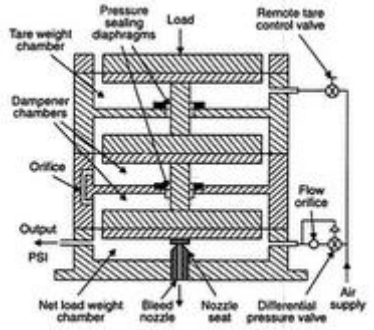
ภาพที่ 2-8 โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ

2. โหลดเซลล์แบบไฮดรอลิก (Hydraulic Load Cell) ลักษณะของการทำงานก็คือจะวัดน้ำหนักจากการเปลี่ยนแปลงความดันของของเหลวภายในระบบเมื่อมีแรงมากระทำที่แท่นรับน้ำหนัก ในโหลดเซลล์แบบไฮดรอลิกที่มีแผ่นไดอะแฟรม โดยแรงจะถูกส่งผ่านลูกสูบเป็นผลให้ของเหลวภายในช่องแผ่นไดอะแฟรมถูกกดอัด ซึ่งการวัดแรงที่เกิดขึ้นสามารถวัดได้จากความดันของของเหลว ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับแรงดันของของเหลวนี้ มีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้นและไม่ขึ้นกับอุณหภูมิและปริมาณของของเหลวในกระบอกสูบโดยปกติโหลดเซลล์แบบนี้จะความแม่นยำ (Accuracy) ในการวัดอยู่ที่ประมาณ 0.3 % ที่ Full Scale ซึ่ง ระดับความแม่นยำนี้ก็เป็นที่ยอมรับได้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 โหลดเซลล์แบบไฮดรอลิก

3. โหลดเซลล์แบบนิวเมติก(Pneumatic Load cell) ซึ่งจะทำงานโดย ใช้หลักการสมดุลแรงเช่นเดียวกับแบบไฮดรอลิก แต่ต่างกันที่ โหลดเซลล์แบบนี้จะมีความแม่นยำกว่าแบบไฮดรอลิก เพราะว่า มีการใช้ช่องว่างหลายช่อง ในการหน่วงความดันของของเหลวเพื่อลดแรงสั่นสะเทือน โหลดเซลล์แบบนี้ มักจะใช้วัดสิ่งของที่มีน้ำหนักไม่มากนักในงาน อุตสาหกรรมที่ต้องการความสะอาดและความปลอดภัยสูง ดังแสดงในภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 โหลดเซลล์แบบนิวเมติก

2.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในด้านการควบคุม

2.7.1 อาร์ดูอิโน (Arduino)

อาร์ดูอิโน เป็นภาษาอิตาลีใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบเปิดแหล่งต้นทาง (Open Source) ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนาเปิดแหล่งต้นทางของ AVR อีกโครงการหนึ่งชื่อว่า “Wiring” โครงการ “Wiring” ใช้AVR เบอร์ATMEGA128 เป็นชิพที่มีตัวถังแบบ SMD (Surface Mount Device) ทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้เริ่มต้นสร้างบอร์ด และบอร์ดมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นสำหรับผู้เริ่มต้น ไม่ได้รับความนิยมแต่หลังจากที่ทีมงานอาร์ดูอิโนนำรหัสต้นทาง (Source Code) มาพัฒนาปรับปรุงใหม่โดยสามารถใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ขนาดเล็กอย่าง MEGA8 และ MEGA168 ได้ จึงทำให้ระบบวงจรของบอร์ดลดลงกว่า “Wiring” มากและยังใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น ทำให้ง่ายต่อการต่อวงจรใช้งานกันเอง และประหยัดต้นทุนในการสร้างบอร์ด ด้วยเหตุนี้เองทำให้อาร์ดูอิโนได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วโลก อาร์ดูอิโนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับเข้าและส่งออกต่างๆ ได้มากมายทั้งแบบดิจิทัล (Digital) และอนาล็อก (Analog) เช่น การรับค่าจากสวิตช์ หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบต่าง ๆ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ส่งออกตั้งแต่ แอลอีดี หลอดไฟ มอเตอร์ รีเลย์ เป็นต้น

2.7.2 โปรแกรมภาษาของอาร์ดูอิโน (Arduino IDE)

โปรแกรมภาษาของอาร์ดูอิโนใช้ภาษา C/C++ เป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) มีการปรับปรุงรูปแบบการเขียนโปรแกรม และให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C ภาษาซีของอาร์ดูอิโนจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อยหลายส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่าฟังก์ชัน และเมื่อนำฟังก์ชันมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่า โปรแกรม โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของอาร์ดูอิโนนั้น ทุกๆ โปรแกรม

จะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชันจำนวน 2 ฟังก์ชัน คือ setup() และ loop()

จะได้เห็นว่าโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino นั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

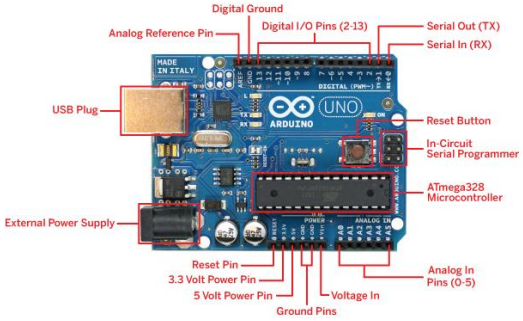
1. Header ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ Header ได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และค่าคงที่ต่าง ๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

2. setup() ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ 16 ในระหว่างวงเล็บปีกกา ที่ใช้เป็นตัวกำหนดของเขตของฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่ง ในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่ การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Baudrate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

3. loop () เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชัน setup () โดยฟังก์ชัน loop () นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำ ๆ กันไปไม่รู้จบ ซึ่งถ้าเปรเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชัน main ()

2.7.3 Arduino UNO R3

Arduino UNO เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกที่ผลิตออกมา เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino ใช้ชิพ ATmega328 รันที่ความถี่ 16 MHz หน่วยความจำแฟลช 32 KB แรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 V (TTL) มี Digital Input / Output 14 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา) มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบนซอฟท์แวร์ Arduino IDE และโปรแกรมผ่านพอร์ต USB ดังแสดงในภาพที่ 2-11



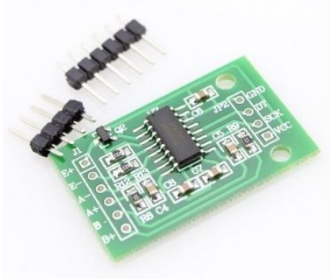
ภาพที่ 2-11 Arduino UNO R3

ตารางที่ 2-2 รายละเอียด arduino uno r3

ไมโครคอนโทรนเลอร์	ATmega328
แหล่งจ่ายไฟ	5V
ไฟเข้า(แนะนำ)	7-12V
ไฟเข้า (จำกัดไว้ที่)	6-20V
ขาดิจิตอล I/O	14 ขา (6 รองรับเอาต์พุตแบบ PWM)
ขาอะนาล็อกอินพุต	6 ขา
กระแสไฟฟ้า DC ต่อขา I/O	40 mA
กระแสไฟฟ้าออก DC สำหรับขา 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

2.7.3 HX711 Weight Sensor Amplifier Module

โมดูล HX711 เป็นโมดูลสำหรับขยายสัญญาณ จาก Sensor ตราชั่งน้ำหนัก (Load Cell) โดยปกติแล้วหากเราวัดแรงดันที่ได้จาก Load Cell โดยตรงค่าแรงดันที่ได้จะออกมาน้อยมาก จึงไม่สามารถป้อนไปยัง Arduino Nodemcu Raspberry pi หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอื่นๆได้โดนตรง โดยโมดูลตัวนี้จะทำการขยายสัญญาณออกเป็น Digital 24Bit ความแม่นยำสูง ใช้งานได้ง่ายเพียงแค่เสียบสายสัญญาณ 2 เส้น และ แหล่งจ่ายไฟให้กับ โมดูลอีก 2 เส้นเท่านั้นดังแสดงในภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 HX711 Weight Sensor Amplifier Module

2.7.4 DC Drive

DC Drive เป็นโมดูลควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ที่รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้หลากหลาย เช่น 12V, 24V, 36V และ 48VDC

หลักการทำงานของโมดูลอาศัยเทคนิค Pulse Width Modulation (PWM) ในการปรับแรงดันเฉลี่ยที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ทำให้สามารถควบคุมความเร็วรอบได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ โดยความเร็วของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงตามความกว้างของพัลส์ที่ส่งออก การใช้งานโมดูลประเภทนี้ช่วยให้สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้อย่างนุ่มนวล ยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์ และลดความร้อนที่เกิดขึ้นจากการทำงานในโหลดหนักอย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 2-13 DC Drive

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการProgrammable Logic Controller

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานและการออกแบบวงจรการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ Programmable Logic Controller และเพื่อให้บรรลุตามขอบเขตที่กำหนดไว้ขอบเขตของโครงงานมีดังนี้

1. ออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC จำนวน 1 ชุด พร้อม Shop Drawing

2. มีกลไกการลำเลียงวัตถุดิบเพื่อเตรียมชั่งด้วยคอนเวเยอร์แบบเกลียวสกรูในอัตราที่ไม่น้อย 1.5 กิโลกรัมต่อนาที

3. ชั่งวัตถุดิบประเภทเม็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.2 เซนติเมตรและไม่เกิน 1 เซนติเมตร ได้ไม่เกิน 10 กิโลกรัมต่อครั้ง ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงผลผ่านหน้าจอ LCD มีค่าความผิดพลาดของการชั่งน้ำหนัก ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็น

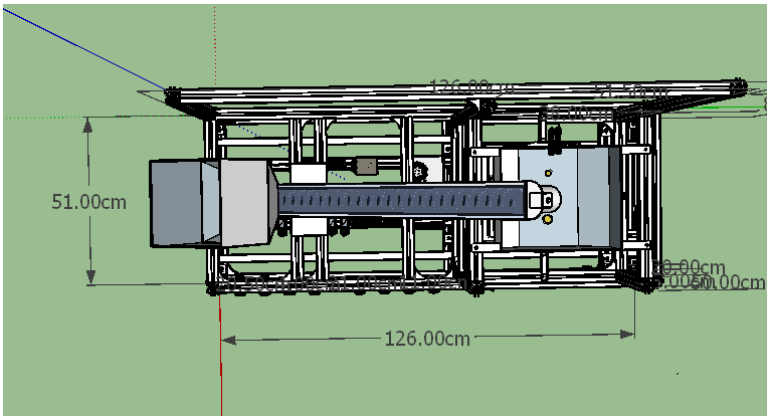
4. สามารถส่งข้อมูลการชั่งไปยัง PLC ผ่านช่องทางขั้วต่อแบบ RS485 ได้

5. มีใบงานทดลองจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ใบงาน

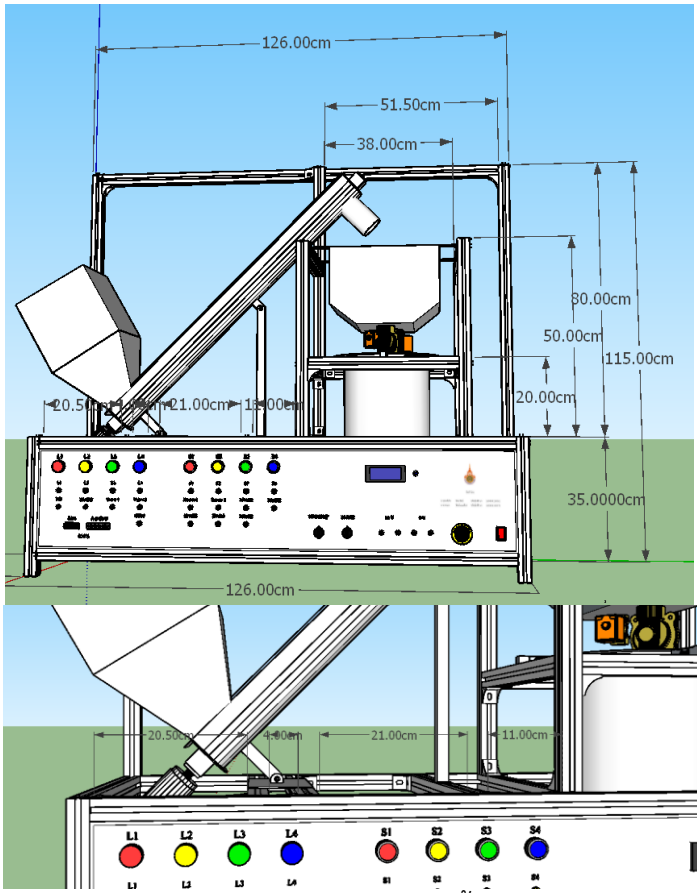
จากขอบเขตของโครงงานผู้จัดทำโครงงานจึงได้ออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ Programmable Logic Controllerตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ Programmable Logic Controller

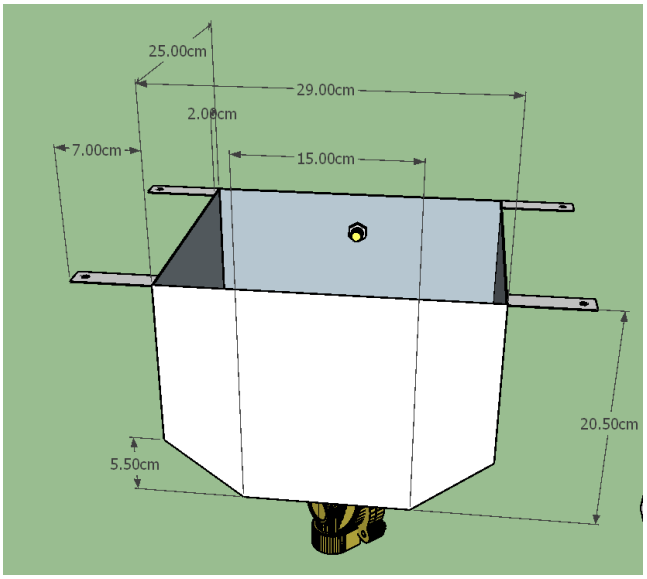
ในการออกแบบโครงสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ Programmable Logic Controller จะใช้โปรแกรม Sketch Up 2018 ในการออกแบบเพื่อที่จะนำไปเป็นแบบในการใช้ทำอุปกรณ์ที่นำไปใช้งานจริง ดังแสดงในภาพที่ 3-1ภาพที่ 3-2 ภาพที่ 3-3 ภาพที่ 3-4 ภาพที่ 3-5 ภาพที่ 3-6 ภาพที่ 3-7



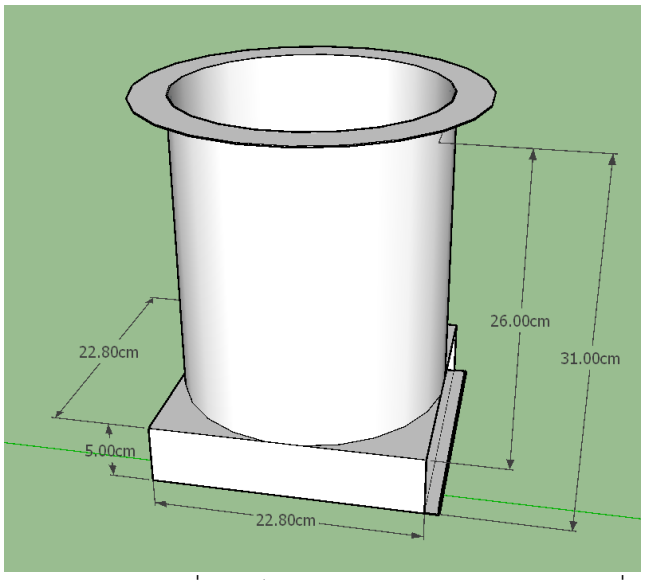
ภาพที่ 3-1 แบบขนาดฐานโครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ กว้าง 126 ซม. ยาว 51 ซม.



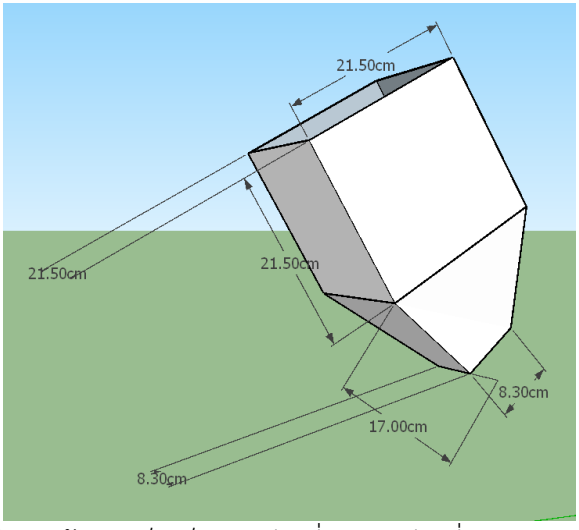
ภาพที่ 3-2 แบบขนาดโครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ ความสูงชั้นแรก 35 ซม. ความสูงชั้นที่2 วางชุดชั่งน้ำหนักจากชั้นแรก 20 ซม. ความสูงชั้นที่3 วางถังพักจากชั้นแรก 50 ซม. ความสูงชุดฝึก 115 ซม. ความกว้างจุดวางถังพักและชุดชั่งน้ำหนัก 38 ซม.



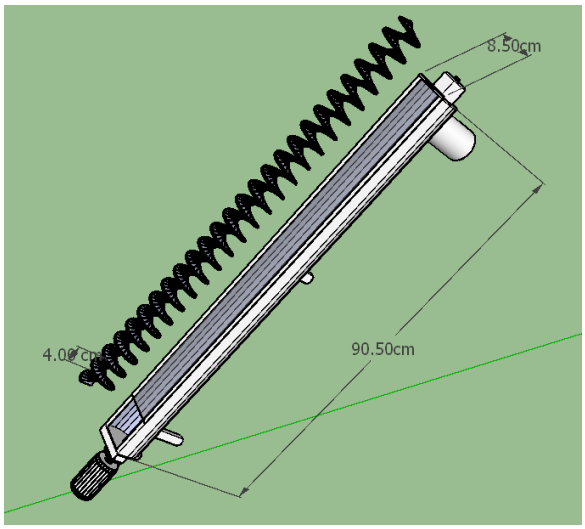
ภาพที่ 3-3 แบบขนาดโครงสร้างถังพักเป็นทรงสีเหลี่ยมคางหมูเพื่อให้วัตถุดิบไหลได้ดีขึ้นขนาดส่วนมุมตัด 5.5 ซม. ฐานขนาดกว้าง 15 ซม. ยาว 25 ซม. รวมความสูง 20.50 ซม. กว้าง 29 ซม ยาว 25 ซม. ปีกกว้าง 7 ซม. ยาว 2 ซม.



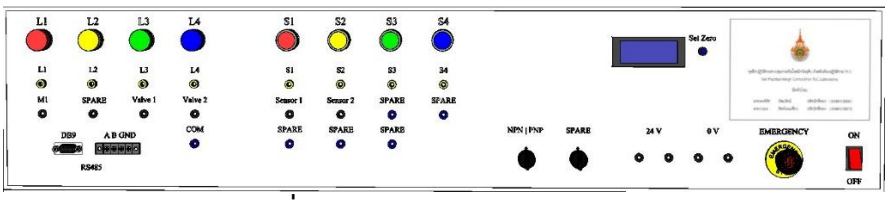
ภาพที่ 3-4 แบบขนาดโครงสร้างถังชั่งจะเป็นทรงกระบอกมีกรวยด้านล่างเพื่อเปิดปิดถ่ายวัตถุดิบขนาดฐาน กว้าง 22.80 ยาว 22.80 ความสูงกรวย 5 ซม. ความสูงรวม 31 ซม. ขนาดปากถัง 22.80 ซม. + บริเวณขอบปาก 6 ซม. รวม 28.80 ซม.



ภาพที่ 3-5 แบบขนาดโครงสร้างถังเก็บเป็นทรงสีเหลี่ยมและสีเหลี่ยมคางหมูเพื่อให้วัตถุดิบไหลลงท่อส่งได้ดี ถังสีเหลี่ยมขนาดกว้าง 21.50 ซม. ยาว 21.50 ซม. สูง 21.50 ซม.ส่วนถังสีเหลี่ยมคางหมู ขนาดฐานกว้าง 8.30 ซม. ยาว 8.30 ซม. สูง 17 ซม.



ภาพที่ 3-6 แบบขนาดโครงสร้างท่อเกรียวสกรูคอนเวเยอร์ ท่อเป็นทรงกระบอกมีเกรียวสกรูอยู่ภายในเพื่อให้สามารถลำเลียงวัตถุดิบได้ ขนาดท่อความยาว 90.50 ซม. กว้าง 8.50 ซม. เกรียวสกรูมีระยะพิทช์ 4 ซม.



ภาพที่ 3-7 ส่วนหน้าของบอร์ดโครงงาน

3.2 รายละเอียดอุปกรณ์

3.2.1 อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminium profiles)

โครงสร้างของตัวชิ้นงานใช้เป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด30x30mm. ดังแสดงในภาพที่3-5

ภาพที่ 3-8 อลูมิเนียมโปรไฟล์ ขนาด 30x30 mm.

3.2.2 เครื่องลำเลียงแบบเกลียวสกรู

โครงงานนี้เลือกใช้เครื่องลำเลียงแบบเกลียวสกรู ขนาดความยาวท่อลำเลียง 900 mm. ดังแสดงในภาพที่ 3-6

ภาพที่ 3-9 เครื่องลำเลียงแบบเกลียวสกรู ขนาดความยาวท่อลำเลียง 900 mm.

3.2.3. DC Motor Gear

โครงงานนี้เลือกใช้ DC Motor Gear 15W แรงดันไฟฟ้า 24V ความเร็วรอบ 450rpm ทำหน้าที่ลำเลียงวัตถุดิบไปยังที่ถังของวัตถุ ดังแสดงในภาพที่ 3-7

ภาพที่ 3-10 DC Motor Gear

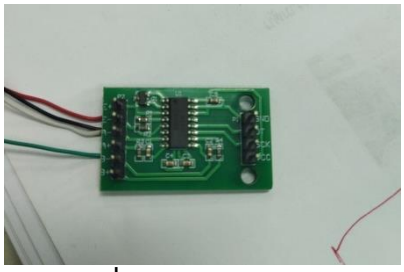
3.2.4 โหลดเซลล์ (load cell)

โครงงานนี้เลือกใช้โหลดเซลล์ ขนาดพิกัด 10 กิโลกรัม ทำหน้าที่วัดแรงกดของวัตถุดิบที่ไหลออกมาจากเกลียวสรูลำเลียง ดังแสดงในภาพที่ 3-8

ภาพที่ 3-11 โหลดเซลล์ ขนาดพิกัด 10 กิโลกรัม

3.2.5 3 HX711 Weight Sensor Amplifier Module

โครงงานนี้เลือกใช้โมดูล HX711 เป็นโมดูลสำหรับขยายสัญญาณ จาก Sensor ตราชั่งน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-12 โมดูล HX711

3.2.6 เพาเวอร์ซัพพลาย 24V

ในส่วนของวงจรพาวเวอร์ซัพพลายจะใช้สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายแบบสำเร็จรูปเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรทั้งหมดที่ใช้ 24V โดยเลือกใช้สวิทช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายขนาด 24VDC 25A ดังแสดงในภาพที่ 3-10 และภาพที่ 3-11

ภาพที่ 3-13 สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย PNC S-500-24

ภาพที่ 3-14 เนมเพลตสวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย PNC S-500-24

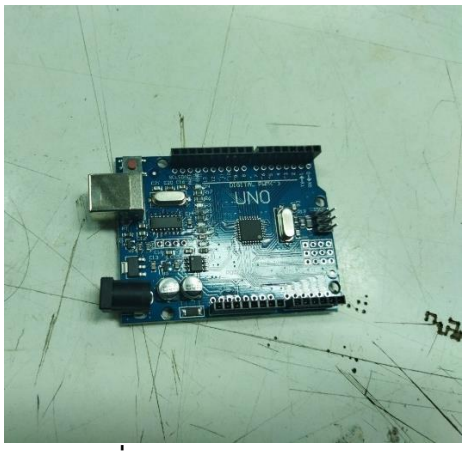
3.2.7 เพาเวอร์ซัพพลาย 12V

ในส่วนของวงจรพาวเวอร์ซัพพลายจะใช้สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายแบบสำเร็จรูปเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร Arduino โดยเลือกใช้สวิทช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายขนาด 12VDC 2A ดังแสดงในภาพที่ 3-12

ภาพที่ 3-15 เพาเวอร์ซัพพลาย 12V

3.2.8 Arduino UNO R3

โครงงานนี้เลือกใช้ Arduino UNO R3 ทำหน้าที่ควบคุม Step Motor มีขนาด 68.6x53.4 มม. ใช้ไฟเลี้ยง 5 VDC ดังแสดงในภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-16 Arduino UNO R3

3.2.9 รีเลย์ไฟฟ้า (Relay)

รีเลย์ไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า โดยใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็ก ทำให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสถานะจากเปิดเป็นปิด หรือปิดเป็นเปิด เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ **ส่วนประกอบหลัก** ได้แก่ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า, หน้าสัมผัส (NO, NC, COM), แกนเหล็กเคลื่อนที่ และสปริง

ภาพที่ 3-17 รีเลย์ไฟฟ้า (Relay)

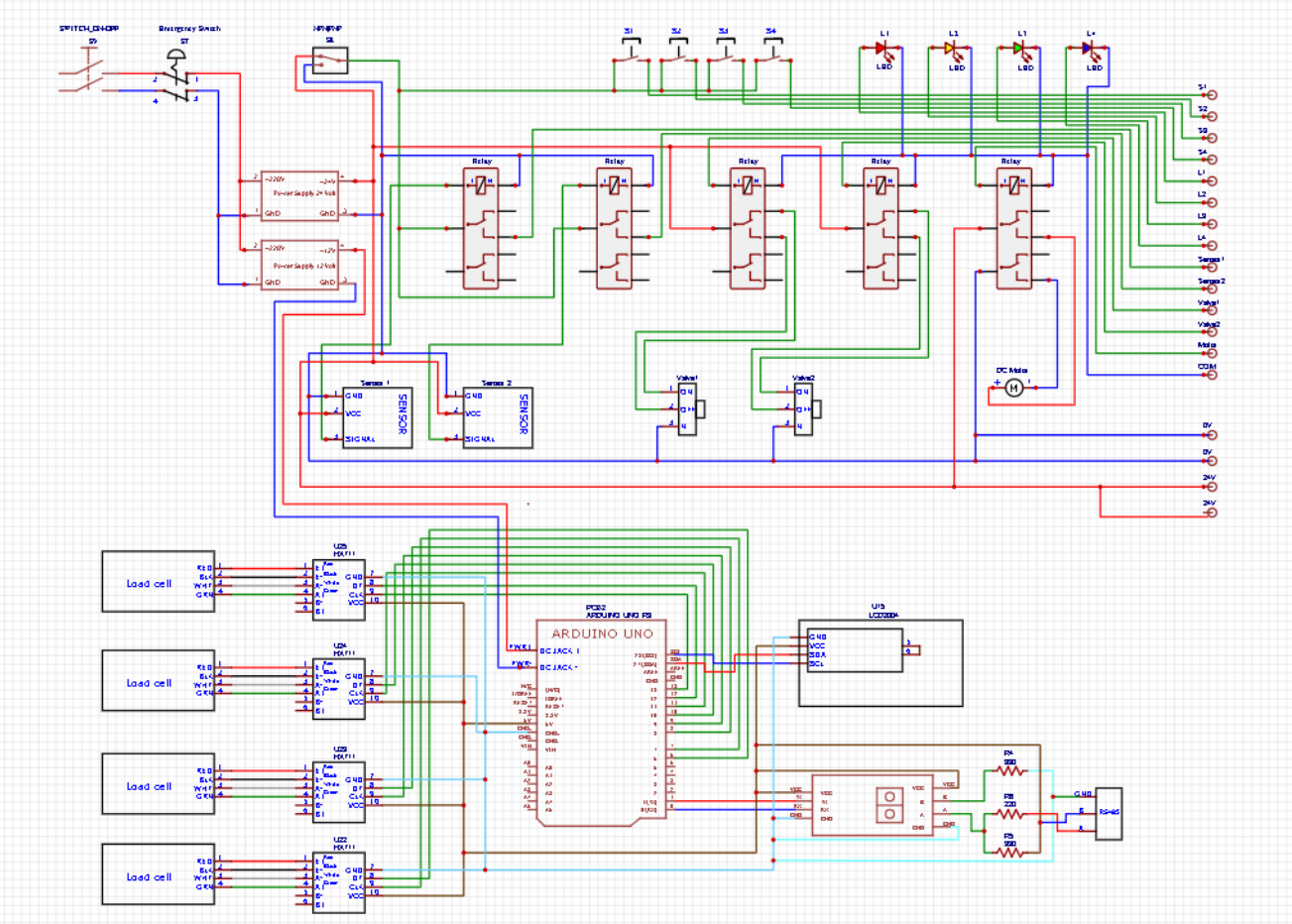
3.2.10 **วาล์วไฟฟ้า (Electric Valve)**

วาล์วไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดทางไหลของวัตถุดิบ โดยทำงานผ่านสัญญาณไฟฟ้า เช่น 12V หรือ 24V ซึ่งเมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้า จะทำให้กลไกภายในวาล์วทำงานเพื่อเปิดหรือปิดทางผ่านของวัตถุดิบในระบบควบคุมวัตถุดิบของแข็ง เช่น ข้าวสาร แป้ง หรือเม็ดพลาสติก มักใช้วาล์วไฟฟ้าแบบ **Ball Valve** หรือ **Gate Valve** ที่ควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า หรือ **Solenoid Valve** สำหรับระบบที่ต้องการการเปิด-ปิดรวดเร็ว โดยวาล์วจะติดตั้งใต้ถังพักวัตถุดิบ เพื่อควบคุมการปล่อยวัตถุดิบลงสู่สายพานหรือถังชั่งน้ำหนัก

ภาพที่ 3-18 วาล์วไฟฟ้า (Electric Valve)

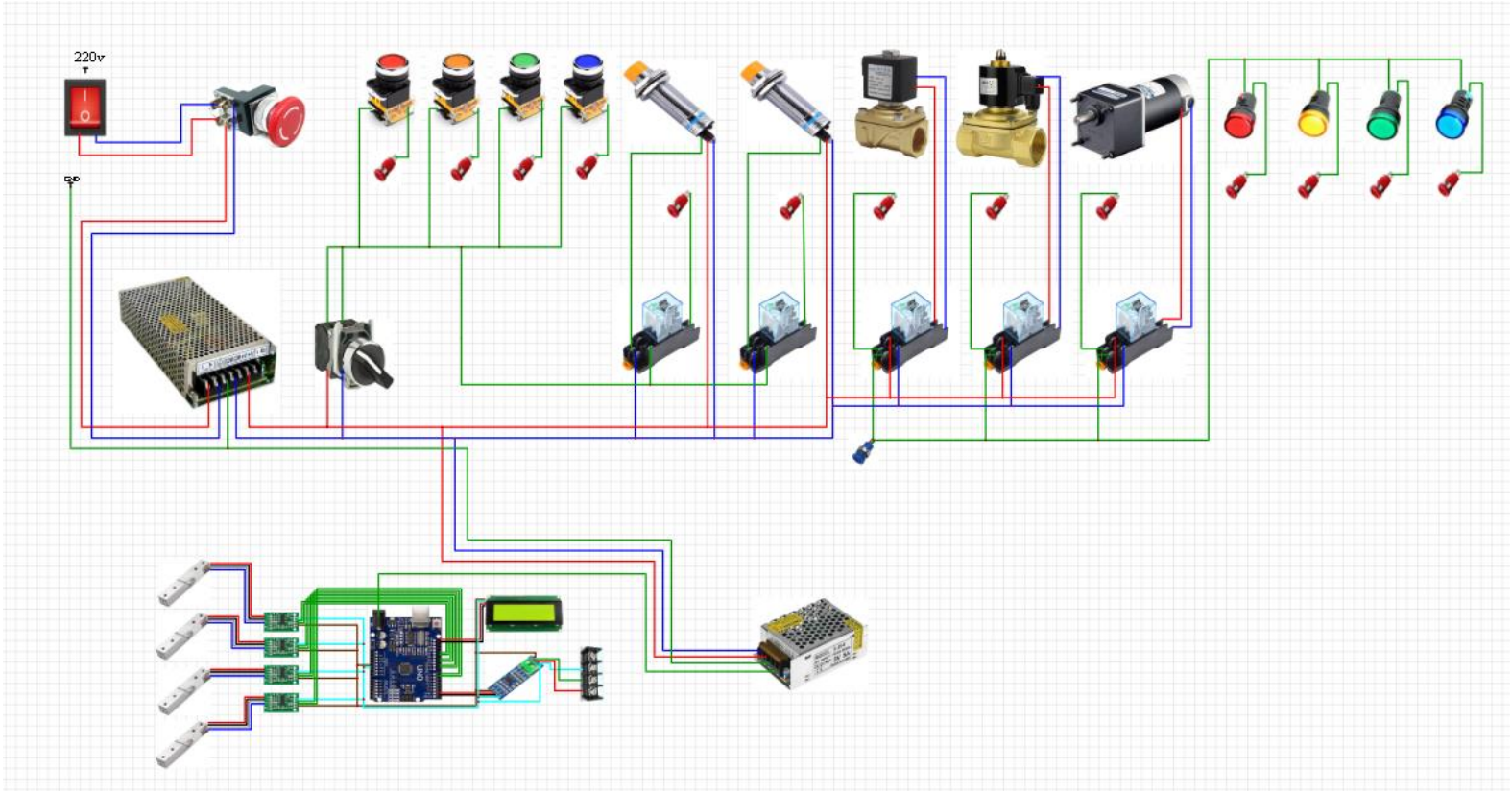
3.3 วงจรไฟฟ้า

3.3.1 วงจรทางไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 3-23



ภาพที่ 3-19 วงจรทางไฟฟ้า

3.3.2 วงจรการใช้งานจริง ดังแสดงในภาพที่ 3-24



ภาพที่ 3-20 วงจรการใช้งานจริง

3.3 การสร้างและประกอบ

3.3.1 ตัดอลูมิเนียมโปรไฟล์ให้ได้ตามขนาด จากนั้นนำมาประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างของตัวชิ้นงาน โดยตัวที่ใช้ยึดอลูมิเนียมโปรไฟล์จะใช้เป็น ฉากยึด ขนาด 30x30 mm. ดังแสดงในภาพที่ 3-19

ภาพที่ 3-21 อลูมิเนียมโปรไฟล์ ขนาด 30x30 mm. ตัดและประกอบตามที่ออกแบบไว้

3.3.2 นำเครื่องลำเลียงที่มีคอนเวเยอร์แบบเกลียวสกรู นำมาติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์ ดังแสดงในภาพที่ 3-20

ภาพที่ 3-22 นำเครื่องลำเลียงที่มีคอนเวเยอร์แบบเกลียวสกรูมายึดติดกับโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์

3.3.3 นำอลูมิเนียมโปรไฟล์มาติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อวางชุดชั่งน้ำหนัก ถังชั่ง และถังพัก ดังแสดงในภาพที่ 3-21

ภาพที่ 3-23 นำอลูมิเนียมโปรไฟล์มาติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อวางชุดชั่งน้ำหนัก ถังชั่ง และถังพัก

3.3.4 นำโหลดเซลล์และถังชั่งมาติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์ชั้นล่างที่เตรียมไว้จาก3.3.3 ดังแสดงในภาพที่ 3-22

ภาพที่ 3-24 นำโหลดเซลล์และถังชั่งมาติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์

3.3.5 นำถังพักมาติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์ชั้นบนที่เตรียมไว้จาก3.3.3 ดังแสดงในภาพที่ 3-23

ภาพที่ 3-25 นำถังพักมาติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมโปรไฟล์

3.3.6 ทำการติดตั้งโปรไฟล์อลูมิเนียมตรงฐานเพิ่มเติม และติดตั้งกล่องถ่ายวัตถุดิบจากถังชั่งออก ดังแสดงในภาพที่ 3-24

ภาพที่ 3-26 ทำการติดตั้งโปรไฟล์อลูมิเนียมตรงฐานเพิ่มเติมและติดตั้งกล่องถ่ายวัตถุดิบ

3.3.7 ทำการวางเหล็กยึดอุปกรณ์บริเวณฐานและติดตั้งอุปกรณ์พร้อมเดินสายที่ต้องใช้งานในเครื่องชุดฝึก ดังแสดงในภาพที่ 3-25

ภาพที่ 3-27 ทำการวางเหล็กยึดอุปกรณ์บริเวณฐาน และติดตั้งอุปกรณ์พร้อมเดินสายที่ต้องใช้งานในเครื่องชุดฝึก

3.3.8 ทำการใส่แผ่นอะคริลิคขนาด 123*28 ซม. หนา 7 มม. ที่เจาะรูพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ด้านหน้าของชุดฝึก ดังแสดงในภาพที่ 3-26

ภาพที่ 3-28 ทำการใส่แผ่นอะคริลิคขนาด 123*28 ซม. หนา 7 มม. ที่เจาะรูพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ด้านหน้าของชุดฝึก

บทที่ 4
การทดสอบใช้งานชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

ในบทที่ผ่านมาได้กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานและการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC และรวมไปถึงการชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC ให้สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพตามขอบเขตที่กำหนดไว้ ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำเครื่องที่ได้ออกแบบและสร้าง ไปทดสอบใช้งานจริงและบันทึกผลการทดสอบ ซึ่งจะทำให้ทราบถึงผลการทำงานของระบบและข้อบกพร่อง เพื่อที่จะได้นำข้อบกพร่องมาแก้ไขและพัฒนาปรับปรุงต่อไป

4.1 วิธีการทดลอง

4.1.1 ทำการทดลองหาค่าความผิดพลาดของโหลดเซลล์โดยการนำวัตถุดิบใช้เป็นข้าวสารมาชั่ง เริ่มทำการชั่งตั้งแต่ 1 กิโลกรัม ถึง 5 กิโลกรัม เพื่มคำนวณหาค่าความผิดพลาดของโหลดเซลล์

4.1.2 ทำการทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบข้าวสาร จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

4.1.3 ทำการทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดถั่วเขียว จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

4.1.4 ทำการทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดข้าวโพด จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

4.1.5 ทำการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่แสดงหน้าจอ LCD กับ PLC โดยโปรแกรม GX Works3

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 การทดลอง การชั่งน้ำหนักหาค่าความผิดพลาดของโหลดเซลล์โดยการนำวัตถุดิบใช้เป็นข้าวสารมาชั่ง เริ่มทำการชั่งตั้งแต่ 1 กิโลกรัม ถึง 5 กิโลกรัม เพื่อคำนวณหาค่าความผิดพลาดของโหลดเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 4-1

วิธีการทดลอง นำข้าวสารตามปริมาณที่ต้องการมาชั่งบนตราชั่งมาตรฐานที่เตรียมไว้ดังภาพที่ 4-1 จากนั้นนำข้าวสารที่ชั่งบนตราชั่งมาตรฐานที่ได้ปริมาณที่ต้องการแล้วมาชั่งบนตัวชั่งน้ำหนักชุดฝึก เป็นจำนวน 3 ครั้ง ทำการชั่ง 1 กิโลกรัม เพิ่มที่ละ 1 กิโลกรัม จนได้ 5 กิโลกรัม นำค่าที่ได้มาใส่ในตารางที่ 4.1 แล้วสรุปผลค่าความผิดพลาดทั้งหมด

ภาพที่ 4-1 ตราชั่งมาตฐาน

ตารางที่ 4-1 การชั่งน้ำหนักหาค่าความผิดพลาดของโหลดเซลล์โดยการนำวัตถุดิบใช้เป็นข้าวสารมาชั่ง เริ่มทำการชั่งตั้งแต่ 1 กิโลกรัม ถึง 5 กิโลกรัม เพื่อคำนวณหาค่าความผิดพลาดของโหลดเซลล์

ปริมาณของข้าวสาร (Kg)	ผลการชั่ง (kg)			ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก(kg)	ค่าความผิดพลาด (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
1	1.00	1.00	1.00	1.00	0
2	2.00	2.01	2.01	2.006	0.3
3	3.00	3.03	3.01	3.01	0.33
4	4.01	4.04	4.02	4.02	0.5
5	4.99	5.02	5.01	5.006	0.12

จากตารางที่ 4-1 สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าการทดลองค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1 กิโลกรัมอัตราค่าความผิดพลาด 0% , ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 2 กิโลกรัมเท่ากับ 2.006 กิโลกรัม อัตราค่าความผิดพลาด 0.3% , ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 3 กิโลกรัมเท่ากับ 3.01 กิโลกรัมอัตราค่าความผิดพลาด 0.33% , ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 4 กิโลกรัมเท่ากับ 4.02 กิโลกรัมอัตราค่าความผิดพลาด 0.5% , ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 5 กิโลกรัมเท่ากับ 5.006 กิโลกรัมอัตราค่าความผิดพลาด 0.12% ดังนั้นจะเป็นได้ว่าค่าความผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 0.5% น้อยที่สุดเท่ากับ 0% ค่าความผิดพลาดทั้งหมดไม่เกิน 3 %

4.2.2 การทดลอง หาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบข้าวสาร จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

วิธีการทดลอง นำวัตถุดิบประเภทข้าวสาร 6 กิโลกรัมเผื่อมา 1กิโลกรัมวัตถุดิบติดค้างภายในท่อลำเลียง ใส่ในถังเก็บวัตถุดิบเพื่อเตรียมลำเลียง ทำการใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) ปรับความเร็วรอบด้วยโมดูลควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ได้ตามที่ต้องการดังตารางที่ 4-2 จากนั้นทำการเริ่มจับเวลาการทดลองจ่ายไฟให้มอเตอร์ลำเลียงทำงานให้ไหลข้าวสารได้ 5 กิโลกรัมจึงหยุดการทำงาน จากนั้นสังเกตุและสรุปผลการทดลอง

ภาพที่ 4-2 วัตถุดิบประเภทข้าวสาร มีขนาดประมาณ 2 mm

ภาพที่ 4-3 ใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์

ตารางที่ 4-2 ผลทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบข้าวสาร จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

ครั้งที่	ความเร็วรอบ (RPM)	เวลา(s)	หมายเหตุ
1	≈100	1:03.89	ลำเลียงได้ปกติ
2	≈150	50.71	ลำเลียงได้ปกติ
3	≈200	45.43	ลำเลียงได้ปกติ
4	≈250	34.03	ลำเลียงได้ปกติ
5	≈300	25.79	ลำเลียงได้ปกติแต่จะเริ่มมีอาการสั่น
6	≈400	17.94	ลำเลียงได้ปกติแต่มีอาการสั่นเป็นอย่างมาก

จากตารางที่ 4-2 สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าความเร็วรอบที่สามารถเริ่มลำเลียงข้าวสารได้จะอยู่ที่ประมาณ 100 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 1:03.89 วินาที ลำเลียงได้ปกติและไม่มีเสียงดัง , ครั้งที่2 150RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 50.71 วินาที ลำเลียงได้ปกติและจะเริ่มมีเสียงดัง , ครั้งที่3 200RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 45.43 วินาที ลำเลียงได้ปกติและจะเริ่มมีเสียงดังมากขึ้น , ครั้งที่4 250RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 34.03 วินาที ลำเลียงได้ปกติและมีเสียงดัง , ครั้งที่5 300RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 25.79 วินาที ลำเลียงได้ปกติมีเสียงดังและเริ่มมีอาการสั่น , ครั้งที่6 4000RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 17.94 วินาที วินาที ลำเลียงได้ปกติ มีเสียงดังและเริ่มมีอาการสั่นเป็นอย่างมาก ดังนั้นความเร็วรอบที่ดีที่สุดในการใช้ในชุดฝึกจะอยู่ที่ประมาณ 100RPM ลำเลียงได้ดีและไม่มีเสียงดัง ไม่มีอาการสั่น แม้จะเป็นความเร็วที่ช้าแต่ไม่ช้าเกินไปทำให้เหมาะสมที่สุด

ภาพที่ 4-4 วัดอัตราการไหลของข้าวสาร

4.2.3 การทดลอง หาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดถั่วเขียว จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

วิธีการทดลอง นำวัตถุดิบประเภทเมล็ดถั่วเขียว 6 กิโลกรัมเผื่อมา 1กิโลกรัมวัตถุดิบติดค้างภายในท่อลำเลียง ใส่ในถังเก็บวัตถุดิบเพื่อเตรียมลำเลียง ทำการใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) ปรับความเร็วรอบด้วยโมดูลควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ได้ตามที่ต้องการดังตารางที่ 4-3 จากนั้นทำการเริ่มจับเวลาการทดลองจ่ายไฟให้มอเตอร์ลำเลียงทำงานให้ไหลเมล็ดถั่วเขียวได้ 5 กิโลกรัมจึงหยุดการทำงาน จากนั้นสังเกตและสรุปผลการทดลอง

ภาพที่ 4-5 วัตถุดิบประเภทเมล็ดถั่วเขียว มีขนาดประมาณ 4 mm

ภาพที่ 4-6 ใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์

ตารางที่ 4-3 ผลทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดถั่วเขียว จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

ครั้งที่	ความเร็วรอบ (RPM)	เวลา(s)	หมายเหตุ
1	≈100	2.10.85	ลำเลียงได้ปกติ
2	≈150	1.32.01	ลำเลียงได้ปกติ
3	≈200	1.03.42	ลำเลียงได้ปกติ
4	≈250	47.67	ลำเลียงได้ปกติ
5	≈300	35.50	ลำเลียงได้ปกติ แต่จะเริ่มมี อาการสั่น
6	≈400	25.75	ลำเลียงได้ปกติ แต่มีอาการสั่น เป็นอย่างมาก

จากตารางที่ 4-3 สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าความเร็วรอบที่สามารถเริ่มลำเลียงเมล็ดถั่วเขียวได้จะอยู่ที่ประมาณ 100 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 2.10.85 วินาที ลำเลียงได้ปกติและไม่มีเสียงดัง , ครั้งที่2 150 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 1.32.01 วินาที ลำเลียงได้ปกติและจะเริ่มมีเสียงดัง , ครั้งที่3 200 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 1.03.42 วินาที ลำเลียงได้ปกติและจะเริ่มมีเสียงดังมากขึ้น , ครั้งที่4 250 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 47.67 วินาที ลำเลียงได้ปกติและมีเสียงดัง , ครั้งที่5 300 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 35.50 วินาที ลำเลียงได้ปกติมีเสียงดังและเริ่มมีอาการสั่น , ครั้งที่6 400 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 25.75 วินาที วินาที ลำเลียงได้ปกติ มีเสียงดังและเริ่มมีอาการสั่นเป็นอย่างมาก ดังนั้นวัตถุดิบเมล็ดถั่วเขียวสามารถใช้งานกับชุดฝึกได้แต่จะมีเวลาการลำเลียงที่ช้ากว่าเมล็ดข้าวสาร แต่ความแข็งของเมล็ดถั่วเขียวจทำให้เมล็ดแตกโดนบดเป็นผงอาจจะมีฝุ่นได้

ภาพที่ 4-7 ทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดถั่วเขียว

4.2.4 การทดลอง หาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดข้าวโพด จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

วิธีการทดลอง นำวัตถุดิบประเภทเมล็ดข้าวโพด 6 กิโลกรัมเผื่อมา 1กิโลกรัมวัตถุดิบติดค้างภายในท่อลำเลียง ใส่ในถังเก็บวัตถุดิบเพื่อเตรียมลำเลียง ทำการใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) ปรับความเร็วรอบด้วยโมดูลควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ได้ตามที่ต้องการดังตารางที่ 4-4 จากนั้นทำการเริ่มจับเวลาการทดลองจ่ายไฟให้มอเตอร์ลำเลียงทำงานให้ไหลเมล็ดเมล็ดข้าวโพดได้ 5 กิโลกรัมจึงหยุดการทำงาน จากนั้นสังเกตและสรุปผลการทดลอง

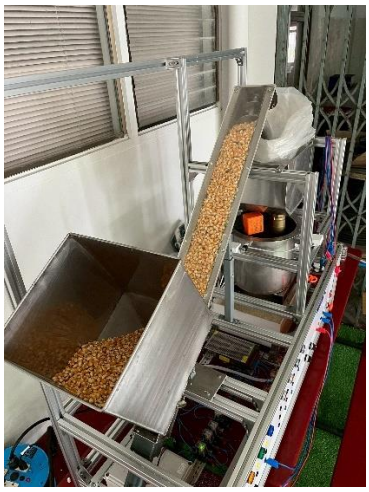
ภาพที่ 4-8 วัตถุดิบประเภทเมล็ดข้าวโพดมีขนาดประมาณกว้าง 5mm, ยาว 8mm, หนา 3mm

ภาพที่ 4-9 ใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tachometer) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์

ตารางที่ 4-4 ผลทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดข้าวโพด จำนวน 5 กิโลกรัม ตามความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์

ครั้งที่	ความเร็วรอบ (RPM)	เวลา(s)	หมายเหตุ
1	≈100	-	มอเตอร์หยุดทำงาน
2	≈150	-	มอเตอร์หยุดทำงาน
3	≈200	55.46	ลำเลียงได้ปกติ
4	≈250	43.93	ลำเลียงได้ปกติ
5	≈300	35.55	ลำเลียงได้ปกติแต่จะเริ่มมีอาการสั่น
6	≈400	22.05	ลำเลียงได้ปกติแต่มีอาการสั่นเป็นอย่างมาก

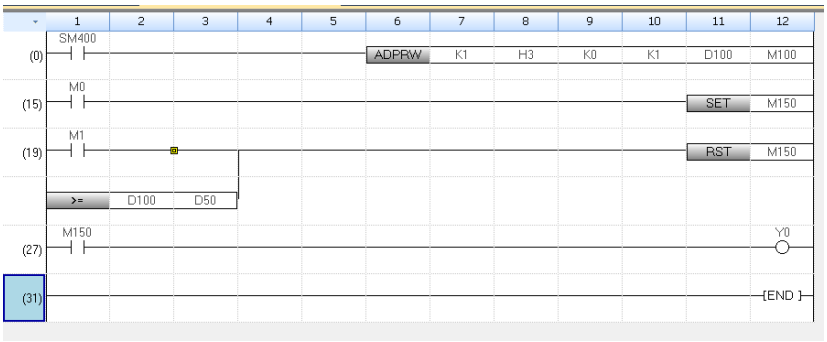
จากตารางที่ 4-4 สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าความเร็วรอบที่ประมาณ 100 RPM 5 กิโลกรัม ไม่สามารถลำเลียงได้ ภายในท่อเกิดการติดขัดทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน , ครั้งที่2 150 RPM 5 กิโลกรัมไม่สามารถลำเลียงได้ ภายในท่อเกิดการติดขัดทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน , ครั้งที่3 ความเร็วรอบที่สามารถเริ่มลำเลียงเมล็ดข้าวโพดได้ที่ประมาณ 200 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 55.46 วินาที ลำเลียงได้ปกติและมีเสียงดัง , ครั้งที่4 250 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 43.93 วินาที ลำเลียงได้ปกติและมีเสียงดัง , ครั้งที่5 300 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 35.55 วินาที ลำเลียงได้ปกติมีเสียงดังและเริ่มมีอาการสั่น , ครั้งที่6 400 RPM 5 กิโลกรัมจะใช้เวลา 22.05 วินาที วินาที ลำเลียงได้ปกติ มีเสียงดังและเริ่มมีอาการสั่นเป็นอย่างมาก ดังนั้นวัตถุดิบเมล็ดข้าวโพดสามารถใช้งานกับชุดฝึกได้จะต้องใช้ความเร็วรอบมอเตอร์ที่สูงเริ่มที่ 200 RPM แต่จะทำให้มีเสียงดังและอาการสั่นเพราะความเร็วรอบมอเตอร์ที่สูงจึงไม่แนะนำในการใช้เหมือนกับข้าวสาร



ภาพที่ 4-10 ทดลองหาอัตราการลำเลียงของวัตถุดิบเมล็ดข้าวโพด

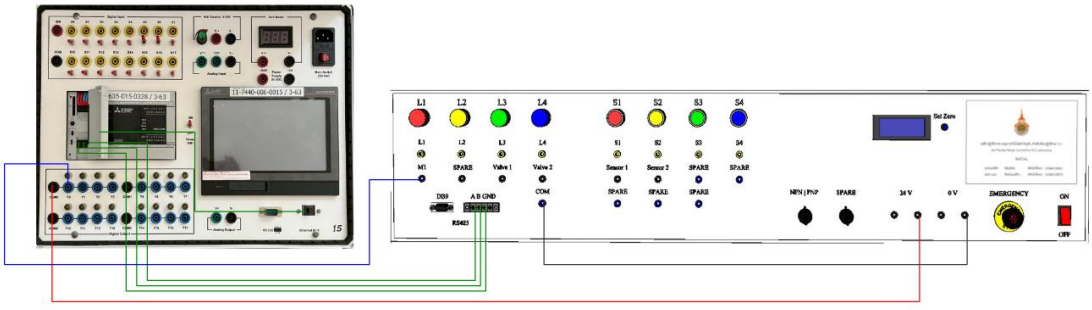
4.2.5 การทดลอง หาค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่แสดงหน้าจอ LCD กับ PLC โดยโปรแกรม GX Works3

วิธีการทดลอง ทำการเขียนโปรแกรม GX Works3 , GT Designer3 และต่อสาย PLC กับชุดฝึก ดังภาพที่ 4-12 , 4-13 และ 4-14 จากนำวัตถุดิบข้าวสาร 6 กิโลกรัมเผื่อมา 1กิโลกรัมวัตถุดิบติดค้างภายในท่อลำเลียง ใส่ในถังเก็บวัตถุดิบเพื่อเตรียมลำเลียง และทำการทดลองตามตารางที่ 4-5 จากนั้นสังเกตุและสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 4-11 ทำการเขียน Ladder Diagram โดยโปรแกรม GX Works3

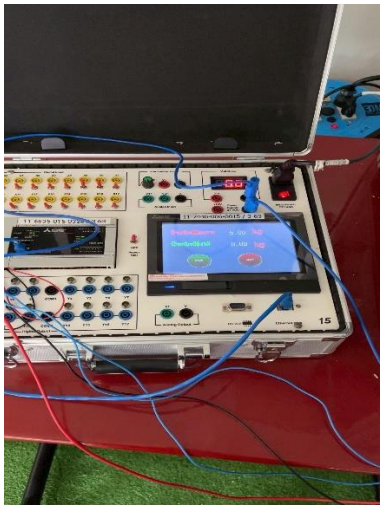
ภาพที่ 4-12 ทำการเขียนหน้าจอHMI โดยโปรแกรม GT Designer3



ภาพที่ 4-13 วงจรการต่อใช้งาน PLC กับ ชุดฝึก

ตารางที่ 4-5 ผลการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่แสดงหน้าจอ LCD กับ PLC โดยโปรแกรม GX Works3

น้ำหนักที่ต้องการ (kg)	น้ำหนักที่ชั่งได้ (kg)		Error %
	จอ HMI	จอชุดทดลอง	
1.00	1.02	1.02	2.00
1.50	1.53	1.53	2.00
2.00	2.02	2.02	1.00
2.50	2.53	2.53	1.20
3.00	3.04	3.04	1.33
3.50	3.54	3.54	1.14
4.00	4.04	4.04	1.00
4.50	4.53	4.53	0.67
5.00	5.04	5.04	0.80



ภาพที่ 4-14 ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่แสดงหน้าจอ LCD กับ PLC โดยโปรแกรม GX Works3

4.3 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบสำหรับห้องปฏิบัติการ PLC ปรากฏว่าการคำนวณอัตราความผิดพลาดการชั่งน้ำหนักทั้งหมดประมาณ 0-0.5% ดั้งนั้นไม่เกิน 3 % และการทดลองการไหลของข้าวสาร เมล็ดข้าวโพด และเมล็ดถัวเขียว จะเห็นได้ว่าข้าวสารจะสามารถไหลได้ดีกว่าอีก2ชนิด ดั้งนั้นจึงใช้ข้าวสารในชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC ดีที่สุด และค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่แสดงหน้าจอ LCD กับ PLC โดยโปรแกรม GX Works3 ทั้งหมด 0.67% – 2% ดังนั้นไม่เกิน 3%

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากที่ได้ออกแบบ จัดสร้างและทดสอบโครงงานชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบสำหรับห้องปฏิบัติการ PLC ในบทที่ผ่านมา ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปของปริญญานิพนธ์ ปัญหาและอุปสรรคในการจัดทำโครงงาน รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในการนำไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อไป

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทำโครงงาน

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน

5.3 ข้อควรระวังในการใช้งานชุดฝึก

5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทำโครงงาน

จากการศึกษาและจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบสำหรับห้องปฏิบัติการ PLC ผู้จัดทำได้เรียนรู้การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญ ได้แก่ โหลดเซลล์ โมดูล HX711 จอ LCD รวมถึงการสื่อสารระหว่าง Arduino กับ PLC ผ่านโปรโตคอล Modbus RTU ตลอดจนการประยุกต์ใช้งาน PLC ในการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกสามารถชั่งน้ำหนักวัตถุดิบได้อย่างแม่นยำ และแสดงผลบนจอ HMI ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับค่าที่ได้จากตัวควบคุมหลัก โดยมีอัตราความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้สำหรับการใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 การตั้งค่าการสื่อสารระหว่าง Arduino กับ PLC ผ่าน Modbus RTU ต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่อง Register และ Protocol อย่างลึกซึ้ง

5.2.2 การแสดงผลผ่านจอ HMI อาจเกิดความคลาดเคลื่อนหากกำหนด Address ไม่ตรงกับค่าที่ Arduino ส่งออกมา

5.2.3 ชุดฝึกยังมีข้อจำกัดด้านน้ำหนักสูงสุดที่สามารถชั่งได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับสเปกของโหลดเซลล์ที่ใช้

5.3 ข้อควรระวังในการใช้งานชุดฝึก

5.3.1 ควรตรวจสอบการต่อวงจรไฟฟ้าให้ถูกต้องก่อนจ่ายไฟทุกครั้ง เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์

5.3.2 หลีกเลี่ยงการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นหรือฝุ่นละอองสูง

5.3.3 ห้ามสัมผัสแผงวงจรหรือสายไฟขณะอุปกรณ์กำลังทำงาน เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

5.4.1 พัฒนาให้สามารถแสดงผลกราฟน้ำหนักย้อนหลังผ่านจอ HMI หรือบนเว็บไซต์

5.4.2 เพิ่มฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลน้ำหนักลงในหน่วยความจำ หรือส่งออกเป็นไฟล์ CSV

5.4.3 ปรับปรุงโครงสร้างเครื่องให้แข็งแรงขึ้นและสามารถรองรับน้ำหนักที่มากขึ้น เพื่อเพิ่มขอบเขตการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

1. ธีรพงษ์ ฉิมเพชร. (2562). ระบบควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิศวกรรม.
   แหล่งที่มา: https://www.example.com/automation-control-book
2. วิศวกรอิเล็กทรอนิกส์. (2563). การใช้งานโหลดเซลล์ร่วมกับ Arduino และ HX711.
   แหล่งที่มา: https://www.elecplus.com/hx711-load-cell
3. อดิศักดิ์ นามแสง. (2561). PLC กับการควบคุมอุตสาหกรรม. สงขลา: มทร.ศรีวิชัย.
   แหล่งที่มา: https://www.rmutsv.ac.th/research/plc-control-book
4. สวทช. (2564). อินเทอร์เน็ตในสรรพสิ่ง (IoT) สำหรับอุตสาหกรรม.
   แหล่งที่มา: https://www.nstda.or.th/th/news/16346-iot-industry.html
5. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2560). การประยุกต์ใช้ PLC ในระบบควบคุมอัตโนมัติ.
   แหล่งที่มา: https://www.dip.go.th
6. ประสงค์ เพ็ชร์จันทร์. (2562). “การออกแบบระบบควบคุมด้วย Arduino และการเชื่อมต่อ Modbus RTU.” วารสารวิศวกรรม, 14(2), 55–63.
   แหล่งที่มา: https://www.engjournal.org/article/modbus-arduino
7. สุธีร์ นิ่มละมัย. (2561). เซ็นเซอร์และการประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม. นครปฐม: สำนักพิมพ์วิชาการไทย.
   แหล่งที่มา: https://www.thaiacademicpress.org/sensors-book
8. ณัฐพล คงชนะ. (2562). “การพัฒนาเครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติสำหรับระบบ IoT.” การประชุมวิชาการวิศวกรรมแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 10, หน้า 112–117.
   แหล่งที่มา: https://www.eea.or.th/conference2019/paper112
9. ศิริพร ศรีสมบูรณ์. (2560). ไมโครคอนโทรลเลอร์และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเบื้องต้น. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์เทคโนโลยีไทย.
   แหล่งที่มา: https://www.thaitechpub.com/microcontroller-guide
10. สมาคมวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย. (2563). มาตรฐานการเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านโปรโตคอล Modbus สำหรับงานอุตสาหกรรม.
    แหล่งที่มา: https://www.ete.or.th/modbus-standard

ภาคผนวก ก
งบประมาณของการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

งบประมาณของการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC เครื่องนี้มีราคาต้นทุนใน การสร้างประมาณ บาทเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ ก-1

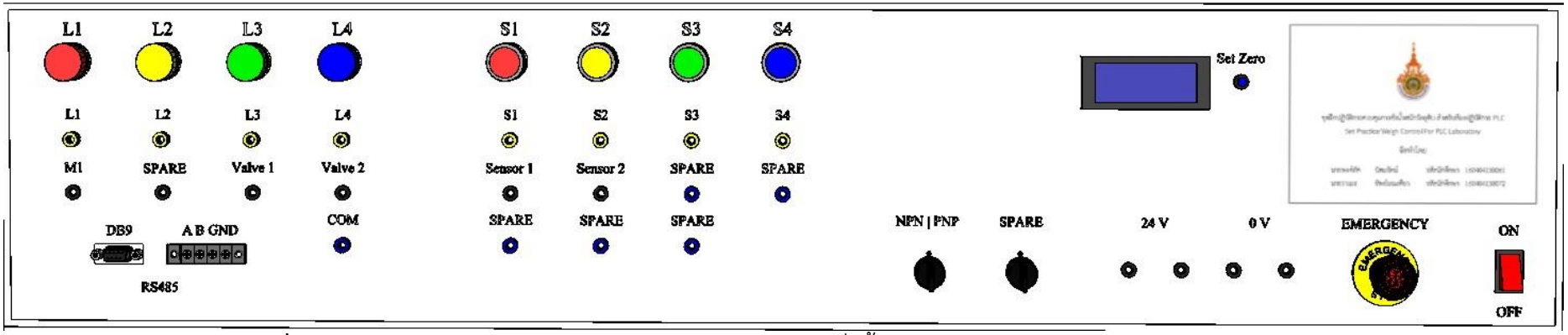
ตารางที่ ก-1 งบประมาณของการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

ตารางงบประมาณการสร้าง ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC		
รายการอุปกรณ์	**จำนวน**	**ราคา (บาท)**
อลูมิเนียมโปรไฟล์	เมตร	
ชุดอลูมิเนียมเกรียวสกรู+ถังอลูมิเนียม	1 ชุด	
ถังพักอลูมิเนียม + ถังชั่งอลูมิเนียม	1ชุด	
Loadcell + HX711	4 ชุด	
Sensor	2 ตัว	
ชุดบอลวาล์ว	1 ชุด	
ชุดบอลวาล์ว	1 ชุด	
Bracket D 30 สำหรับอลูมิเนียมโปรไฟล์ 3030	50 ตัว	
Free Nut M5 สำหรับอลูมิเนียมโปรไฟล์ 3030	120 ตัว	
รางอลูมิเนียม	2 เมตร	130
รางพลาสติก	3 เมตร	
Switching Power Supply 24V	1 ตัว	
Switching Power Supply 5V	1 ตัว	
มอเตอร์ 24V	1 ตัว	
Pilot lamp สีแดง ขนาด 16-22 mm	1 ตัว	30
Pilot lamp สีเขียว ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	30
Pilot lamp สีเหลือง ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	30
Pilot lamp สีน้ำเงิน ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	30
Push Button switch สีแดง ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	35

รายการอุปกรณ์	จำนวน	ราคา (บาท)
Push Button switch สีเขียว ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	35
Push Button switch สีเหลือง ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	35
Push Button switch สีน้ำเงิน ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	35
Push Button switch 12 mm.	1 ตัว	15
Emergency switch สีแดง ขนาด 16-22 mm.	1 ตัว	59
Banana Plug สีเหลือง	4 ตัว	
Banana Plug สีดำ	8 ตัว	
Banana Plug สีน้ำเงิน	8 ตัว	
Banana Plug สีแดง	2 ตัว	
Relay 24V	ตัว	
Selector Switch	2 ตัว	70
switch on off	1 ตัว	25
น้ำยาเชื่อมพลาสติกอะคริลิค	1 ขวด	80
Spiral Wrapping Band หรือ ไส้ไก่รัดสายไฟ	เมตร	
หางปลาหุ้มแฉก BL - VF 2-4V (สีน้ำเงิน)	80 ตัว	160
หางปลาหุ้มแฉก RE - VF 1.25 – 3Y (สีแดง)	30 ตัว	60
หางปลาหุ้มเสียบเมีย FDD 1-250 SUNMOON (สีน้ำเงิน)	40 ตัว	120
เทอร์มินอลบล็อก 6 ช่อง	1 ตัว	
เทอร์มินอลบล็อก 16 ช่อง	1 ตัว	
เทอร์มินอลบล็อก 24 ช่อง	1 ตัว	
โมดูลปรับความเร็วมอเตอร์ 24V	1 ตัว	
อะคริลิคแผ่นสี่เหลี่ยม ขนาด หนา มม.	แผ่น	
อะคริลิคแผ่นสี่เหลี่ยม ขนาด 30 x 90 cm. หนา mm.	แผ่น	
อะคริลิคแผ่นสี่เหลี่ยม หนา 3 mm.	4 แผ่น	
ชุด Arduino UNO R3 + กล่องอะคริลิคใส	1 ชุด	
จอ Lcd	1 ชิ้น	
ชุด module RS485	1 ชุด	
อะคริลิคแผ่นสี่เหลี่ยม ขนาด 20 x 250 cm. หนา 5 mm.	1 แผ่น	
รวมจำนวนเงินทั้งหมด		

ภาคผนวก ข
แบบหน้าบอร์ดชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

ตัวอย่างหน้าบอร์ดชุดฝึกปฏิบัติการ



ภาพที่ ข-1 รูปรายละเอียดหน้าบอร์ดชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

ส่วนประกอบ

ด้านอินพุท

1. S1, S2, S3, S4	Push Button switch
2. Sensor 1-2	Level Sensor 1-2
3. NPN, PNP	สวิตช์เลือกอินพุท

ด้านเอาท์พุต

1. L1, L2, L3, L4	Pilot Lamp แสดงสถานะ
2. M1	Motor
3. COM	common
4. SPARE	อุปกรณ์เผื่อใช้งาน
5. Valve 1	เปิด-ปิด วาล์วใหญ่
6. Valve 2	เปิด-ปิด วาล์วเล็ก
7. Speed	สวิตช์ปรับความเร็วมอเตอร์
8. 24V, 0V	Power Supply
9. Rs485 (DB9, A B GND)	ตัวส่งค่าน้ำหนักไปยัง PLC

ภาคผนวก ค

SOURCE CODE ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

SOURCE CODE

```
// ---------- [Library รวมที่ใช้] ----------
#include <HX711_ADC.h>             // ไลบรารีสำหรับโมดูล HX711 (แปลงสัญญาณ load cell)
#include <EEPROM.h>                // ใช้สำหรับจัดการกับหน่วยความจำ EEPROM
#include <Wire.h>                  // ไลบรารีสำหรับ I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h>     // ไลบรารีสำหรับจอ LCD I2C
#include <SimpleModbusSlave.h>     // ไลบรารีสำหรับทำ Modbus RTU Slave

// ---------- [Define พิน และค่าคงที่] ----------
#define MAX485_DE 2                // พินควบคุมทิศทาง RS485 (DE/RE)
#define HOLDING_REGS_SIZE 10       // ขนาดของ holding register array สำหรับ Modbus
unsigned int holdingRegs[HOLDING_REGS_SIZE]; // ตัวแปรเก็บค่า register สำหรับ Modbus
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // กำหนดจอ LCD I2C address 0x27 ขนาด 20x4

const int HX711_dout_1  = 6;
const int HX711_sck_1   = 7;
const int HX711_dout_2  = 8;
const int HX711_sck_2   = 9;               // พินต่อโหลดเซลล์ทั้ง 4 ตัว (DOUT, SCK)
const int HX711_dout_3  = 10;
const int HX711_sck_3   = 11;
const int HX711_dout_4  = 12;
const int HX711_sck_4   = 13;

// สร้างอ็อบเจกต์ HX711_ADC สำหรับโหลดเซลล์แต่ละตัว
HX711_ADC LoadCell_1(HX711_dout_1, HX711_sck_1);
HX711_ADC LoadCell_2(HX711_dout_2, HX711_sck_2);
HX711_ADC LoadCell_3(HX711_dout_3, HX711_sck_3);
HX711_ADC LoadCell_4(HX711_dout_4, HX711_sck_4);
```

```
// ที่อยู่ EEPROM สำหรับเก็บค่าคาลิเบรตของโหลดเซลล์แต่ละตัว
const int calVal_eepromAdress_1 = 0;
const int calVal_eepromAdress_2 = 4;
const int calVal_eepromAdress_3 = 8;
const int calVal_eepromAdress_4 = 12;

// ---------- [ตัวแปรคำนวณต่าง ๆ] ----------
unsigned long t = 0;          // ใช้เก็บเวลาสำหรับ interval LCD update
float a, b, c, d;             // น้ำหนักจากโหลดเซลล์แต่ละตัว
float avg;                    // ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก
float kg = 0;                 // ค่าน้ำหนักที่คำนวณแล้ว
float offset_zero = 245.75;  // ค่าออฟเซตศูนย์ที่ใช้หักลบ
#define autozero false        // ถ้า true จะ tare อัตโนมัติ

#define set_zero 5            // ปุ่มสำหรับตั้งค่า zero ต่อที่พิน 5

// ---------- [ฟังก์ชันเริ่มต้นระบบ] ----------
void setup() {
  // pinMode และการกำหนดทิศทาง RS485 (DE/RE)
  pinMode(set_zero, INPUT_PULLUP);     // ปุ่ม Zero ใช้ Pullup ภายใน
  pinMode(MAX485_DE, OUTPUT);
  digitalWrite(MAX485_DE, 0);          // ตั้งให้รับข้อมูล (DE/RE = LOW)

  // ตั้งค่าเริ่มต้นของ Modbus
  modbus_configure(
    9600,              // baudrate
    1,                 // slave ID
    MAX485_DE,         // พินควบคุม DE
    HOLDING_REGS_SIZE,// ขนาด array
    0                  // start address
  );
```

```
// ตั้งค่า LCD
lcd.begin();
lcd.display();
lcd.backlight();
delay(10);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("STARTING...");

// โหลดค่าคาลิเบรตจาก EEPROM
float calibrationValue_1 = 0;
float calibrationValue_2 = 0;
float calibrationValue_3 = 0;
float calibrationValue_4 = 0;
EEPROM.get(calVal_eepromAdress_1, calibrationValue_1);
EEPROM.get(calVal_eepromAdress_2, calibrationValue_2);
EEPROM.get(calVal_eepromAdress_3, calibrationValue_3);
EEPROM.get(calVal_eepromAdress_4, calibrationValue_4);

// เริ่มต้น load cell ทั้ง 4 ตัว
LoadCell_1.begin();
LoadCell_2.begin();
LoadCell_3.begin();
LoadCell_4.begin();

unsigned long stabilizingtime = 2000;  // เวลารอให้ load cell เสถียร
boolean _tare = true;                  // ให้ tare เมื่อเริ่มต้น (ถ้าเปิด autozero)
byte loadcell_1_rdy = 0;
byte loadcell_2_rdy = 0;
byte loadcell_3_rdy = 0;
byte loadcell_4_rdy = 0;

// ถ้าเปิด autozero ให้รอทุก load cell พร้อม แล้ว tare
```

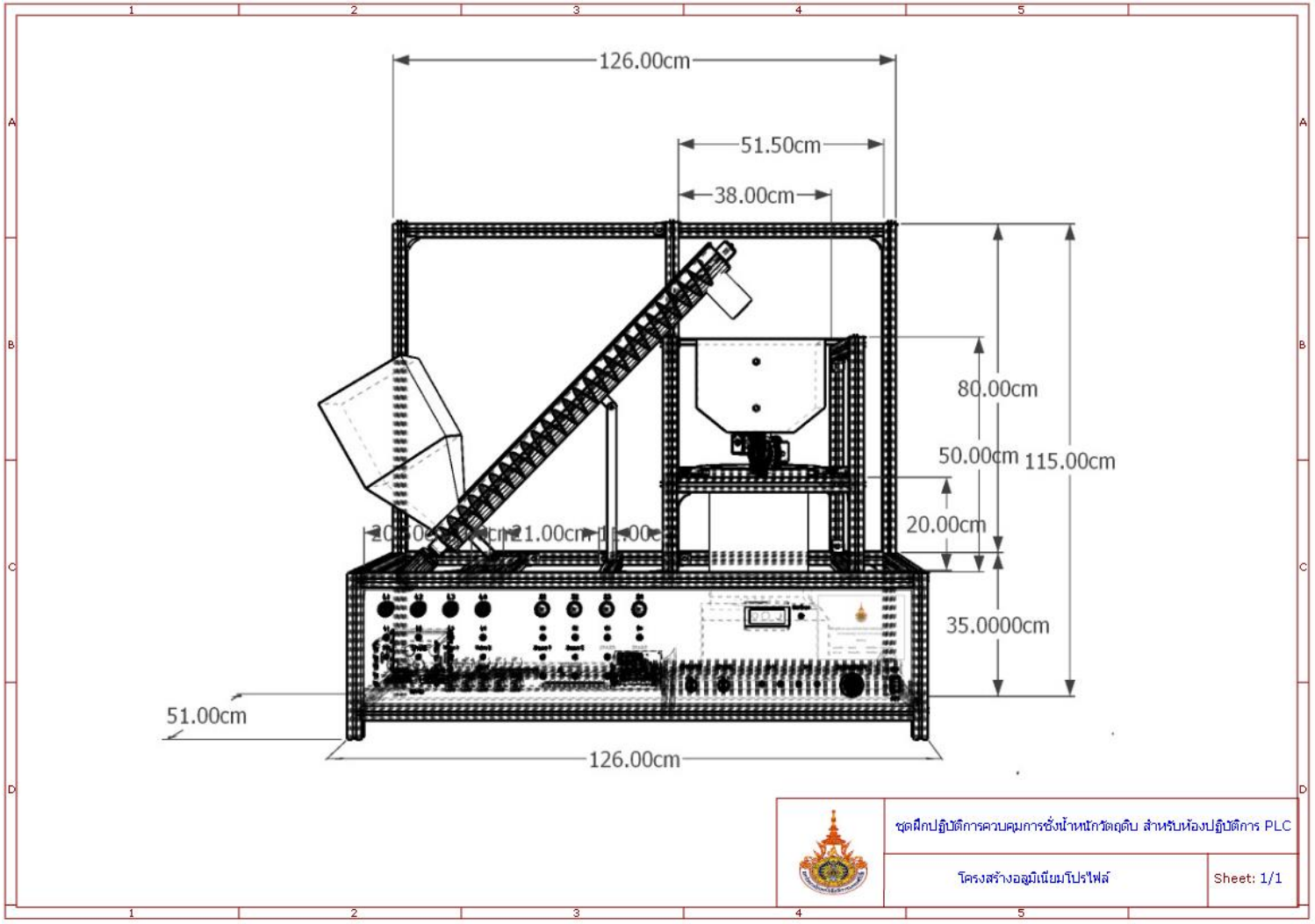
```
  if (autozero) {
    while ((loadcell_1_rdy + loadcell_2_rdy + loadcell_3_rdy + loadcell_4_rdy) < 4) {
      if (!loadcell_1_rdy) loadcell_1_rdy = LoadCell_1.startMultiple(stabilizingtime, _tare);
      if (!loadcell_2_rdy) loadcell_2_rdy = LoadCell_2.startMultiple(stabilizingtime, _tare);
      if (!loadcell_3_rdy) loadcell_3_rdy = LoadCell_3.startMultiple(stabilizingtime, _tare);
      if (!loadcell_4_rdy) loadcell_4_rdy = LoadCell_4.startMultiple(stabilizingtime, _tare);
    }
  }

  // ตั้งค่าคาลิเบรตให้ load cell
  LoadCell_1.setCalFactor(calibrationValue_1);
  LoadCell_2.setCalFactor(calibrationValue_2);
  LoadCell_3.setCalFactor(calibrationValue_3);
  LoadCell_4.setCalFactor(calibrationValue_4);
}

// ---------- [ฟังก์ชันหลัก Loop ทำงานวนตลอดเวลา] ----------
void loop() {
  // เช็คปุ่ม set_zero ถ้ากดให้ตั้ง offset_zero ใหม่
  if (!digitalRead(set_zero)) {
    delay(20);
    while (!digitalRead(set_zero)) delay(20); // รอจนปล่อยปุ่ม
    offset_zero = avg;
  }

  static boolean newDataReady = 0;
  const int serialPrintInterval = 200;  // อัปเดตข้อมูลทุก 200 ms

  // อ่านค่าใหม่จาก load cell
  if (LoadCell_1.update()) newDataReady = true;
  LoadCell_2.update();
  LoadCell_3.update();
  LoadCell_4.update();
```

```
// ใช้ filter ค่าเพื่อให้ smooth มากขึ้น
a = smooth(LoadCell_1.getData(), 0.5, a);
b = smooth(LoadCell_2.getData(), 0.5, b);
c = smooth(LoadCell_3.getData(), 0.5, c);
d = smooth(LoadCell_4.getData(), 0.5, d);

// ถ้ามีข้อมูลใหม่ และถึงเวลาอัปเดต
if ((newDataReady)) {
  if (millis() > t + serialPrintInterval) {
    lcd.setCursor(3, 1);
    lcd.print("MEASURED WEIGHT"); // แสดงข้อความ

    avg = (a + b + c + d) / 4;      // คำนวณค่าเฉลี่ย

    if (!autozero) {
      kg = avg - offset_zero;      // หักลบด้วย offset
      if (kg < 0) kg = 0;          // ไม่ให้ติดลบ
    }

    holdingRegs[0] = (int)(kg * 100); // ส่งน้ำหนักไปยัง holding register (x100)

    // แปลงน้ำหนักเป็น string เพื่อตั้งตำแหน่งให้ตรงกลาง
    String value_string = String(kg);
    int cs = 0;
    if (value_string.length() == 4) cs = 4;
    else if (value_string.length() == 5) cs = 3;
    else if (value_string.length() == 6) cs = 2;

    // แสดงน้ำหนักบน LCD
    lcd.setCursor(cs, 2);
    lcd.print("    ");
    lcd.print(value_string);
```

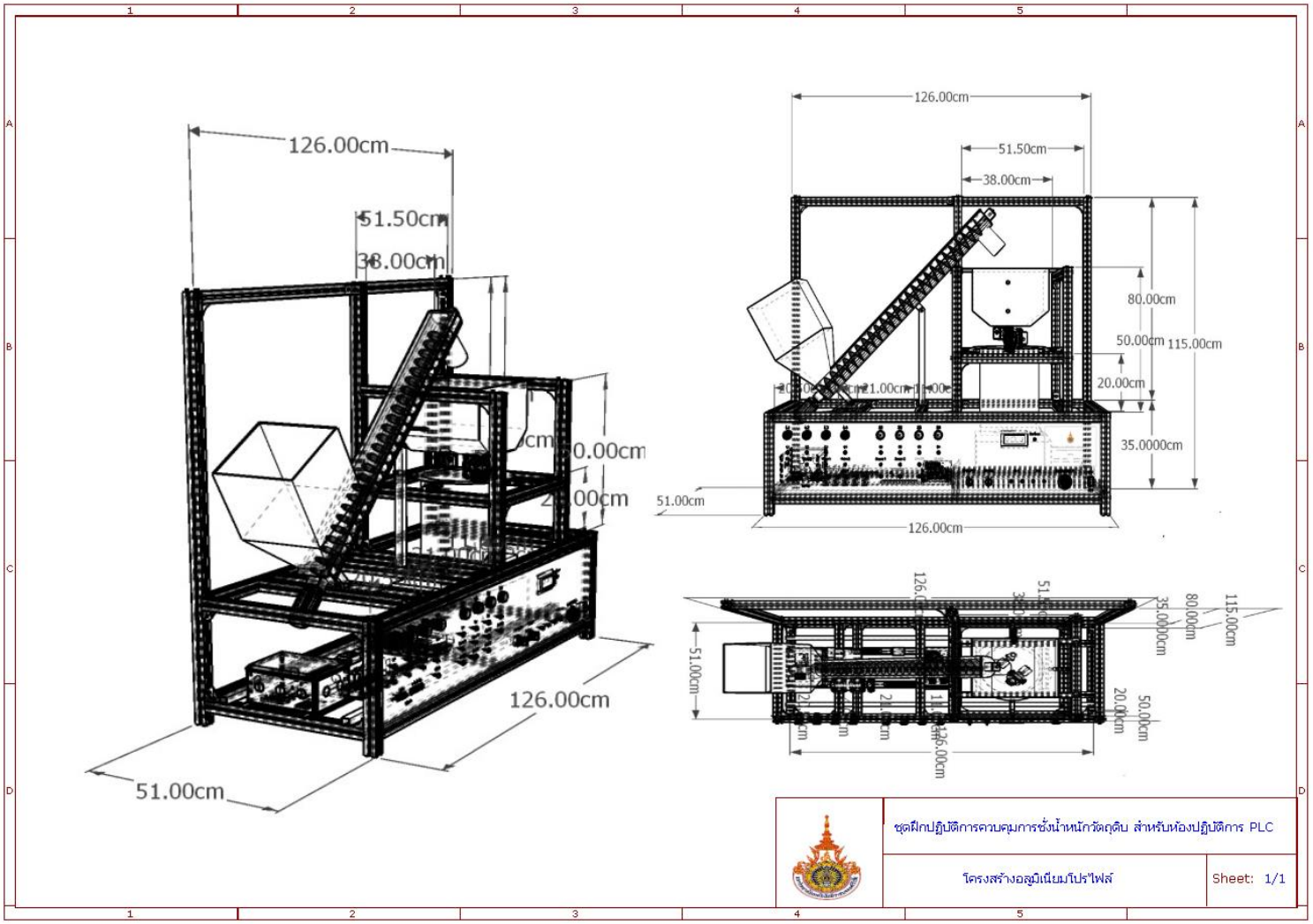
```
      lcd.setCursor(12, 2);
      lcd.print(" Kg");

      newDataReady = 0;
      t = millis();
    }
  }

  // อัปเดตข้อมูลให้ Modbus
  modbus_update(holdingRegs);
}

// ---------- [ฟังก์ชันกรองข้อมูล (Filter)] ----------
float smooth(float data, float filterVal, float smoothedVal) {
  smoothedVal = (data * (1 - filterVal)) + (smoothedVal * filterVal);
  return smoothedVal;
}
```

ภาคผนวก ง

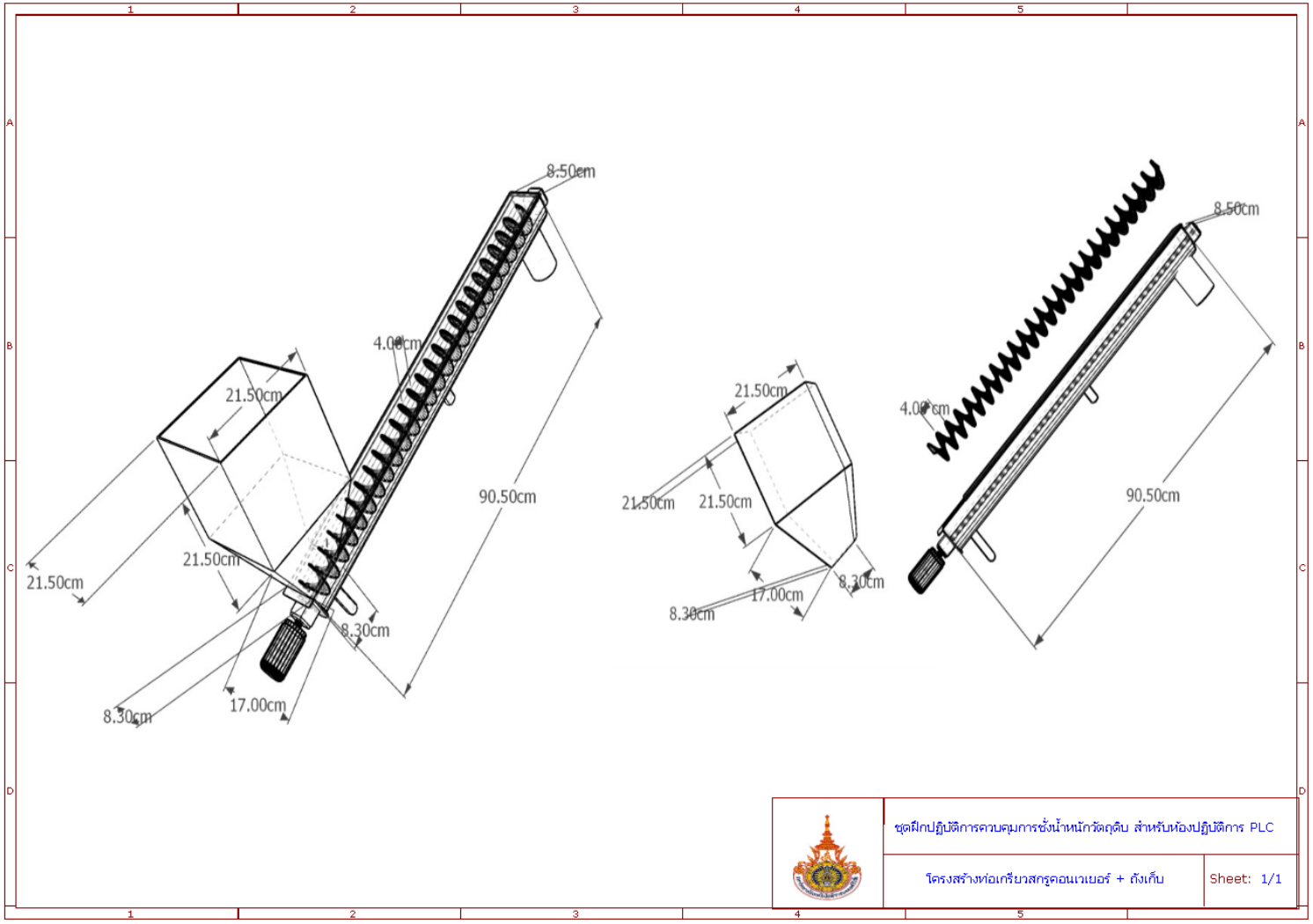
Shop Drawing ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC



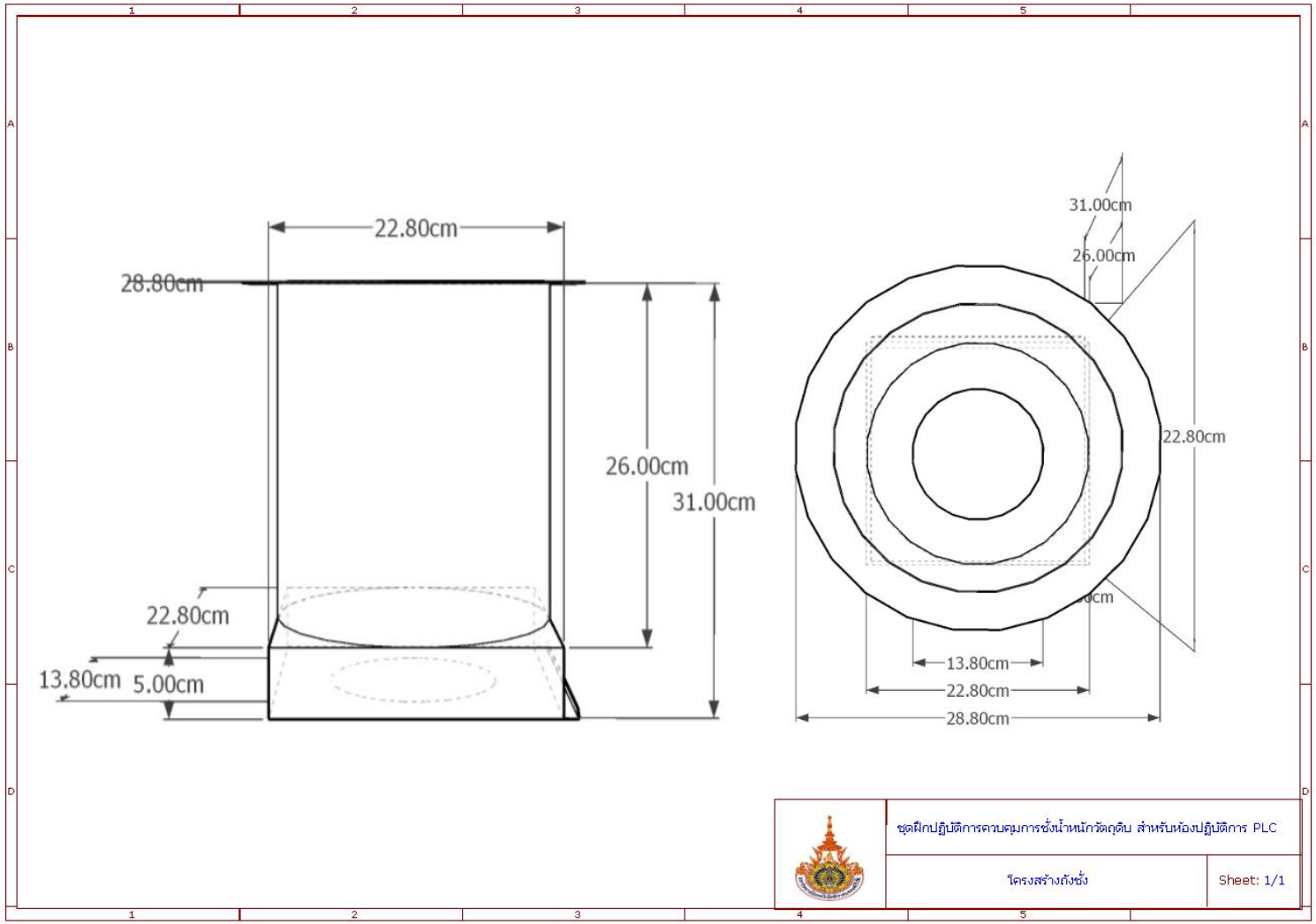
ภาพที่ ง-1 โครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC



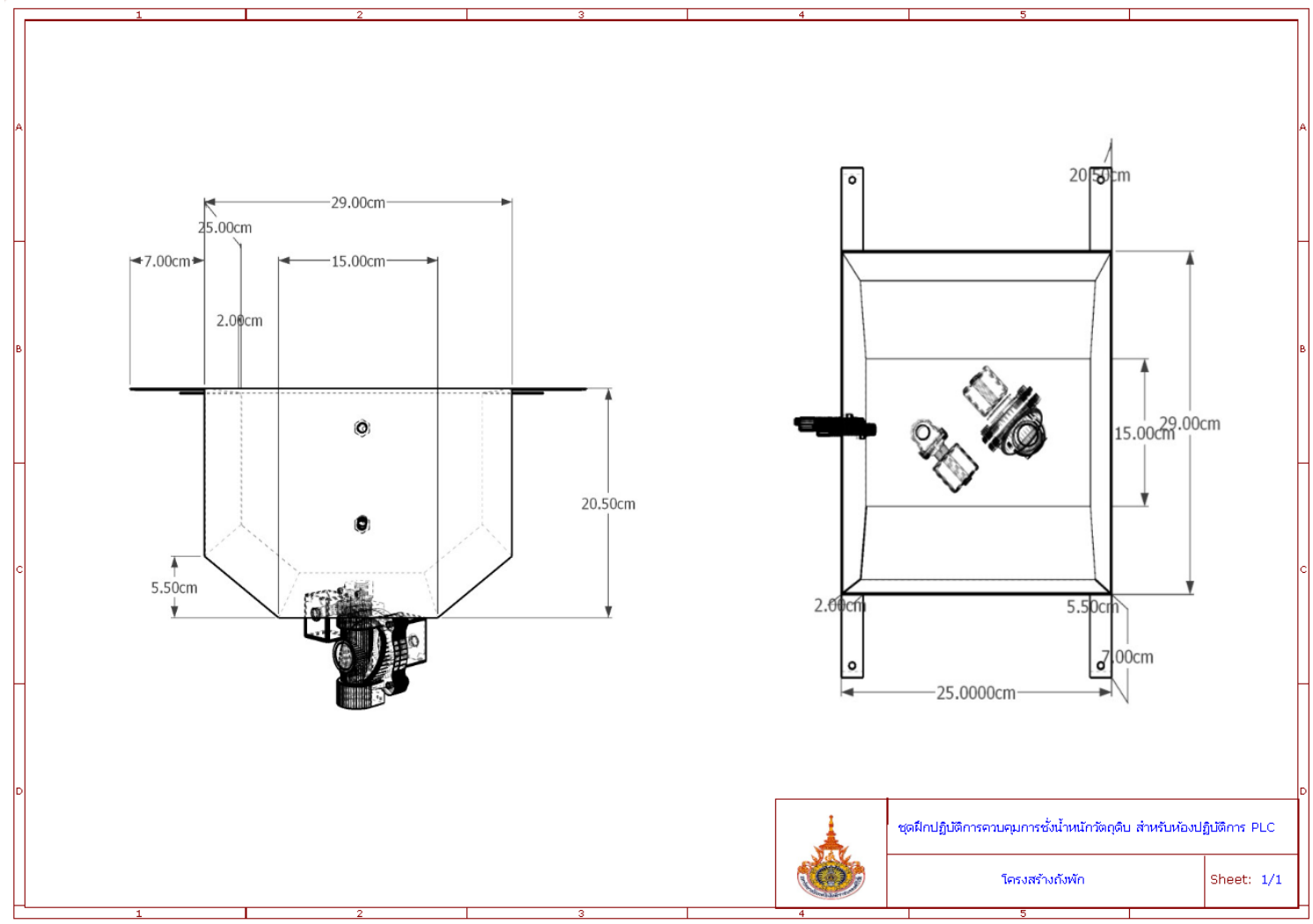
ภาพที่ ง-2 โครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC



ภาพที่ ง-3 โครงสร้างท่อเกรียวสกรู+ถังเก็บ ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC



ภาพที่ ง-4 โครงสร้างถังชั่ง ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC



ภาพที่ ง-5 โครงสร้างถังพักชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

ภาคผนวก จ
ใบงานการทดลองชุดฝึกปฏิบัติการ
ควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

	ใบงานที่ 1	
	วิชา โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์	**รหัสวิชา**
	ชื่อ การลำเลียงวัตถุดิบด้วยตัวตรวจวัดระดับ	สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

ทฤษฎี

1. มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานกล โดยมอเตอร์ชนิดนี้เหมาะกับการควบคุมความเร็วและแรงบิดได้ง่าย ในระบบนี้ใช้มอเตอร์ 24VDC เพื่อขับเคลื่อนเกลียวสกรู (Screw Conveyor) สำหรับลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่ถังพัก โดยมอเตอร์จะเริ่มทำงานหรือหยุดทำงานตามระดับวัตถุดิบในถังซึ่งตรวจจับโดยเซนเซอร์

2. ระบบลำเลียงแบบเกลียวสกรู (Screw Conveyor)

เกลียวสกรูเป็นหนึ่งในวิธีการลำเลียงวัตถุดิบชนิดผงหรือเม็ดขนาดเล็กที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย การลำเลียงเกิดจากการหมุนของใบเกลียวภายในท่อ ซึ่งจะผลักวัตถุดิบเคลื่อนที่ไปตามแนวแกนของสกรู การใช้เกลียวสกรูเหมาะกับระบบอัตโนมัติที่ต้องการควบคุมปริมาณวัตถุดิบที่เข้าสู่ถังพัก

3. พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ (Proximity Sensor)

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์คืออุปกรณ์ตรวจจับวัตถุโดยไม่ต้องสัมผัส มีหลักการทำงานโดยส่งคลื่นหรือสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกไป และตรวจจับการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีวัตถุอยู่ใกล้ มักใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติและอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์

1. อธิบายวงจรการทำงาน การควบคุมระดับและการลำเลียงวัตถุดิบ ได้
2. เขียน Ladder Diagram ที่กำหนดลงใน PLC โดยใช้โปรแกรม GX Works3 ได้
3. สามารถใช้โปรแกรม GX Works3 ในการควบคุม PLC Mitsubishi รุ่น FX5U ได้และปลอดภัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

2.คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3

3.ชุดฝึก PLC Mitsubishi รุ่น FX5U พร้อมสายเชื่อมต่อ LAN

4.สายต่อวงจร

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1.จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.ต่อวงจรการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และPLC

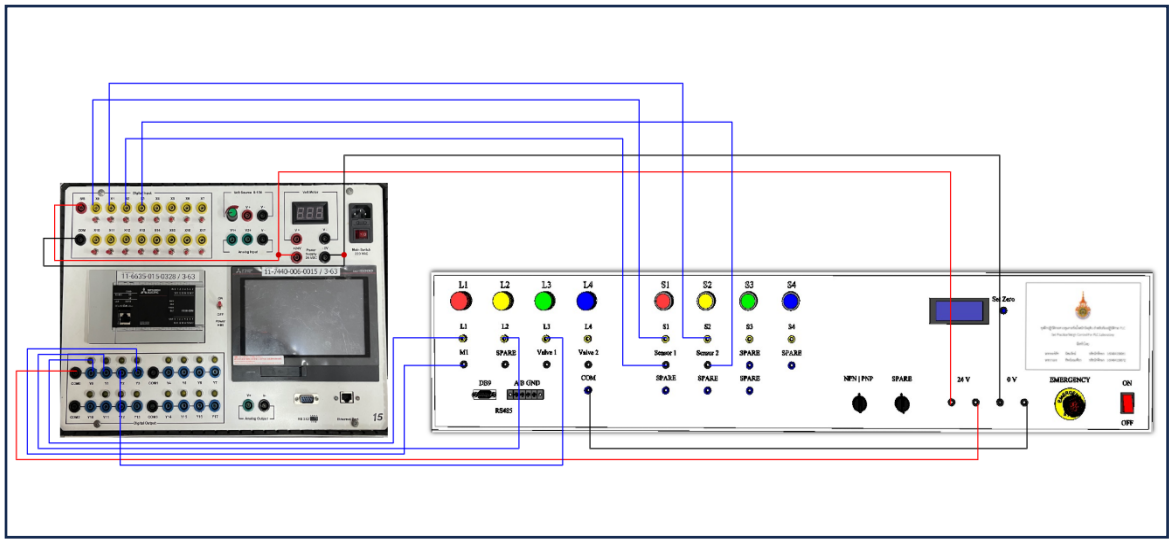
3.เขียนโปรแกรม Ladder Diagram ที่กำหนดลงใน PLC โดยใช้โปรแกรม GX Works3

4.ทดลองการทำงาน พร้อมสังเกตการณ์ทำงานของโปรแกรม

5.อธิบายหลักการทำงานของ Ladder Diagram โดยการบันทึกและสรุปผลการทดลองลงในใบงาน

6.ตรวจสอบอุปกรณ์ เก็บเครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทดลองและทำความสะอาดห้องเรียน

วงจรการต่อใช้งาน



ภาพที่ จ-1 วงจรการต่อใช้งานการลำเลียงวัตถุดิบด้วยตัวตรวจวัดระดับ

เงื่อนไงการทำงาน

1. เริ่มต้นการทำงานโดยการเปิดเครื่อง PLC และชุดทดลอง หลอดไฟ L1 สว่างเพียงหลอดเดียว และมอเตอร์ต้องไม่ทำงาน
2. ทำการกดแล้วปล่อย S1 (Start) มอเตอร์ลำเรียงวัตถุดิบ (M1) จะต้องทำงาน และหลอดไฟ L2 สว่างตลอดเวลา
3. เมื่อวัตถุดิบภายในถังพักมีระดับสูงขึ้นถึงตำแหน่งตัววัดระดับ (Sensor2) มอเตอร์ลำเรียงวัตถุดิบ (M1) จะต้องหยุดทำงาน หลอดไฟ L2 ดับและหลอดไฟ L3 สว่าง
4. ทำการเปิดวาล์ว (Valve1) โดยการปลดสายแหล่งจ่ายที่ช่องวาล์ว (Valve1) เพื่อให้วัตถุดิบในถังพักลดระดับลงมา เมื่อวัตถุดิบลดระดับลงมาถึงตำแหน่งตัววัดระดับ (Sensor1) ให้มอเตอร์ลำเรียงวัตถุดิบ (M1) จะต้องกลับมาทำงานอีกครั้งและหลอดไฟ L3 ดับ หลอดไฟ L2 สว่าง
5. การทำงานจะวนซ้ำกลับไปยังข้อที่3 จนกว่าจะมีการกด S2 (Stop) เพื่อหยุดการทำงานทั้งหมด
6. หากมีการกด S2 (Stop) ในทุกขณะ อุปกรณ์ทั้งหมดของชุดฝึกต้องหยุดทำงาน

คำสั่ง

ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมภาษา Ladder ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้พร้อมเขียนคำอธิบายของคำสั่งที่เลือกใช้งานในแต่ละบรรทัดลงในช่องว่าง

คำอธิบายโปรแกรม.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

	ใบงานที่ 2	
	วิชา โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์	**รหัสวิชา**
	ชื่อ การควบคุมการลำเลียงวัตถุดิบและการชั่งน้ำหนัก	สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

ทฤษฎี

1.Load Cell

Load Cell คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงแรงหรือแรงกด (Force) ให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยทั่วไป Load Cell จะทำงานบนหลักการของ Strain Gauge ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าเมื่อมีการเปลี่ยนรูปทางกล (strain) เกิดขึ้น

เมื่อมีแรงมากดหรือดึงที่ตัว Load Cell จะทำให้โครงสร้างของ Load Cell เปลี่ยนรูปเล็กน้อย ซึ่งจะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าของ Strain Gauge เปลี่ยนแปลงไปตามสัดส่วนกับแรงนั้น จากนั้นสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะถูกแปลงและขยายเพื่ออ่านค่าแรงที่กระทำกับ Load Cell ได้อย่างแม่นยำ

โดยทั่วไป Load Cell ใช้ในงานชั่งน้ำหนัก, การวัดแรงดึง-แรงกดในอุตสาหกรรม และระบบควบคุมต่าง ๆ ที่ต้องการข้อมูลแรงหรือมวล

การเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแบบแอนะล็อก ซึ่งมักมีขนาดเล็กมาก จึงต้องใช้อุปกรณ์ขยายสัญญาณ เช่น โมดูล HX711 ก่อนนำไปประมวลผลหรือแสดงผลต่อไป โดยสัญญาณที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักที่วัด ทำให้สามารถนำ Load Cell ไปใช้ในงานชั่งน้ำหนักหรือวัดแรงต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ

วัตถุประสงค์

1. อธิบายวงจรการทำงาน การควบคุมการลำเลียงวัตถุดิบและการชั่งน้ำหนักได้
2. เขียน Ladder Diagram ที่กำหนดลงใน PLC โดยใช้โปรแกรม GX Works3 ได้
3. สามารถใช้โปรแกรม GX Works3 ในการควบคุม PLC Mitsubishi รุ่น FX5U ได้และปลอดภัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

2.คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3

3.ชุดฝึก PLC Mitsubishi รุ่น FX5U พร้อมสายเชื่อมต่อ LAN

4.สายต่อวงจร

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1.จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.ต่อวงจรการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และPLC

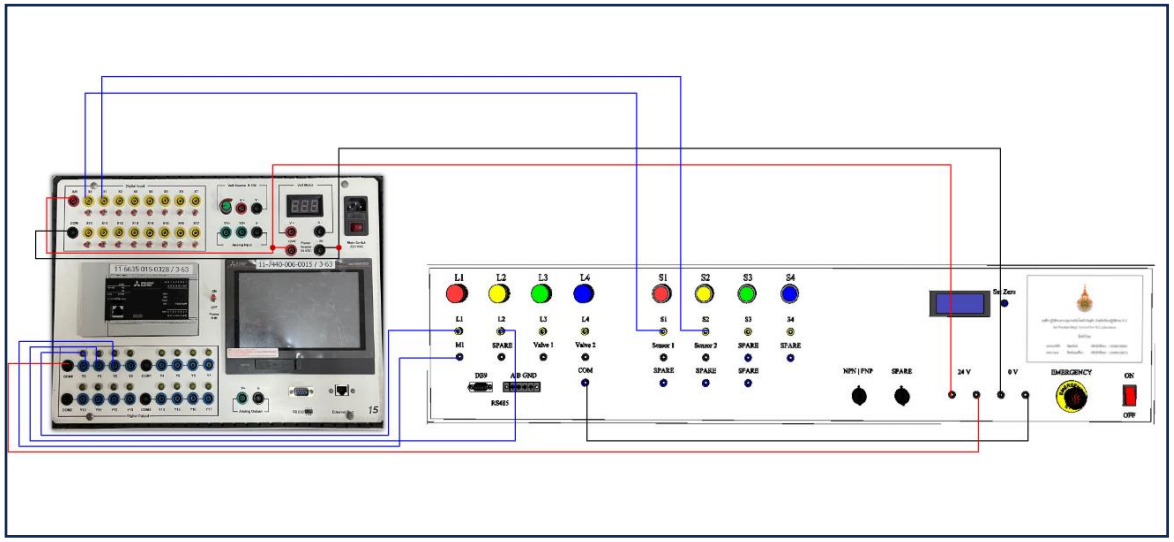
3.เขียนโปรแกรม Ladder Diagram ที่กำหนดลงใน PLC โดยใช้โปรแกรม GX Works3

4.ทดลองการทำงาน พร้อมสังเกตการณ์ทำงานของโปรแกรม

5.อธิบายหลักการทำงานของ Ladder Diagram โดยการบันทึกและสรุปผลการทดลองลงในใบงาน

6.ตรวจสอบอุปกรณ์ เก็บเครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทดลองและทำความสะอาดห้องเรียน

วงจรการต่อใช้งาน



ภาพที่ จ-2 วงจรการต่อใช้งานการควบคุมการลำเลียงวัตถุดิบและการชั่งน้ำหนัก

เงื่อนไงการทำงาน

1. เริ่มต้นการทำงานโดยการเปิดเครื่อง PLC และชุดทดลอง หลอดไฟ L1 สว่างเพียงหลอดเดียว และมอเตอร์ต้องไม่ทำงาน
2. ทำการกดแล้วปล่อย S1 (Start) มอเตอร์ลำเรียงวัตถุดิบ (M1) จะต้องทำงาน และหลอดไฟ L2 สว่างตลอดเวลา
3. เมื่อมอเตอร์ลำเลียงวัตถุดิบ (M1) ทำงานครบเวลา 10 วินาที ให้มอเตอร์ลำเลียงวัตถุดิบ (M1) หยุดทำงาน และให้นักศึกษาสังเกตค่าน้ำหนักของวัตถุดิบที่หน้าจอ LCD
4. ให้ทำการกดแล้วปล่อย S1 (Start) เป็นครั้งที่2 แล้วให้มอเตอร์ลำเลียงวัตถุดิบ (M1) ทำงานเป็นเวลาอีก 10 วินาที พร้อมทั้ง หลอด L2 กระพริบ
5. เมื่อมอเตอร์ลำเลียงวัตถุดิบ (M1) ทำงานครบเวลาที่กำหนดแล้ว ให้หยุดลำเลียงวัตถุดิบและ L2 ต้องดับ ให้นักศึกษาสังเกตค่าน้ำหนักของวัตถุดิบที่หน้าจอ LCD
6. หากมีการกด S2 (Stop) ในทุกขณะ อุปกรณ์ทั้งหมดของชุดฝึกต้องหยุดทำงาน

คำสั่ง

ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมภาษา Ladder ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้พร้อมเขียนคำอธิบายของคำสั่งที่เลือกใช้งานในแต่ละบรรทัดลงในช่องว่าง

คำอธิบายโปรแกรม.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 3	
	วิชา โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์	**รหัสวิชา**
	ชื่อ การควบคุมแบบป้อนกลับด้วยการสื่อสาร RS485	สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

ทฤษฎี

1. RS-485 และ MAX485

RS-485 (หรือ EIA-485) คือมาตรฐานการสื่อสารแบบอนุกรมที่รองรับการส่งข้อมูลระยะไกลและหลายอุปกรณ์ในสายสื่อสารเดียว โดยใช้การส่งสัญญาณแบบ Differential (ต่างศักย์) ซึ่งช่วยลดสัญญาณรบกวน ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ไกลถึง 1,200 เมตร และรองรับความเร็วสูงถึง 10 Mbps ในระยะสั้น ข้อดีของ RS-485 คือสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้สูงสุด 32 ตัวบนบัสเดียว ทั้งแบบ Master และ Slave เหมาะกับการใช้งานในระบบอุตสาหกรรม เช่น ระบบควบคุมเครื่องจักรหรือ PLC

MAX485 เป็นไอซีแปลงสัญญาณ TTL (จากไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino) ให้เป็นสัญญาณ RS-485 และในทางกลับกัน โดยทำงานแบบ Half Duplex (รับ-ส่งสลับกัน) ใช้สายสื่อสารเพียง 2 เส้น (A และ B) ทำให้ประหยัดสายและเหมาะกับการสื่อสารแบบ Modbus RTU มีขา DE (Driver Enable) และ RE (Receiver Enable) สำหรับควบคุมทิศทางการสื่อสาร:

- เมื่อส่งข้อมูล: DE = HIGH, RE = HIGH
- เมื่อรับข้อมูล: DE = LOW, RE = LOW

ด้วยหลักการนี้ MAX485 จึงสามารถใช้ร่วมกับ Arduino หรืออุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น เพื่อเชื่อมต่อกับระบบสื่อสาร RS-485 ได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. อธิบายวงจรการทำงาน การควบคุมระดับและการลำเลียงวัตถุดิบ ได้
2. เขียน Ladder Diagram ที่กำหนดลงใน PLC โดยใช้โปรแกรม GX Works3 ได้
3. สามารถใช้โปรแกรม GX Works3 ในการควบคุม PLC Mitsubishi รุ่น FX5U ได้และปลอดภัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ PLC

2.คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3

3.ชุดฝึก PLC Mitsubishi รุ่น FX5U พร้อมสายเชื่อมต่อ LAN

4.สายต่อวงจร

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1.จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.ต่อวงจรการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และPLC

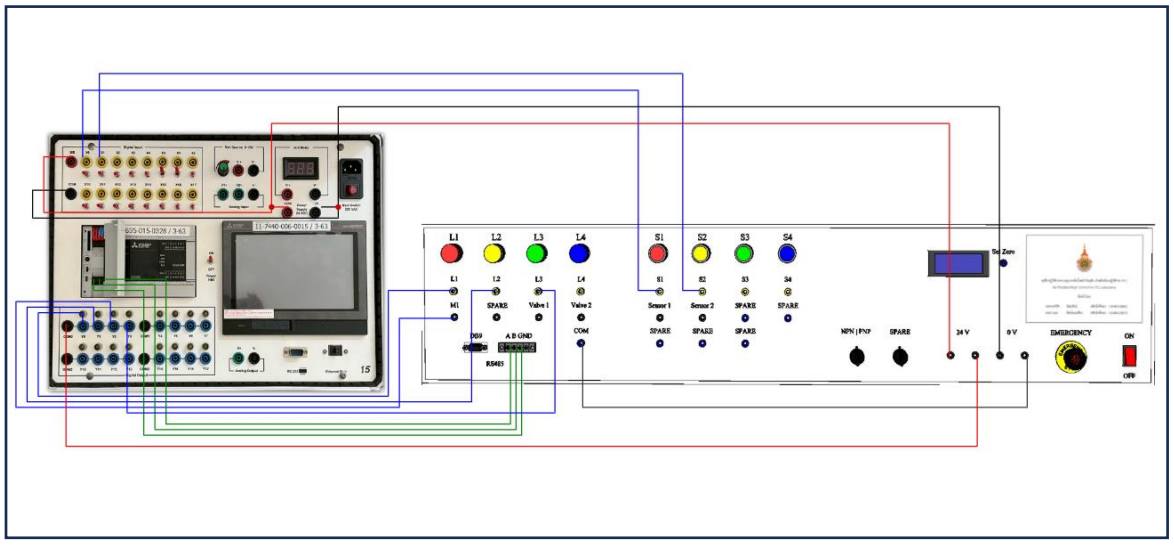
3.เขียนโปรแกรม Ladder Diagram พร้อมหน้าจอ HMI ที่กำหนดลงใน PLC โดยใช้โปรแกรม GX Works3

4.ทดลองการทำงาน พร้อมสังเกตการณ์ทำงานของโปรแกรม

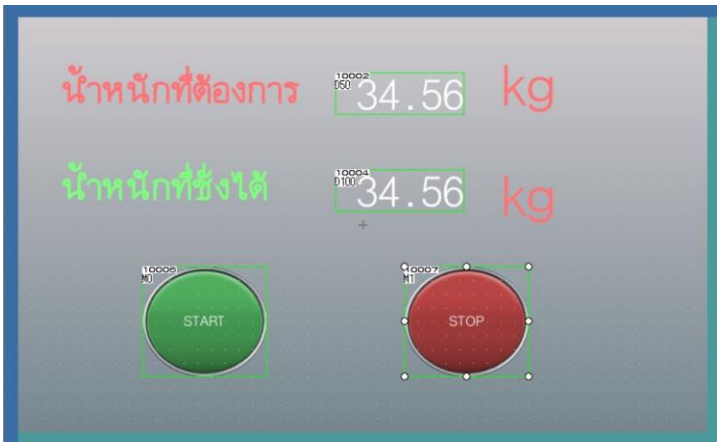
5.อธิบายหลักการทำงานของ Ladder Diagram โดยการบันทึกและสรุปผลการทดลองลงในใบงาน

6.ตรวจสอบอุปกรณ์ เก็บเครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทดลองและทำความสะอาดห้องเรียน

วงจรการต่อใช้งาน และการออกแบบหน้าจอ HMI



ภาพที่ จ-3 วงจรการต่อใช้งานการควบคุมแบบป้อนกลับด้วยการสื่อสาร RS485



ภาพที่ จ-4 การออกแบบหน้าจอ HMI

เงื่อนไงการทำงาน

1. เริ่มต้นการทำงานโดยการเปิดเครื่อง PLC และชุดทดลอง หลอดไฟ L1 สว่างเพียงหลอดเดียว และมอเตอร์ต้องไม่ทำงาน
2. ทำการกดแล้วปล่อย S1 (Start) หลอดไฟ L2 กระพริบ สามารถเริ่มการทำงานข้อต่อไปได้
3. ทำการใส่น้ำหนักที่หน้าจอHMI 5 kg
4. ทำการกดเริ่มการทำงาน มอเตอร์ลำเลียงวัตถุดิบ (M1) เริ่มการทำงาน หลอดไฟ L2 ดับเมื่อได้น้ำหนัก 5 kg มอเตอร์ลำเลียงวัตถุดิบ (M1) หยุดการทำงาน หลอดไฟ L3 สว่างตลอดเวลา
5. ทำการกดแล้วปล่อย S2 (Stop) หยุดการทำงานทั้งหมด และสามารถทำซ้ำข้อ 2 ได้
6. หากมีการกด S2 (Stop) ในทุกขณะ อุปกรณ์ทั้งหมดของชุดฝึกต้องหยุดทำงาน

คำสั่ง

ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมภาษา Ladder ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้พร้อมเขียนคำอธิบายของคำสั่งที่เลือกใช้งานในแต่ละบรรทัดลงในช่องว่าง

คำอธิบายโปรแกรม.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ประวัติผู้จัดทำปริญญานิพนธ์

ประวัติผู้จัดทำปริญญานิพนธ์

ชื่อ	นายวรเมธ ทิพย์มณเฑียร	160404130072
สาขา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
วัน - เดือน - ปีเกิด	4 พฤษภาคม 2542	
สถานที่เกิด	จังหวัดสงขลา	
ที่อยู่	124 ม.1 ต.บ่อดาน อ.สทิงพระ จ.สงขลา	
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	
	โรงเรียนสทิงพระวิทยา 2556	
	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	
	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ 2559	

ประวัติผู้จัดทำปริญญานิพนธ์

ชื่อ	นายวรเมธ ทิพย์มณเฑียร	160404130072
สาขา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
วัน - เดือน - ปีเกิด	4 พฤษภาคม 2542	
สถานที่เกิด	จังหวัดสงขลา	
ที่อยู่	124 ม.1 ต.บ่อดาน อ.สทิงพระ จ.สงขลา	
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	
	โรงเรียนสทิงพระวิทยา 2556	
	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	
	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ 2559	