รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบและสร้างแขนกลสำหรับชงกาแฟ

Design and Construction of a Robot Arm for Making Coffee

โดย

นายกิตติ	ชุติวิทูรชัย	6003200005
นายสราวุธ	พุทธิมิตร	6003200006
นายสถาพร	แซ่ว้าง	6003200013

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า (152-499)

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2561

หัวข้อโครงงาน	การออกแบบและสร้างแขนกลสำหรับชงกาแฟ		
	Design and Construction of a Robot Arm for Making Coffee		
ผู้จัดทำ	นายกิตติ	ชุติวิทูรชัย	6003200005
	นายสราวุธ	พุทธิมิตร	6003200006
	นายสถาพร	แซ่ว้าง	6003200013
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์		

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการการสอบโครงงาน

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์)

.... พนักงานที่ปรึกษา
(นายณัฐวุฒิ สุขวัฒนศิริ)

.... กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ 2562

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นารายภูร์

ตามที่คณะผู้จัดทำ นายกิตติ ชุติวิทูรชัย นายสราวุธ พุทธิมิตร และ นายสถาพร แซ่ว้าง นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 14 พฤษภาคม ถึงวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน (Trainee) ณ บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง

“การออกแบบและสร้างแขนกลสำหรับชงกาแฟ”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายกิตติ ชุติวิทูรชัย

นายสราวุธ พุทธิมิตร

นายสถาพร แซ่ว้าง

นักศึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อโครงงาน	: การออกแบบและสร้างแขนกลสำหรับชงกาแฟ
หน่วยกิต	: 5 หน่วยกิต
ชื่อนักศึกษา	: นาย กิตติ ชุติวิทูรชัย 6003200005
	: นาย สราวุธ พุทธิมิตร 6003200006
	: นาย สถาพร แซ่ว้าง 6003200013
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์
ระดับการศึกษา	: ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)
ภาควิชา	: วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	: 3/2561

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการออกแบบและสร้างแขนกลสำหรับชงกาแฟควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี) ณ บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด โครงงานนี้เป็นการพัฒนาพื้นฐานสำหรับแขนกลแบบ 4 ข้อต่อซึ่งใช้พีแอลซีเป็นสมองของหุ่นยนต์เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนกลทั้งหมด ขั้นตอนเริ่มจากการออกแบบโครงสร้างและตัวขับของแขนกลโดยใช้คานอลูมิเนียม เซอร์โวมอเตอร์ และกล่องเกียร์เซอร์โว แขน กลถูกติดตั้งด้วยเซอร์โวมอเตอร์ 4 ตัวและกล่องเกียร์เซอร์โว 4 ตัวเพื่อนำการเคลื่อนที่ของแขนกล มุมในการหมุนของแต่ละข้อต่อถูกขับเคลื่อนโดยเซอร์โวมอเตอร์ นอกจากนี้ตำแหน่งของการหมุนของเพลาของเซอร์โวมอเตอร์ถูกควบคุมโดยสัญญาณคำสั่งจากพีแอลซีผ่านทางตัวขับเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว จากนั้นชุดคำสั่งของ PLC จะถูกโปรแกรมเพื่อควบคุมทั้งสามแกนของแขนกลซึ่งได้แก่ เอว หัวไหล่ และข้อศอก ทฤษฎีและหลักการทำงานของส่วนประกอบของแขนกลนี้ตลอดจนชุดคำสั่งของพีแอลซีได้ถูกนำเสนอไว้อย่างละเอียดในรายงานฉบับนี้

คำสำคัญ : แขนกล/โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์/เซอร์โวมอเตอร์/กล่องเกียร์เซอร์โว

Project Title	: Design and Construction of a Robot Arm for Making Coffee
Credits	: 5 Units
By	: Mr. Kitti Chutivitoonchai 6003200005
	: Mr. Surawut Putthimit 6003200006
	: Mr. Sathaporn Saewang 6003200013
Advisor	: Asst. Prof. Dr. Yongyuth Naras
Degree	: Bachelor of Engineering
Major	: Electrical Engineering
Faculty	: Engineering
Semester/Academic year	: 3/2018

Abstract

This cooperative education project proposes a design and construction of a robot arm for coffee maker controlled by a programmable logic controller (PLC) at Fluid Mechanic Supply Company Limited. The project is a basic development for 4-jointed robot arm which uses the PLC as the robot brain to control all of the robot arm movement. The procedure starts from the design of the structure and actuator of robot arm by using aluminum beam, servo motors and servo gearboxes. The robot arm is equipped with 4 servo motors and 4 servo gearboxes to bring arm movement. The angle of rotation of each joint is powered by a servo motor. Furthermore, the angular position of each servo motor shaft is controlled by a command signal from a PLC via each servo motor driver. Then, the PLC instruction set are programmed for control 3 axes of the robot arm such as a waist, shoulder and elbow. The theory and operation of the components in the robot arm as well as the PLC instruction set are described in detail in the report.

Keywords : Robot Arm/Programmable Logic Controller/Servo Motor/Servo Gearbox

Approved by

....

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม ถึงวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและการปฏิบัติงานในอนาคต เกี่ยวกับการปฏิบัติงานตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน ณ บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตโดยได้รับความร่วมมือจาก บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด ได้สอน ได้เรียนรู้งาน และปัญหาที่พบในการทำงาน ในแผนกต่าง ๆ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ และการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด
2. นายณัฐวุฒิ สุขวัฒนศิริ (พนักงานที่ปรึกษา)
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นารายฎร์ (อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา)

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ
นายกิตติ ชุติวิทูรชัย
นายสราวุธ พุทธิมิตร
นายสถาพร แซ่ว้าง

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการพื้นฐานของหุ่นยนต์	3
2.2 การประยุกต์ใช้งานแขนกล	6
2.3 ส่วนประกอบแขนกล	7
2.4 ทฤษฎีจลนศาสตร์ของหุ่นยนต์	8
2.5 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)	11
2.6 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)	15
2.7 เกียร์เซอร์โว (Servo Gearbox)	17
2.8 พีแอลซี (PLC)	18
2.9 อลูมิเนียม (Aluminium) สำหรับโครงสร้างแขนกล	23
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	26
3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตภัณฑ์ การให้บริการหลักขององค์กร	26
3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร	27
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	27
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	28

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 28

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 28

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 30

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.1 ศึกษาการใช้งาน Servo Gearbox 31

4.2 การออกแบบและสั่งทำแขนกล 33

4.3 การเลือกขนาดของชุด Servo Motor ไปขับแขนกล 38

4.4 การตั้งค่าและทดลองใช้งาน Servo Motor ไปขับ Servo Gearbox 44

4.5 การเขียนโปรแกรม PLC ไปควบคุมการทำงานของ Servo Motor 48

4.6 ตรวจสอบและแก้ไข 53

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของโครงงานสหกิจศึกษา 55

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 55

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 58

ประวัติผู้จัดทำ 71

สารบัญตาราง

เรื่อง **หน้า**

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงงาน 30

SIAM UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 2.1 ภาพเปรียบเทียบร่างกายของมนุษย์กับแขนกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	3
รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของแขนกล Articulate	4
รูปที่ 2.3 แขนกล SCARA	5
รูปที่ 2.4 แขนกล Cartesian	5
รูปที่ 2.5 แขนกล Parallel	5
รูปที่ 2.6 การหยิบหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากสายพานมาไว้ในลัง	6
รูปที่ 2.7 การหยิบชิ้นส่วนจาก Part Feeder มาประกอบกับงานที่ไหลมาตามสายพาน	6
รูปที่ 2.8 การคัดเลือกชิ้นงานจากกระบะนำมาวางที่สายพานลำเลียง	7
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของแขนกล (รุ่น ECobra ของ Omron)	7
รูปที่ 2.10 แผนภาพของแขนกล 3 แกน 3 ก้านต่อ (Link) ที่เคลื่อนที่ในระนาบ x-y	9
รูปที่ 2.11 ภาพฉายของแขนกลเมื่อมองด้านบน (Top view) ในระนาบ x-y	10
รูปที่ 2.12 แผนภาพของแขนกล 4 แกน 4 ก้านต่อการเคลื่อนที่ในระนาบ x-y-z	10
รูปที่ 2.13 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)	12
รูปที่ 2.14 ขั้วต่อสายของ Servo Motor	12
รูปที่ 2.15 โครงสร้างของ AC Servo Motor	13
รูปที่ 2.16 วัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวร	13
รูปที่ 2.17 โครงสร้างและการทำงานของ AC Servo Motor	14
รูปที่ 2.18 โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	14
รูปที่ 2.19 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)	16
รูปที่ 2.20 ขนาดเซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver) แต่ละกำลังวัตต์	16
รูปที่ 2.21 ขั้วต่อสายของ Servo Driver	17
รูปที่ 2.22 เกียร์เซอร์โว (Servo Gearbox)	17
รูปที่ 2.23 ขนาด Dimension ของ Servo Gearbox	18
รูปที่ 2.24 โครงสร้างของ PLC	19
รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของ PLC	21
รูปที่ 2.26 อลูมิเนียม (Aluminium)	23
รูปที่ 2.27 อลูมิเนียมเกรด 5083	24
รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กร	27
รูปที่ 3.2 โครงสร้างแขนกล	29

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรม 29

รูปที่ 4.1 ศึกษา Servo Gearbox ที่ทางบริษัทจำหน่าย 31

รูปที่ 4.2 แคตตาล็อกของ Servo Gearbox 32

รูปที่ 4.3 Servo Gearbox 33

รูปที่ 4.4 วาดแบบร่างแขนกลลงในกระดาษ 33

รูปที่ 4.5 แบบแขนกลที่ออกแบบลงในโปรแกรม Auto Cad 34

รูปที่ 4.6 โครงสร้างส่วนฐาน Servo Motor ตัวที่ 1 ของแขนกล 34

รูปที่ 4.7 โครงสร้างส่วนฐาน Servo Motor ตัวที่ 2 ของแขนกล 35

รูปที่ 4.8 โครงสร้างส่วนข้อต่อที่ 1 ของแขนกล 35

รูปที่ 4.9 โครงสร้างส่วนข้อต่อที่ 2 ของแขนกล 36

รูปที่ 4.10 โครงสร้างส่วนมือจับของแขนกล 36

รูปที่ 4.11 ติดต่อสอบถามกับร้านทำแขนกล 37

รูปที่ 4.12 อธิบายขนาดชิ้นงานที่ต้องการและเจาะรูไว้ยึด Servo Gearbox เข้ากับข้อต่อแขนกล 37

รูปที่ 4.13 ตรวจสอบข้อมูลและราคาของชุด Servo Motor 41

รูปที่ 4.14 ขนาด Dimension ของ Servo Motor ขนาด 400W 42

รูปที่ 4.15 ขนาด Dimension ของ Servo Motor ขนาด 750W 43

รูปที่ 4.16 ขนาด Dimension ของ Servo Driver ขนาด 400W กับ 750W 44

รูปที่ 4.17 การต่อสายต่าง ๆ เข้า Servo Driver 45

รูปที่ 4.18 การต่อสายจาก Servo Driver เข้ากับสายของ Servo Motor 45

รูปที่ 4.19 การต่อสาย USB จาก Servo Driver เข้าคอมพิวเตอร์ 45

รูปที่ 4.20 การเชื่อมต่อระหว่าง Servo Driver กับ คอมพิวเตอร์ 46

รูปที่ 4.21 การตั้งค่า Parameter 47

รูปที่ 4.22 การสั่งให้ Servo Motor ทำงาน 47

รูปที่ 4.23 การใช้งาน Servo Motor ขับ Servo Gearbox 48

รูปที่ 4.24 การต่อสาย LAN จาก PLC เข้ากับคอมพิวเตอร์ 48

รูปที่ 4.25 หน้าโปรแกรม GX-WORKS 3 49

รูปที่ 4.26 การเลือกตั้งค่าในโปรแกรม GX-WORKS 3 49

รูปที่ 4.27 การตั้งค่าสั่งงาน Servo Motor ในโปรแกรม 50

รูปที่ 4.28 การเปิดฟังก์ชันการสั่งงาน Servo Motor 50

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 4.29 การเขียนโปรแกรม PLC 51

รูปที่ 4.30 การป้อนโปรแกรมเข้า PLC 51

รูปที่ 4.31 หน้าจอแสดงความพร้อมการใช้งาน PLC ในการควบคุม Servo Motor 52

รูปที่ 4.32 การใช้ PLC ควบคุมการทำงานของ Servo Motor 52

รูปที่ 4.33 การใช้ PLC ทดลองควบคุมการทำงานของ Servo Motor กับแขนกล 53

รูปที่ 4.34 ใช้ PLC ตรวจสอบการทำงานของ Servo Motor แต่ละข้อต่อ 53

รูปที่ 4.35 การใช้ออสซิลโลสโคปตรวจสอบการทำงานของ Servo Motor 54

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคนวัตกรรมและเทคโนโลยี 4.0 สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทั้งการพัฒนาด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม เทคโนโลยีที่มีบทบาทในการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม โดยทางบริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด (FMS) ซึ่งเป็นบริษัทจำหน่ายประเภทอุปกรณ์ส่งกำลัง อุปกรณ์เป่าลม โบลเวอร์ และอุปกรณ์อุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้เล็งเห็นถึงการนำนวัตกรรมใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้งานเพื่อให้สินค้าที่ทางบริษัทจำหน่ายมีการใช้งานที่หลากหลายขึ้น ซึ่งสามารถตอบโจทย์อุตสาหกรรมได้

การเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยสยามที่ร่วมมือกับสถานประกอบการนี้ทำให้มีโอกาสได้นำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในงานจริงนอกเหนือจากที่มีอยู่ในตำราเรียน รวมทั้งทราบถึงการทำงานที่มีขั้นตอนการทำงานและระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ซึ่งการปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีการศึกษาหาข้อมูลและระดมสมองกับผู้ร่วมงานเพิ่มเติม พร้อมทั้งปรึกษากับพนักงานพี่เลี้ยงเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย จนทำให้เกิดแนวทางในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและนำไปปฏิบัติงานได้ในอนาคตต่อไป

ทางคณะผู้จัดทำโครงงานสหกิจศึกษานี้ จึงได้นำเสนอโครงงานเรื่องการออกแบบและสร้างแขนกลสำหรับชงกาแฟ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นการประยุกต์ใช้งานของ Servo Gearbox, Servo Motor และอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ การออกแบบแขนกล การตั้งค่า Servo Driver และ การเขียนโปรแกรมควบคุม เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งาน Servo Gearbox ในแขนกล

1.2.2 เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งาน Servo Motor ในแขนกล

1.2.3 เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งาน Servo Driver

1.2.4 เพื่อออกแบบและสร้างชุดสาธิตแขนกลสำหรับชงกาแฟ

1.2.5 เพื่อประยุกต์ใช้งาน PLC ในการควบคุมแขนกล

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ออกแบบและสร้างชุดสาธิตการใช้งาน Servo Gearbox ในแขนกลสำหรับชงกาแฟ

1.3.2 ออกแบบและสร้างแขนกลโดยใช้โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมเกรด 5083

1.3.3 ใช้ Servo Motor ในการขับเคลื่อนแขนกล

1.3.4 ใช้ PLC ควบคุมการทำงานของแขนกลให้เป็นไปตามเงื่อนไข

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 รู้หลักการทำงานเกี่ยวกับ Servo Gearbox, Servo Motor, Servo Driver, PLC และ Auto CAD

1.4.2 สามารถออกแบบและสร้างแขนกลสำหรับชงกาแฟได้

1.4.3 สามารถเขียนโปรแกรม PLC สำหรับควบคุมการทำงานของแขนกลได้

1.4.4 ได้ชุดสาธิต Servo Gearbox ในการประยุกต์ใช้งานในแขนกล

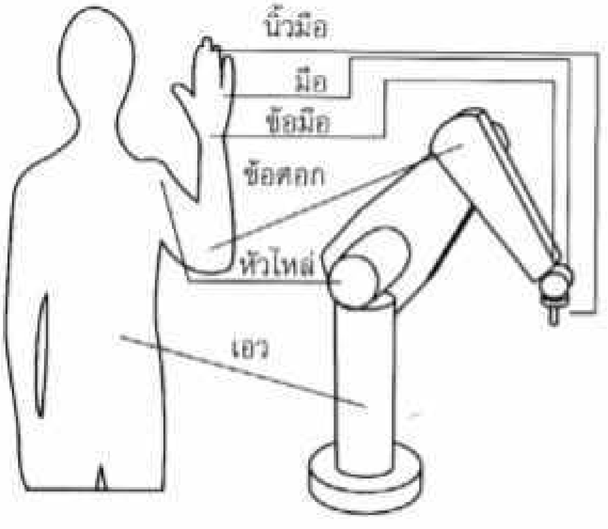
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการพื้นฐานของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ (Robot) คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่ทำงานด้วยการควบคุมแบบอัตโนมัติ ที่มีลักษณะโครงสร้างการทำงานคล้ายหรือเสมือนกับมนุษย์สามารถทำงานที่ซ้ำ ๆ และซับซ้อนได้ดี รวมทั้งงานที่มีความยากลำบากที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้ เช่น งานสำรวจในพื้นที่บริเวณคับแคบ, งานสำรวจใต้ท้องทะเลลึก หรืองานสำรวจดาวเคราะห์ที่ไม่มีสิ่งมีชีวิต ซึ่งหุ่นยนต์เป็นศาสตร์ทางวิศวกรรมที่รวมเอาวิศวกรรมเครื่องกล, วิศวกรรมไฟฟ้า, วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมซอฟต์แวร์เข้าด้วยกันเพื่อสร้างหุ่นยนต์ขึ้น

2.1.1 ประเภทของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

2.1.1.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เป็นหุ่นยนต์ที่มีโครงสร้างคล้ายกับร่างกายของมนุษย์ คือ มีเอว, ข้อศอก, แขน และข้อมือ โดยคำว่า แขนกล หมายถึงแขนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม การออกแบบหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเป็นการประยุกต์รวมเอาวิศวกรรมในหลายสาขาที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมอุตสาหการ มาออกแบบสร้างหุ่นยนต์ให้มีโครงสร้างกลไกเชื่อมโยงต่อกัน เลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน และวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อเลือกใช้ชนิดของมอเตอร์และการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ และวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ใช้พีแอลซีเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



รูปที่ 2.1 ภาพเปรียบเทียบร่างกายของมนุษย์กับแขนกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

หุ่นยนต์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมจะเป็นหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ (Fixed Robot) เคลื่อนที่ไปมาได้เฉพาะแขนกล เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการหยิบจับและวางชิ้นงาน, การเชื่อมและการพ่นสี หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่โตและมี

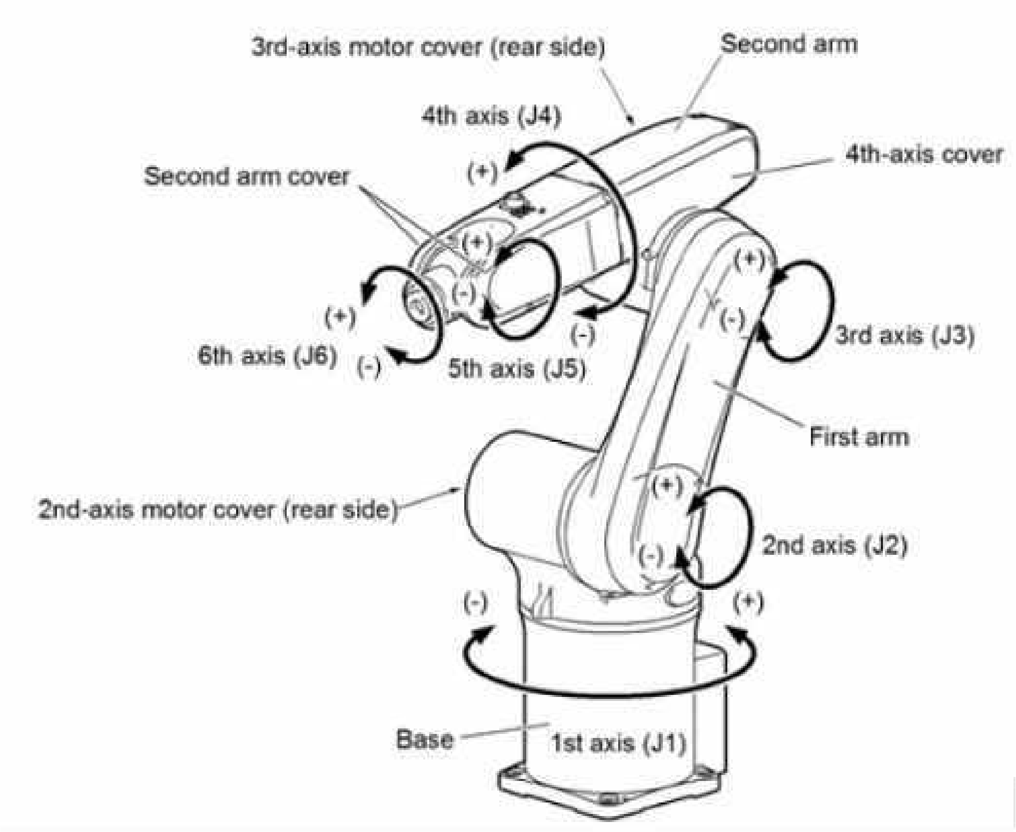
น้ำหนักมาก ใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายภายนอก และจะมีการเขียนโปรแกรมกำหนดขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนกล ให้แขนกลของหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้

2.1.1.2 หุ่นยนต์ที่ไม่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ได้แก่

- หุ่นยนต์ทางการศึกษา
- หุ่นยนต์ที่ใช้ทางการแพทย์
- หุ่นยนต์ที่ใช้ในพื้นที่อันตราย

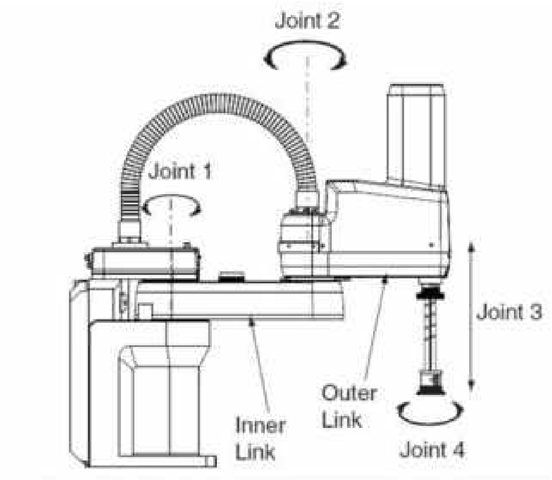
2.1.2 ประเภทแขนกลอุตสาหกรรม (Type of Industrial Robot) แขนกลที่นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรมมี 4 แบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.2.1 แขนกล Articulate เป็นแขนกลที่มี 6 Joint หรือมากกว่า ทำงานคล้ายแขนของมนุษย์ นิยมใช้ในงานเชื่อม ประกอบชิ้นงาน และจัดวางสินค้า เป็นต้น



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของแขนกล Articulate

2.1.2.2 แขนกล SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) เป็นแขนกลที่มี 3 Joint หรือ 4 Joint โดยมีแกนหมุนอยู่ที่หน้าแปลนเครื่องมือ (Tool Flange) เหมาะสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนและบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 2.3 แขนกล SCARA

2.1.2.3 แขนกล Cartesian เป็นแขนกลที่มี 3 แกน ควบคุมการเคลื่อนที่แบบลิเนียร์ (แนวเส้นตรง) และแต่ละแกนจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน นิยมใช้ในเครื่อง CNC เครื่องพิมพ์ 3D และงานง่ายๆอย่างเช่นเครื่องเจาะ เป็นต้น

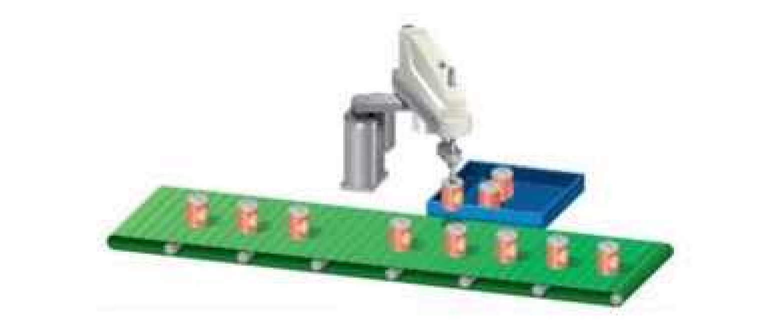
รูปที่ 2.4 แขนกล Cartesian

2.1.2.4 แขนกล Parallel เป็นแขนกลที่มี Joint รวมอยู่ด้านบนของตัวแขนกลมีทั้งแบบ 3 และ 4 แกน มีความเร็วในการทำงานสูง เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมอาหารหรือการผลิตที่มีชิ้นงานวิ่งมาตามสายพาน

รูปที่ 2.5 แขนกล Parallel

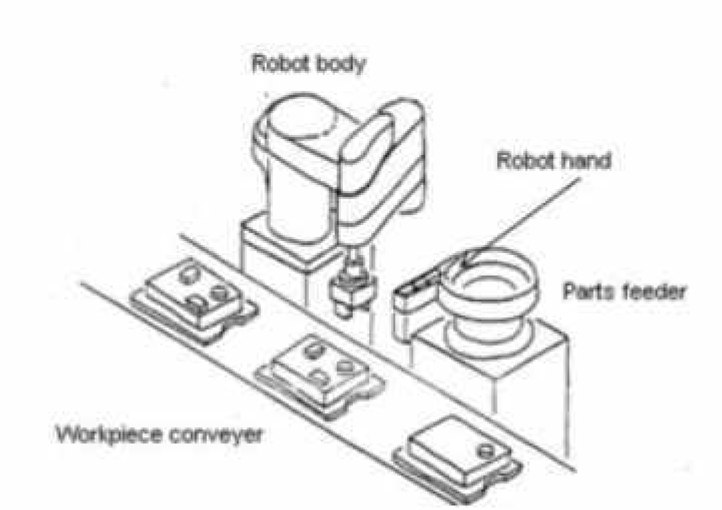
2.2 การประยุกต์ใช้งานแขนกล

2.2.1 การเคลื่อนย้ายวัตถุหรือชิ้นงาน (Pick & Place) เป็นการนำแขนกลไปใช้งานเพื่อขนย้ายวัตถุหรือชิ้นงานจากที่หนึ่งไปวางอีกที่หนึ่ง ซึ่งการใช้แขนกลนี้จะสามารถเคลื่อนย้ายได้ตามตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำและสามารถทำงานความเร็วสูงและคงที่



รูปที่ 2.6 การหยิบหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากสายพานมาไว้ในลัง

2.2.2 การประกอบชิ้นงาน (Assembly) การประกอบชิ้นงานคือการนำวัตถุหรือชิ้นส่วนไปประกอบกับชิ้นส่วนอีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งการประกอบเข้าด้วยอาจเป็นการวางประกบเข้ากัน หรืออาจขันสกรู ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.7 การหยิบชิ้นส่วนจาก Part Feeder มาประกอบกับงานที่ไหลมาตามสายพาน

2.2.3 การคัดแยกหรือจัดเรียงชิ้นงาน (Sorting) ชิ้นงานที่ใช้ในการผลิตอาจไม่มีความเป็นระเบียบตัวควบคุมจะสั่งให้แขนกลหยิบชิ้นงานชิ้นนั้นไปวางในตำแหน่งที่ถูกต้อง

รูปที่ 2.8 การคัดเลือกชิ้นงานจากกระบะนำมาวางที่สายพานลำเลียง

2.3 ส่วนประกอบแขนกล

2.3.1 ข้อต่อ (Joint) 4 ตัว ทำหน้าที่เป็นจุดหมุนเพื่อให้แขนกลสวิงไปซ้ายหรือขวาได้ รวมทั้งเลื่อนขึ้นลง (Joint 3) และหมุนเครื่องมือกล (Joint 4)

2.3.2 มอเตอร์เซอร์โวไฟฟ้า 4 ตัว ทำหน้าที่สั่งให้ Joint ต่าง ๆ หมุนหรือเคลื่อนที่ได้ โดยจะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากแอมปลิไฟเออร์

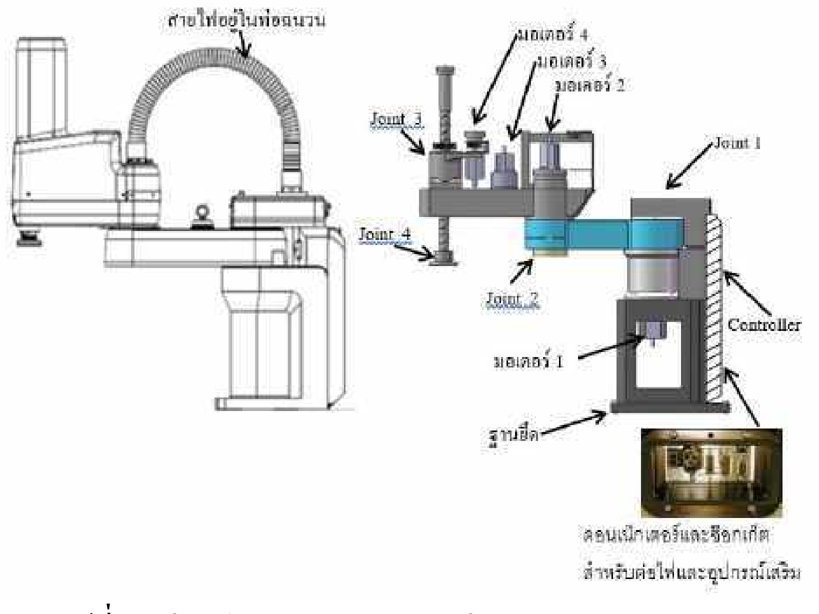
2.3.3 แอมปลิไฟเออร์ 1 ตัว ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์เซอร์โวซึ่งส่งผลต่อทิศทางและแรงในการหนุม

2.3.4 คอนเนคเตอร์และซ็อกเก็ต ใช้สำหรับต่อแหล่งจ่ายไฟและอุปกรณ์ที่ใช้เขียนโปรแกรม รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ

2.3.5 ฐานยึด ทำหน้าที่ยึดหุ่นยนต์เข้ากับแท่นยึดโดยจะมีรูยึดที่เจาะมาให้ 4 รู

2.3.6 โครงโลหะ ทำหน้าที่ห่อหุ้มอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อป้องกันชิ้นส่วนภายในเช่นมอเตอร์ไม่ให้เกิดความเสียและทำให้เกิดความสวยงามด้วย

2.3.7 ชุดควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อไปควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของแขนกล (รุ่น ECobra ของ Omron)

2.4 ทฤษฎีจลนศาสตร์ของหุ่นยนต์

จลนศาสตร์ หรือที่เรียกว่า Kinematics เป็นการศึกษาการเคลื่อนที่ ที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง (Position) ความเร็ว (Velocity) และความเร่ง (Accelerate) ของวัตถุ จลนศาสตร์ของแขนกล คือ การศึกษา ทางด้านเรขาคณิตโดยเฉพาะการเคลื่อนที่ของแขนกลในหุ่นยนต์โดยไม่คิด แรง รูปร่าง ขนาด และน้ำหนัก การศึกษาจะคำนวณหา ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนไหวของแขนกลผ่านระบบก้านโยง (Linkages) หรือกลไก (ไกรวุฒิ หลักคา, 2549) จลนศาสตร์สำหรับหุ่นยนต์นั้นแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

2.4.1 จลนศาสตร์แบบไปข้างหน้า (Forward Kinematics) จลนศาสตร์แบบไปข้างหน้า บางครั้งเรียกว่า จลศาสตร์ทางตรง (Direct Kinematics) จะเป็นการคำนวณหาตำแหน่งส่วนปลายของแขนกล (End Effectors) จากมุมของข้อต่อ (Joint Angle) หรือมุมก้านต่อ (link) ของแขนกลที่เคลื่อนที่ไป สำหรับตำแหน่งส่วนปลายของแขนกลจะใช้ระบบพิกัด (Coordinate System) ในการอ้างอิง ซึ่งโดยทั่วไปนั้นระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) มักจะนิยม นำมาใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมของข้อต่อกับตำแหน่งส่วนปลายของแขนกล

การวิเคราะห์จลนศาสตร์แบบไปข้างหน้าสำหรับแขนกลที่เคลื่อนที่ในระนาบ สามารถทำได้โดยใช้วิธีการทางเรขาคณิตซึ่งง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยมองทุกก้านต่อให้อยู่ในระนาบเดียวกัน รูปที่ 2.6 แสดงแผนภาพของแขนกลที่กำหนดให้เคลื่อนที่ในระนาบ x-y เมื่อทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งส่วนปลายของแขนกล ซึ่งก็คือตำแหน่งปลายสุดของก้านต่อที่ 3 (l_3) จากมุมของข้อต่อทั้ง 3 แกน ($\theta_1, \theta_2, \theta_3$) จะได้สมการการเคลื่อนที่แบบจลนศาสตร์แบบไปข้างหน้า ดังสมการที่ (2.1), (2.2) และ (2.3)

$$x = l_1\cos(\theta_1) + l_2\cos(\theta_1+\theta_2) + l_3\cos(\theta_1+\theta_2+\theta_3) \qquad (2.1)$$

$$y = l_1\sin(\theta_1) + l_2\sin(\theta_1+\theta_2) + l_3\sin(\theta_1+\theta_2+\theta_3) \qquad (2.2)$$

$$\phi = \theta_1+\theta_2+\theta_3 \qquad (2.3)$$

โดย x คือ ระยะของตำแหน่งส่วนปลายของแขนกลในแนวแกน x

y คือ ระยะของตำแหน่งส่วนปลายของแขนกลในแนวแกน y

l_1 คือ ความยาวของก้านต่อที่ 1

l_2 คือ ความยาวของก้านต่อที่ 2

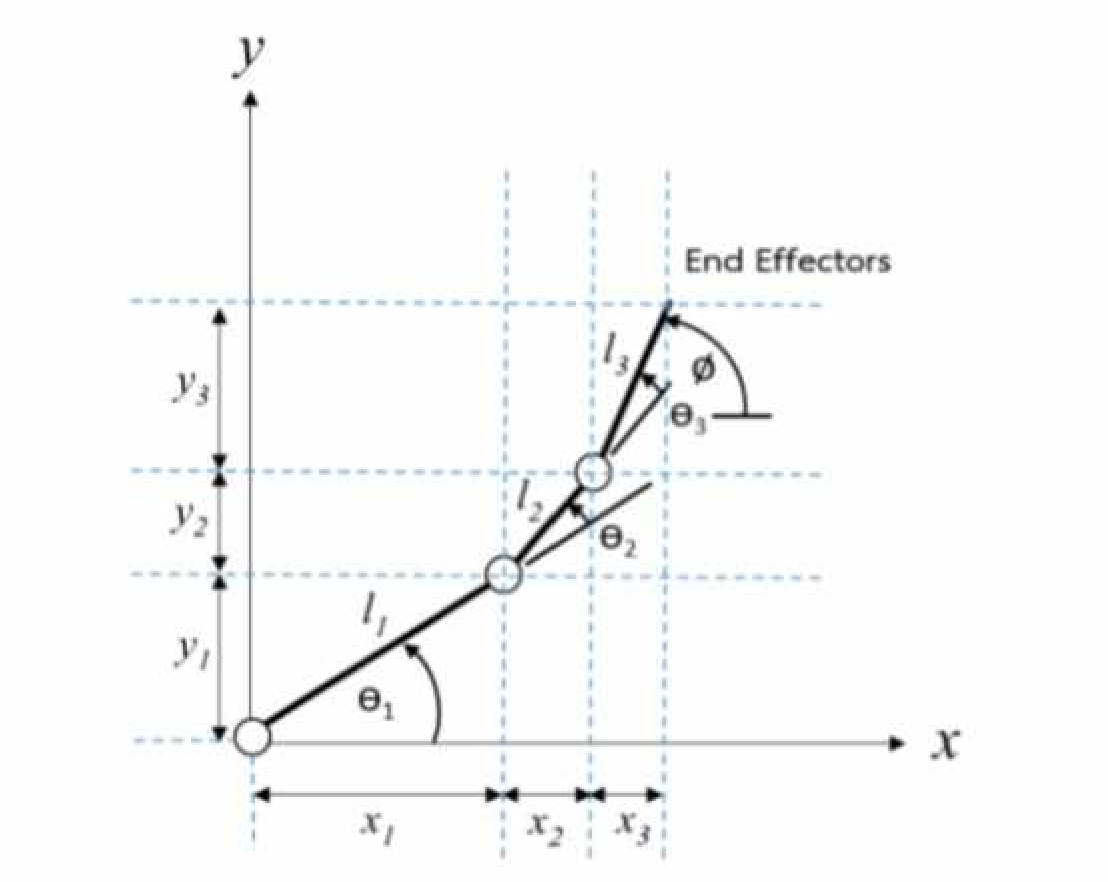
l_3 คือ ความยาวของก้านต่อที่ 3

θ_1 คือ มุมการเคลื่อนที่ของก้านต่อที่ 1 อ้างอิงกับแกน x

θ_2 คือ มุมการเคลื่อนที่ของก้านต่อที่ 2 อ้างอิงกับก้านต่อที่ 1

θ_3 คือ มุมการเคลื่อนที่ของก้านต่อที่ 3 อ้างอิงกับก้านต่อที่ 2

ϕ คือ มุมตำแหน่งส่วนปลายของแขนกลอ้างอิงกับแกน x

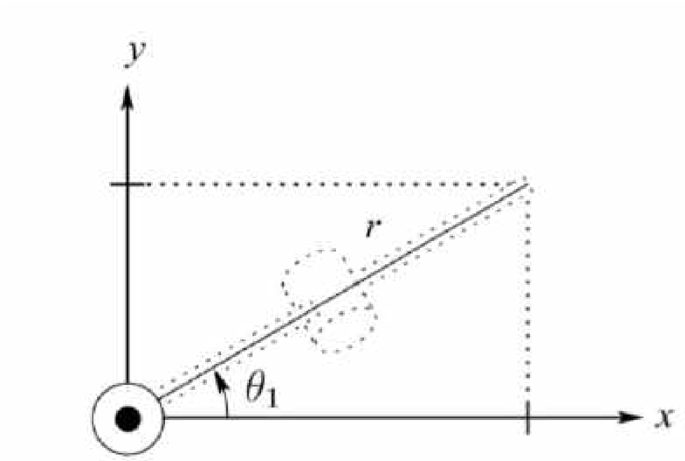


รูปที่ 2.10 แผนภาพของแขนกล 3 แกน 3 ก้านต่อ (Link) ที่เคลื่อนที่ในระนาบ x-y

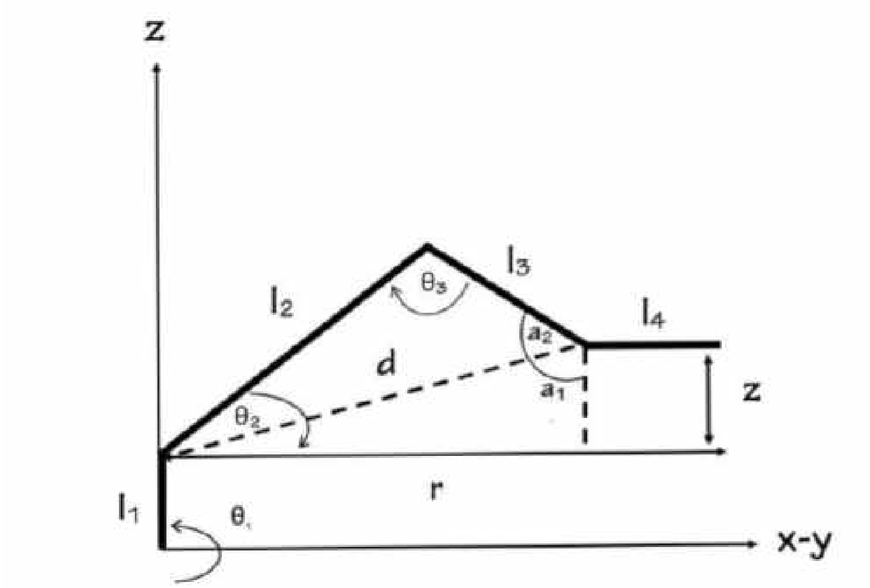
(ที่มา : รังสิดล หงส์หิรัญพันธ์, และอื่น ๆ (2557))

2.4.2 จลนศาสตร์แบบผกผัน (Inverse Kinematics)

การคำนวณค่าตัวแปรของแต่ละข้อต่อ โดยกำหนดตำแหน่งที่ปลายของแขนกล วิธีการคำนวณจลนศาสตร์แบบผกผันนี้ในบางครั้งมีได้หลายคำตอบ (Several Solution) หรือไม่สามารถหาคำตอบ (No Answer) ได้การคำนวณนี้ค่อนข้างยุ่งยากกว่าการคำนวณจลนศาสตร์แบบไปข้างหน้า ซึ่งคำตอบของวิธีการคำนวณจลนศาสตร์ผกผันนี้อาจเป็นได้ 2 รูปแบบคือ แบบปิด (Closed Form) และแบบคำนวณซ้ำเชิง ตัวเลข (Numerical Iterative Form) โดยวิธีการแบบปิดนั้นสามารถหาคำตอบให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันซึ่งง่ายต่อการคำนวณหาค่า เพราะสามารถแทนค่าในตัวแปรของฟังก์ชัน โดยความยาวของแต่ละก้านโยงและตำแหน่ง เป้าหมายของหุ่นยนต์ถูกให้มา ทำให้สามารถคำนวณหามุมของแต่ละข้อต่อได้ วิธีนี้สามารถประยุกต์ใช้ในงานที่รู้ตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสุดท้ายของปลายแขนกล เช่น การหยิบจับวัตถุของแขนกลในงานอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีการแบบปิดนั้นในการหาคำตอบสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการพีชคณิตและวิธีเรขาคณิต ส่วนวิธีการแบบคำนวณซ้ำเชิงตัวเลขนั้นใช้วิธีสมมุติค่าตัวเลขเริ่มต้นแล้วทำซ้ำไปจนกว่าค่านั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.11 ภาพฉายของแขนกลเมื่อมองด้านบน (Top view) ในระนาบ x-y
(ที่มา : รังสิดล หงส์หิรัญพันธ์, และอื่น ๆ (2557))



รูปที่ 2.12 แผนภาพของแขนกล 4 แกน 4 ก้านต่อการเคลื่อนที่ในระนาบ x-y-z

รูปที่ 2.12 แสดงแผนภาพของแขนกลเมื่ออยู่ในระนาบ x-y-z ใช้ในการวิเคราะห์หามุมของข้อต่อที่ 2 (θ_2), ข้อต่อที่ 3 (θ_3) และข้อต่อที่ 4 (θ_4) ซึ่งจะได้สมการการเคลื่อนที่แบบจลนศาสตร์แบบผกผัน ดังสมการที่ (2.4), (2.5), (2.6) และ (2.7)

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) \tag{2.4}$$

$$\theta_3 = \cos^{-1}\left(\frac{d^2 - l_2^2 - l_3^2}{-2xl_2xl_3}\right) \tag{2.5}$$

$$\theta_2 = (180^o - \theta_3 - \alpha_2) + (90^o - \alpha_1) \tag{2.6}$$

$$\theta_4 = 180^o - \alpha_2 - \alpha_1 \tag{2.7}$$

เมื่อ $d = \sqrt{z^2 + (r - l_4)^2}$

$r = \sqrt{x^2 + y^2}$

$\alpha_1 = \cos^{-1}\left(\frac{z}{d}\right)$

$\alpha_2 = \cos^{-1}\left(\frac{l_2^2 - l_3^2 - d^2}{-2xl_3xd}\right)$

โดย x คือ ระยะของตำแหน่งส่วนปลายของแขนกลในแนวแกน x

y คือ ระยะของตำแหน่งส่วนปลายของแขนกลในแนวแกน y

z คือ ระยะของตำแหน่งส่วนปลายของแขนกลในแนวแกน z

d คือ ระยะจากมุม θ_2 กับมุม θ_4

r คือ ระยะจากมุม θ_2 ถึงวัตถุ

l_1 คือ ความยาวของก้านต่อที่ 1

l_2 คือ ความยาวของก้านต่อที่ 2

l_3 คือ ความยาวของก้านต่อที่ 3

l_4 คือ ความยาวของก้านต่อที่ 4

θ_1 คือ มุมการเคลื่อนที่ของก้านต่อที่ 1 อ้างอิงกับแกน x

θ_2 คือ มุมการเคลื่อนที่ของก้านต่อที่ 2 อ้างอิงกับแนวระนาบ x-y

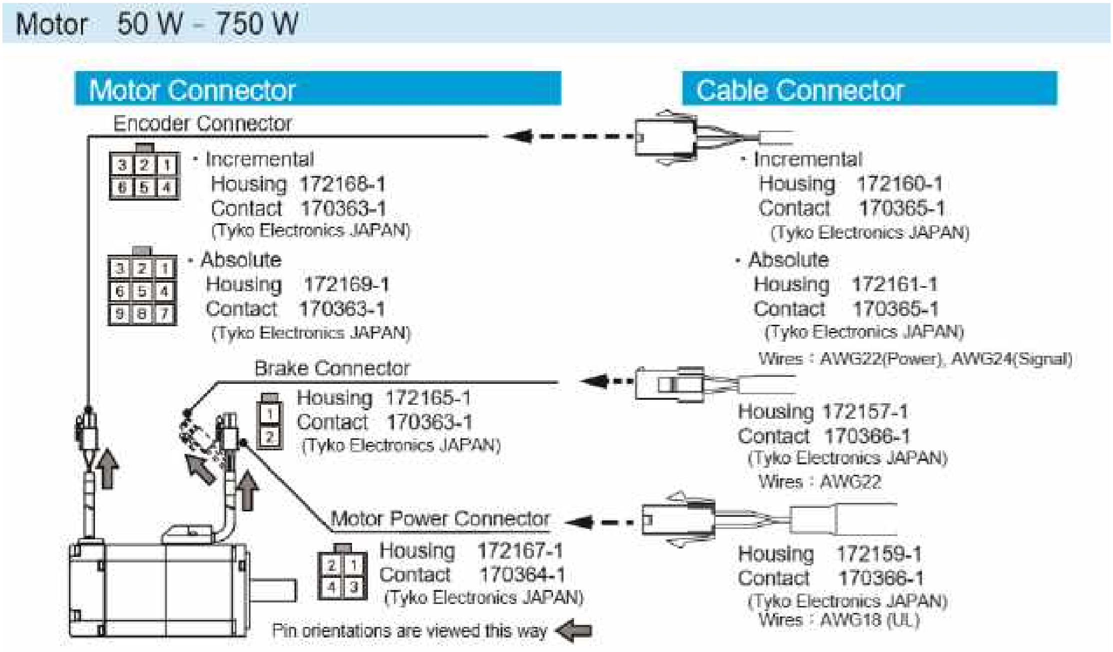
θ_3 คือ มุมการเคลื่อนที่ของก้านต่อที่ 3 อ้างอิงกับก้านต่อที่ 2

θ_4 คือ มุมการเคลื่อนที่ของก้านต่อที่ 4 อ้างอิงกับก้านต่อที่ 3

2.5 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่ (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง

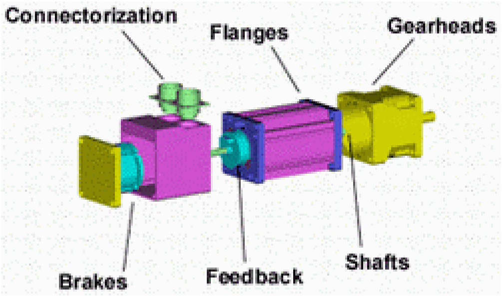
รูปที่ 2.13 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)



รูปที่ 2.14 ขั้วต่อสายของ Servo Motor

2.5.1 โครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์ ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบควบคุมเซอร์โว ก็คือการใช้งานจะต้องเป็นแบบ Closed Loop เท่านั้น การใช้งานระบบควบคุมเซอร์โวไม่สามารถเลือกควบคุมเป็นแบบ Open loop ได้เหมือนกันระบบขับเคลื่อนเอซี (AC Drives) การตอบสนองของระบบเซอร์โว เช่น อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่งที่ควบคุม จะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หากไม่มีสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โว

การควบคุมการทำงานในระบบนี้อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) จะมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่งเสมือนกับเป็นของคู่กันชนิดที่เรียกว่าขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ ในทางปฏิบัติจึงทำเซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโค้ดเดอร์ ถูกออกแบบและผลิตสร้างขึ้นมาคู่กันในลักษณะเป็นแพ็คเกจ (Package) ซึ่งมี Encoder ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์ ดังรูป

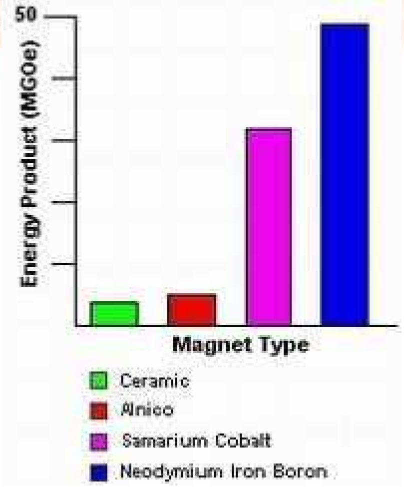


รูปที่ 2.15 โครงสร้างของ AC Servo Motor

โครงสร้างของ AC Servo Motor จะคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟสทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ สเตเตอร์และโรเตอร์ โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก 3 เส้น (จุดนิวทรอลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน,ไม่มีคอมมิวเตเตอร์และไม่มีแปรงถ่าน (Brushless)

โครงสร้างที่ไม่มีขดลวดพันไม่และแปรงถ่าน จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์สูงขึ้น ไม่มีการสูญเสียในขดลวดทองแดง ไม่ต้องบำรุงรักษาเนื่องจากแปรงถ่าน ไม่เกิดประกายไฟเนื่องจากการเรียงกระแสจากแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์ไปยังขดลวดทองแดงที่พันอยู่ในตัวโรเตอร์

สำหรับวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวรนี้จะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับราคาและเทคโนโลยีของบริษัทผู้ผลิตนั้น ๆ ซึ่งมีตั้งแต่ชนิดที่ราคาถูกเช่น เซรามิก (เฟอไรต์) จนถึงการใช้วัสดุที่มีราคาแพงอย่างเช่น ซามาเรียม, โคบอลต์ หรือ นีโอไดเมียม เป็นต้น (ปัจจุบันเอซีเซอร์โวมอเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุสารแม่เหล็กแบบนีโอไดเมียม เนื่องจากมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กและความเหมาะสมเรื่องราคาดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสารแม่เหล็กแบบอื่น ๆ

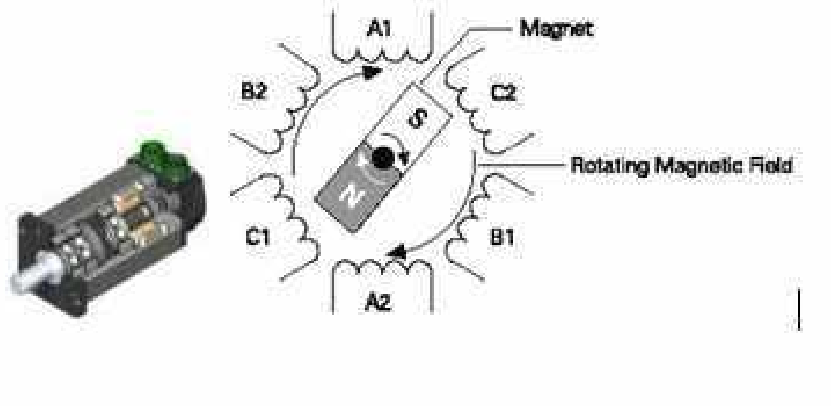


รูปที่ 2.16 วัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวร

2.5.2 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส กล่าวคือเมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และ

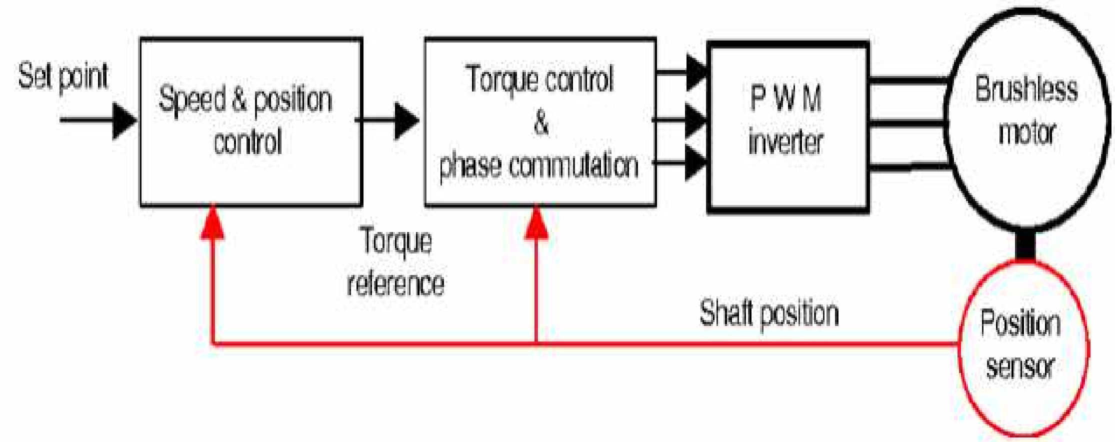
หมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า ความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม

จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงานที่เหมือนกับซิงโครนัสมอเตอร์ ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบเอซี แต่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ไม่มีซี่คอมมิวเตเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกทับศัพท์ว่า Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) ซึ่งหมายถึงซิงโครนัสมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน บ้างก็เรียกว่าเอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor) หรือบ้างก็เรียกสั้น ๆ ย่อ ๆ ว่า AC Brushless หรือ Brushless Motor เป็นต้น



รูปที่ 2.17 โครงสร้างและการทำงานของ AC Servo Motor

2.5.3 โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ลักษณะของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นระบบควบคุมแบบลูปปิด (Closed Loop Control) ซึ่งประกอบด้วย 3 โหมดการควบคุมคือ โหมดการควบคุมแรงบิด (Torque Control Mode) ซึ่งอยู่วงรอบหรือลูปในสุด โหมดการควบคุมอัตราเร่ง (Velocity Control Mode) และโหมดการควบคุมตำแหน่ง (Position Control Mode) ซึ่งอยู่ลูปด้านนอกสุด โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ดังรูป



รูปที่ 2.18 โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

2.5.4 การบำรุงรักษาเซอร์โวมอเตอร์

2.5.4.1 เซอร์โวมอเตอร์ แม้ว่าจะมีระดับการป้องกันสูงสามารถใช้งานได้ในบริเวณที่มีฝุ่นละอองเปียกหรือหยดน้ำมัน แต่นั่นไม่ได้หมายความว่าคุณสามารถแช่น้ำได้ในที่ทำงานควรให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างสะอาด

2.5.4.2 ถ้ามอเตอร์เซอร์โวถูกเชื่อมต่อกับเกียร์ลดการใช้มอเตอร์เซอร์โว ควรเป็นตราน้ำมันเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันเกียร์ลดลงในเซอร์โวมอเตอร์

2.5.4.3 ตรวจสอบเซอร์โวมอเตอร์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อไม่ให้เกิดการปัญหาภายในตัวเซอร์โวมอเตอร์ได้

2.5.4.4 ตรวจสอบชิ้นส่วนคงที่ของเซอร์โวมอเตอร์

2.5.4.5 ตรวจสอบเซอร์โวมอเตอร์เป็นระยะ ๆ

2.5.4.6 ตรวจสอบสายเคเบิลตัวเข้ารหัสของเซอร์โวมอเตอร์และขั้วต่อมอเตอร์เซอร์โว เพื่อยืนยันการเชื่อมต่ออย่างแน่นหนา

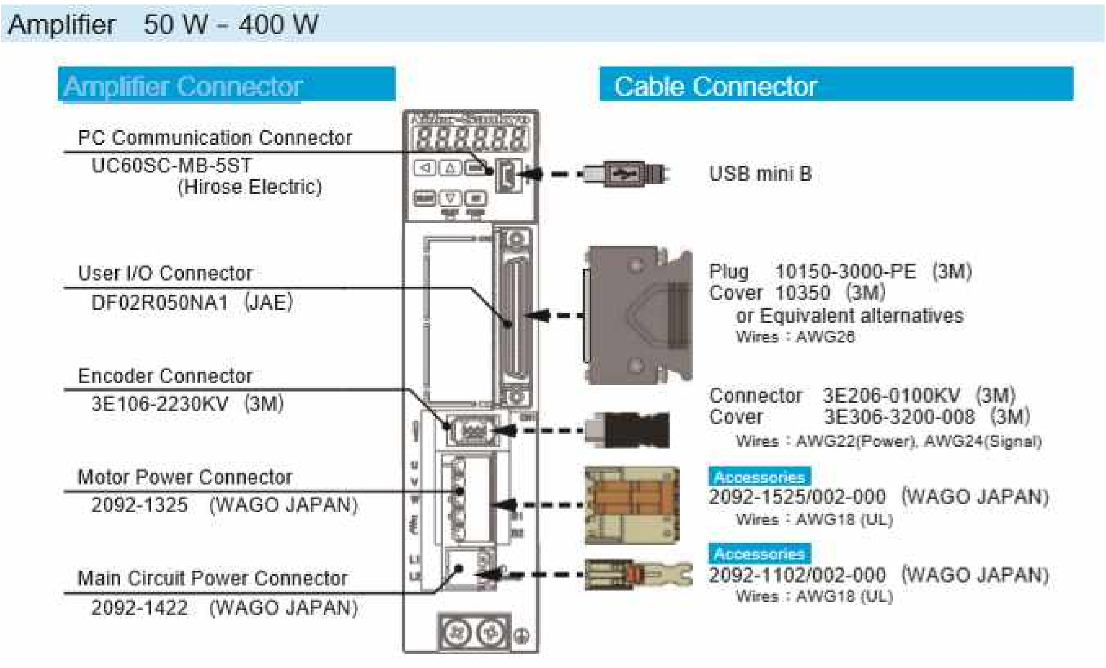
2.5.4.7 ทำความสะอาด คราบ น้ำมันเครื่องเซอร์โวมอเตอร์ จาระบี โดยให้แน่ใจว่ามอเตอร์เซอร์โวมีสถานะปกติ

2.6 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

หน้าที่ของ Servo Driver คือ จะรับสัญญาณมาจาก Controller และสั่งการให้กับตัว Servo Motor เคลื่อนที่ตามที่ Controller สั่งการมา แต่ทำไม Controller ไม่สั่งการควบคุมไปที่ Servo Motor โดยตรง เนื่องจาก Servo Driver จะเป็นตัวที่ปรับตั้งค่าของตัว Servo Motor ให้ทำงานตามรูปแบบของการควบคุมไม่ว่า จะเป็นการควบคุม ความเร็ว (Speed Control) , แรงบิด (Toque) และตำแหน่ง (Position Control) ตัว Servo Driver จะเป็น ตัวกำหนดค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้กับตัว Servo Motor ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นเมื่อใช้ Servo Motor ก็จะต้องมี Servo Driver เสมอ

รูปที่ 2.19 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

รูปที่ 2.20 ขนาดเซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver) แต่ละกำลังวัตต์



รูปที่ 2.21 ขั้วต่อสายของ Servo Driver

2.7 เกียร์เซอร์โว (Servo Gearbox) เป็นเกียร์ที่ถูกออกแบบมาให้ใช้คู่กับ Servo Motor โดยเฉพาะ หน้าที่หลัก ๆ ของชุด Servo Gearbox คือ ส่งถ่ายกำลังได้หลายอัตราทดและใช้เป็นโอเวอร์ไดรฟ์ เพื่อเพิ่มความเร็วรอบที่ตัวส่งกำลังออก

รูปที่ 2.22 เกียร์เซอร์โว (Servo Gearbox)

2.7.1 ข้อมูลของเกียร์เซอร์โว (Servo Gearbox)

2.7.1.1 รองรับการใช้งานได้กับ Servo Motor ทุกยี่ห้อ / มีรุ่นให้เลือกหลากหลาย เพื่อตอบสนองการใช้งานในทุกรูปแบบ

2.7.1.2 ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ทำงานเงียบด้วยระดับเสียงที่ต่ำกว่า 65 dB

2.7.1.3 ให้ความแม่นยำสูง (มีค่า Backlash ต่ำ) เนื่องจากเกียร์ผ่านกระบวนการผลิตที่ทันสมัยและควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน

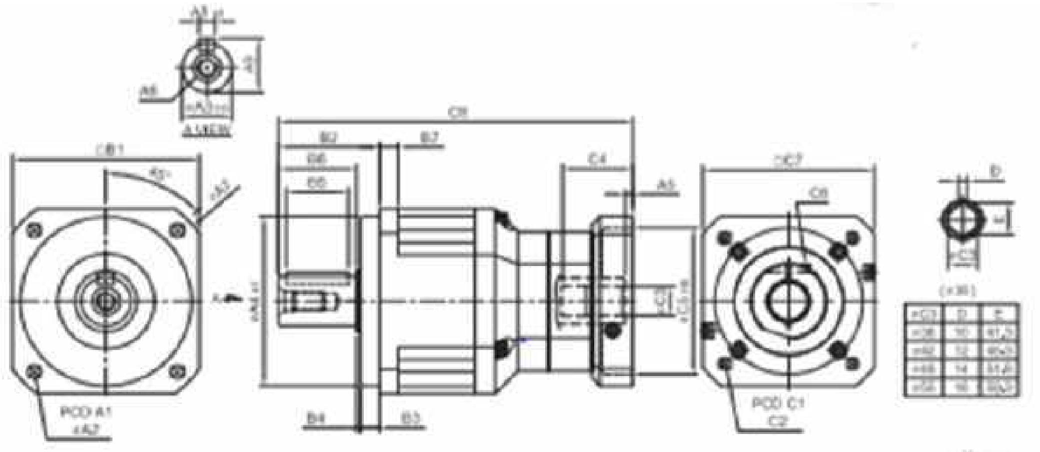
2.7.1.4 ประสิทธิภาพ (Efficiency) สูง > 97% สำหรับเกียร์แบบชั้นเดียว และสามารถรับความเร็วรอบได้ถึง 5000 RPM

2.7.1.5 ให้แรงบิดที่สูงกว่า Planetary Gear แบบเดิม ๆ และสามารถทำอัตราทดได้มากกว่า 1/10000

2.7.1.6 มีความเสถียรในการใช้งานสูง (High Stability) เนื่องจากผลิตด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงทั้งชิ้นไม่ใช่เฉพาะแค่พื้นผิว

2.7.1.7 อายุการใช้งานยาวนาน > 30,000 ชั่วโมง และไม่ต้องมีการบำรุงรักษาตลอดการใช้งาน จึงช่วยให้ต้นทุนการผลิตลดลง

2.7.1.8 IP65 / สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ -25C ถึง 90C



รูปที่ 2.23 ขนาด Dimension ของ Servo Gearbox

2.7.2 วิธีการเลือกใช้เกียร์เซอร์โว (Servo Gearbox)

2.7.2.1 ระบุรุ่นของ Servo Motor ที่จะนำเกียร์ไปติดตั้งใช้งานด้วย เพื่อตรวจสอบสเปคเกียร์

2.7.2.2 เลือกอัตราทด หรือ รอบการใช้งานที่ต้องการ หรือ ค่าแรงบิด (Torque) ที่ต้องการ

2.7.2.3 เลือกขนาดหน้าแปลน และรูเพลาที่จะต้องใช้ร่วมกับมอเตอร์

2.7.2.4 เลือกขนาดหน้าแปลน และขนาดเพลาที่จะนำไปติดตั้ง

2.7.2.5 ระบุค่า Backlash ที่ต้องการใช้งาน

2.8 พีแอลซี (PLC)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที

2.8.1 ความหมายของ PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี

Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

2.8.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ได้

รูปที่ 2.24 โครงสร้างของ PLC

2.8.2.1 ตัวประมวลผล (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based)ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุท

ต่าง ๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุท

2.8.2.2 หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล(Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และRAM

(1) RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก ดังนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข โปรแกรมอยู่บ่อย ๆ

(2) ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

2.8.2.3 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

(1) หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

(2) หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น

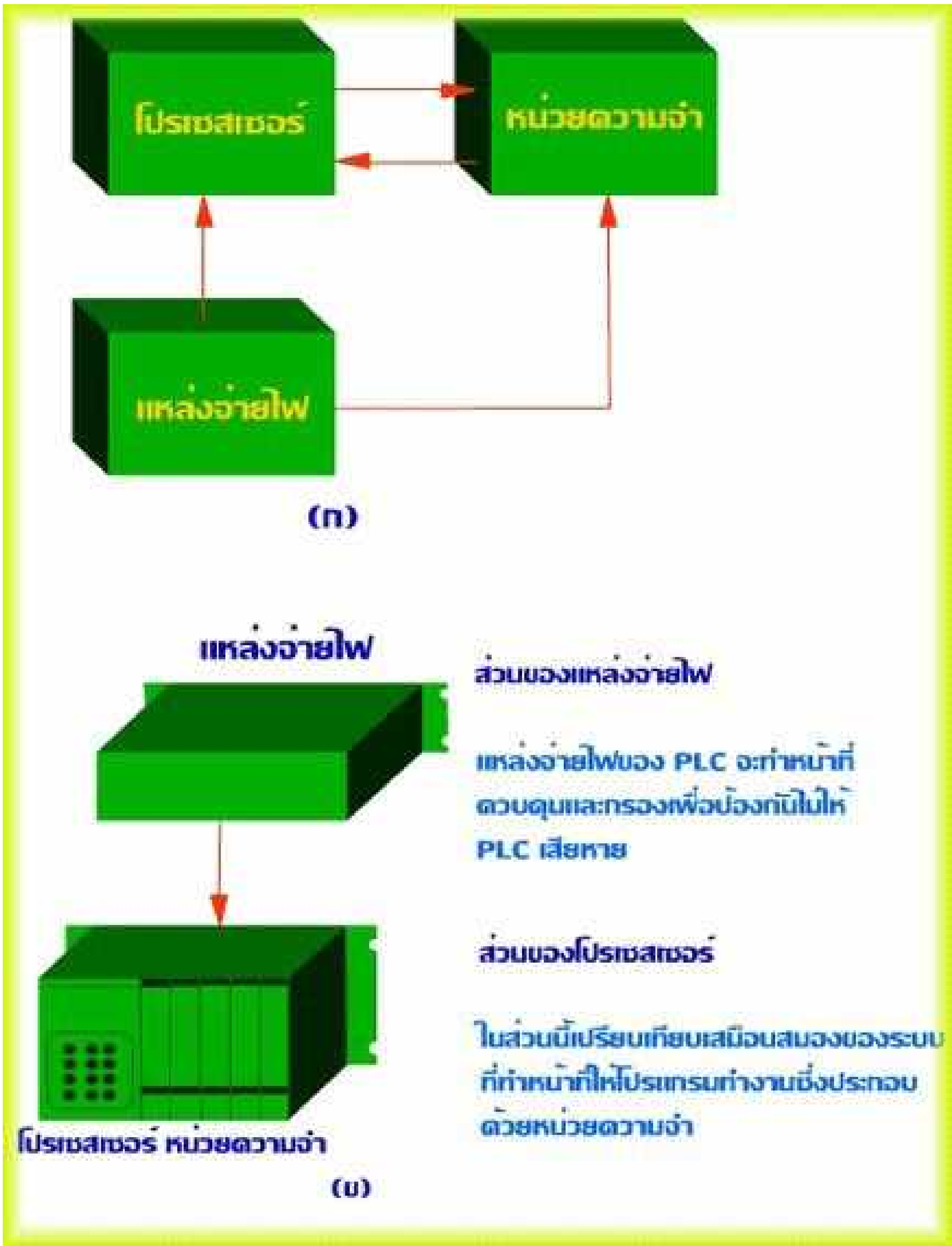
2.8.2.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุท/ เอาท์พุท

2.8.2.5 อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER
- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD
- ETC

2.8.3 หน่วยความจำของ PLC

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิดRAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้



รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของ PLC

2.8.3.1 RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อย ๆ

2.8.3.2 EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อน ๆ นาน ๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

2.8.3.3 EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.8.4 ข้อดีและข้อเสียของ PLC

2.8.4.1 ข้อดีของ PLC

- มีขนาดเล็กใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย การติดตั้งทำได้ง่าย
- PLC ใช้โปรแกรมในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร แทนการควบคุมแบบดั้งเดิมที่ใช้การเดินสายวงจรไฟฟ้า ทำให้การปรับเปลี่ยนการควบคุมเครื่องจักรทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเพียงแค่ปรับเปลี่ยนที่โปรแกรม PLC โดยไม่ต้องแก้ไขที่วงจรไฟฟ้าซึ่งทำได้ยากกว่ามาก
- PLC สามารถเก็บข้อมูลและรายละเอียดการทำงานของเครื่องจักร และสามารถเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ของโรงงานอุตสาหกรรมได้ง่าย
- เมื่อเครื่องจักรทำงานผิดพลาดหรือหยุดทำงาน สามารถตรวจสอบความผิดพลาดได้ง่ายกว่า วงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรแบบดั้งเดิม โดยเชื่อมต่อ PLC กับคอมพิวเตอร์เพื่อดูการทำงานของโปรแกรม
- การควบคุมเครื่องจักรด้วย PLC มีราคาถูกกว่าการควบคุมด้วยวงจรคอนโทรลแบบดั้งเดิม

2.8.4.2 ข้อเสียของ PLC

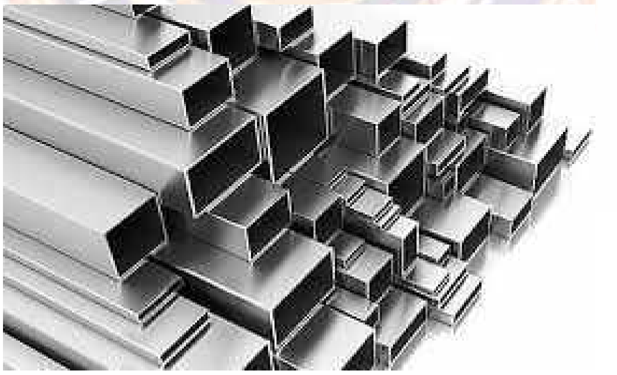
- หากระบบควบคุมไม่ซับซ้อนการควบคุมโดยใช้ PLC อาจมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้วงจรคอนโทรลแบบดั้งเดิมที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น รีเลย์เพียงไม่กี่ตัว (แต่ PLC ก็ถูกพัฒนามานานจนราคาถูกลงมาก อีกทั้งยังมี PLC ที่มีขนาดเล็กเพื่อใช้สำหรับควบคุมระบบที่ไม่ซับซ้อน จึงทำให้มีราคาถูก หลาย ๆ กรณีอาจคุ้มค่ากว่าการใช้วงจรคอนโทรลแบบดั้งเดิมเสียอีก)
- PLC อาจทนสภาพแวดล้อมได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้วงจรไฟฟ้าแบบดั้งเดิม เช่น อุปกรณ์รีเลย์ แต่หากมีการติดตั้งที่เหมาะสมและมีการป้องกัน เช่น ติดตั้งในตู้ที่มีฝาปิด

- เนื่องจาก PLC ใช้โปรแกรมในการควบคุมแทนการใช้วงจรไฟฟ้าแบบดั้งเดิม จึงทำให้การใช้งานยากกว่าสำหรับผู้ที่ไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับ PLC (แต่โปรแกรม PLC ก็มีลักษณะคล้ายวงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรแบบดั้งเดิม การศึกษาโปรแกรม PLC จึงไม่ได้ยากเกินไปนัก)

- หากเครื่องจักรใช้ PLC ในการควบคุม เมื่อเครื่องจักรเกิดปัญหาและช่างซ่อมบำรุงไม่มีความรู้ในเรื่อง PLC อาจทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้เลยหรือแก้ไขได้ล่าช้า ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียด้านกำลังการผลิตของเครื่องจักร

2.9 อลูมิเนียม (Aluminium) สำหรับโครงสร้างแขนกล

2.9.1 คุณสมบัติของอลูมิเนียม (Aluminium) ลักษณะภายนอกของอลูมิเนียมคือมีสีเงิน มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา และมีกำลังวัสดุต่อหน่วยน้ำหนัก (Strenght-To-Weght Ratio)สูงมีความเหนียวจุดหลอมเหลวต่ำหล่อหลอมได้ง่ายอลูมิเนียมบริสุทธิ์ เมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะเกิดออกไซด์ของอลูมิเนียมขึ้นเป็นอลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminum Oxide) เคลือบอยู่เป็นผิวบาง ๆ ทำให้อลูเนียมนั้นทนต่อบรรยากาศ ไม่ถูกกัดกร่อน คุณสมบัติการนำไฟฟ้าประมาณ 2/3 เท่าของทองแดง แต่อลูมิเนียมเบากว่าทองแดง สายเคเบิลแรงสูงจึงนิยมใช้อลูมิเนียมเป็นตัวนำความร้อนได้ดีและเหมาะอย่างยิ่งกับงานขึ้นรูป และงานปาดผิวโลหะเช่นอัด, รีด, ดึง, ตัด, เจาะ, กลึง, ไส, กัด และนอกจากนี้อลูมิเนียมก็ยังเป็นวัสดุประสมที่มีประโยชน์มากคือใช้อลูมิเนียมเพียงเล็กน้อยผสมลงไปในโลหะประสมที่มีทองแดงแมงกานีส และ แมกนีเซียม จะให้ความแข็งและคุณสมบัติในการกลึงให้ดีเด่นมากอย่างประหลาดเลยทีเดียว



รูปที่ 2.26 อลูมิเนียม (Aluminium)

2.9.2 ที่มาของอลูมิเนียม โดยอลูมิเนียมเป็นโลหะที่เกิดเป็นสารประกอบอลูมิเนียมออกไซด์ ส่วนมากพบในดินเหนียว และดินต่าง ๆ วัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการผลิตอลูมิเนียม คือ สินแร่ โบไซต์หรือบอกไซด์ (Bauxite) มีลักษณะเหมือนดินแดงหรือดินลูกรัง แต่มีความแข็งกว่าในสินแร่บอกไซด์จะมีดินเหนียวบริสุทธิ์ (Al_2O_3= อลูมิเนียมออกไซด์)ปนอยู่ประมาณ 55-60% เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) ไม่เกิน 24% และน้ำในโมเลกุลสินแร่ประมาณ 12-31% แร่ซิลิกา (SiO_2)

ไม่เกิน 4% แหล่งแร่บอกไซค์ที่สำคัญๆ คือที่ประเทศฝรั่งเศษตอนใต้ ฮังการี รัสเซีย สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย อินโดนีเซีย

2.9.3 ประเภทอลูมิเนียม (เกรดต่าง ๆ)

- อลูมิเนียมเส้นกลม (Aluminum Round Bar)
- อลูมิเนียมเส้นสี่เหลี่ยม (Aluminum Square Bar)
- อลูมิเนียมเส้นฉาก (Aluminum Angle Bar)
- อลูมิเนียมเส้นแบน (Aluminum Flat Bar)
- อลูมิเนียมแผ่น (Aluminum Sheet) - 1100
- อลูมิเนียมอัลลอย์ดเส้น (Aluminum Alloy Bar) - 6061, 7022, 7075, 2011
- อลูมิเนียมอัลลอย์ดแผ่น (Aluminum Alloy Sheet) - 2024, 5052, 5083, 6061, 7022, 7075, 2011
- อลูมิเนียมรีด (Aluminum Drawn)
- อลูมิเนียมหล่อ (Aluminum Casting)
- เพลาอลูมิเนียม (Aluminum Round Bar) - 6060
- ท่ออลูมิเนียม (Aluminum Pipe)

รูปที่ 2.27 อลูมิเนียมเกรด 5083

2.9.4 คุณสมบัติอลูมิเนียมเกรดต่าง ๆ

- อลูมิเนียม 5083 (รีดแข็ง , H112) อลูมิเนียมกลุ่มผสมแมกนีเซียม สามารถชุบอะโนไดซ์สีได้ดีมากให้ผิวสวยงามเมื่อตัดกลึง สามารถใช้งานที่อุณหภูมิติดลบได้ดี นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าพลาสติก, แม่พิมพ์ขึ้นรูปยางและโฟม, อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน, ถังทนแรงดันสูง, ตู้คอนเทนเนอร์, ชิ้นส่วนยานพาหนะและอาคาร

- อลูมิเนียม 6061 (บ่มแข็ง , T651) อลูมิเนียมกลุ่มผสมแมกนีเซียมและซิลิกอน ที่สามารถบ่มแข็งได้ จึงมีความแข็งสูงและทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเยี่ยมสามารถขัดเงาได้ดี และชุบอะโนไดซ์สีได้ผิวสวยงาม นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าพลาสติกแม่พิมพ์ฉีดโฟมและยาง โครงสร้างยานพาหนะและอาคาร หมุดย้ำราวสะพาน (จะมีกรรมวิธีในการทำที่ยุ่งยากกว่า ซับซ้อน

สิ้นเปลืองแรงงานและเวลากว่าจะได้เป็นชิ้นงานแต่ก็มีความคุ้มค่า เพราะว่าเป็นอลูมิเนียมที่ไม่กระด้าง โดยสูญเสียความแข็งแรงไปไม่มาก)

- อลูมิเนียม 7022 (บ่มแข็ง , T651) อลูมิเนียมกลุ่มผสมสังกะสีที่มีความแข็งแรงสูงมากตัดกลึงง่าย สามารถชุบอะโนไดซ์แข็งได้ดี นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก, แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจำนวนน้อย และอุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลแผ่นนำความร้อน

- อลูมิเนียม 7075 (บ่มแข็ง , T651) อลูมิเนียมกลุ่มผสมสังกะสีที่มีความแข็งแรงสูงที่สุดในกลุ่มตัดกลึงง่าย สามารถชุบอะโนไดซ์แข็งได้ดีเยี่ยม นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก, แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก, อุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล, โต๊ะเครื่องมือ และแผ่นรองสแตมปิ้ง

- อลูมิเนียม 2024 (บ่มแข็ง , T451) อลูมิเนียมกลุ่มผสมทองแดงจึงมีความแข็งแรงสูงและทนต่อการล้าได้ดี นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าพลาสติกหรือแม่พิมพ์ขึ้นรูปพลาสติกในสูญญากาศ, แม่พิมพ์รองเท้า, ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล และโครงสร้างเครื่องบินอุปกรณ์จับยึดต่าง ๆ

- อลูมิเนียม 5052 (รีดแข็ง , H112) อลูมิเนียมกลุ่มผสมแมกนีเซียม สามารถชุบอะโนไดซ์สีได้ดีมาก ให้ผิวสวยงามเมื่อตัดกลึงสามารถใช้งานที่อุณหภูมิติดลบได้ดี นิยมใช้ทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน, แม่พิมพ์ตัวอย่างภาชนะหรือเครื่องใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและอาหาร, ท่อไฮดรอลิก หมุดย้ำชิ้นส่วนในยานพาหนะและอาคาร

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ: บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด

ที่อยู่: 494 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ10160

โทรศัพท์: 0286960619

โทรสาร: 028696070

เวลาทำการ: วันจันทร์-เสาร์ เวลา 8.30 – 17.30 น.

3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตภัณฑ์ การให้บริการหลักขององค์กร

บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด (FMS) เป็นผู้นำเข้าและจำหน่ายสินค้าอุตสาหกรรมคุณภาพสูงจากต่างประเทศ ดำเนินกิจการในประเทศไทยมาเป็นเวลานานกว่า30ปี โดยจำหน่ายเกียร์เซอร์โว เกียร์ทดรอบ มอเตอร์เกียร์ มอเตอร์ไฟฟ้า และมอเตอร์เบรค เป็นต้น ซึ่งทาง FMS ได้รับความไว้วางใจจากกลุ่มผู้สร้างเครื่องจักร และผู้ใช้งานจากทุกอุตสาหกรรมการผลิต เช่น เกษตร ยานยนต์ อาหารและเครื่องดื่ม บรรจุภัณฑ์ ฯลฯ พร้อมมีทีมงานให้คำปรึกษาสำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างประโยชน์สูงสุดสำหรับทุกอุตสาหกรรม ตลอดจนการพัฒนาเทคนิคการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของเครื่องจักรอุตสาหกรรม เพื่อเป็นการลดต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร

รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กร

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย

นายกิตติ ชุติวิทูรชัย รหัสประจำตัว 6003200005 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

นายสราวุธ พุทธิมิตร รหัสประจำตัว 6003200006 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

นายสถาพร แซ่ว้าง รหัสประจำตัว 6003200013 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

3.4.2 ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

- ค้นหาข้อมูลอุปกรณ์ทำแขนกล
- ออกแบบโครงสร้างแขนกล
- ติดต่อสอบถามทางตัวแทนจำหน่าย Servo Motor, Servo Driver และPLC
- ศึกษาการใช้งาน Servo Motor, Servo Driver และ PLC

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา นายณัฐวุฒิ สุขวัฒนศิริ

ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

3.6.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ระหว่างวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ.2562

3.6.2 วันเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา

วันจันทร์ - วันเสาร์ เวลา 08.30 น.-17.30 น.

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 ศึกษาตัวแคตตาล็อกสินค้าที่ทางบริษัทจำหน่าย

3.7.2 ศึกษาการออกแบบแขนกล

3.7.3 ศึกษา Servo Gearbox ที่ใช้ในแขนกล

3.7.4 ศึกษาตัว Servo Motor และสอบถามทางตัวแทนจำหน่ายเพิ่มเติม

3.7.5 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับแขนกล เพื่อเลือกใช้ Servo Motor

3.7.6 เลือกขนาดหน้าแปลน Servo Gearbox ให้เข้ากับ Servo Motor

3.7.7 สั่งทำแขนกลตามที่ออกแบบไว้และมีการพูดคุยรายละเอียดเพิ่มเติม

3.7.8 ศึกษาการตั้งค่า Servo Driver สำหรับควบคุม Servo Motor

3.7.9 เลือก PLC ที่ใช้ควบคุมการทำงานของแขนกล

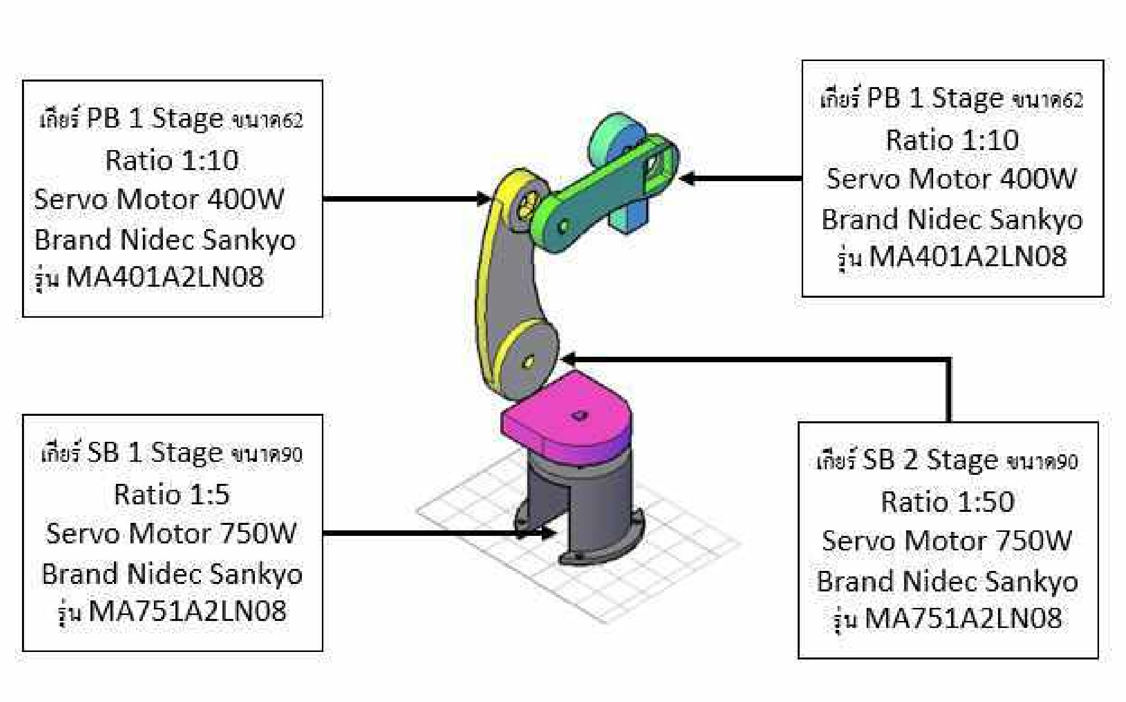
3.7.10 สั่งซื้อชุด Servo Motor, PLC, Terminal และสายต่าง ๆ

3.7.11 ทดสอบการตั้งค่าของ Servo Motor ผ่านทาง Servo Driver โดยใช้โปรแกรม S-TUNE

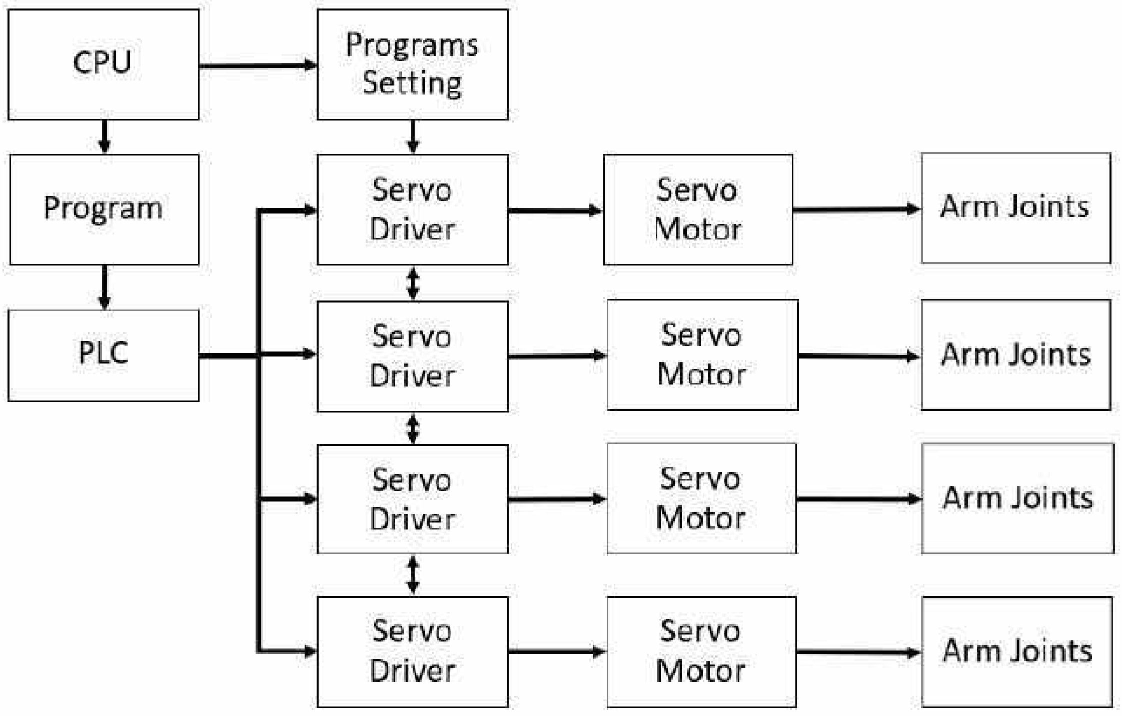
3.7.12 การตั้งค่า PLC ให้เหมาะกับงาน โดยใช้โปรแกรม GX-Work 3

3.7.13 เขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานของ Servo Motor ผ่านทาง Servo Driver

3.7.14 ตรวจสอบและแก้ไข



รูปที่ 3.2 โครงสร้างแขนกล



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรม

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พฤษภาคม 62	มิถุนายน 62	กรกฎาคม 62	สิงหาคม 62
1. ตั้งหัวข้อของโครงงาน	↔			
2. รวบรวมข้อมูลของโครงงาน	↔	↔		
3. เริ่มเขียนโครงงาน		↔	↔	
4. ตรวจสอบโครงงาน		↔	↔	
5. โครงงานเสร็จเรียบร้อย			↔	↔

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

3.8.1 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

- เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 เครื่อง

3.8.2 อุปกรณ์ด้านซอฟต์แวร์

- โปรแกรม S-TUNE
- โปรแกรม GX Works 3

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

การปฏิบัติงานตามโครงงานที่ได้รับมอบหมาย มีดังนี้

4.1 ศึกษาการใช้งาน Servo Gearbox

4.2 การออกแบบและสั่งทำแขนกล

4.3 การเลือกขนาดของชุด Servo Motor ไปขับแขนกล

4.4 การตั้งค่าและทดลองใช้งาน Servo Motor ไปขับ Servo Gearbox

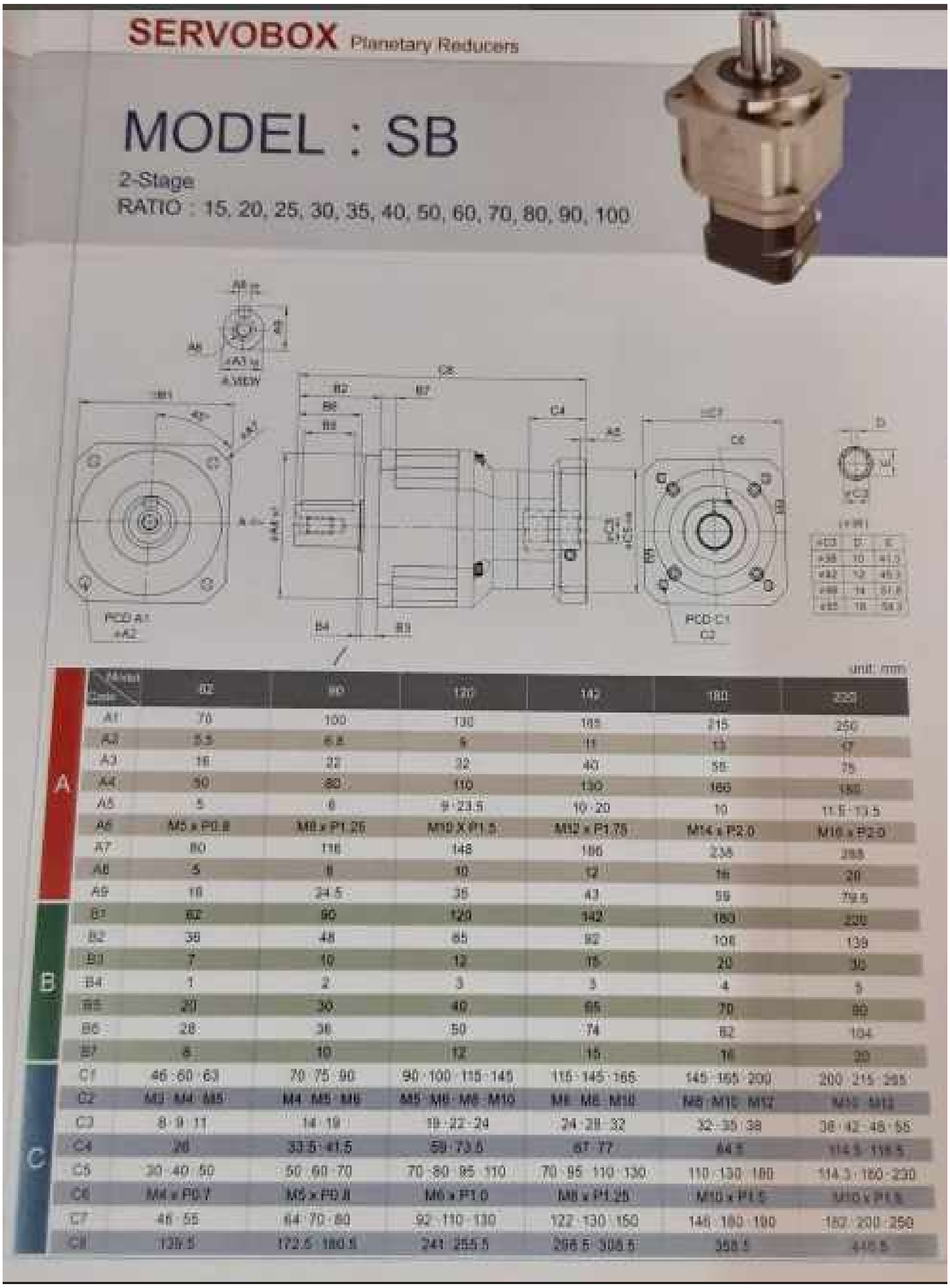
4.5 การเขียนโปรแกรม PLC ไปควบคุมการทำงานของ Servo Motor

4.6 ตรวจสอบและแก้ไข

4.1 ศึกษาการใช้งาน Servo Gearbox

รูปที่ 4.1 ศึกษา Servo Gearbox ที่ทางบริษัทจำหน่าย

ศึกษาสินค้าที่ทางบริษัทจำหน่าย โดยอ่านแคตตาล็อกสินค้าประกอบด้วย รูปภาพสินค้า และขนาด Dimension ต่าง ๆ รวมถึงปรึกษากับผู้ร่วมงานและสอบถามพี่เลี้ยงถึงรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งตัวสินค้าที่ศึกษาจะเน้นไปที่ Servo Gearbox ที่ใช้ร่วมกับ Servo Motor



SERVOBOX Planetary Reducers

MODEL : SB

2-Stage

RATIO : 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100

unit: mm

Code \ Model	82	90	120	142	180	220
A1	70	100	130	165	215	250
A2	5.5	6.6	9	11	13	17
A3	16	22	32	40	55	75
A4	50	80	110	130	160	180
A5	5	6	9·23.5	10·20	10	11.5·13.5
A6	M5 x P0.8	M8 x P1.25	M10 X P1.5	M12 x P1.75	M14 x P2.0	M16 x P2.0
A7	80	116	148	186	238	288
A8	5	6	10	12	16	20
A9	18	24.5	35	43	59	79.5
B1	82	90	120	142	180	220
B2	38	48	65	92	108	139
B3	7	10	12	15	20	30
B4	1	2	3	3	4	5
B5	20	30	40	65	70	90
B6	28	38	50	74	82	104
B7	8	10	12	15	16	20
C1	46·60·63	70·75·90	90·100·115·145	115·145·165	145·165·200	200·215·265
C2	M3·M4·M5	M4·M5·M6	M5·M6·M8·M10	M6·M8·M10	M8·M10·M12	M10·M12
C3	8·9·11	14·19	19·22·24	24·28·32	32·35·38	38·42·48·55
C4	26	33.5·41.5	59·73.5	67·77	84.5	114.5·118.5
C5	30·40·50	50·60·70	70·80·95·110	70·95·110·130	110·130·180	114.3·180·230
C6	M4 x P0.7	M5 x P0.8	M6 x P1.0	M8 x P1.25	M10 x P1.5	M10 x P1.5
C7	46·55	64·70·80	92·110·130	122·130·150	146·180·190	182·200·250
C8	129.5	172.5·180.5	241·255.5	298.5·308.5	358.5	440.5

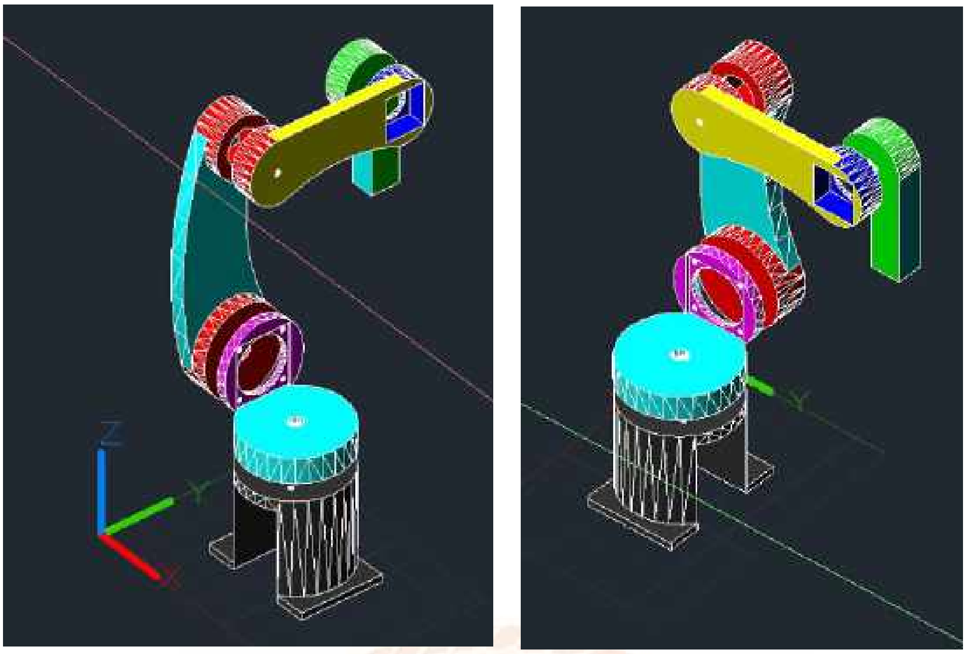
รูปที่ 4.2 แคตตาล็อกของ Servo Gearbox

รูปที่ 4.3 Servo Gearbox

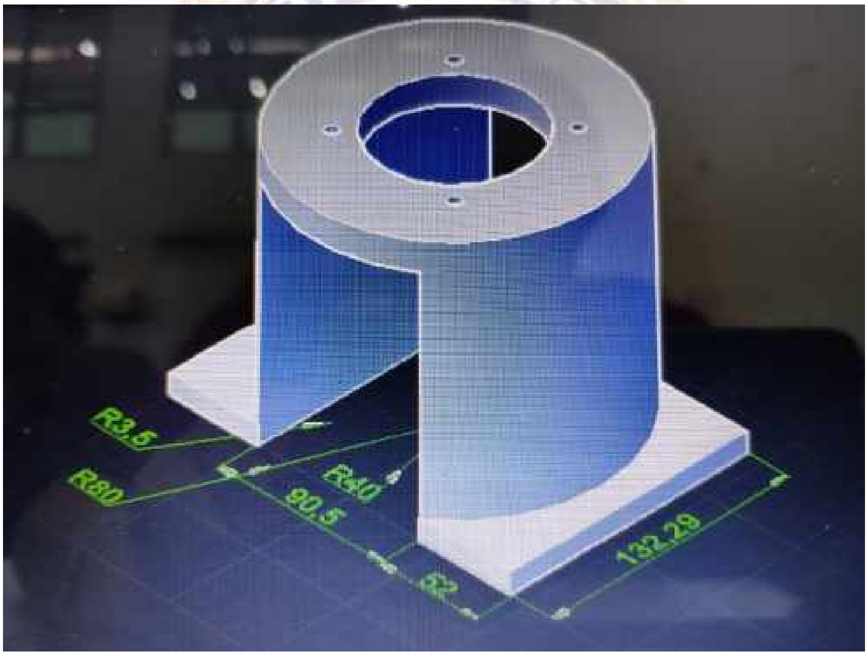
4.2 การออกแบบและสั่งทำแขนกล

รูปที่ 4.4 วาดแบบร่างแขนกลลงในกระดาษ

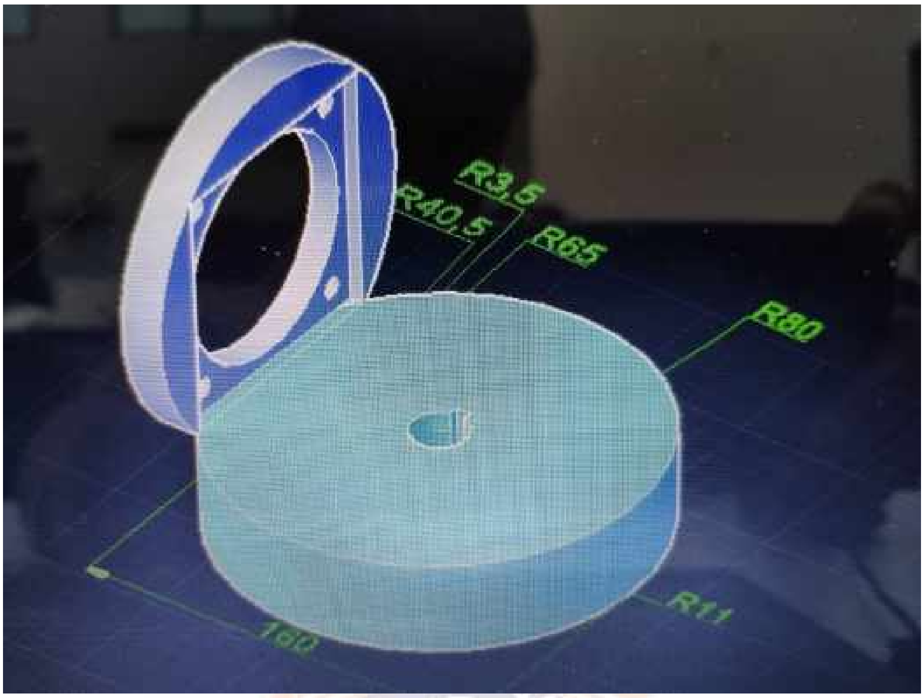
กำหนดรูปร่างและขนาดของแต่ละส่วนลงในกระดาษ โดยได้ปรึกษาหารือกันในเรื่องวัสดุที่ใช้ทำกับการรับน้ำหนักในแต่ละส่วนของแขนกล รวมถึงน้ำหนักของ Servo Gearbox และ Servo Motor ที่ต้องใช้ในแขนกล



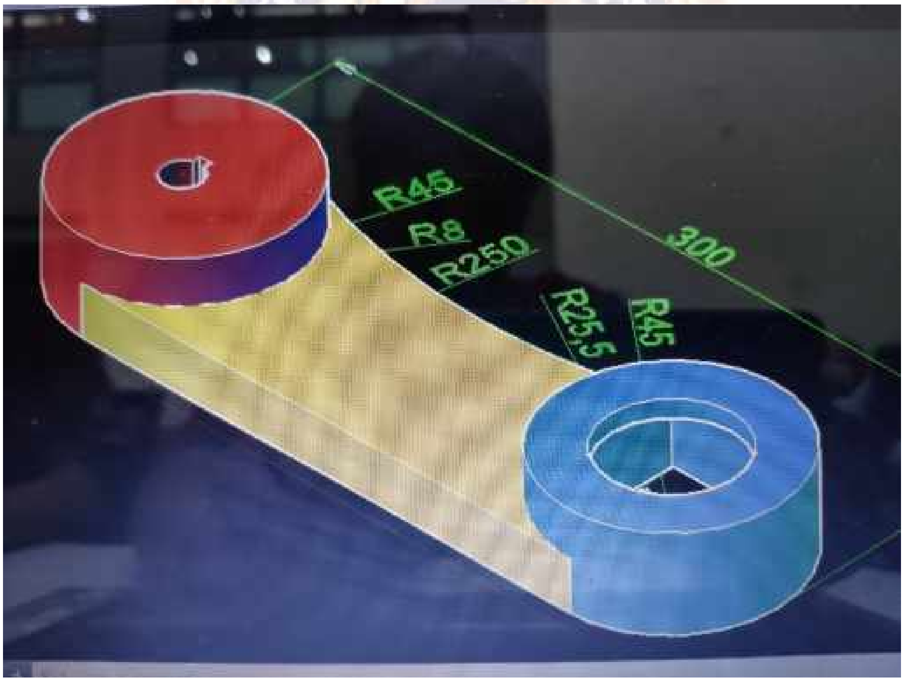
รูปที่ 4.5 แบบแขนกลที่ออกแบบลงในโปรแกรม Auto Cad



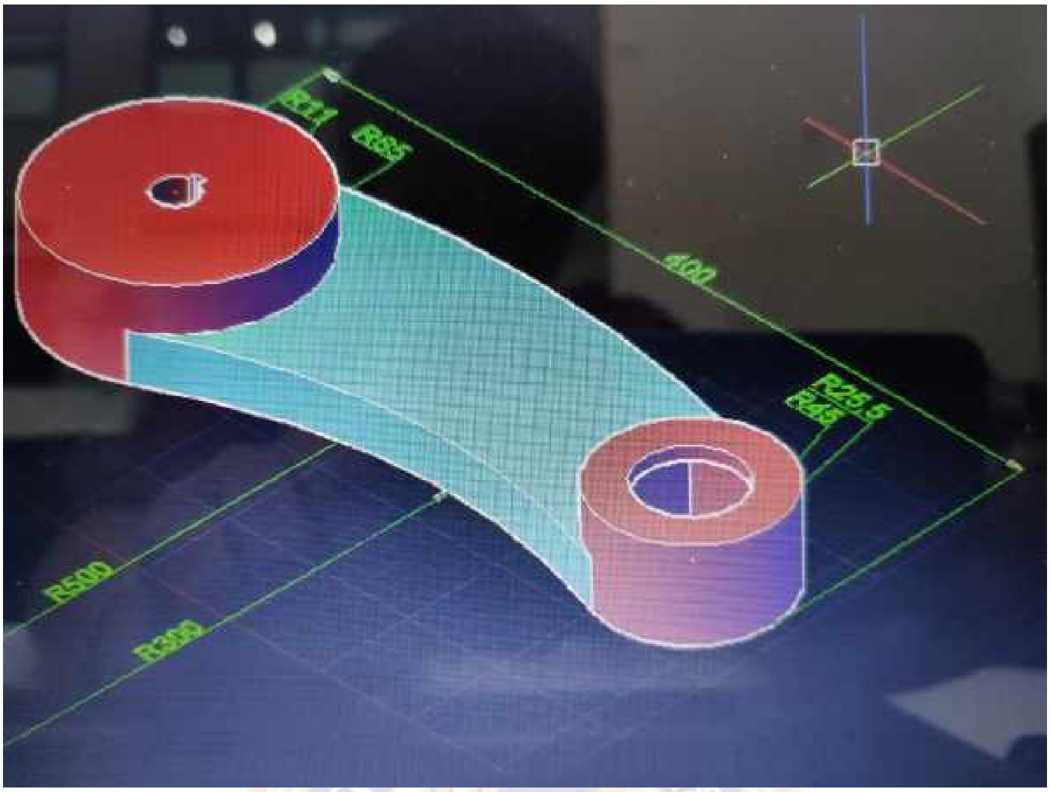
รูปที่ 4.6 โครงสร้างส่วนฐาน Servo Motor ตัวที่ 1 ของแขนกล



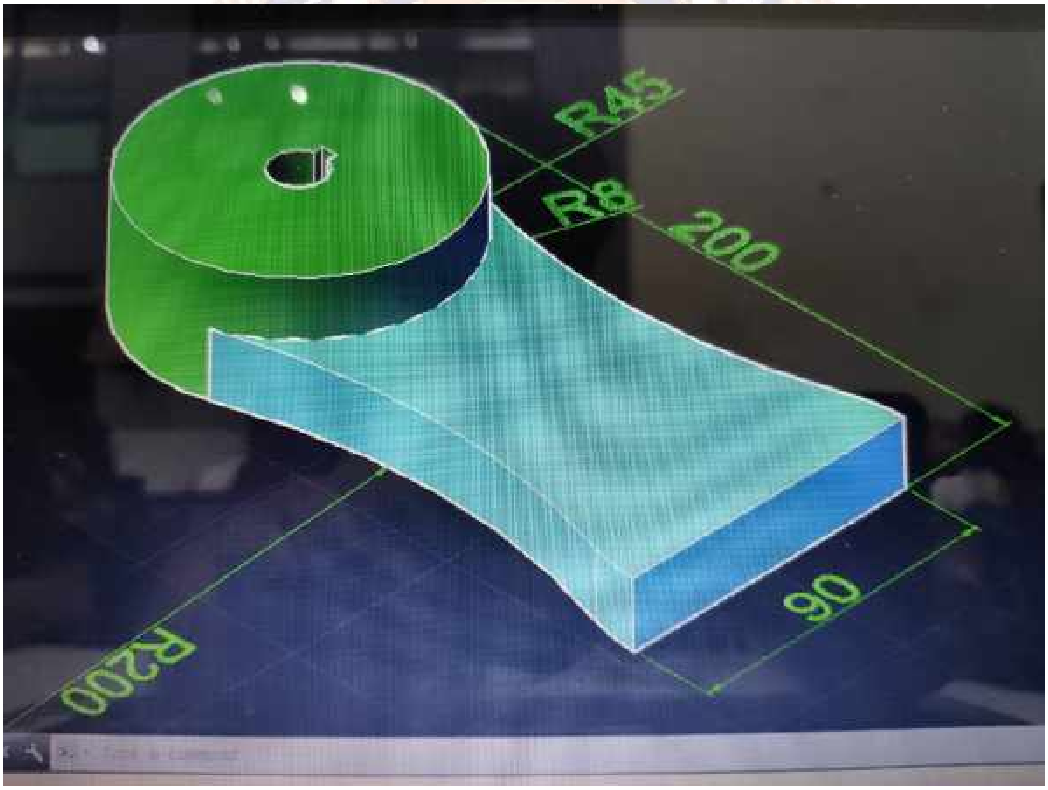
รูปที่ 4.7 โครงสร้างส่วนฐาน Servo Motor ตัวที่ 2 ของแขนกล



รูปที่ 4.8 โครงสร้างส่วนข้อต่อที่ 1 ของแขนกล



รูปที่ 4.9 โครงสร้างส่วนข้อต่อที่ 2 ของแขนกล



รูปที่ 4.10 โครงสร้างส่วนมือจับของแขนกล

การออกแบบชิ้นส่วนแต่ละแบบของแขนกลนั้นทำได้ดังนี้

- การวางแผนนำแขนกลไปใช้ในงานแบบไหน
- กำหนดข้อต่อของแขนกลที่ต้องการใช้งาน
- กำหนดจุดหมุนของแขนกลที่ใช้งานในแต่ละข้อต่อ
- เลือกใช้ขนาดและวัสดุที่ใช้ภายในแขนกล ตามการใช้งานของแขนกล
- เลือกใช้ Servo Gearbox โดยคิดจากการรับน้ำหนักของเพลา Servo Gearbox
- กำหนดขนาดข้อต่อแต่ละข้อที่จะใช้ Servo Gearbox ไปขับแขนกล โดยดูขนาดหน้าแปลนและเพลาของ Servo Gearbox ในแคตตาล็อกสินค้าของทางบริษัท

รูปที่ 4.11 ติดต่อสอบถามกับร้านทำแขนกล

รูปที่ 4.12 อธิบายขนาดชิ้นงานที่ต้องการและเจาะรูไว้ยึด Servo Gearbox เข้ากับข้อต่อแขนกล

การสั่งทำแขนกลมีการติดต่อผ่านเมล์กับบริษัทที่รับทำชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC โดยส่งแบบแขนกลที่ออกแบบไว้ให้บริษัทพิจารณาก่อนและได้มีการประสานงานเพิ่มเติมตรงส่วนที่จะยึด Servo Gearbox เข้ากับข้อต่อแขนกลแต่ละข้อพร้อมขอใบเสนอราคาไว้พิจารณา ซึ่งได้มีการไปดูหน้างานของบริษัทที่จะสั่งทำแขนกล เพื่อให้มีความมั่นใจในเรื่องงานที่สั่งทำมีการสอบถามระยะเวลาในการทำชิ้นงานและจัดส่ง

4.3 การเลือกขนาดของชุด Servo Motor ไปขับแขนกล

- คำนวณน้ำหนักทั้งหมดที่แต่ละข้อต่อ โดยเพลาของ Servo Motor ต้องไปขับแขนกล
- คำนวณหาจำนวนรอบที่ใช้หมุนเป็นรอบต่อนาที ซึ่งต้องทดอัตราทดผ่าน Servo Gearbox
- คำนวณหาค่าแรงบิดและกำลังไฟฟ้าของ Servo Motor ที่ต้องใช้ขับแขนกล
- ศึกษาการใช้งาน Servo Driver ซึ่งเป็นตัวสั่งให้ Servo Motor ทำงาน
- ตรวจสอบราคาของชุด Servo motor และ Servo Driver เปรียบเทียบกับหลายยี่ห้อ โดยราคาไม่แพงมาก

4.3.1 การคำนวณน้ำหนักโหลดทั้งหมดในแขนกล สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

หาน้ำหนักโหลดทั้งหมด

- Servo Gearbox ขนาด 90 น้ำหนัก 4.6 Kg
- Servo Gearbox ขนาด 62 น้ำหนัก 1.73 Kg x 2
- Servo Motor ขนาด 400 W น้ำหนัก 1.8 Kg x 2
- Servo Motor ขนาด 750 W น้ำหนัก 3.3 Kg
- วงกลมฐานของแขนกล น้ำหนัก 6 Kg
- ข้อแขน ข้อที่ 1 น้ำหนัก 8 Kg
- ข้อแขน ข้อที่ 2 น้ำหนัก 6 Kg
- ข้อแขน ข้อที่ 3 น้ำหนัก 5 Kg

รวมน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 39.96 Kg

คูณด้วย 1.2% เท่ากับ 39.96 x 1.2% = 47.96 Kg

น้ำหนักรวมจะได้ 50 Kg

4.3.2 การคำนวณหาขนาด Servo Motor ตัวที่ 1 สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

รู้น้ำหนักทั้งหมด 50 Kg

ดังนั้น ความเร็วรอบมอเตอร์ 3000 RPM

อัตราทดเกียร์ 1:50

รัศมี 0.156 m

1 หาแรง F

F = mg

= 50 x 9.81

= 490.5 N

2 หาความเร็วเชิงมุม ω

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi\ x\ 60}{60} = 6.28\ \text{Rad}/s^2$$

3 หาแรงบิด τ

τ = F x r

= 490.5 x 0.156

= 76.5 Nm

4 หากำลังไฟฟ้า P

P = τ ω

= 76.5 x 6.28

= 480 W

4.3.3 การคำนวณหาขนาด Servo Motor ตัวที่ 2 สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้ โดยคิดน้ำหนักจากตัวแขนกล โดยตัดเกียร์ขนาด 90, Servo Motor 750 W และ ฐานวงกลมออกจากการคำนวณ

ดังนั้น น้ำหนักรวม = 26.06 x 1.2% = 31.3 Kg

ความเร็วรอบมอเตอร์ 3000 RPM

อัตราทดเกียร์ 1:50

รัศมี 0.335 m

1 หาแรง F

F = mg

= 31.3 x 9.81

= 307.05 N

2 หาความเร็วเชิงมุม ω

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi\ x\ 60}{60} = 6.28\ \text{Rad}/s^2$$

3 หาแรงบิด τ

τ = F x r

= 307.05 x 0.335

= 102.9 Nm

4 หากำลังไฟฟ้า P

P = τ ω

= 102.9 x 6.28

= 646.21 W

4.3.4 การคำนวณหาขนาด Servo Motor ตัวที่ 3 สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้ โดยคิดน้ำหนักจากตัวแขนกล โดยตัดเกียร์ขนาด 90, Servo Motor 750 W, ฐานวงกลม, เกียร์ขนาด 62, Servo Motor 400 W และแขนข้อที่ 1 ออกจากการคำนวณ

ดังนั้น น้ำหนักรวม = 14.53 x 1.2% = 17.44 Kg

ความเร็วรอบมอเตอร์ 3000 RPM

อัตราทดเกียร์ 1:50

รัศมี 0.255 m

1 หาแรง F

F = mg

= 17.44 x 9.81

= 170.99 N

2 หาความเร็วเชิงมุม ω

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi\, x\, 60}{60} = 6.28\ \text{Rad}/S^2$$

3 หาแรงบิด τ

τ = F x r

= 170.99 x 0.255

= 43.6 Nm

4 หากำลังไฟฟ้า P

P = τ ω

= 43.6 x 6.28

= 273.8 W

4.3.5 การคำนวณหาขนาด Servo Motor ตัวที่ 4 สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้ โดยคิดจากน้ำหนักข้อแขนกลข้อที่ 3

ดังนั้น น้ำหนัก 5 Kg

ความเร็วรอบมอเตอร์ 3000 RPM

อัตราทดเกียร์ 1:50

รัศมี 0.155 m

1 หาแรง F

$F = mg$

$= 5 \times 9.81$

$= 49.05$ N

2 หาความเร็วเชิงมุม ω

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \, x \, 60}{60} = 6.28 \text{ Rad}/S^2$$

3 หาแรงบิด τ

$\tau = F \times r$

$= 49.05 \times 0.155$

$= 7.6$ Nm

4 หากำลังไฟฟ้า P

$P = \tau\,\omega$

$= 7.6 \times 6.28$

$= 47.73$ W

รูปที่ 4.13 ตรวจสอบข้อมูลและราคาของชุด Servo Motor

การค้นหาข้อมูลรายละเอียดของ Servo Driver กับ Servo Motor ให้สามารถขับข้อต่อแขนกลได้ พร้อมราคาสินค้าและตัวอุปกรณ์ที่ต้องใช้คู่กับ PLC และการใช้งานร่วมกับ Servo Gearbox

02 Motor Specifications
MA401 400W Low Inertia

Specifications

Motor Model: MA401□2□□＊＊

Basic Specifications

Item		Unit	Specifications
Rotor inertia		–	Low
Fitting flange size		mm	60 sq.
Approximate mass	Without brake	kg	1.3
	With brake		1.8
Compatible amplifier model		–	DA224□□
Voltage		V	AC200V 240V
Rated output		W	400
Rated torque		N·m	1.27
Instantaneous maximum torque		N·m	3.82
Rated current (stall current)		A	2.7
Instantaneous maximum current		A	8.1
Rated revolving speed		r/min	3,000
Maximum revolving speed		r/min	5,000
Torque constant		N·m/A	0.50
Induced voltage constant per phase		mV/(r/min)	17.4
Rated power rate	Without brake	kW/s	55.9
	With brake		50.7
Mechanical time constant	Without brake	ms	0.70
	With brake		0.77
Electrical time constant		ms	2.47
Rotor moment of inertia	Without brake	$\times10^{-4}$kg·m^2	0.29
	With brake		0.32

Brake Specifications

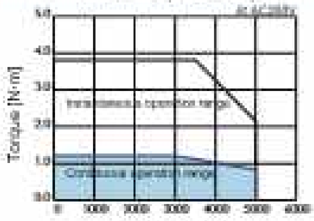
Item	Unit	Specifications
Usage	–	Holding
Rated voltage	V	DC 24 V ± 10 %
Rated current	A	0.3
Static friction torque	N·m	≥ 1.27
Suction time	ms	≤ 50
Release time	ms	≤ 15
Release voltage	V	≥ DC1V

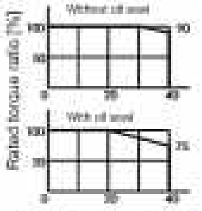
Allowable load

Item	Unit	Specifications
Radial	N	245
Thrust	N	98

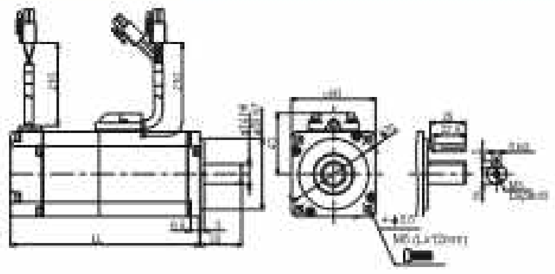
The motor specifications and sizes are subject to change without notice. For your design references, check our instruction manual. Please read it very carefully and use the product properly.

Torque Characteristics





External Dementions



(mm)

Brake	Without	With
Motor model	MA401N	MA401A
LL	98.5	125.0

The straight shaft products are not tapped end.

รูปที่ 4.14 ขนาด Dimension ของ Servo Motor ขนาด 400W

02 Motor Specifications
MA751 750W Low Inertia

Specifications

Motor Model: MA751□2□□＊＊

750W

Basic Specifications

Item		Unit	Specifications
Rotor inertia		–	Low
Fitting flange size		mm	80 sq.
Approximate mass	Without brake	kg	2.5
	With brake		3.3
Compatible amplifier model		–	DA238□□
Voltage		V	AC200V 240V
Rated output		W	750
Rated torque		N·m	2.39
Instantaneous maximum torque		N·m	7.1
Rated current (stall current)		A	4.2
Instantaneous maximum current		A	12.6
Rated revolving speed		r/min	3,000
Maximum revolving speed		r/min	4,500
Torque constant		N·m/A	0.61
Induced voltage constant per phase		mV/(r/min)	21.3
Rated power rate	Without brake	kW/s	61.9
	With brake		51.3
Mechanical time constant	Without brake	ms	0.55
	With brake		0.66
Electrical time constant		ms	4.30
Rotor moment of inertia	Without brake	$\times 10^{-4}$ kg·m^2	0.92
	With brake		1.11

Brake Specifications

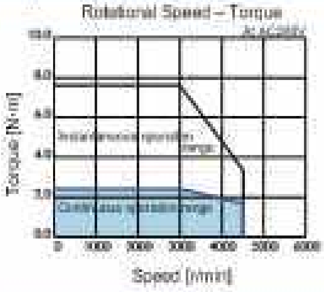
Item	Unit	Specifications
Usage	–	Holding
Rated voltage	V	DC 24 V ± 10 %
Rated current	A	0.4
Static friction torque	N·m	≥ 2.39
Suction time	ms	≤ 70
Release time	ms	≤ 20
Release voltage	V	≥ DC1V

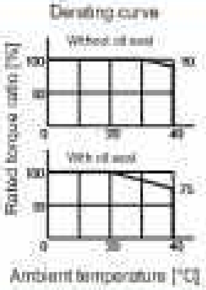
Allowable load

Item	Unit	Specifications
Radial	N	392
Thrust	N	147

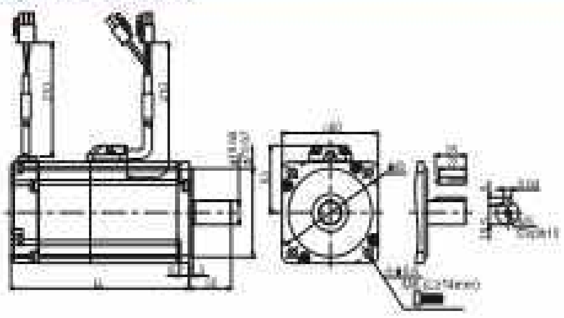
The motor specifications and sizes are subject to change without notice.For your design references, check our instruction manual. Please read it very carefully and use the product properly.

Torque Characteristics





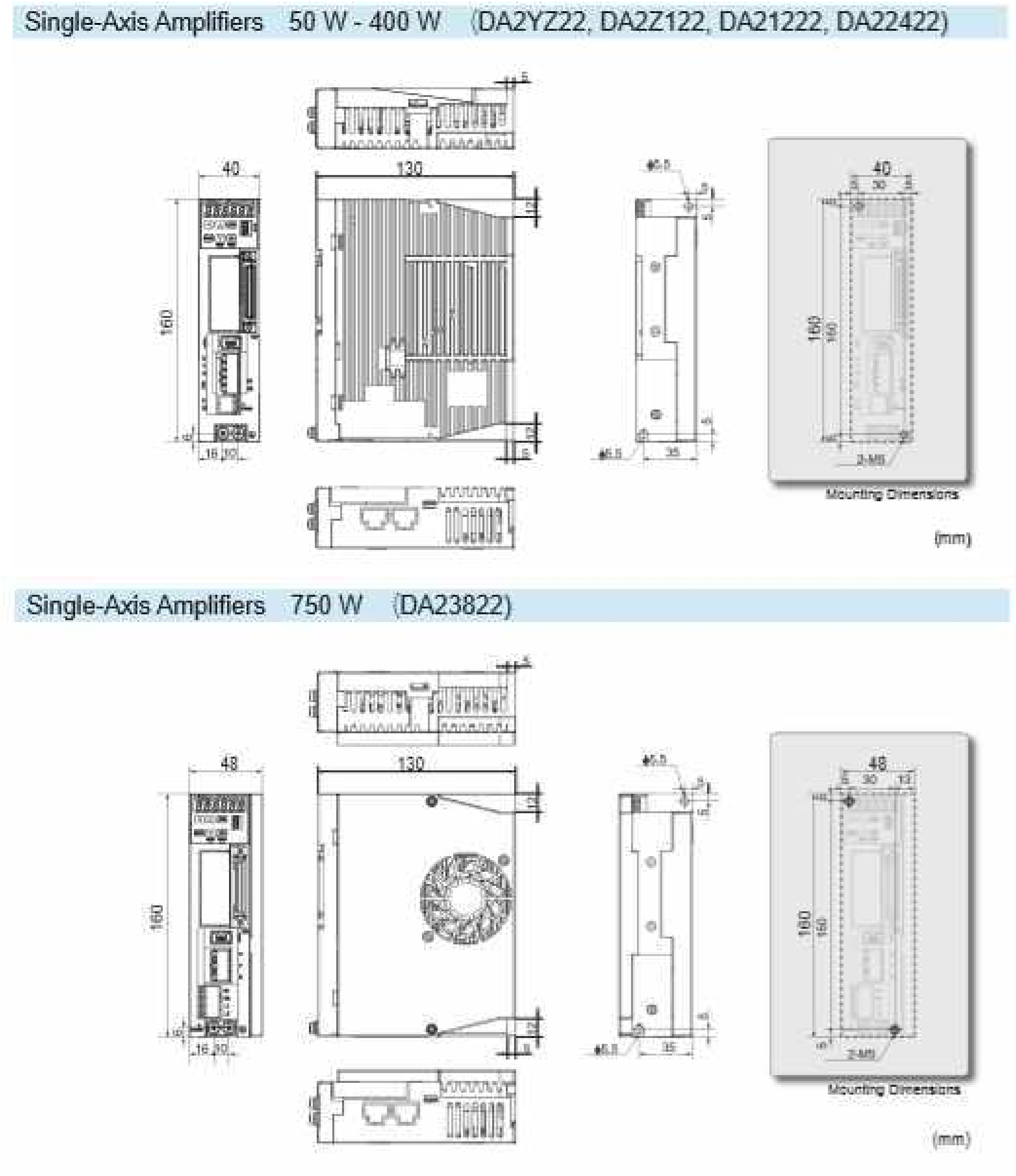
External Dementions



Brake	Without	With
Motor model	MA751N	MA751A
LL	112.2	149.2

The straight shaft products are not tapped end.

รูปที่ **4.15** ขนาด Dimension ของ Servo Motor ขนาด 750W



รูปที่ 4.16 ขนาด Dimension ของ Servo Driver ขนาด 400W กับ 750W

4.4 การตั้งค่าและทดลองใช้งาน Servo Motor ไปขับ Servo Gearbox

เตรียมการต่อสายไฟเข้า Servo Driver ซึ่งได้แยกเป็นแต่ละชุด คือ ชุด Servo Motor ขนาด 400 W กับ 750 W หลังจากต่อสายไฟเข้า Servo Driver เสร็จแล้วให้ต่อสายไฟกับสายสัญญาณเข้ากับสายของ Servo Motor โดยต้องจ่ายไฟเลี้ยง 24 V ไปเข้ากับสายเบรกของ Servo Motor กับสาย I/O ที่ต่อเข้ากับ Servo Driver เพื่อให้สามารถตั้งค่า Parameter ของ Servo Driver ได้ต้องต่อสาย USB จาก Servo Driver เข้าคอมพิวเตอร์และจำเป็นต้องโหลดโปรแกรม S-TUNE ที่ไว้ใช้ตั้งค่า Parameter ของ Servo Driver สำหรับยี่ห้อ Nidec Sankyo

รูปที่ 4.17 การต่อสายต่าง ๆ เข้า Servo Driver

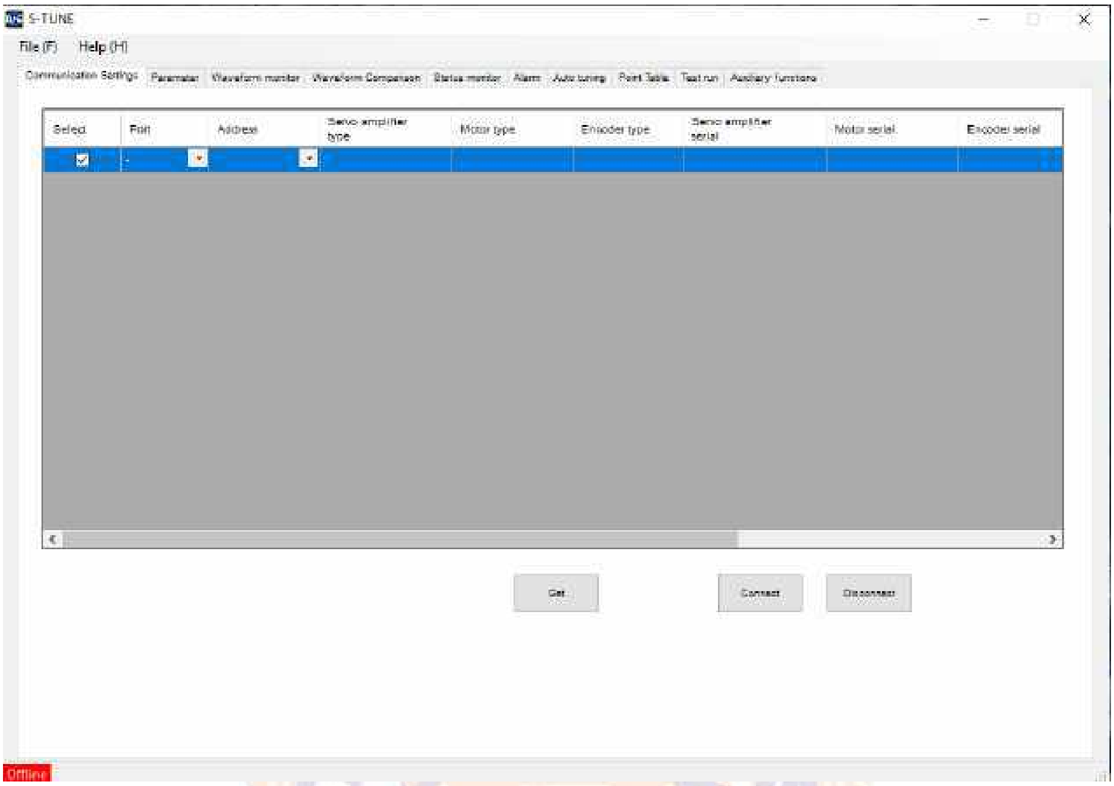
รูปที่ 4.18 การต่อสายจาก Servo Driver เข้ากับสายของ Servo Motor

การตั้งค่า Parameter ให้ตั้งตามการนำไปใช้งานจริง โดยจะอธิบายเป็นขั้นตอนดังนี้

(1) ต่อสาย USB จาก Servo Driver เข้ากับคอมพิวเตอร์และเข้าโปรแกรม S-TUNE

รูปที่ 4.19 การต่อสาย USB จาก Servo Driver เข้าคอมพิวเตอร์

(2) เข้าโปรแกรมแล้ว ให้กด GET ค้นหาขาที่เชื่อมต่อ จากนั้นกด Connect เพื่อเชื่อมต่อตัว Servo Driver กับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.20 การเชื่อมต่อระหว่าง Servo Driver กับ คอมพิวเตอร์

(3) เลือกตรง Parameter และตั้งค่าตามการใช้งานดังนี้

- No 2.0 ใช้แบบ Position Control Mode

- No 3.0 เลือกเป็น Internal Generation Command (แต่ถ้าใช้ PLC ควบคุมต้องเปลี่ยนเป็น Pulse Command)

- No 9.0 เลือกเป็น Communication (แต่ถ้าใช้ PLC ควบคุมต้องเปลี่ยนเป็น I/O)

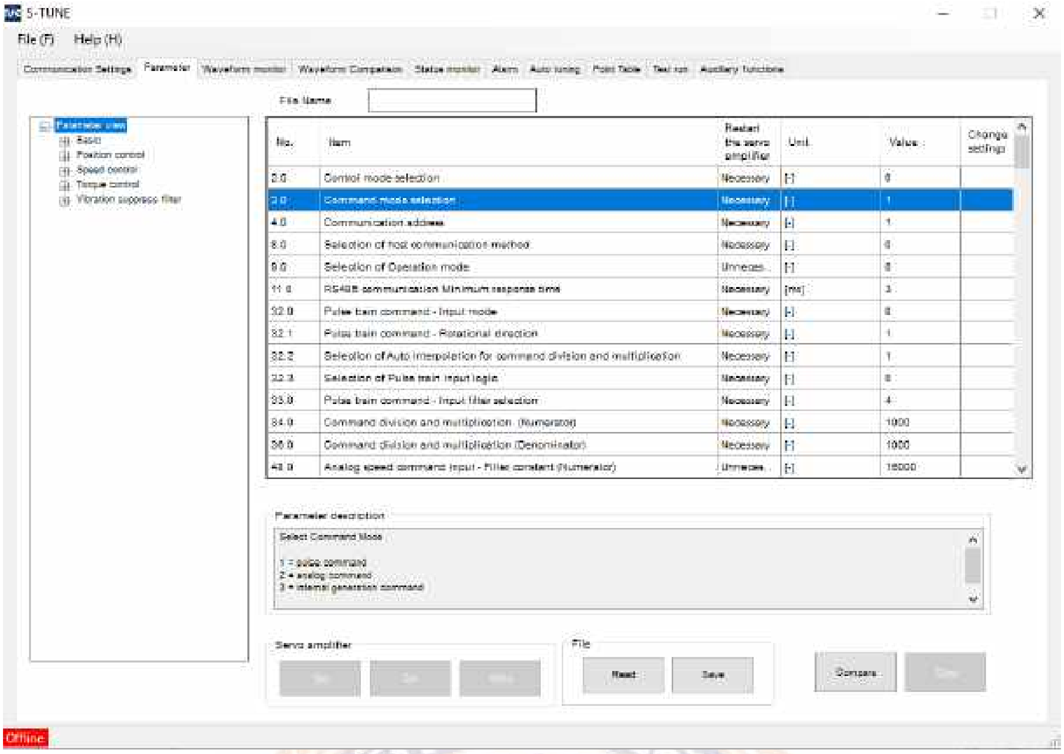
- No 32.0 เลือกเป็น Pulse/Direction

- No 113.0 ปรับค่า Inertia ตามที่ใช้ในงานหนักหรือเบา แต่ไม่ควรสูงมาก

- No 113.1 เลือกใช้ตามลักษณะงานหนักหรือเบา โดยดูที่ค่า Inertia ที่ตัว Servo Motor ต้องรับขนาดขับโหลด

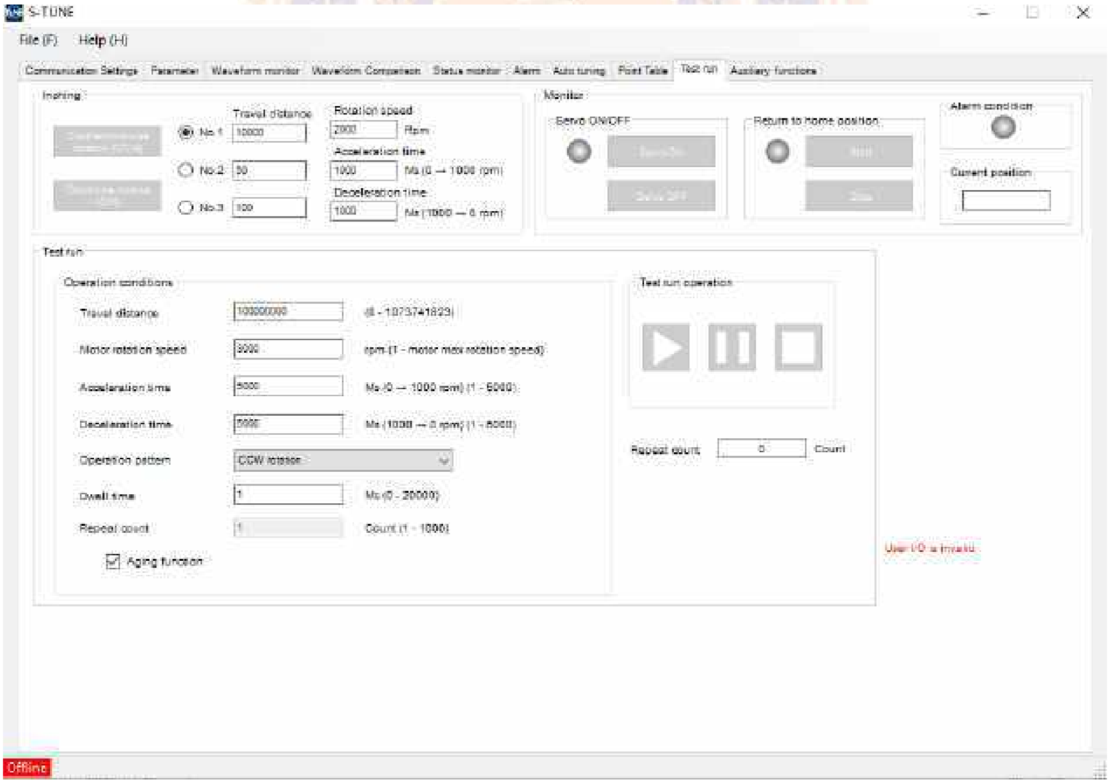
- No 642.0 เลือกเป็น Communication Operation เพื่อจำลองการทำงาน

ตั้งค่าเสร็จแล้วให้กด Set และกด Write เพื่อให้ Servo Driver จำค่า Parameter ที่ตั้งไว้



รูปที่ 4.21 การตั้งค่า Parameter

(4) เลือกตรง Test Run เพื่อทดลองการทำงานของ Servo Motor ตามค่า Parameter ที่ได้ทำการปรับไว้



รูปที่ 4.22 การสั่งให้ Servo Motor ทำงาน

รูปที่ 4.23 การใช้งาน Servo Motor ขับ Servo Gearbox

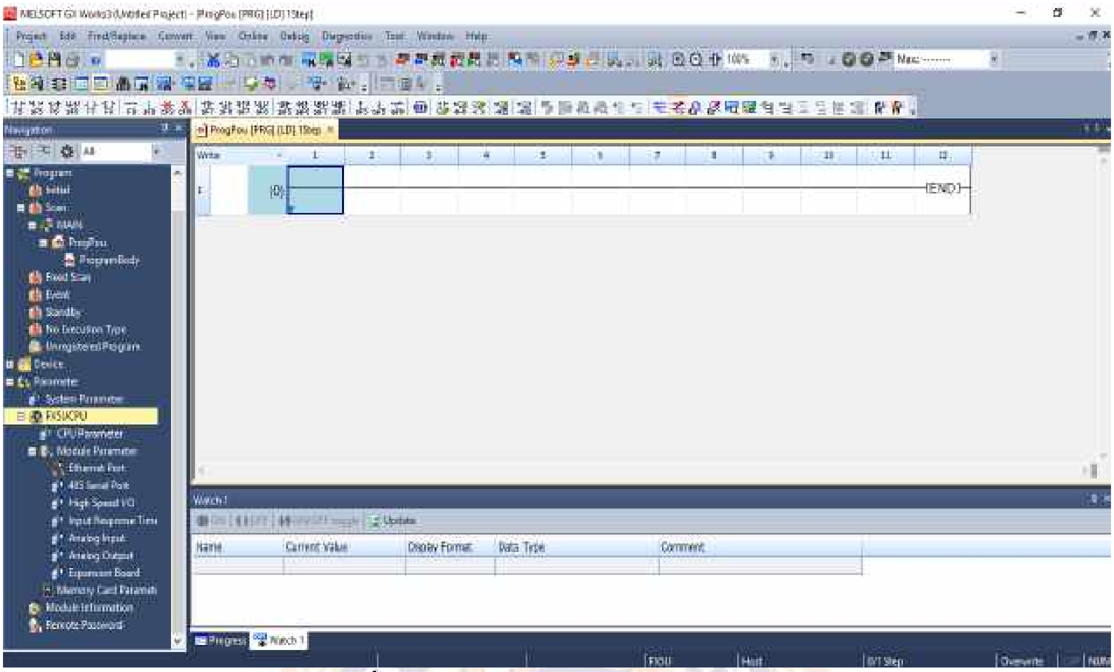
4.5 การเขียนโปรแกรม PLC ไปควบคุมการทำงานของ Servo Motor

หลังจากตั้งค่า Parameter เสร็จแล้ว ต่อมาจะเป็นการอธิบายวิธีตั้งค่าสำหรับควบคุม Servo Motor ภายใน PLC โดยมีขั้นตอนดังนี้

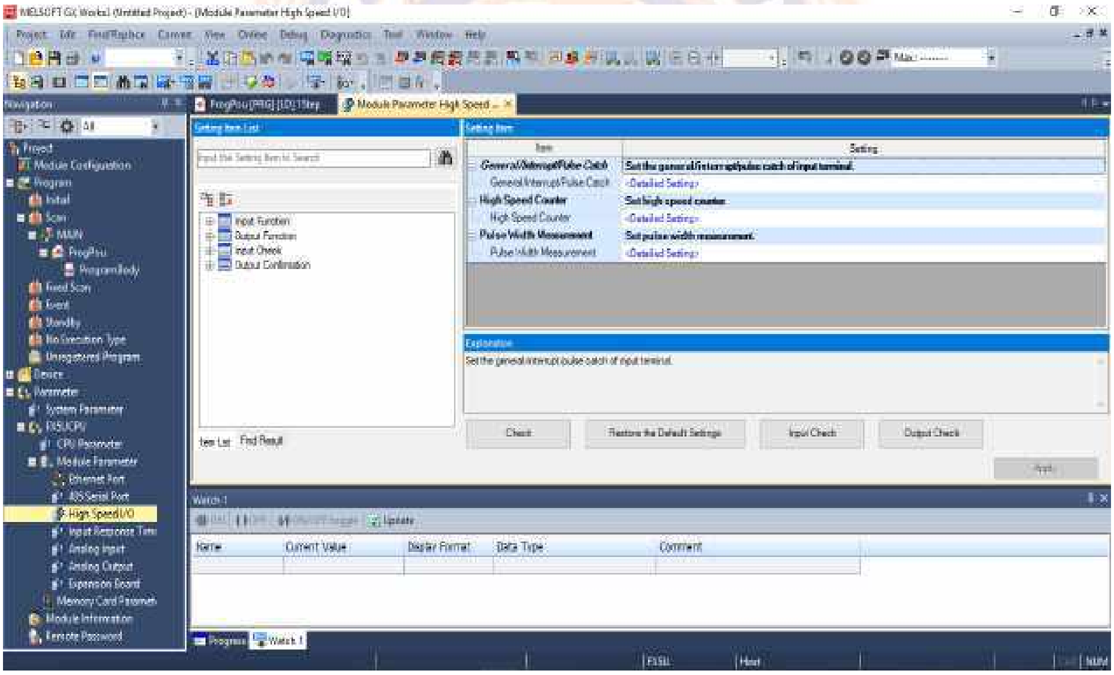
(1) ต่อสาย LAN จาก PLC เข้ากับคอมพิวเตอร์และเปิดโปรแกรม GX-WORKS 3

รูปที่ 4.24 การต่อสาย LAN จาก PLC เข้ากับคอมพิวเตอร์

(2) เข้าโปรแกรม GX-WORKS 3 แล้ว เลือกกด Parameter ➔ FX5UCPU➔ Module Parameter➔High Speed I/O

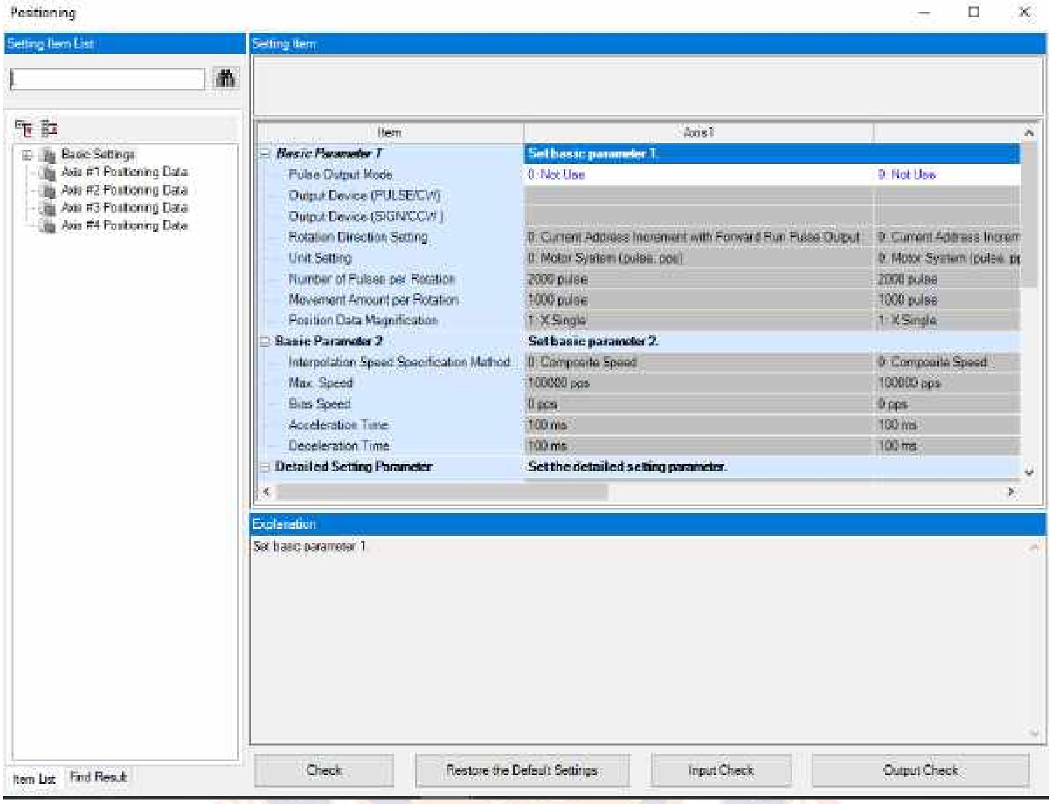


รูปที่ 4.25 หน้าโปรแกรม GX-WORKS 3

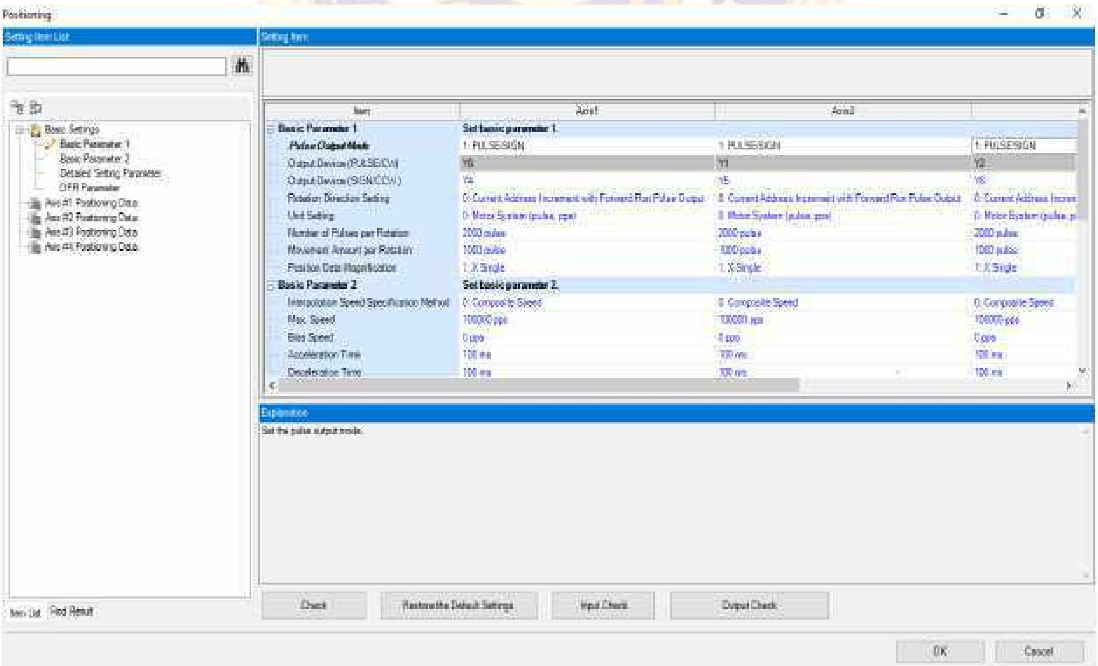


รูปที่ 4.26 การเลือกตั้งค่าในโปรแกรม GX-WORKS 3

(3) เลือก Output Function และเลือก Positioning กดตรง <Detailed Setting> จากนั้นเลือก Pulse Output Mode เพื่อเปิดฟังก์ชันการสั่งงาน Servo Motor รวมถึงมีการระบุขาที่ใช้ต่อควบคุม Servo Motor ซึ่งสามารถควบคุม Servo Motor ได้สูงสุด 4 ตัว



รูปที่ 4.27 การตั้งค่าสั่งงาน Servo Motor ในโปรแกรม



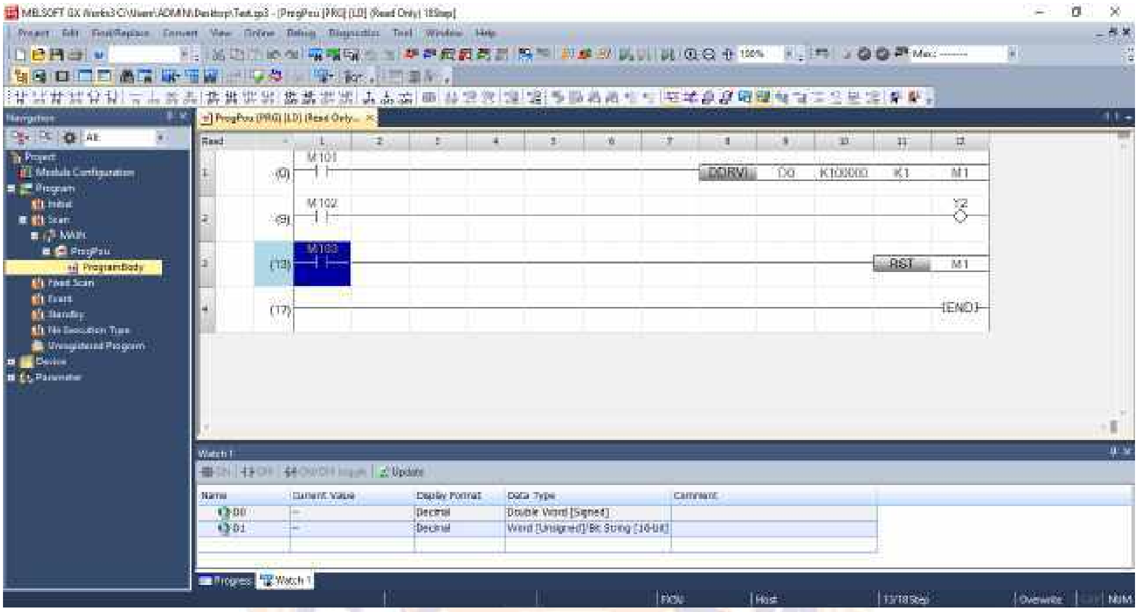
รูปที่ 4.28 การเปิดฟังก์ชันการสั่งงาน Servo Motor

(4) หลังจากตั้งค่าเสร็จ จะเริ่มเขียนโปรแกรมการสั่งให้ Servo Motor ทำงาน โดยใช้คำสั่ง

X1 ตำแหน่ง ความเร็ว

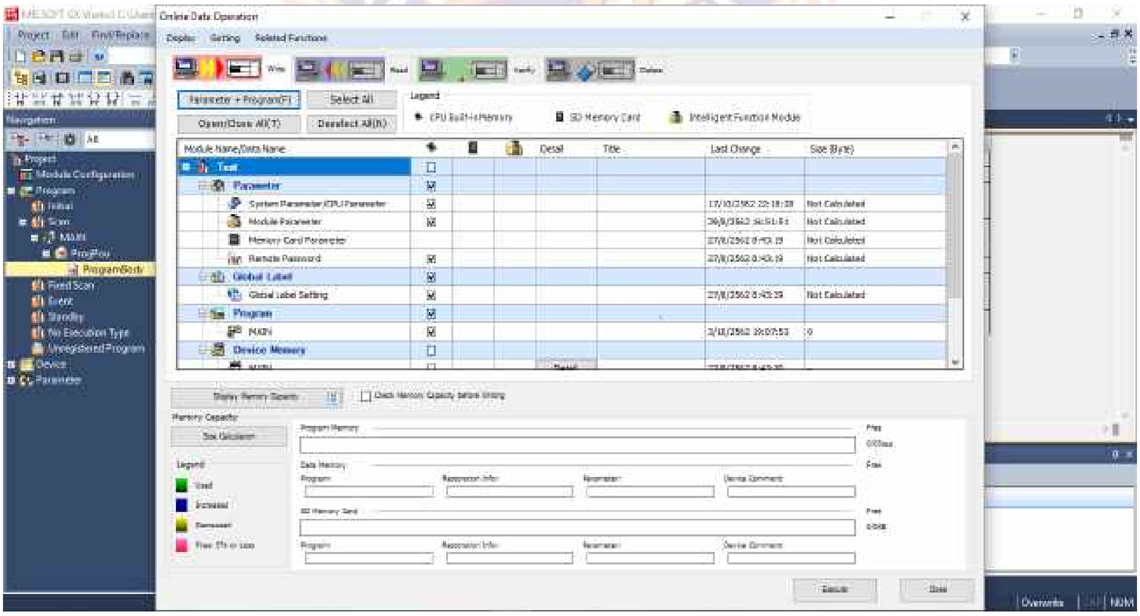
----||--------------------[DDRVI K10000 K100000 Y0 Y2]

ซึ่งชุดคำสั่งดังกล่าว หมายถึง เมื่อกด X1 (ค้างไว้) PLC จะจ่าย Pulse ที่ขา Y0 เป็นจำนวนเท่ากับ 10000 Pulse ด้วยความถี่ 100000 Hz โดยมี Y2 เป็นตัวกำหนดทิศทางให้ Servo Motor

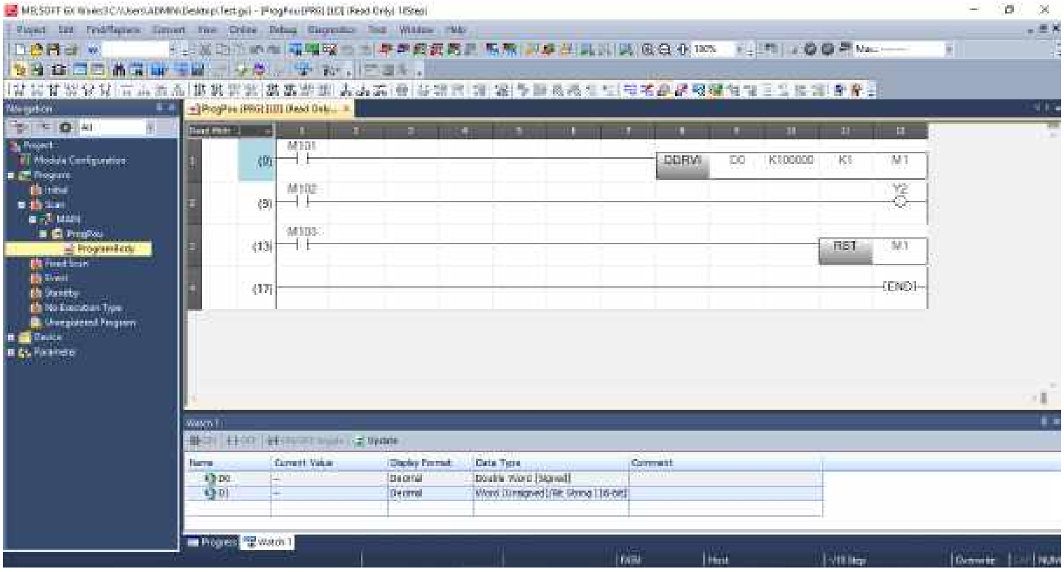


รูปที่ 4.29 การเขียนโปรแกรม PLC

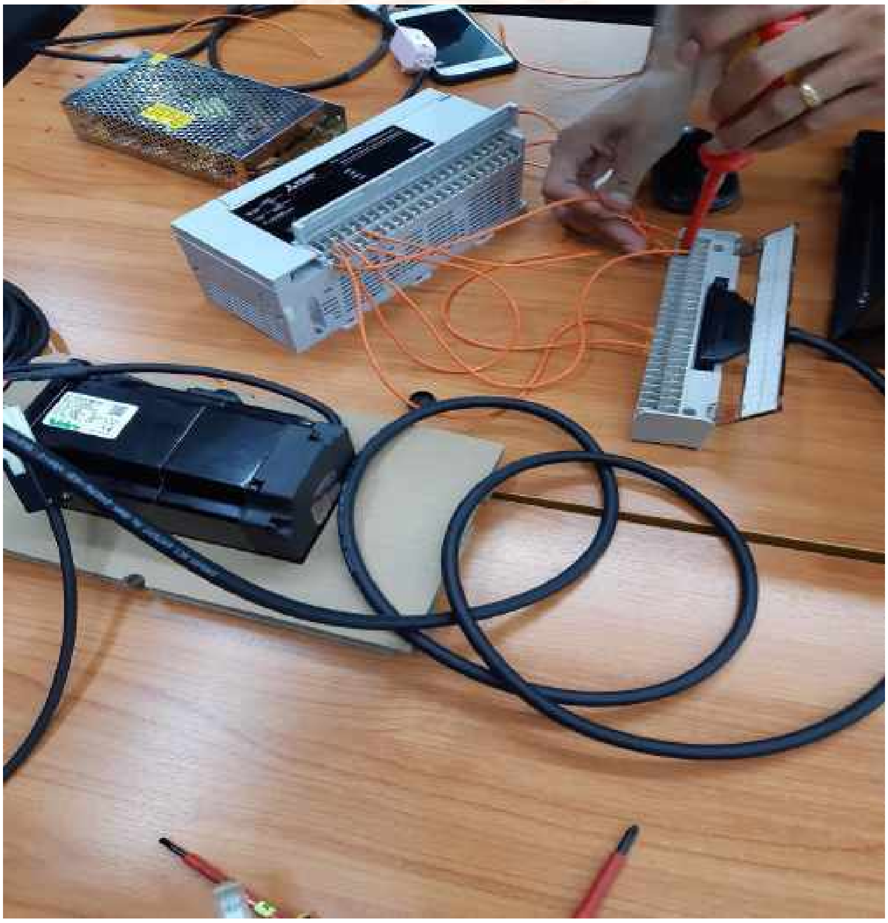
(5) เขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว กด Convert (F4) เพื่อยืนยันการแก้ไขโปรแกรม และกด Write to PLC เลือก Parameter + Program(F) จากนั้นกด Execute



รูปที่ 4.30 การป้อนโปรแกรมเข้า PLC



รูปที่ 4.31 หน้าจอแสดงความพร้อมการใช้งาน PLC ในการควบคุม Servo Motor



รูปที่ 4.32 การใช้ PLC ควบคุมการทำงานของ Servo Motor

รูปที่ 4.33 การใช้ PLC ทดลองควบคุมการทำงานของ Servo Motor กับแขนกล

จากการทดลองใช้งาน PLC ควบคุมการทำงานของ Servo Motor สามารถควบคุมจำนวนรอบได้โดยการกำหนด Pulse ที่จ่ายและควบคุมความเร็วได้ด้วยการกำหนดความถี่ที่จ่ายจาก PLC

4.6 ตรวจสอบและแก้ไข

รูปที่ 4.34 ใช้ PLC ตรวจสอบการทำงานของ Servo Motor แต่ละข้อต่อ

รูปที่ 4.35 การใช้ออสซิลโลสโคปตรวจสอบการทำงานของ Servo Motor

ตรวจสอบการทำงานของ Servo Motor แต่ละข้อต่อที่ประกอบเข้ากับแขนกล โดยใช้ PLC สั่งควบคุมการทำงาน Servo Motor แต่ละข้อต่อและสังเกตการทำงาน ถ้าเกิดปัญหาให้ตรวจสอบ Servo Motor และ PLC ซึ่งการตรวจสอบ Servo Motor จะใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณการทำงานและ PLC จะวัดที่สัญญาณ Pulse ที่จ่ายให้ Servo Driver โดยวิธีแก้ไขนั้นให้ตรวจสอบการตั้งค่า Parameter ของทั้ง Servo Motor และ PLC

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของโครงงานสหกิจศึกษา

5.1.1 การดำเนินงานโครงงาน

จากการปฏิบัติงานโครงงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด ได้รับมอบหมายในการจัดทำโครงงาน “การออกแบบแขนกลสำหรับชงกาแฟ” ซึ่งเป็นโครงงานร่วมกันระหว่างทางบริษัทกับมหาวิทยาลัยสยาม โดยส่วนใหญ่จะเป็นศึกษาการทำงานของ Servo Gearbox, Servo Motor, Servo Driver และ PLC รวมถึงการออกแบบแขนกลและเลือกวัสดุในการทำแขนกล สามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาและเรียนรู้มาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งได้ปรึกษาหารือกับทางพี่เลี้ยงและอาจารย์ที่ปรึกษา

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงงาน

- ขาดความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำแขนกล
- ขาดทักษะการใช้โปรแกรมเขียนแบบแขนกลเป็น 3 มิติ
- ขาดทักษะความชำนาญในการตั้งค่าของ Servo Motor และ PLC
- ต้องควบคุมการทำงานของแขนกลผ่าน PLC

5.1.3 ข้อเสนอแนะ

- สอบถามจากฝ่ายตัวแทนหรือช่างเทคนิคของทางบริษัทที่ได้มีการจำหน่าย Servo Motor และ PLC ให้มีความเข้าใจก่อนสั่งซื้อ
- ก่อนการทดลองควรมีการตรวจสอบความถูกต้องทุกครั้ง เพื่อให้เกิดความปลอดภัย

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม
- ฝึกตนเองให้มีระเบียบวินัย มีความตรงต่อเวลา
- ได้ความรู้เกี่ยวกับ Servo Motor, Servo Driver, PLC, การเลือกวัสดุ และการออกแบบแขนกล โดยผ่านจากการทำโครงงาน
- ได้เรียนรู้ในงานด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ได้เรียนมา

5.2.2 ปัญหาที่พบในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- เนื่องจากเป็นการทำโครงงานเกี่ยวกับแขนกล ซึ่งต้องใช้ความรู้หลาย ๆ ด้านมาประกอบกัน จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานและการแก้ปัญหา

5.2.3 ข้อเสนอแนะ

- ศึกษา ปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้เข้ากับพนักงานพี่เลี้ยงและองค์กร
- ควรมีการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

บรรณานุกรม

ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์. (2543). *คู่มือโปรแกรม AutoCAD 2000i*. กรุงเทพฯ: บริษัท ว.เพ็ชรสกุล.

พิศนุรัตน์ เขจร และ สกุลชัย จำ ปำแดง. (2560). *ตีแตก PCL Mitsubishi.* สมุทรปราการ: ไทยซัพพอร์ท โซลูชั่น, บจก.

มุฑิตา สงฆ์จันทร์. (2558). การควบคุมหุ่นยนต์แขนกลโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำซ้ำชนิดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด. [เว็บบล็อก]. เข้าถึงได้จาก http://web.eng.nu.ac.th/eng2012/enmis/doc/project/fullpaper/mutita56-complete.pdf.

SIAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

ภาพการประกอบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นของแขนกล

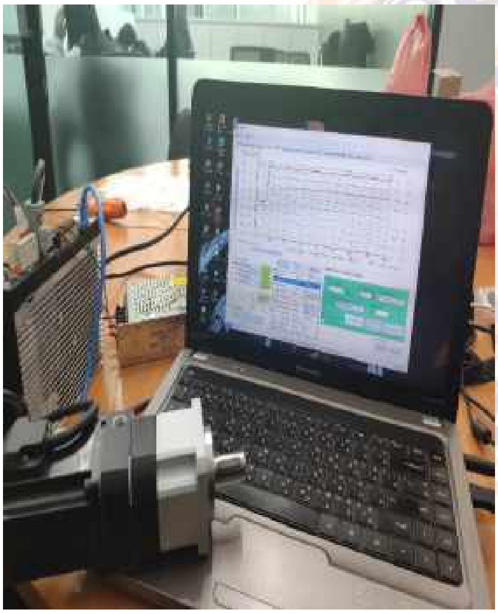
ภาพการยึด Servo Gearbox เข้ากับแขนกล

ภาพการเจาะรูยึด Servo Gearbox เข้ากับแขนกล

ภาพการต่อ Servo Motor เข้ากับ Servo Gearbox

ภาพการต่อสายต่าง ๆ เข้ากับ PLC

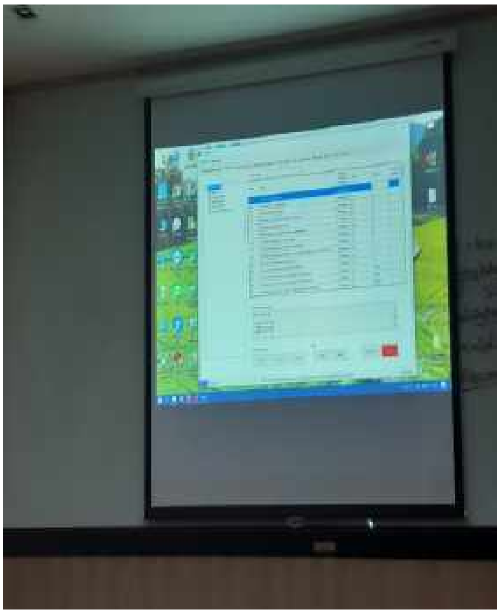
ภาพการใช้ PLC ควบคุมการสั่งงาน Servo Motor

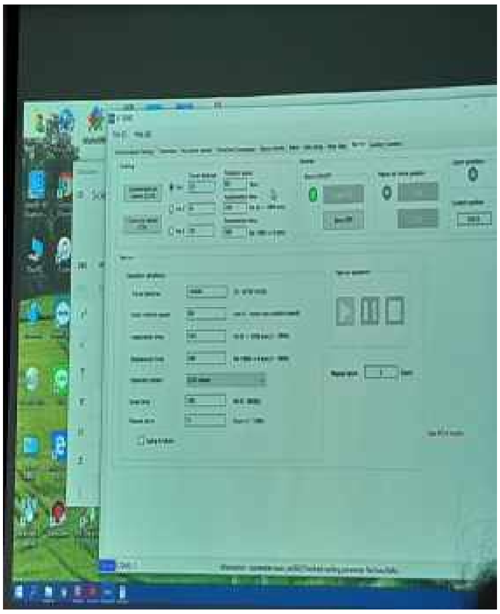


ภาพการตั้งค่า Parameter โดยใช้โปรแกรม S-TUNE

ภาพการเข้าฟังบรรยายเรื่อง การใช้งาน Servo Motor และ Servo Driver

ณ.บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด





ภาพการเข้าฟังบรรยายเรื่อง การตั้งค่า Parameter และ PLC

ณ.บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด

ภาพอาจารย์มานิเทศสหกิจศึกษา ณ.บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด

ภาพการนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา
ณ.บริษัท ฟลูอิด แมคคานิค ซัพพลาย จำกัด วันที่ 31 ส.ค 62

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – นามสกุล : นายกิตติ ชุติวิทูรชัย

รหัสนักศึกษา : 6003200005

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 301 ซ.เพชรเกษม 65/1 ถ. เพชรเกษม แขวงบางแค เขตบางแค กรุงเทพฯ 10160

เบอร์ติดต่อ : 087-5909341

Email : Kitti.chu@siam.edu

ประวัติการศึกษา

ปวส. : วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

ชื่อ – นามสกุล : นายสราวุธ พุทธิมิตร

รหัสนักศึกษา : 6003200006

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 211 ซ.พระยามนธาตุ แยก 35-3 แขวงบางบอน เขตบางบอน กรุงเทพฯ 10150

เบอร์ติดต่อ : 091-779-1829

Email : Sawutmit@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปวส. : วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – นามสกุล : นายสถาพร แซ่ว้าง

รหัสนักศึกษา : 6003200013

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 209 หมู่ที่ 1 ต.นาไร่หลวง อ.สองแคว จ.น่าน 55160

เบอร์ติดต่อ : 063-6279839

Email : Sisnab123@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ปวส. : วิทยาลัยสารพัดช่างน่าน

ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

SIAM UNIVERSITY