สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล

SMALL SCALE PERSONAL MANIPULATOR

T 042299

โดย

นายพรต ตรีธรรมพินิจ รหัสประจำตัว 42015608

นายภาณุวัฒน์ เรียบสาร รหัสประจำตัว 42015613

เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 42299
วัน, เดือน, ปี 16 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b11201642

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล SMALL SCALE PERS	
โดย	นาย พรต ตรีธรรมพินิจ	42015608
	นาย ภาณุวัฒน์ เรียบสาร	42015613
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผ.ศ. ดร. ปิติเขต สู้รักษา	
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรมศาสตร์	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีโทรคมนาคม (เช้า)	
ปีการศึกษา	2543	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล
โดย	นาย พรต ตรีธรรมพินิจ
	นาย ภาณุวัฒน์ เรียบสาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร. ปิติเขต สู้รักษา
ปริญญา	อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีโทรคมนาคม
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

โครงงานแขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล เป็นโครงงานที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้ ในการหยิบสิ่งของต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้แขนกลนี้มีองค์ประกอบหลัก ๆ คือ ส่วนของคลิปเปอร์ และ ส่วนควบคุมการหมุนของแขนกล ซึ่งควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เบสิกแสตมป์ (BASIC STAMP II) รุ่น SX ซึ่งมีขนาดเล็ก และง่ายในการเขียนโปรแกรมควบคุม เซอร์โวมอเตอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report	A SMALL SCALE PERSONAL MANIPULATOR
By	Mr. Prot Treetumpinij
	Mr. Panuwat reabsan
Project Adviser	Asst. Prof. Dr. Pitikhate Sooraksa
Degree	Bachelor Degree of Industrial Technology
Programme	Telecommunication Technology
Department of	Industrial Technology
Academic year	2000

Abstract

A small scale personal manipulator is a robot arm , which assists the user to pick up things . The manipulator has two main components that are a clipper and an arm rotating control unitel . The arm operation is controlled by Basic Stamp II model SX microcontroller , which is small and easy to write programs to control servo and other components.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นปริญญานิพนธ์ที่อยู่ในส่วนของ PROJECT II ซึ่งได้ใช้เวลาในการค้นคว้ารวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลและหลักการต่าง ๆ ตลอดจนการจัดหาอุปกรณ์และออกแบบลักษณะของชิ้นงาน ซึ่งก็ได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือจากหลาย ๆท่าน จึงขอกล่าวขอบคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิติเขต สู้รักษา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ ให้ความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุม และให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง

พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในทุก ๆ ด้าน และช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์อย่างดียิ่ง

คณาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน แก่พวกเราจนมีความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ

และที่ขาดเสียมิได้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นผู้มีพระคุณอย่างยิ่งใหญ่ที่ให้ทั้งความรักความเอาใจใส่ ตลอดจนให้การศึกษาแก่เราเสมอมา

จึงกล่าวขอบพระคุณมาทั้งหมดในที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผลของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 แนวความคิดและที่มา	2
1.4 ส่วนประกอบของโครงงาน	2
1.5 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2 โครงสร้างของส่วน Hardware	3
2.1 ส่วนของฐานรับน้ำหนักของแขน	3
2.2 ส่วนโค้งงอของหุ่นยนต์แขน	4
2.3 ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว	5
2.4 ส่วนของหุ่นยนต์แขนยืดหด	10
2.5 ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อ	12
2.6 ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ ที่จุดคลิปเปอร์	14
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการใช้งาน	22
3.1 เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR)	22
3.1.1 โครงสร้างและส่วนประกอบเซอร์โวมอเตอร์	22
3.1.2 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	24
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	28
3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบสิกแสตมป์	28
3.2.2 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	29
3.2.3 คุณสมบัติของเบสิกแสตมป์ 2SX	31
3.2.4 รายละเอียดชุดคำสั่งของ เบสิกแสตมป์ 2SX	37
3.2.5 การใช้งานโปรแกรมเบสิกแสตมป์เอดิเตอร์	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การควบคุมและผลการทดลอง	44
4.1 หลักการควบคุม	44
4.1.1 การเชื่อมต่อ	45
4.1.1.1 การเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์	45
4.1.1.2 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสวิตซ์	46
4.1.2 การควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	47
4.1.2.1 การจัดลำดับสัญญาณพัลซ์	47
4.1.2.2 การสร้างสัญญาณพัลซ์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	48
FLOWCHART	50
4.2 การทดลองการขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์	51
4.2.1 การทดลองการเคลื่อนที่ของส่วนแขนยึดหด	51
4.2.2 การทดลองการเคลื่อนที่ของส่วนจุดหมุนของข้อต่อ	52
4.2.3 การทดลองการเคลื่อนที่ของส่วนคลิปเปอร์	54
บทที่ 5 สรุปโครงงาน ปัญหาและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปโครงงาน	55
5.2 ปัญหาในการทำโครงงาน	56
5.2.1 ปัญหาในการสร้างโครงงาน	56
5.2.2 ปัญหาในการควบคุม	56
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก ก.	
ภาคผนวก ข.	
ภาคผนวก ค.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงฐานที่ตั้งอยู่กับพื้น	3
รูปที่ 2.2 แสดงฐานเป็นปากกาจับอยู่กับที่	4
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนโค้งงอของหุ่นยนต์เป็นส่วนที่ไม่มีการบิดงอ	4
รูปที่ 2.4 แสดงส่วนโค้งงอของหุ่นยนต์เป็นส่วนที่มีการบิด	5
รูปที่ 2.5 แสดงฐานยึดเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว	5
รูปที่ 2.6 แสดงส่วนขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว	6
รูปที่ 2.7 แสดงการทำงานส่วนขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว	7
รูปที่ 2.8 แสดงเพิ่มความแข็งแรงส่วนขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว	7
รูปที่ 2.9 แสดงการติดตั้งส่วนเพิ่มความแข็งแรงให้กับการขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว	8
รูปที่ 2.10 แสดงส่วนล่างประกอบกับส่วนฐาน	8
รูปที่ 2.11 แสดงส่วนท่อลมประกอบกับส่วนฐาน	9
รูปที่ 2.12 แสดงการนำท่อลมมาประกอบกับส่วนฐาน	9
รูปที่ 2.13 แสดงการติดตั้งส่วนฐานยึดเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว หลังใส่เซอร์โวมอเตอร์แล้ว	10
รูปที่ 2.14 แสดงท่อนอลูมิเนียม	10
รูปที่ 2.15 แสดงท่อนอลูมิเนียมทั้งหมด	11
รูปที่ 2.16 แสดงแผ่นอลูมิเนียมนำประกอบเป็นลักษณะไขว้กัน	11
รูปที่ 2.17 แสดงแผ่น PVC 2 ด้าน ก. ด้านล่าง ข. ด้านบนยึดเซอร์โวมอเตอร์	12
รูปที่ 2.17 (ต่อ) แสดงแผ่น PVC 2 ด้าน ค. ด้านข้าง 2 แผ่น ง. แผ่นนำประกอบด้านล่าง จ. แผ่นประกอบพร้อมเจาะรู 3 แผ่น	13
รูปที่ 2.18 แสดงการนำแผ่น PVC ก , ข , ค , ง และ จ. ประกอบกัน	14
รูปที่ 2.19 แสดงแผ่น PVC ของส่วนที่ยึดเซอร์โวมอเตอร์	15
รูปที่ 2.20 แสดงแผ่น PVC ของส่วนที่ยึดเซอร์โวมอเตอร์ 3 มิติ	16
รูปที่ 2.21 แสดงแผ่น PVC ของส่วนที่ช่วยในการขับเซอร์โวมอเตอร์	16
รูปที่ 2.22 แสดงแผ่น PVC ส่วนประกอบที่ช่วยในการขับเซอร์โว 2 แท่ง	17
รูปที่ 2.23 แสดงแผ่น PVC ส่วนคลิปเปอร์ 2 แผ่น	17
รูปที่ 2.24 แสดงแผ่น PVC ของส่วนยึดจุดหมุนของเซอร์โวมอเตอร์	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.25 แสดงแผ่น PVC แต่ละชิ้นส่วน	18
รูปที่ 2.26 แสดงแผ่น PVC แต่ละชิ้นส่วนนำมาประกอบกัน	19
รูปที่ 2.27 แสดงการประกอบของส่วนขับเคลื่อนจุดหมุนข้อต่อ	20
รูปที่ 2.28 แสดงการประกอบของส่วนขับเคลื่อนจุดหมุนข้อต่อกับส่วนยึดหด	21
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์	23
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะรูปร่างของเซอร์โวมอเตอร์	24
รูปที่ 3.3 แสดงการต่อสายกับเซอร์โวมอเตอร์	24
รูปที่ 3.4 แสดงความสามารถในการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์	25
รูปที่ 3.5 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณพัลซ์ที่ใช้สำหรับขับเซอร์โวมอมอเตอร์	26
รูปที่ 3.6 แสดงการป้อนพัลซ์ช่วงเวลาต่างกัน	27
รูปที่ 3.7 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	29
รูปที่ 3.8 แสดงไดอะแกรมเบื้องต้นของเบสิกแสตมป์ 2SX	32
รูปที่ 3.9 แสดงวงจรสมบูรณ์ของเบสิกแสตมป์ 2SX	33
รูปที่ 3.10 แสดงการเชื่อมต่อเบสิกแสตมป์ 2 กับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์	33
รูปที่ 3.11 การจัดขาของเบสิกแสตมป์ 2	36
รูปที่ 3.12 หน้าตาของเบสิกแสตมป์ 2	37
รูปที่ 4.1 แสดงส่วนขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว	44
รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซอร์โวมอเตอร์	45
รูปที่ 4.3 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสวิตช์	46
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของสัญญาณที่ควบคุมเซอร์โว	47
รูปที่ 4.5 ไดอะแกรมเวลาของสัญญาณพัลซ์ที่ใช้สำหรับขับเซอร์โว	48
รูปที่ 4.6 แสดง Flowchart 1 การควบคุมโปรแกรม	50
รูปที่ 4.7 แสดงการยืดของหุ่นยนต์แขน	51
รูปที่ 4.8 แสดงการหดของหุ่นยนต์แขน	52
รูปที่ 4.9 แสดงการหมุนของข้อต่อหุ่นยนต์	53
รูปที่ 4.10 แสดงการทำงานของคลิปเปอร์	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้ โลกแห่งวิวัฒนาการและเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทั้งระบบสื่อสาร ความสะดวกสบาย ตลอดจนปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตทั้งหลาย ต่างก็วิวัฒนาการขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีสมัยใหม่ มนุษย์ก็จะพยายามค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ อาทิเช่น หุ่นยนต์ที่ประดิษฐ์มาเพื่อใช้งานได้หลายรูปแบบ ได้แก่ แขนกล ที่มีความสามารถใช้งานแทนแขนของมนุษย์ แต่มีคุณสมบัติพิเศษสามารถใช้แรงได้มากกว่า ยกของที่หนัก ๆ ได้มากกว่า เป็นต้น ในโครงงานนี้ได้ศึกษาและออกแบบการสร้างหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล (SMALL SCALE PERSONAL MANIPULATOR)

1.1 หลักการและเหตุผลของโครงงาน

หลักการทำงานของหุ่นยนต์แขนกล มีลักษณะการทำงานโดยสามารถจับและยกสิ่งของให้แก่ผู้ใช้งาน โดยจะนำมาเป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกภายในรถยนต์ ในกรณีที่ผู้ใช้ยานพาหนะเพียงผู้เดียว ซึ่งจะใช้แขนกลมาเป็นผู้ช่วยโดยที่ผู้ใช้งานเป็นผู้บังคับ เช่น ให้ถือโทรศัพท์ขณะขับขี่ยานพาหนะ ถือแก้วน้ำ ถือของใช้ต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้ นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ด้านอื่นอีกด้วย เช่น เป็นเครื่องมือช่วยในการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ เป็นอุปกรณ์ช่วยในวงการแพทย์ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อผลิตอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องอำนวยความสะดวก ในการขับขี่ยานพาหนะ เป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก สามารถพกพาไปได้สะดวก
2. เพื่อทำการศึกษาระบบควบคุมที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์แขนกล
3. เพื่อนำไปเป็นอุปกรณ์ทดลอง ในการใช้งานอำนวยความสะดวกของรถยนต์
4. เพื่อศึกษาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานง่าย และ ไม่ยุ่งยากในขั้นตอนของการออกแบบต่าง ๆ
5. เพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนาระบบแขนกล ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 แนวความคิดและที่มา

เนื่องจากผู้ขับขี่รถยนต์ ไม่สะดวกในการถือของต่าง ๆ ขณะขับขี่รถยนต์ เช่น ถือโทรศัพท์ ไมค์ ขวดโค้ก เป็นต้น จะต้องมีผู้ช่วยเสมอ ดังนั้น จึงได้คิดประดิษฐ์เครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ขับขี่ยานพาหนะ ซึ่งจะสามารถควบคุมเครื่องมือให้ปฏิบัติตามความต้องการของผู้ขับขี่ยานพาหนะ และสามารถเก็บได้อย่างอัตโนมัติด้วยตัวของมันเอง โดยไม่ให้เกะกะในการขับขี่ด้วย และสามารถพกพาเครื่องมือไปได้สะดวก

1.4 ส่วนประกอบของโครงงาน

หุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็ก (Small Scale Personal Manipulator) มีส่วนประกอบดังนี้

1. ส่วนของฮาร์ดแวร์
   - เซอร์โว
   - ตัวแขนกลขนาดเล็ก
   - บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสตมป์ 2SX
2. ส่วนของซอร์ฟแวร์
   - โปรแกรมภาษาเบสิกแสตมป์ 2SX

1.5 ขอบเขตของโครงงาน

ในการทำโครงงานหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลนี้ ในส่วนของการควบคุมตรงจุดส่วนข้อต่อจุดหมุนแขนให้มีความสามารถหมุนได้มุมกว้างได้มากสุด 90 องศา และสามารถยืดแขนออกหรือหดเข้าตามต้องการได้ จับสิ่งของและยกสิ่งของที่มีน้ำหนักได้ดีพอ ซึ่งจะควบคุมด้วยสวิตซ์ 3 ตัว (เป็นแบบ on,off) เป็นตัวที่ทำให้ Servo Motor ทำงาน หรือหยุดทำงานได้ตามต้องการ

สวิตซ์ตัวที่ 1 มีการบังคับให้หมุนแขนในมุม 0 องศา 45 องศา และ 90 ได้ตามต้องการ สามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของหนัก ๆ ได้

สวิตซ์ตัวที่ 2 มีการบังคับแขนยืดออก ที่มีขนาดของแขนกลยาวขึ้น และมีการบังคับให้ขนาดแขนกลหดสั้นลง

สวิตซ์ตัวที่ 3 มีการบังคับให้ส่วนที่เป็นมือมีความสามารถในการจับสิ่งของได้โดยการบีบเข้าหรือคายออก ไปตามความต้องการให้มีความแรงในการบีบจับสิ่งของให้แน่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
โครงสร้างของส่วน Hardware

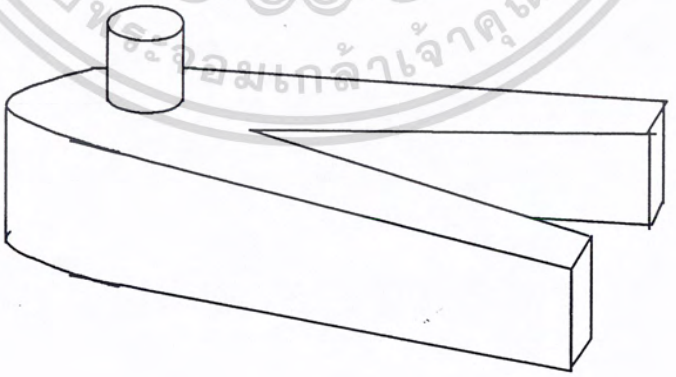
ในส่วนของ Hardware จะประกอบไปด้วยทั้งหมด 6 ส่วน คือ

1. ส่วนของฐานรับน้ำหนักของแขน
2. ส่วนตัวโค้งงอของแขน
3. ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว
4. ส่วนของแขนยืดหด
5. ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อ
6. ส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์เซอร์โว ที่จุดคลิปเปอร์

2.1 ส่วนของฐานรับน้ำหนักของแขน

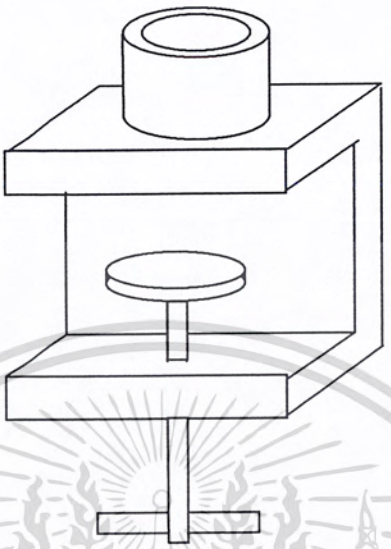
ส่วนของฐานรับน้ำหนักของหุ่นยนต์แขนมีสองลักษณะคือ

1. เป็นฐานที่ตั้งอยู่กับพื้น ช่วยในการรับน้ำหนักของหุ่นยนต์แขนหันไปในทิศทางหนึ่ง และจะมีจุดต่อของหุ่นยนต์แขนได้ดังรูป 2.1
2. เป็นปากกาจับอยู่กับที่อยู่ในลักษณะดังรูป 2.2



รูปที่ 2.1 แสดงฐานที่ตั้งอยู่กับพื้น

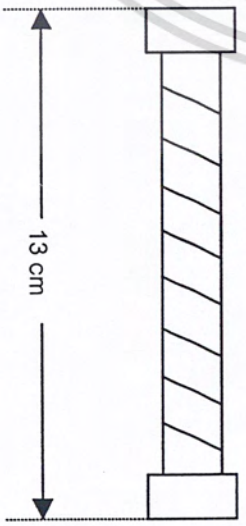
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงฐานเป็นปากกาจับอยู่กับที่

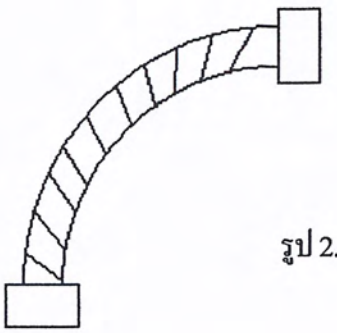
2.2 ส่วนโค้งงอของหุ่นยนต์แขน

ในการออกแบบแขนส่วนนี้ ควรจะมีลักษณะแข็งแรงต่อการรับของหนักได้ สามารถบิดโค้งงอไปมาได้ตามสะดวก มีความคงทนทานได้นาน ปลายด้านหนึ่งจะต่อกับส่วนฐาน และปลายอีกด้านหนึ่งจะต่อกับส่วนขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนโค้งงอของหุ่นยนต์เป็นส่วนที่ไม่มีการบิดงอ

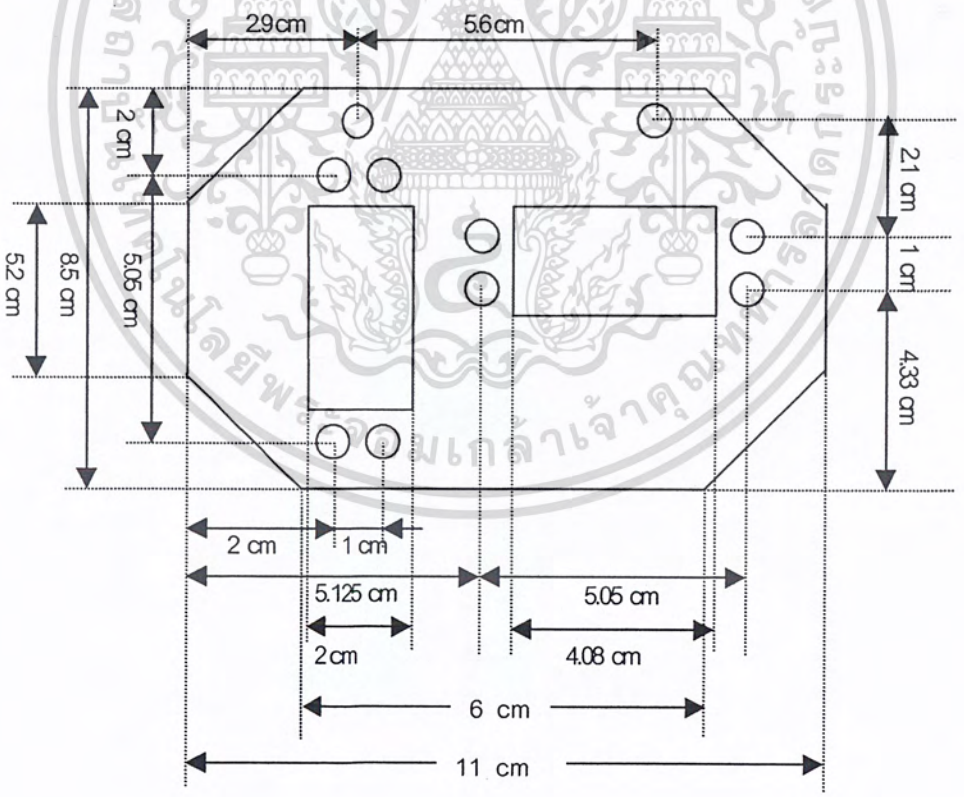
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 แสดงส่วนโค้งงอของหุ่นยนต์เป็นส่วนที่มีการบิด

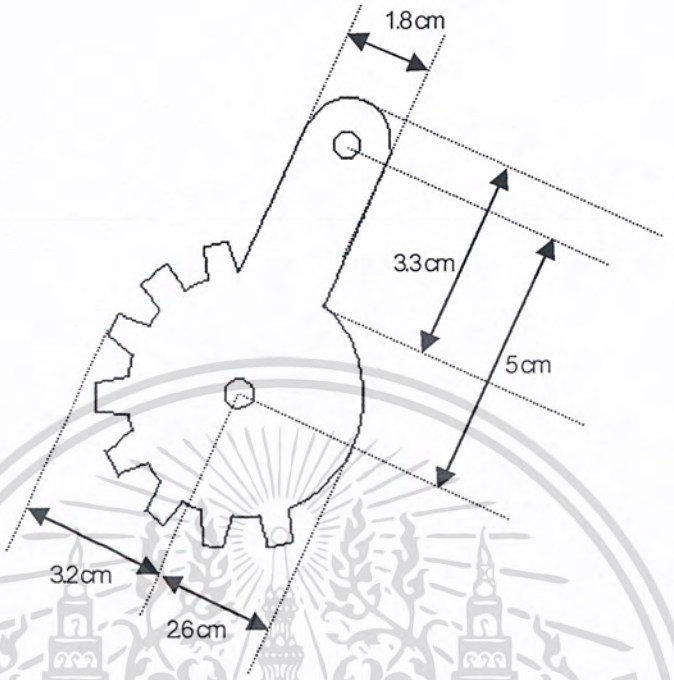
2.3 ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว

เป็นส่วนที่มีเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว เพื่อช่วยในการขับเคลื่อนส่วนยึดและหดของหุ่นยนต์แขนเป็นส่วนที่ต้องใช้แรงขับของเซอร์โวมอเตอร์สูงมาก ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์ใน 1 ตัวมีขนาด 7 กิโลกรัมต่อเซนซิเมตร จะต้องมีการออกแบบส่วนขับเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว ดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงฐานยึดเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว

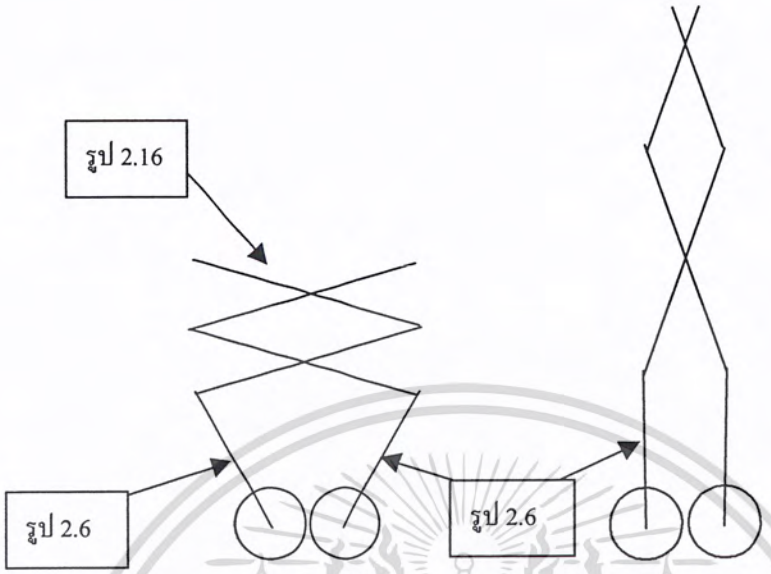
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว

เราจำเป็นต้องสร้างตัวฐานยึดเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวตามแบบดังรูปที่ 2.5 รูที่ใช้เจาะเป็นวงกลมจะมีขนาดของสว่าน 0.5 เซนติเมตร จะเท่ากันทุกรู และมีการเจาะรูเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้างคูณยาวทั้งสองรูเท่ากัน ซึ่งส่วนฐานนี้จะทำหน้าที่ยึดเซอร์โวมอเตอร์ไว้เพื่อให้เซอร์โวมอเตอร์ขับส่วนยึดและหดของส่วนของแขนยึดหด อีกส่วนหนึ่งในรูปที่ 2.6 มีการสร้างเฟืองพร้อมติดแขนยาว 3.3 เซนติเมตรซึ่งส่วนนี้จะมีหน้าที่เป็นส่วนช่วยในการขับให้แขนยึดหดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

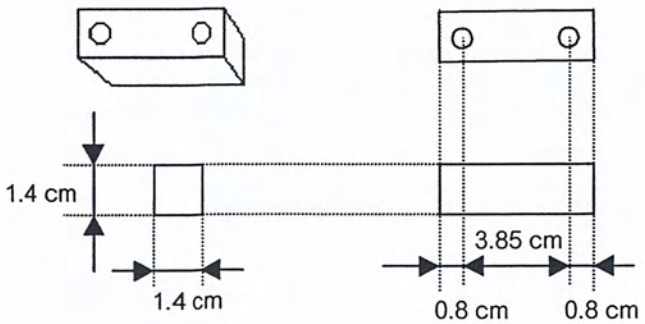


รูปที่ 2.7 แสดงการทำงานส่วนขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว

การที่จะทำให้แขนมีการทำงานได้มีหลายวิธี โดยใช้การขับเคลื่อนของการยืดและหดแขน แบบนี้อาจติดตั้งมอเตอร์เข้าที่จุดหมุนตรงปลาย เพื่อกำหนดความยาวของแขนได้

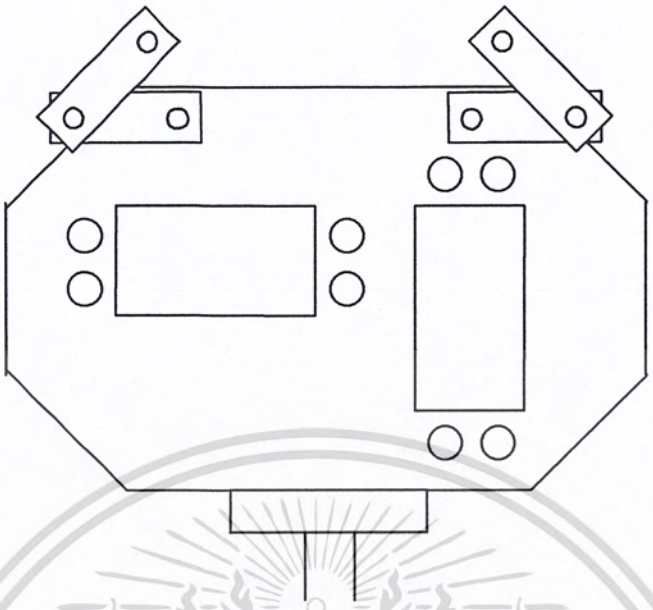
แต่ก็มีจุดด้อยที่สำคัญของแบบนี้ เราจำเป็นต้องให้ตัวขับเคลื่อนอยู่ใกล้กับจุดหมุนมากที่สุด ในการติดตั้งนี้มีการขับเคลื่อนทำให้เกิดผลกระทบทางไดนามิคต่อตัวขับเคลื่อน ซึ่งต้องมีการชดเชย โดยใช้ตัวควบคุมเพิ่มกำลังขึ้น

หลังจากเห็นภาพแสดงการทำงานส่วนขับของเซอร์โวมอเตอร์แล้ว แต่ต้องมีส่วนหนึ่งที่ ต้องตัดเนื้อ PVC อีก ดังรูป เป็นส่วนประกอบติดด้านหลังฐานยึดเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว ซึ่งทำหน้าที่ เพิ่มความแข็งแรงให้กับหุ่นยนต์ในส่วนของตัวขับ แต่ต้องใช้ทั้งหมด 4 ตัว พิจารณาดังรูปที่ 2.8

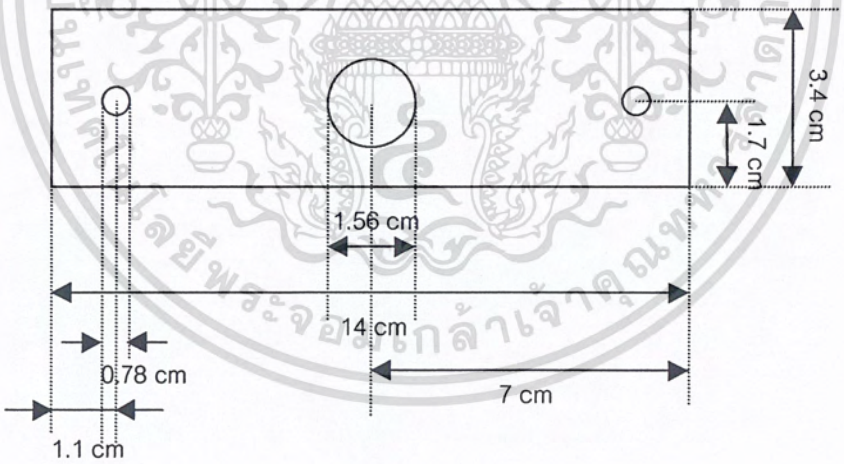


รูปที่ 2.8 แสดงเพิ่มความแข็งแรงส่วนขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

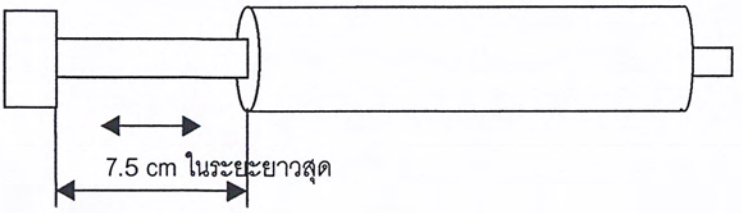


รูปที่ 2.9 แสดงการติดตั้งส่วนเพิ่มความแข็งแรงให้กับการขับของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว



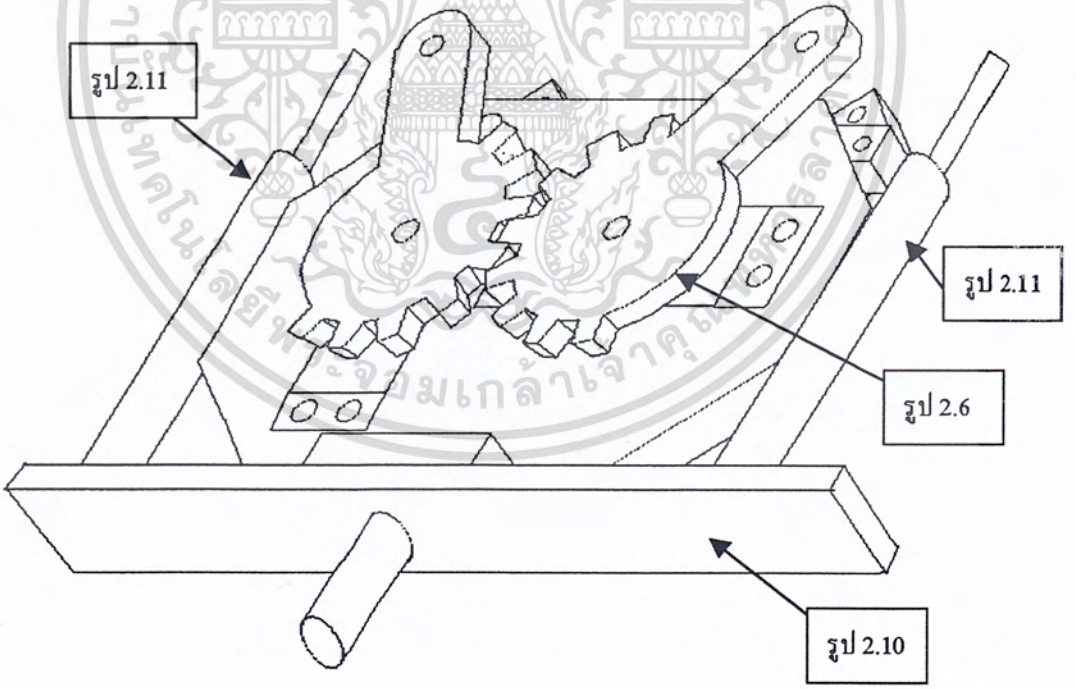
รูปที่ 2.10 แสดงส่วนล่างประกอบกับส่วนฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



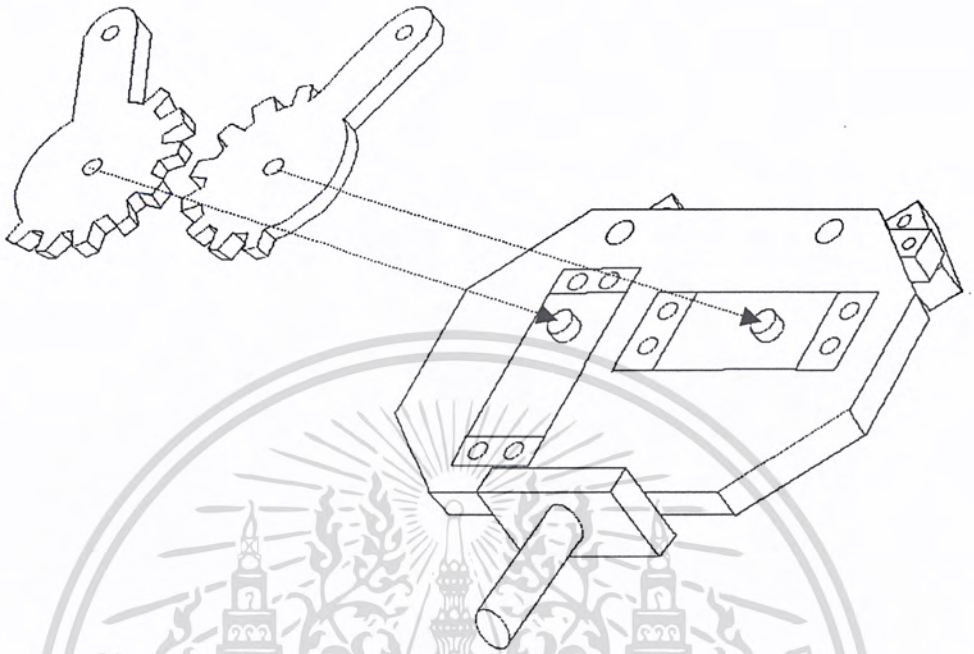
รูปที่ 2.11 แสดงส่วนท่อลมประกอบกับส่วนฐาน

ใช้ท่อลมเป็นส่วนประกอบกับส่วนฐานในการประกอบเข้าโดยติดด้านข้างของฐานยึดเซอร์โวมอเตอร์ตามในรูปที่ 2.11



รูป 2.12 แสดงนำท่อลมมาประกอบกับส่วนฐาน

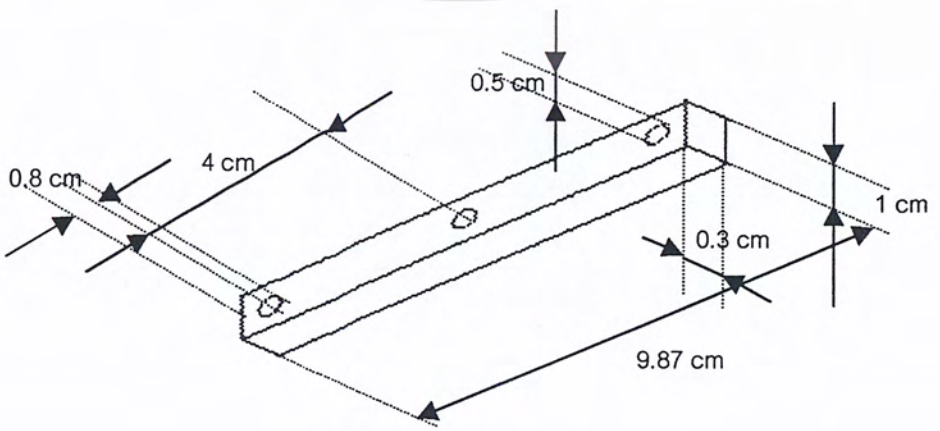
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงการติดตั้งส่วนฐานยึดเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว หลังใส่เซอร์โวมอเตอร์แล้ว

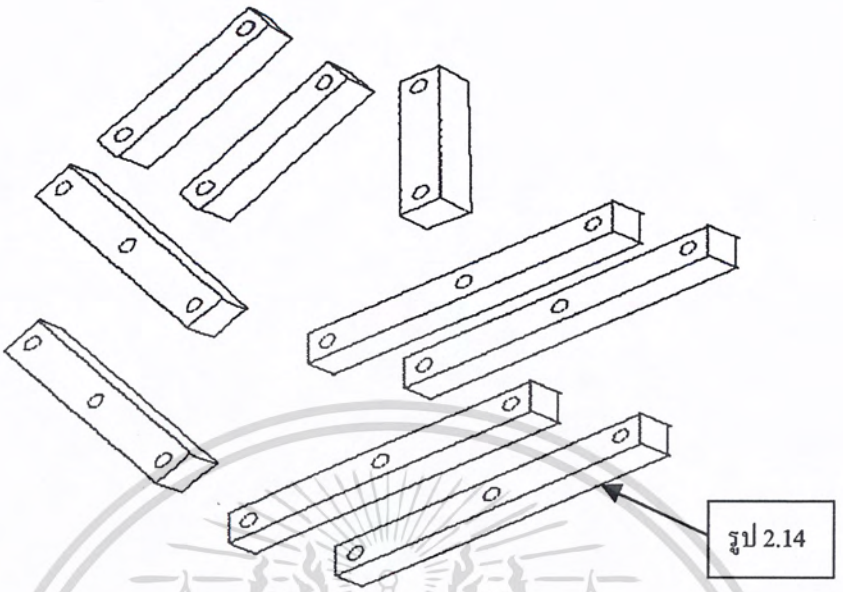
2.4 ส่วนของหุ่นยนต์แขนยืดหด

เป็นส่วนที่ต้องใช้อลูมิเนียม เพราะต้องการมีความแข็งกว่าPVC ไม่มีความยืดหยุ่น ลักษณะของหุ่นยนต์แขนมีแผ่นอลูมิเนียมรูปร่างขนาดดังรูปที่ 2.14 จะนำมาวางเป็นรูปไขว้กัน สามารถควบคุมให้มีลักษณะการยืดหดได้ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของปลายแขนของหุ่นยนต์



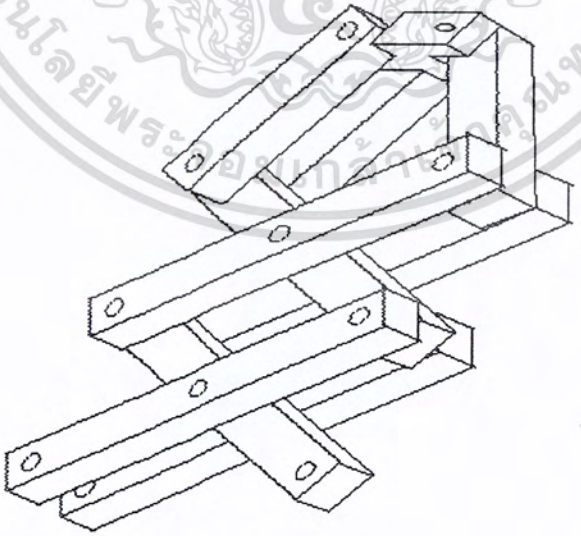
รูปที่ 2.14 แสดงท่อนอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงท่อนอลูมิเนียมทั้งหมด

เราต้องใช้แผ่นอลูมิเนียมทั้งหมดดังรูปภาพที่ 2.15 ต่อไป แล้วนำมาประกอบกันให้เป็นรูปที่ 2.16



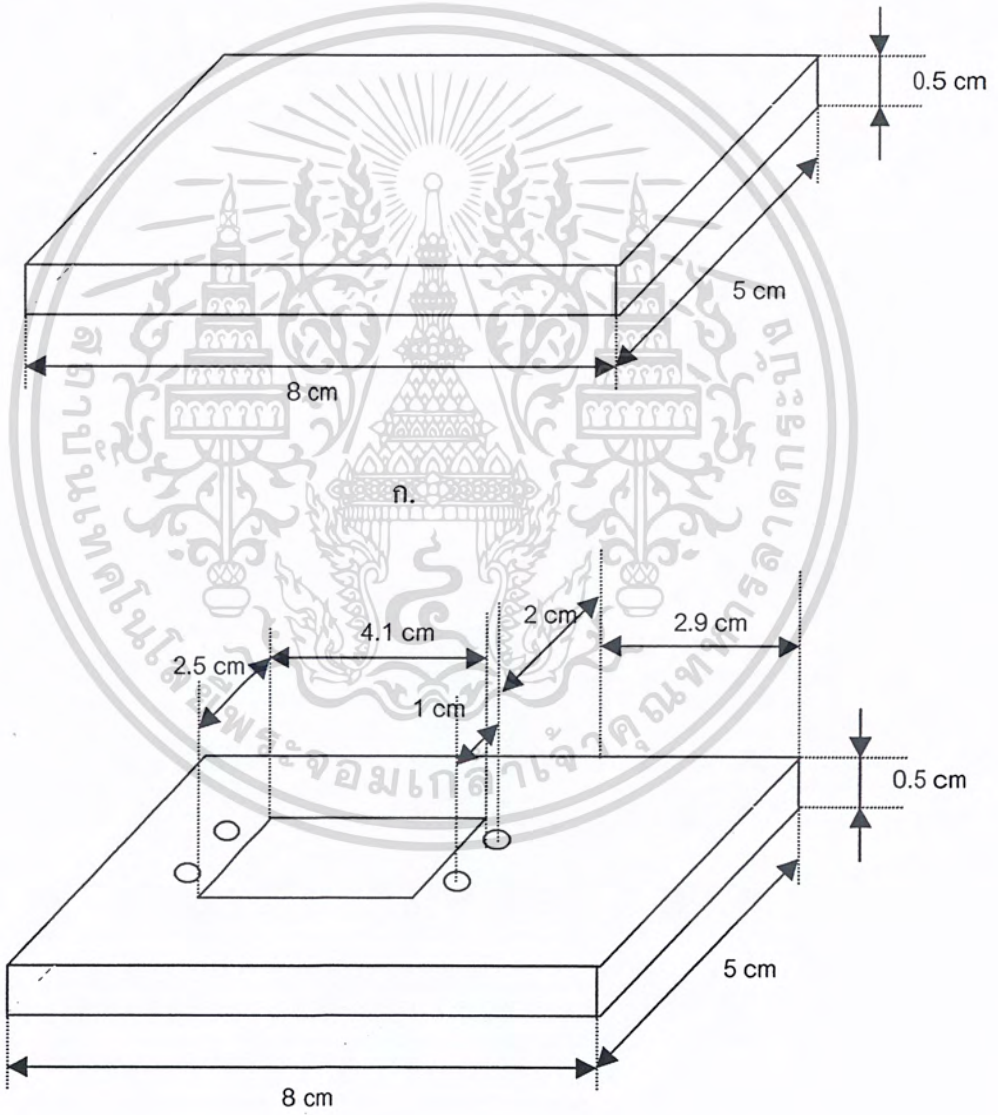
รูปที่ 2.16 แสดงแผ่นอลูมิเนียมนำประกอบเป็นลักษณะไขว้กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อ

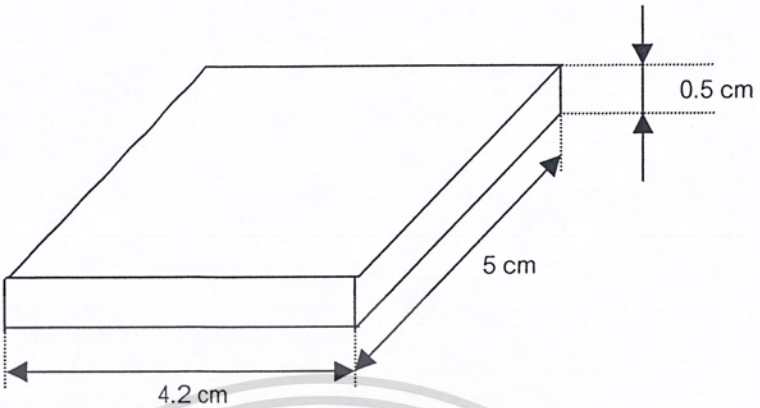
เป็นส่วนที่ต่อจากส่วนยึดหดของแขน ส่วนนี้จะใช้ PVC ในการสร้างรูปแบบมาเพื่อยึดเซอร์โวมอเตอร์ หนึ่งตัว และจะอยู่ในตำแหน่งตรงกลางพอดี ที่จะหมุนส่วนขับเคลื่อนเซอร์โว-มอเตอร์ ที่จุดคลิปเปอร์รอบตัวได้ 180 องศา

วิธีการสร้างส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อนี้ต้องนำแผน PVC ที่มีขนาดดังรูปที่ 2.17 นำมาประกอบกันด้วยน้ำยาประสาน PVC ให้ได้ตามแบบรูปที่ 2.18

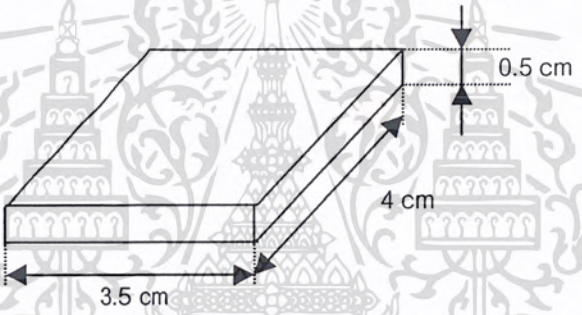


รูปที่ 2.17 แสดงแผ่น PVC 2 ด้าน ก. ด้านล่าง ข. ด้านบน ยึดเซอร์โวมอเตอร์

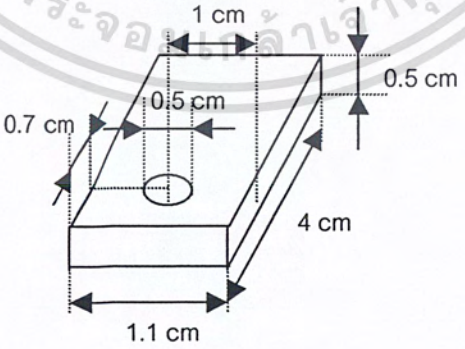
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค.



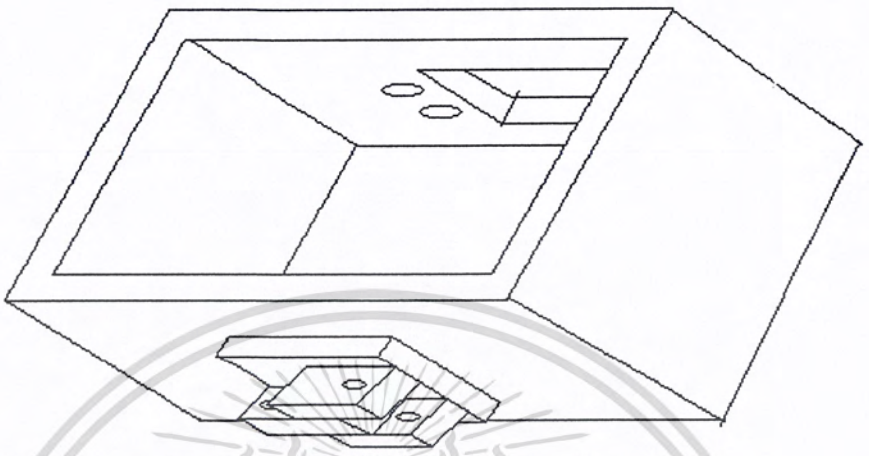
ง.



จ.

รูปที่ 2.17 (ต่อ) แสดงแผ่น PVC 2 ด้าน ค. ด้านข้าง 2 แผ่น ง. แผ่นนำประกอบด้านล่าง จ. แผ่นประกอบพร้อมเจาะรู 3 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

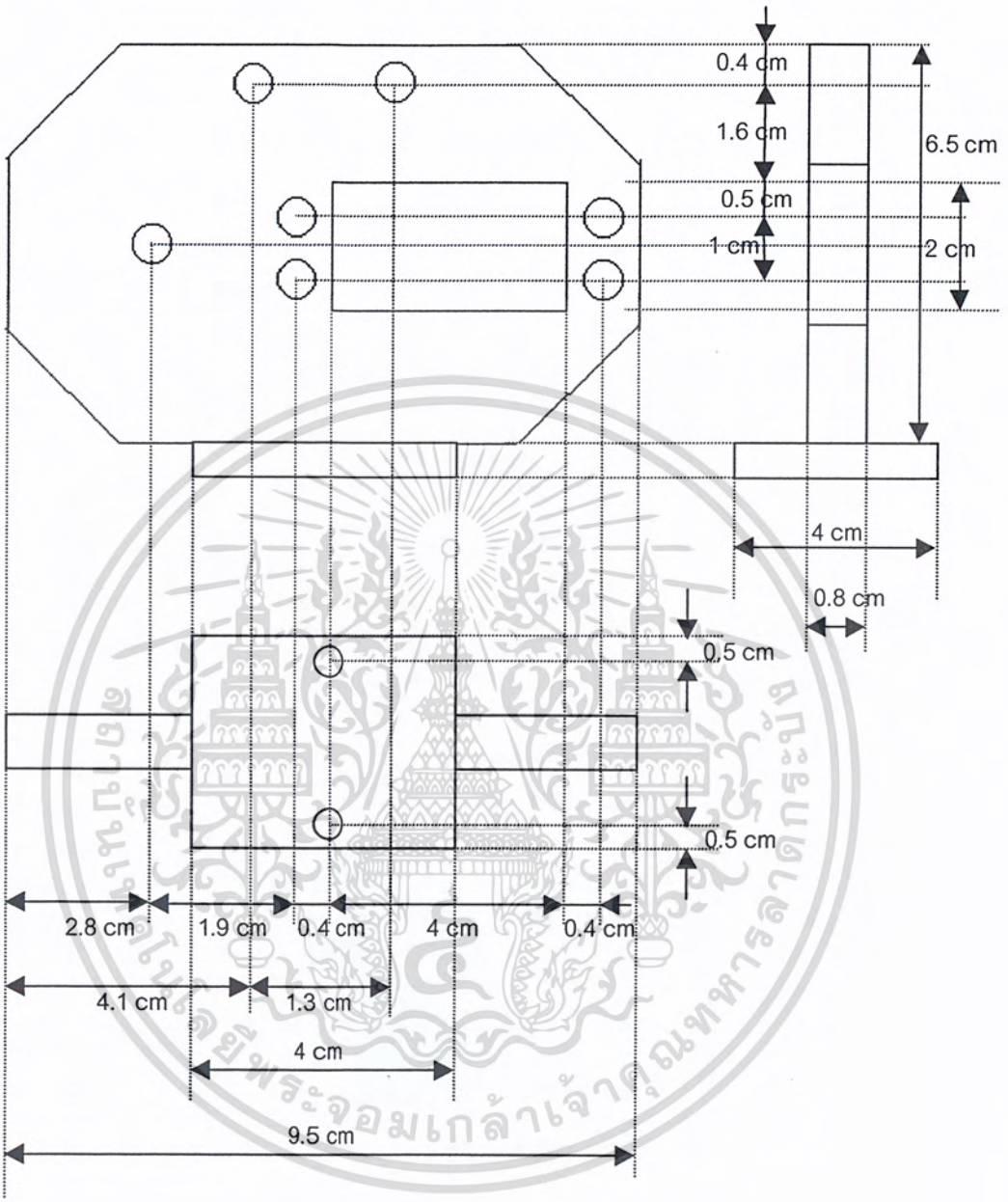


รูปที่ 2.18 แสดงการนำแผ่น PVC ก , ข , ค , ง และ จ. ประกอบกัน

2.6 ส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ ที่จุดคลิปเปอร์

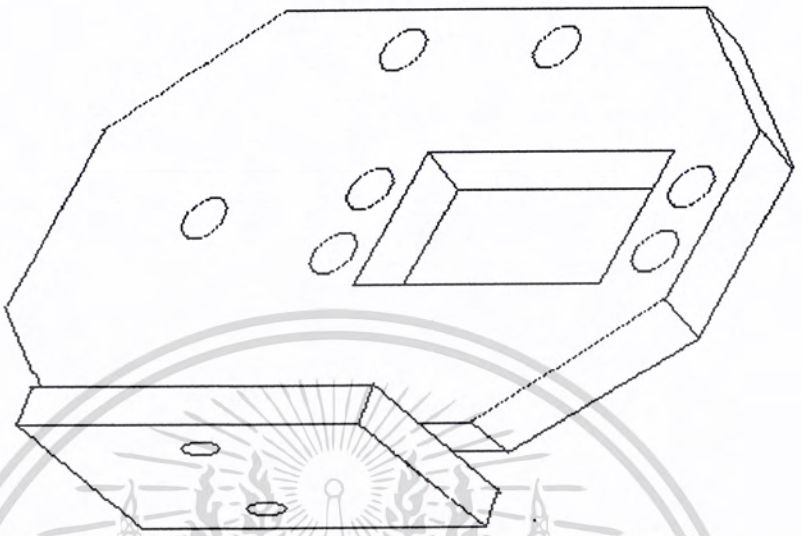
เป็นส่วนที่ใช้เซอร์โวมอเตอร์ช่วยในการขับเคลื่อนที่ส่วนเป็นคลิปเปอร์ มีหน้าที่ในการจับสิ่งของและปล่อยของได้ จะต้องสร้างแบบด้วยแผ่น PVC ได้ดังรูปที่ 2.19 เป็นส่วนในการยึดเซอร์โวมอเตอร์ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



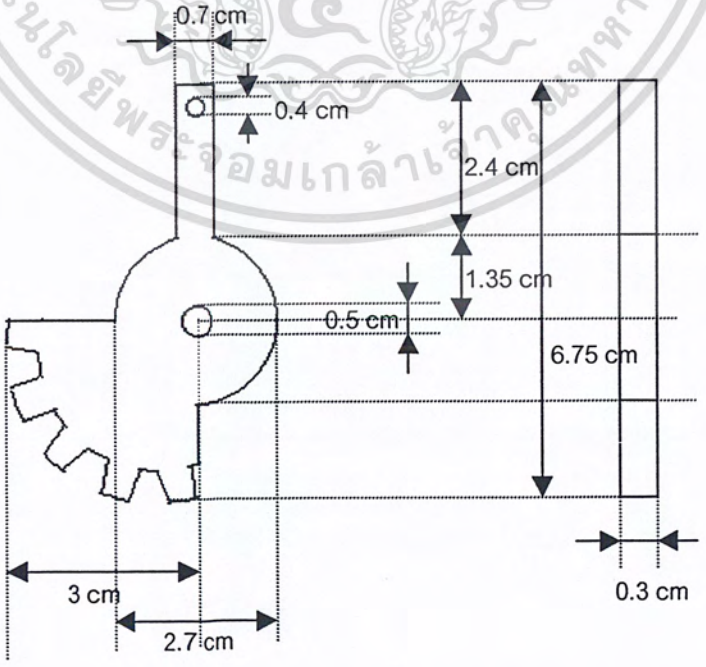
รูปที่ 2.19 แสดงแผ่น PVC ของส่วนที่ยึดเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงแผ่น PVC ของส่วนที่ยึดเซอร์โวมอเตอร์ 3 มิติ

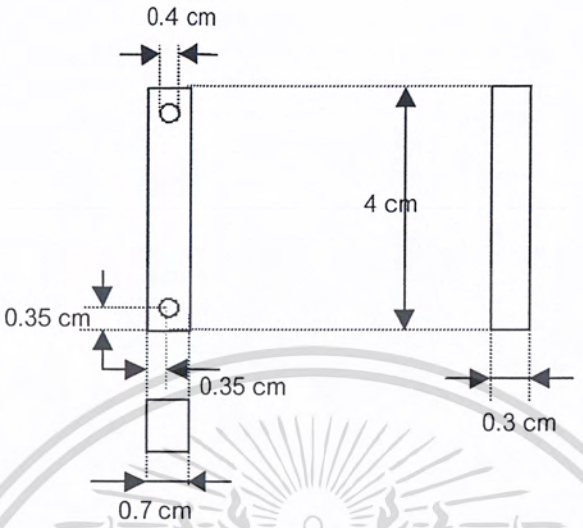
ส่วนต่อไปจะเป็นส่วนที่ช่วยในการขับให้คลิปเปอร์สามารถจับสิ่งของได้ ใช้คลิปเปอร์มีลักษณะดังต่อไปนี้



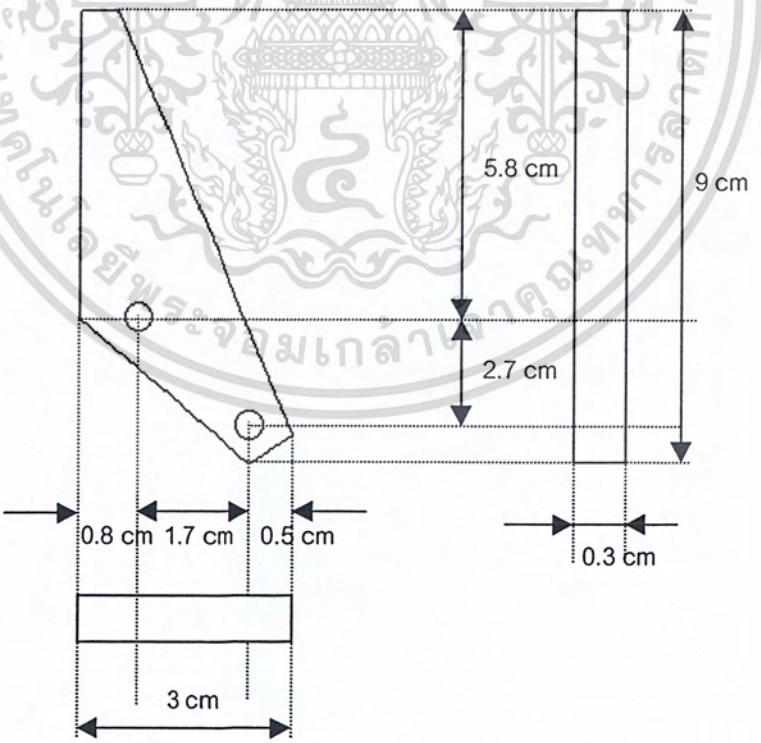
รูปที่ 2.21 แสดงแผ่น PVC ของส่วนที่ช่วยในการขับเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



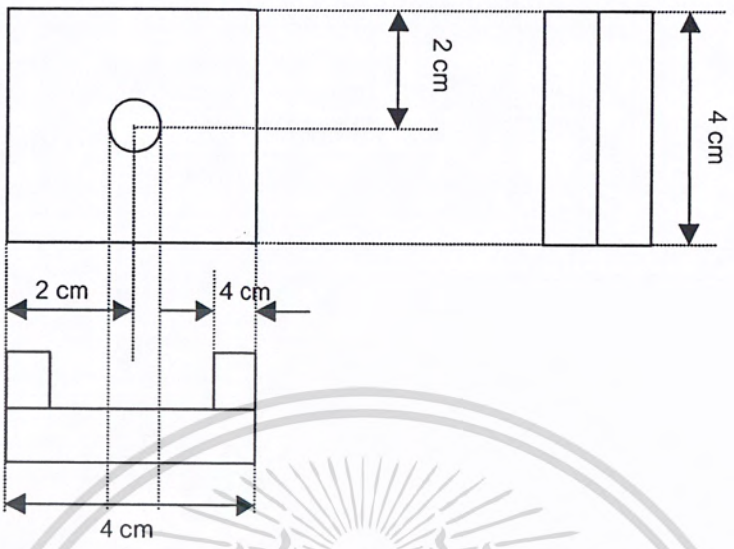
รูป 2.22 แสดงแผ่น PVC ส่วนประกอบที่ช่วยในการขับเซอร์โว 2 แท่ง



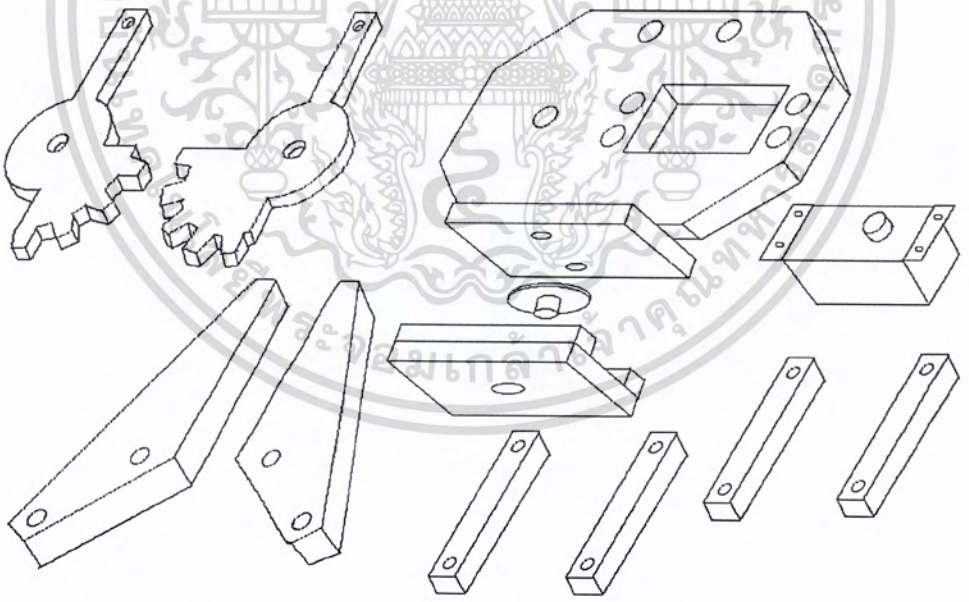
รูป 2.23 แสดงแผ่นPVC ส่วนคลิปเปอร์ 2 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42299



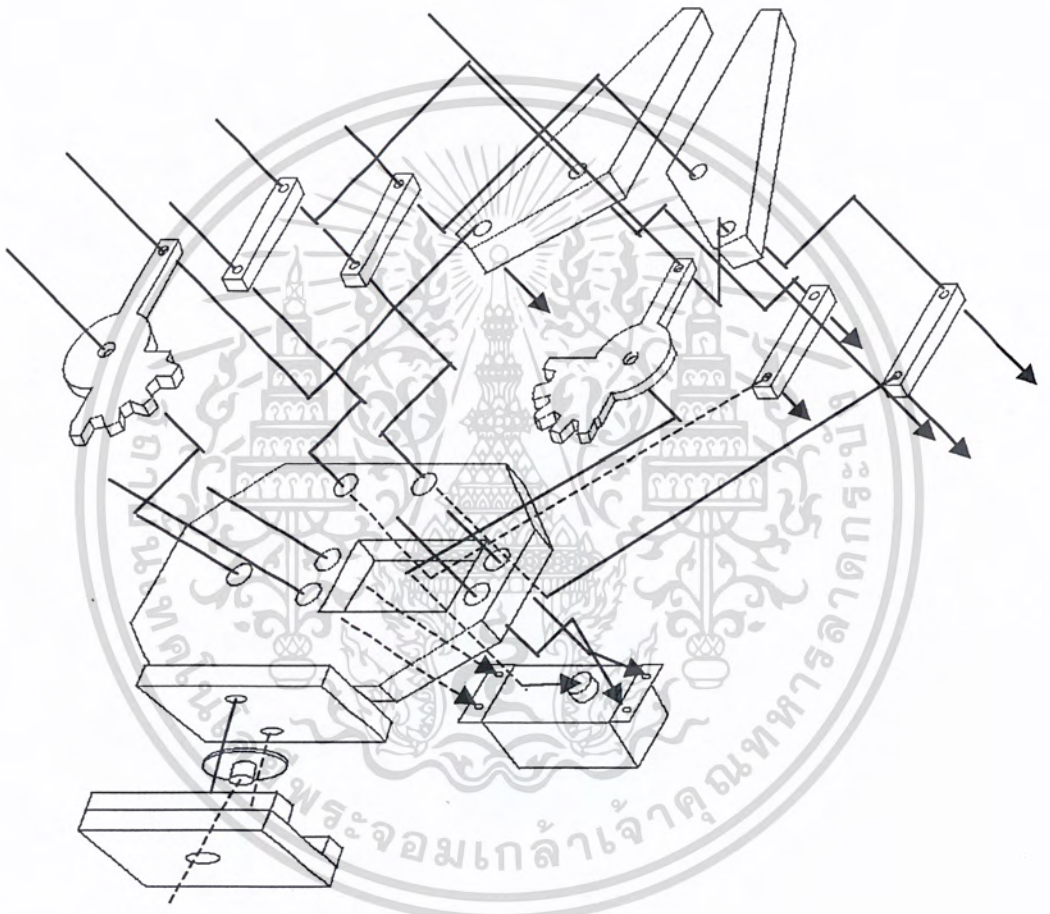
รูปที่ 2.24 แสดงแผ่น PVC ของส่วนยึดจุดหมุนของเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 2.25 แสดงแผ่นPVC แต่ละชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

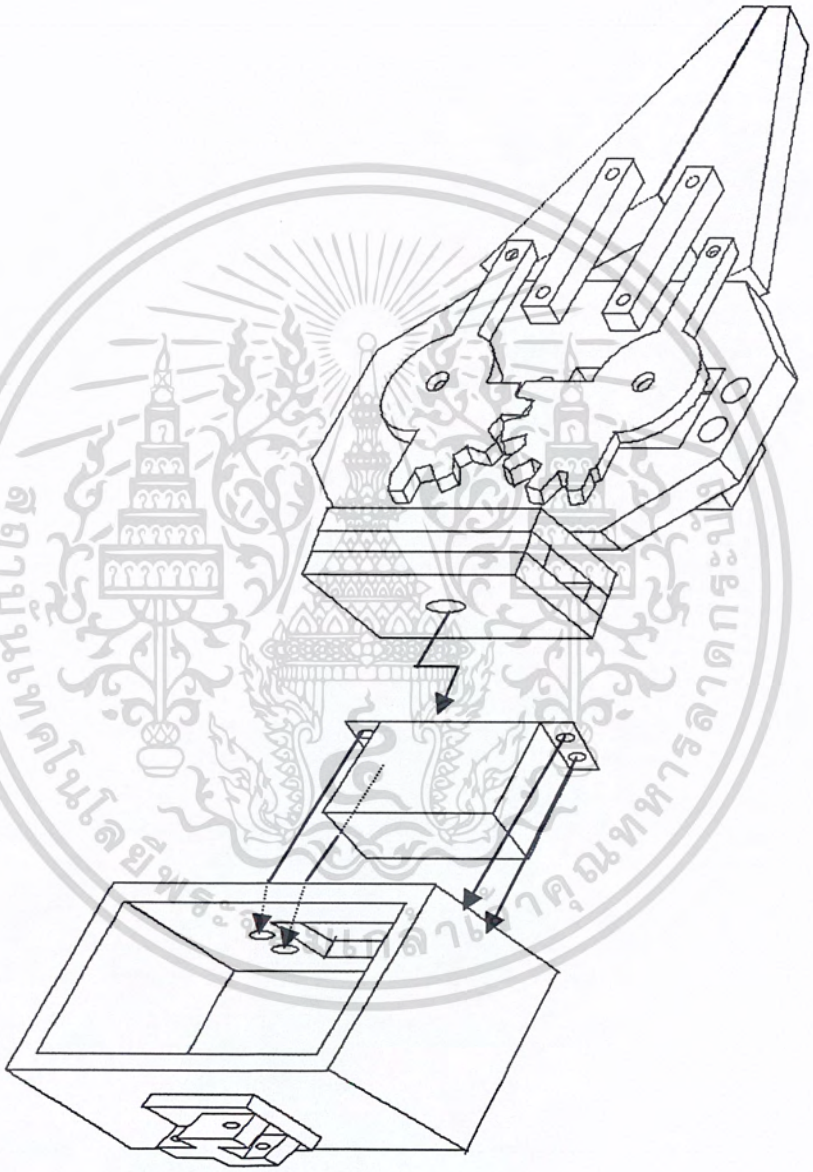
แล้วเราจะได้ชิ้นส่วนประกอบแต่ละชิ้นส่วนที่มีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างนำมาประกอบกันให้ได้ตามรูปแบบที่ 2.26 จึงจะได้รูปร่างที่สำเร็จรูปของส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ ที่จุดคลิปเปอร์



รูปที่ 2.26 แสดงแผ่น PVC แต่ละชิ้นส่วนนำมาประกอบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

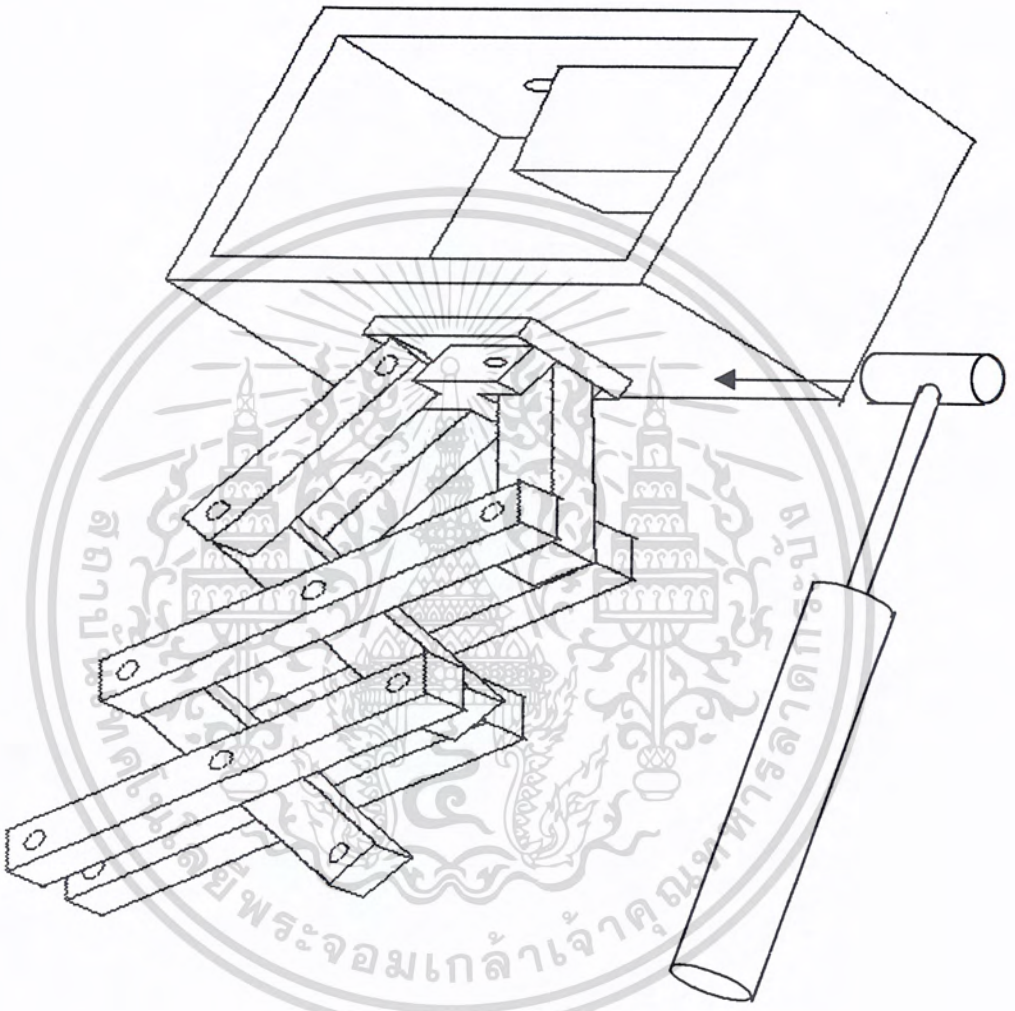
แล้วนำมาประกอบกับส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อ โดยต่อเข้ากับจุดหมุนของเซอร์โวมอเตอร์แล้วยึดน็อตให้แน่น ตามรูป



รูปที่ 2.27 แสดงการประกอบของส่วนขับเคลื่อนจุดหมุนข้อต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจึงนำส่วนของหุ่นยนต์แขนยึดหดมาประกอบกับส่วนขับเคลื่อนเซอร์โว-มอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อ จะได้ตามดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 แสดงการประกอบของส่วนขับเคลื่อนจุดหมุนข้อต่อกับส่วนยึดหด

แล้วนำท่อที่ประกอบกับส่วนฐานอยู่มายึดปลายอีกด้านหนึ่งกับส่วนของจุดหมุนข้อต่อทั้ง 2 ด้านข้างซ้ายและขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและหลักการใช้งาน

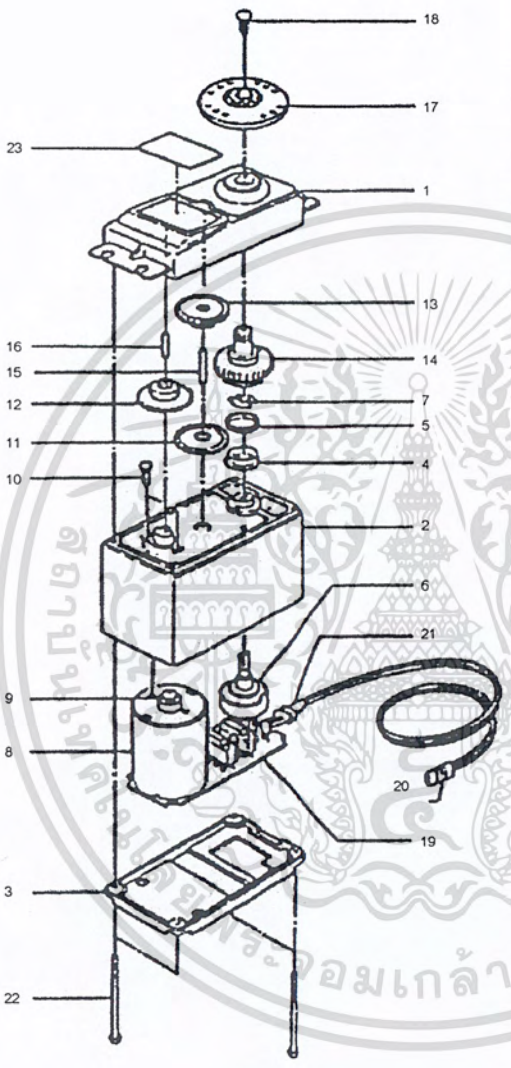
3.1 เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR)

3.1.1 โครงสร้างและส่วนประกอบเซอร์โวมอเตอร์

ภายในตัวเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นมอเตอร์ความเร็วสูง มีเฟืองทดรอบให้หมุนช้าลงเพื่อจะได้มีกำลังแรงบิดที่สูงขึ้น แขนหรือกระเดื่องของเซอร์โวมอเตอร์จะยึดติดกับแกนเฟืองที่ทดรอบแล้ว การที่รูปคลื่นพัลซ์สี่เหลี่ยมขนาดความกว้าง 1-2 ms สามารถควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ในตัวเซอร์โวมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปในตำแหน่งใด ๆ ได้ก็เพราะภายในเซอร์โวมอเตอร์มีวงจรควบคุมมอเตอร์อยู่อีกชุดหนึ่ง วงจรควบคุมมอเตอร์จะนำค่าแรงดันเฉลี่ยของพัลซ์รูปสี่เหลี่ยม (ค่าแรงดันเฉลี่ยนี้ขึ้นกับขนาดความกว้างของพัลซ์) เข้าไปเปรียบเทียบกับค่าแรงดันค่าหนึ่งที่มีอยู่ในวงจร ถ้าค่าต่างกันวงจรควบคุมจะสั่งให้มอเตอร์หมุนไปตามทิศทางที่ขึ้นกับขนาดความกว้างของพัลซ์ แกนเฟืองทดรอบจะถูกพ่วงไปขับแกนของ VR (ตัวต้านทานปรับค่าได้) ในวงจรควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตามไปด้วย ค่าของ VR ตัวนี้จะเป็นตัวกำหนดค่าแรงดันภายในวงจรควบคุมที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับสัญญาณพัลซ์ เมื่อ VR ถูกหมุนปรับไปค่าแรงดันเปรียบเทียบของวงจรควบคุมมอเตอร์จะเปลี่ยนไปด้วย เมื่อค่าแรงดันเปรียบเทียบเปลี่ยนไปจนเท่ากับค่าเฉลี่ยของสัญญาณพัลซ์รูปสี่เหลี่ยมที่เข้ามา มอเตอร์จะหยุดหมุนทันที ซึ่งหมายถึงว่าแขนหรือกระเดื่องของเซอร์โวมอเตอร์ได้เคลื่อนที่ไปอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการตามการบังคับควบคุมจากทางด้านเครื่องส่งสัญญาณแล้ว

รายละเอียดของวงจรควบคุมมอเตอร์ในตัวเซอร์โวเราจะได้กล่าวถึงในการสร้างเซอร์โวมอเตอร์กันต่อไปและเช่นกัน ในการบังคับควบคุมเป็นขั้นแบบปิด-เปิด เราก็มีวงจรเปรียบเทียบพัลซ์อีกต่างหากสำหรับนำค่าความกว้างของสัญญาณสี่เหลี่ยม เข้าไปควบคุมวงจรสั่งให้สวิทช์รีเลย์หรือ โซลินอยล์ทำงานได้ตามที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



No	Part name	Part No.
1.	Upper Case	1144
2.	Middle Case	1144
3.	Bottom Case	1144
4.	Metal bearing	S04137
5.	Metal bearing	S04137
6.	Potentiometer	I39668
7.	Potentiometer drive plate	S02753
8.	Motor	S91239
9.	Motor Pinion	S02461
10.	Screw	J60002
11.	1 st gear	1157
12.	2 nd gear	1157
13.	3 rd gear	1157
14.	Final gear	1157
15.	Intermediate shaft	S02495
16.	2 nd shaft	S02494
17.	Servo horn D	1166
18.	Binding head tapping screw 26 * 8	1122
19.	Printed wiring board	AS1157
20.	3PB-WRB300G	AT2453
21.	W / gum bush	S90045
22.	Pan heed truss screw	J50360
23.	Nameplate	S60099

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

(FP-S3001) FUTABA CORPORATION

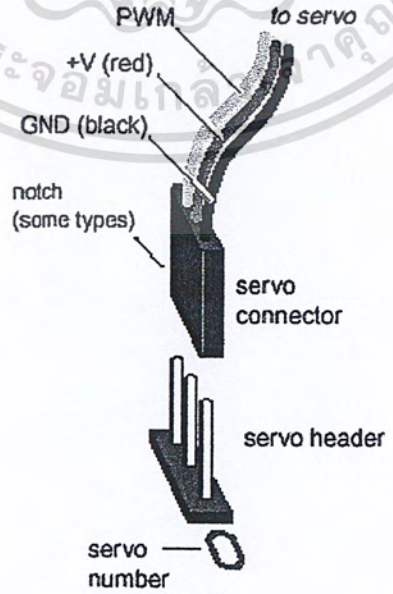
Makuhari Techno Garden Bldg.,B6F 1-3 Nakase, Mihama-ku, Chiba 261-01, Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR) เป็นมอเตอร์ไฟตรง (DC) แบบหนึ่งที่ทำงานด้วยสัญญาณพัลซ์ มีสายต่อ 3 เส้นคือ เส้นสีแดงสายไฟเลี้ยง 4.8-6 Volt เส้นสีดำสายกราวด์ และ เส้นสีขาวคือสายรับสัญญาณแบบ PWM ภายในเซอร์โวมอเตอร์จะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์บรรจุอยู่ที่กล่าวมาเพื่อทำการควบคุมการทำงาน การควบคุมความเร็วจะมาจากลักษณะของสัญญาณพัลซ์ที่ป้อนเข้าไปยังสายรับสัญญาณดังรูป 3.3

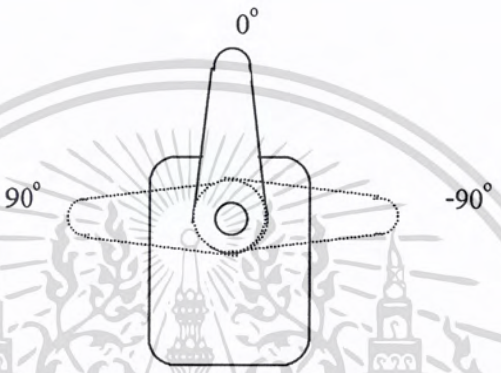
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะรูปร่างของเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 3.3 แสดงการต่อสายกับเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

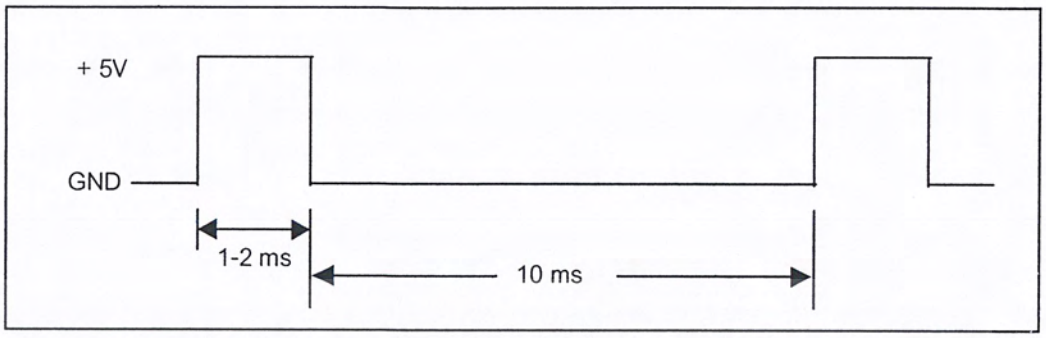
แกนหมุนของเซอร์โวมอเตอร์จะไม่สามารถหมุนได้รอบตัวครบ 360 องศาเหมือนกับมอเตอร์ไฟตรงเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านกลไกภายใน (แต่สามารถทำให้หมุน 360 องศา ได้โดยต้องมีการดัดแปลง ซึ่งจะทำให้เซอร์โวมอเตอร์ไม่สามารถทำให้เหมือนเดิมก่อนการดัดแปลงได้) เซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนได้ประมาณ 180 องศา



รูปที่ 3.4 แสดงความสามารถในการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์

การขับให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนจะต้องใช้ขบวนการของสัญญาณพัลส์ที่มีคาบเวลารวมประมาณ 12 มิลลิวินาทีดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยต้องมีช่วงเวลาที่เป็นพัลซ์บวก 1 – 2 มิลลิวินาที และเป็นช่วงพัลส์ลบ ประมาณ 10 มิลลิวินาที โดยถ้าหากพัลซ์บวกมีความกว้าง 1 มิลลิวินาที แกนหมุนของเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปทางซ้าย ใสขณะที่หากพัลซ์บวกมีความกว้าง 1.5 มิลลิวินาที แกนหมุนของมอเตอร์จะอยู่ตำแหน่งกึ่งกลาง และ สุดท้ายหากพัลซ์บวกมีความกว้าง 2 มิลลิวินาที มอเตอร์จะอยู่ในตำแหน่งขวา อย่างไรก็ตามการกำหนดตำแหน่งที่หมุนไปของเซอร์โวมอเตอร์สามารถควบคุมได้ โดยกำหนดความกว้างของพัลซ์บวกให้ละเอียดขึ้น เช่น เป็น 1.1, 1.2 ,1.3 มิลลิวินาที เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



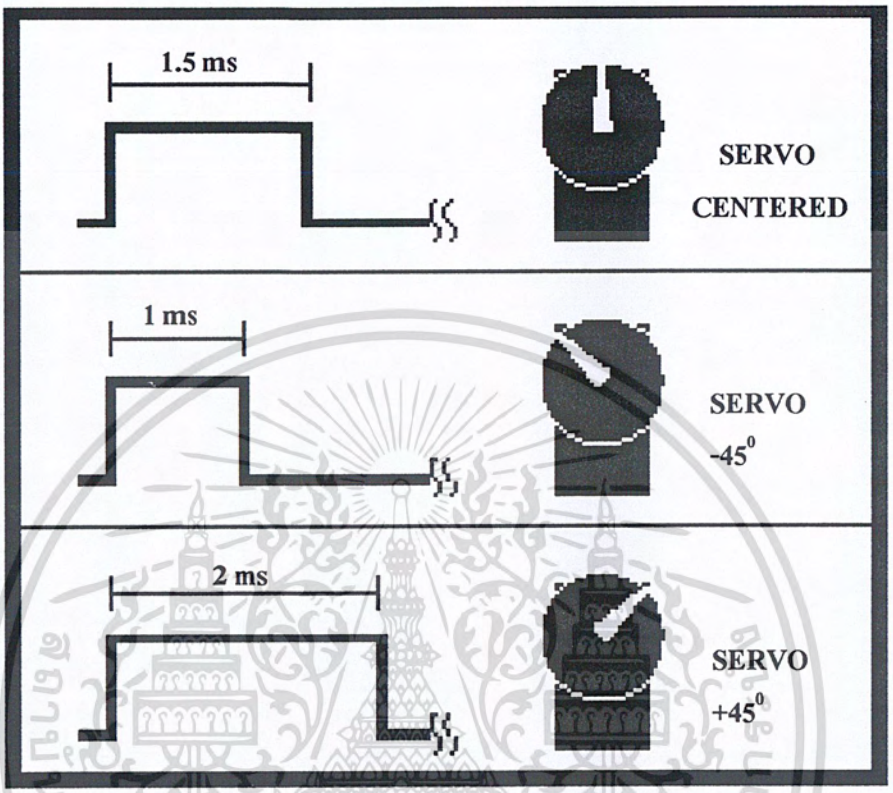
รูปที่ 3.5 ไดอะแกรมเวลาของสัญญาณพัลซ์ที่ใช้สำหรับขับเซอร์โวมอเตอร์

ในกรณีนี้เราสร้างสัญญาณพัลซ์ที่มีช่วงเวลาไม่เท่ากันอย่างเช่น เรากำหนดให้สร้างพัลซ์ที่มีค่าเวลาหรือความกว้างขนาดเท่ากับ 1.5 มิลลิวินาที จะสามารถควบคุมแกนของเซอร์โวมอเตอร์ให้อยู่ตำแหน่งตรงกลางที่ 0 องศา

เมื่อมีการป้อนสัญญาณพัลซ์ที่มีค่าความกว้างของเวลาขนาดเท่ากับ 1 มิลลิวินาที จะให้บังคับแกนของเซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย 45 องศา

เมื่อให้มีการป้อนสัญญาณพัลซ์ ซึ่งมีค่าความกว้างของเวลาขนาดเท่ากับ 2 มิลลิวินาที เซอร์โวมอเตอร์จะมีการบังคับแกนของเซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวาที่ตำแหน่ง 45 องศาทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงการป้อนพัลซ์ช่วงเวลาต่างกัน

(ที่มา : http://www.parallax.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบสิกแสตมป์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมโคร (micro) หมายถึงขนาดเล็ก และคำว่า คอนโทรลเลอร์ (controller) หมายถึง ตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึง อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก

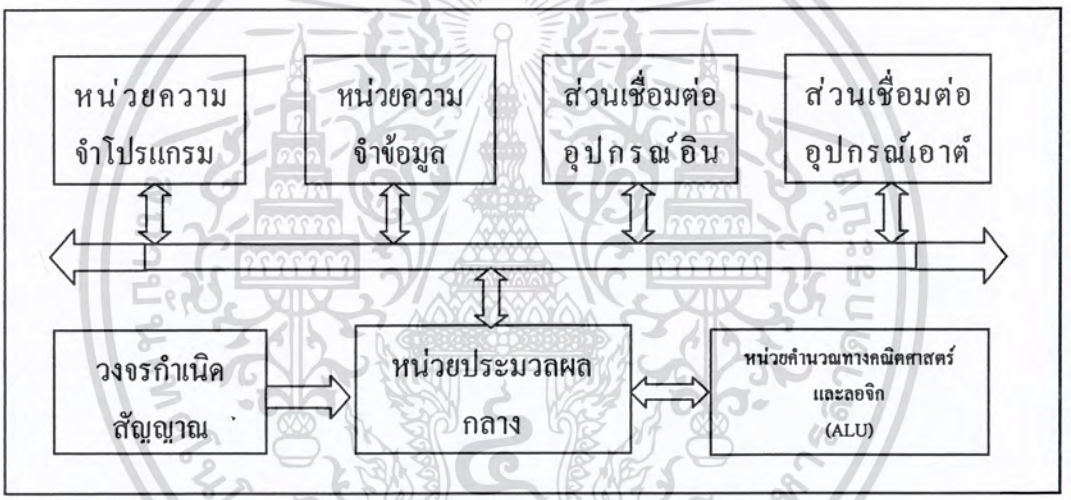
ถ้ากล่าวถึงคอมพิวเตอร์จะสามารถมองเห็นภาพรวมได้ชัดเจนว่า คอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องประกอบด้วย คีย์บอร์ด เมาส์ จอภาพ หรือ มอนิเตอร์ และส่วนสำคัญหลักคือ หน่วยประมวลผลกลางหรือ ซีพียู (CPU : Control Processing Unit) ซีพียูจะสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ต้องอาศัยคำสั่งควบคุม ซึ่งบรรจุอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรม (program Memory) และหน่วยความจำข้อมูล (data Memory) สำหรับการพักข้อมูลชั่วคราว โดยหน่วยความจำข้อมูลบางทีเรียกว่า รีจิสเตอร์ (Register) โดยปรกติซีพียูจะไม่สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้โดยตรงต้องอาศัยส่วนเชื่อมต่อที่เรียกว่า พอร์ต (Port) ซึ่งมีด้วยกัน 2 ลักษณะคือพอร์ตอินพุต (Input Port) ใช้สำหรับข้อมูลหรือสัญญาณเข้าจากภายนอก และพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ใช้สำหรับส่งข้อมูลหรือหรือสัญญาณออกไปภายนอก ถ้าพิจารณาเครื่องคอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ คืออุปกรณ์อินพุต ต้องต่อเข้ากับซีพียูผ่านพอร์ตอินพุต ในขณะนี้จอภาพเป็นอุปกรณ์เอาต์พุตต้องต่อกับซีพียูผ่านพอร์ตเอาต์พุตเป็นต้น

สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์พิเศษที่รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ตเข้าไว้ด้วยกัน โดยบรรจุรวมกันอยู่ภายใต้ตัวถังเดียวกัน ในรูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบหลักที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขีดความสามารถสูง ๆ บางเบอร์ จะรวมเอาวงจรสร้างฐานเวลาจริง หรือรีลไทม์คล็อก (Real-time clock : RTC) วงจรตรวจสอบจังหวะการทำงานหรือวอตช์ด็อก (Watch Dog) วงจรตั้งเวลาหรือไทเมอร์ (Timer) วงจรนับหรือเคาเตอร์ (counter) และวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC : Analog to Digital Converter) เข้าไว้ด้วย เมื่อผู้ใช้งานเข้าใจถึงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอย่างดีแล้ว ก็สามารถจะพัฒนาไปใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ที่มีขีดความสามารถสูงได้ไม่ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสามารถทำงานได้เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงและต่อวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้แก่มัน จากนั้นซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลคำสั่งแล้วทำงานตามคำสั่งที่บรรจุอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรม นั้นหมายความว่าต้องมีการเขียนข้อมูลลงไปในหน่วยความจำโปรแกรมก่อน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ละเบอร์จะมีรูปแบบของข้อมูลคำสั่งที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องอาศัยกระบวนการเขียนโปรแกรม (programming) ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับคือ ภาษาสูง (high language) และภาษาแอสเซมบลี (assembly language)



รูปที่ 3.7 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยปกติไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี เนื่องจากสามารถทำงานได้รวดเร็วผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลคำสั่งเป็นข้อมูลเลขฐานสิบหก เพื่อทำงานตามคำสั่งเพียง 1 ขั้นตอนคือ แปลงจากภาษาแอสเซมบลี เป็นข้อมูลเลขฐานสิบหก หรือที่เรียกว่าออปโค้ด (Opcode) แต่ข้อเสียของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีคือ ผู้เขียนต้องทำความเข้าใจในชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้น ๆ อย่างถ่องแท้ และเมื่อเปลี่ยนเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ต้องทำการเรียนรู้และทำความเข้าใจชุดคำสั่งใหม่ ซึ่งอาจทำให้เสียเวลามากพอควร และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี ผู้เขียนต้องมีทักษะในการเขียนโปรแกรมสูงพอสมควร และเข้าใจถึงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาสูง อาทิ ภาษาซี ภาษาเบสิก ต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า คอมไพล์ (compile) เพื่อแปลงภาษาระดับสูงเหล่านั้นเป็นภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้น ๆ เสียก่อน และโปรแกรมที่ใช้ในการคอมไพล์นั้นเรียกว่า คอมไพเลอร์ (complier) มักจะมีราคาแพง เมื่อใช้เครื่องมือทางซอร์ฟแวร์ตัวนี้ ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมอาจไม่จำเป็นต้องศึกษาสถาปัตยกรรมและชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้น ๆ อย่างลึกซึ้งเท่ากับการโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี ทั้งนี้เพราะคอมไพเลอร์จะทำหน้าที่ในส่วนนี้แทน ดังนั้นเมื่อผู้ใช้งานเปลี่ยนเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็เพียงแต่จัดหาโปรแกรมคอมไพเลอร์ที่เหมาะสมมาใช้งาน และศึกษาสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ใหม่อีกเพียงเล็กน้อยก็สามารถใช้งานได้ แต่ข้อเสียของการใช้คอมไพเลอร์คือ ราคาแพงมาก

ในกรณีของภาษาเบสิก (BASIC language) เป็นภาษาที่ผู้เขียนโปรแกรมให้ความสนใจและนิยมเขียนกันมาก เนื่องจากชุดคำสั่งสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ตรงไปตรงมา โครงสร้างของโปรแกรม (structure) สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อนมาก ไมโครคอนโทรลเลอร์แทบทุกเบอร์ จึงมักจะมีการพัฒนาตัวแปรโปรแกรมสำหรับภาษาเบสิก แล้วบรรจุลงไปในหน่วยความจำโปรแกรมของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ในบางส่วน เรียกว่า เบสิกอินเตอร์พรีตเตอร์ (BASIC Interpreter) โดยเบสิกอินเตอร์พรีตเตอร์นี้ จะทำการแปลงข้อมูลคำสั่งภาษาเบสิกเป็นออปโค้ด ให้แก่ซีพียูเพื่อทำงานตามคำสั่งด้วยกระบวนการนี้ทำให้การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถกระทำได้ภายใต้โปรแกรมภาษาเบสิก ส่งผลให้การใช้งานง่ายขึ้นอย่างมาก แต่ข้อด้อยของวิธีการนี้คือ ความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะลดลง

จุดนี้เองคือ จุดอ่อนของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก ดังนั้น ผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงพยายามหาวิธีการเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อทำงานด้วยภาษาเบสิกแล้วมีความเร็วสูงมากขึ้น ทางแก้ไขคือ เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความเร็วในการทำงานสูงมาก ๆ และเลือกใช้ไอซีหน่วยความจำที่ใช้เก็บหน่วยความจำโปรแกรมที่มีค่าเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (access time) ต่ำมาก ในปัจจุบันสามารถพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ใช้ได้กับสัญญาณของนาฬิกาความถี่สูง 50 MHz ขึ้นไปได้แล้ว ทำให้ความเร็วในการกระทำคำสั่งภาษาเบสิกสามารถกระทำได้สูงมากถึง 10,000 คำสั่งต่อวินาทีขึ้นไป ผนวกกับข้อดีของภาษาเบสิกในเรื่องของความง่ายและชุดคำสั่งที่ไม่ซับซ้อนทำให้ ณ วันนี้และอนาคต การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาเบสิก จึงได้รับความนิยมมากขึ้น และยังส่งผลให้ผู้ที่สนใจไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถก้าวเข้ามาทำการเรียนรู้ตลอดจนการประยุกต์ใช้งานได้ง่ายขึ้นและสะดวกขึ้น

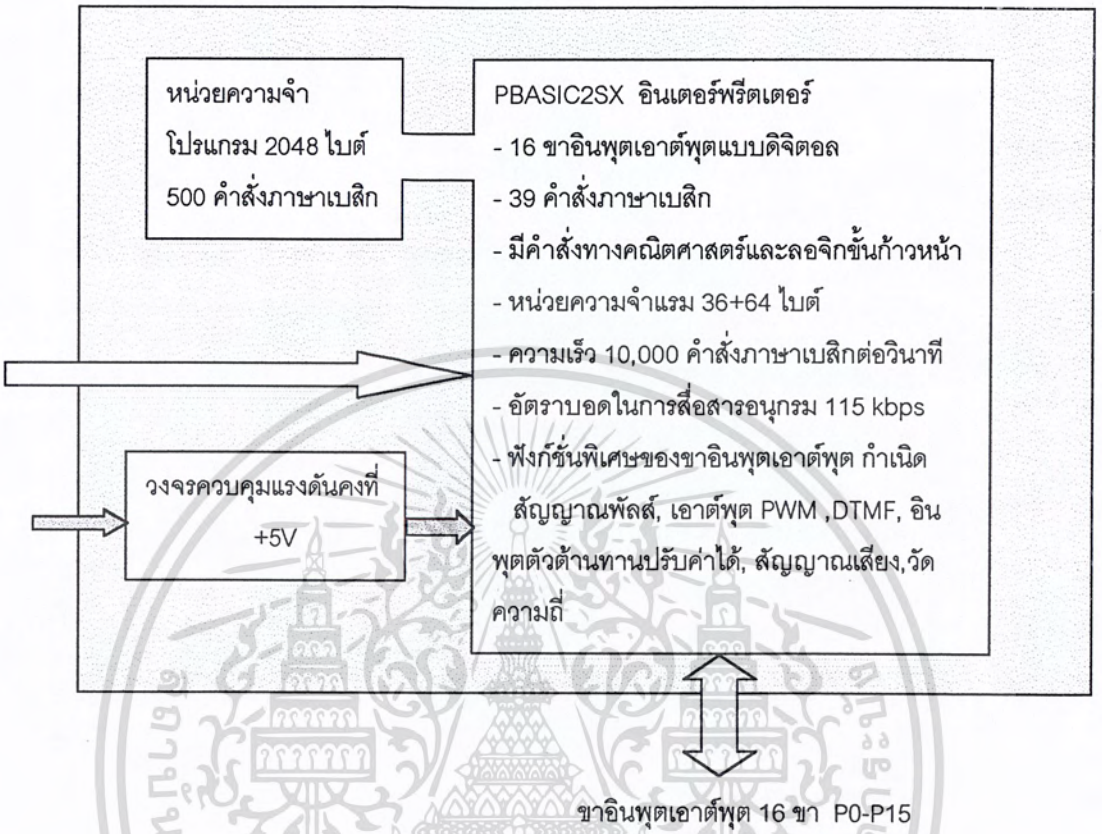
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 คุณสมบัติของเบสิกแสตมป์ 2SX

ในรูปที่ 3.8 เป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงคุณสมบัติหลัก ๆ ของ เบสิกแสตมป์ 2SX สามารถสรุปได้ดังนี้

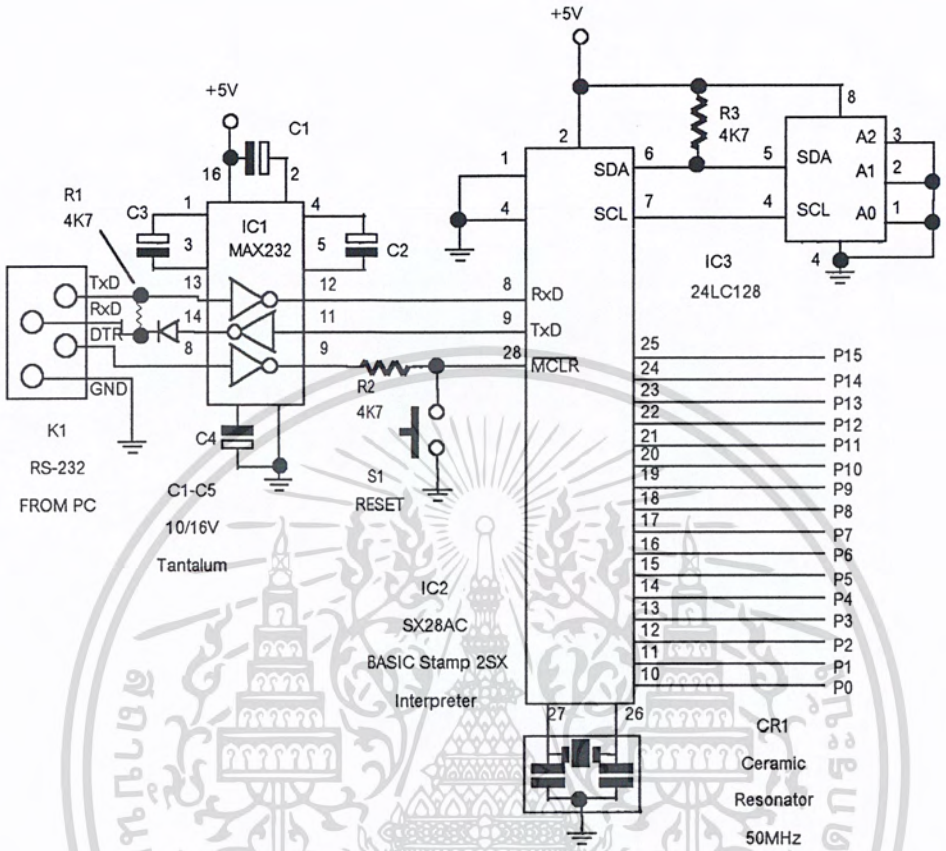
- มีจำนวนขาอินพุตเอาต์พุต 16 ขา (P0-P15) และขาสื่อสารอนุกรม 2 ขา (S_{IN} , S_{OUT})
- ชุดคำสั่ง PBASIC-2 39 คำสั่ง สามารถประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิกได้ดี
- หน่วยความจำโปรแกรม 16 กิโลไบต์ โดยแบ่งออกเป็น 8 ช่วง ช่วงละ 2 กิโลไบต์ สามารถบรรจุโปรแกรมที่แตกต่างกันได้มากถึง 8 โปรแกรม โดยจะให้ทำงานต่อเนื่องกันหรือแยกกันก็ได้
- สามารถเขียนและลบหน่วยความจำโปรแกรมได้ 100,000 รอบ เก็บข้อมูลได้นาน 10 ปี
- มีหน่วยความจำแรม 96 ไบต์ โดยแบ่งเป็นแรมภายใน 32 ไบต์ และหน่วยความจำแรมสแครตซ์แพด (scratch pad RAM) 64 ไบต์
- ความเร็วในการทำงานภาษา PBASIC-2 สูงถึง 10,000 คำสั่งต่อวินาที
- อัตราเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมสูงถึง 115 กิโลไบต์ต่อวินาที
- ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสามารถใช้ในการกำเนิดสัญญาณพัลส์, สัญญาณ DTMF, สัญญาณ PWM และสามารถใช้ในการวัดความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าได้โดยตรง
- ความสามารถในการจ่ายกระแสของขาพอร์ต 30 mA สำหรับกระแสซิงก์ และกระแสซอร์ส และทุกขาพอร์ตสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- ความสามารถในการจ่ายกระแสซอร์ส / ซิงก์สูงสุดต่อกลุ่ม 8 ขา (P0-7 และ P8-15) 60 mA / 60 mA
- สามารถขับ LED และเซอร์โวมอเตอร์ขนาดเล็กได้โดยตรง
- การโปรแกรมข้อมูลใช้การโปรแกรมในลักษณะอนุกรมผ่านทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์
- ความต้องการกระแสไฟฟ้า 65 mA ในขณะทำงานและ 200 uA เมื่ออยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (โหมดสลีป: Sleep mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

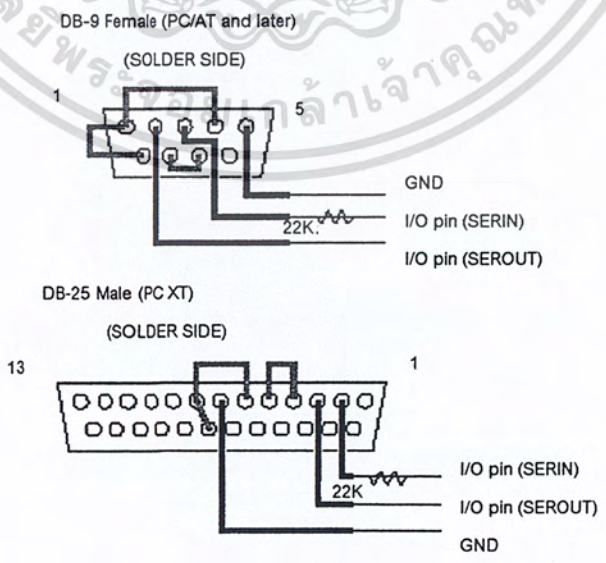


รูปที่ 3.8 แสดงไดอะแกรมเบื้องต้นของเบสิกแสตมป์ 2SX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงวงจรสมบูรณ์ของเบสิกแสตมป์ 2SX



รูปที่ 3.10 แสดงการเชื่อมต่อเบสิกแสตมป์ 2 กับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.9 เป็นวงจรสมบูรณ์ของ BS2SX-IC ของ Parallax Inc. แบ่งออกเป็น 4 ส่วน เริ่มจากตัวแปลภาษา PBASIC-2 สำหรับ BS2SX-IC ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ SX28AC โดยมีเซรามิกเรโซเนเตอร์ 50 MHz เป็นอุปกรณ์สำหรับกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะการทำงาน ทางด้านหน่วยความจำโปรแกรม IC2 ใช้ไอซีหน่วยความจำอีอีพรอมอนุกรมเบอร์ 24LC128 มีความจุ 16 กิโลไบต์ (16KB) สามารถบรรจุคำสั่งของ PBASIC-2 ที่ใช้ในการรันโปรแกรมชอง เบสิกแสตมป์ 2SX ได้ 4,000 คำสั่ง โดยแบ่งออกเป็น 8 ช่วง ช่วงละ 2 กิโลไบต์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะสามารถเรียกโปรแกรมเพื่อทำงานได้คราวละ 1 ช่วงหรือไม่เกิน 2 กิโลไบต์ แต่จะสามารถเรียกใช้งานโปรแกรมต่อเนื่องกันได้ การเก็บรักษาข้อมูลทำได้นาน 10 ปี และมีรอบของโปรแกรมใหม่ได้ 100,000 รอบ

ส่วนการโปรแกรมข้อมูล ยังคงใช้การโปรแกรมในลักษณะและอนุกรม ด้วยการติดต่อกับพอร์ตอนุกรมคอมพิวเตอร์ โดยต่อสายจากขา TxD , RxD , DTR และ กราวด์ของพอร์ตอนุกรมเข้าสู่ขา S_{IN} , S_{OUT} , ATN และกราวด์ของ เบสิกแสตมป์ 2SX นอกจากนั้นที่ ขา 6 และ 7 ของพอร์ตอนุกรมต้องต่อถึงกันด้วย เพื่อให้สามารถโปรแกรมข้อมูลบนเบสิกแสตมป์ 2SX ได้ตลอดเวลาอย่างอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 3.10

สัญญาณของพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป มีระดับแรงดันสูงกว่าระดับทีทีแอล กล่าวคือ มีแรงดันประมาณ $\pm$12 V สำหรับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และ $\pm$3 V ถึง $\pm$8V สำหรับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ดังนั้นจึงต้องมีวงจรแปลงระดับสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้เป็นระดับทีทีแอล (0-5V) เพื่อให้สามารถติดต่อกับ IC1 เบอร์ SX28AC ซึ่งก็คือเบสิกแสตมป์ 2SX อินเตอร์พรีตเตอร์ชิปได้

ขา S_{IN} เป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ เมื่อขาคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูล “1” มา จะทำให้ SIN เป็นลบ ทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่ทำงาน ทำให้ที่ขา RA2 ของ SX28AC (หรือ IC1) มีแรงดัน +5V เกิดเป็นลอจิก “1” ในทางตรงข้ามเมื่อคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูล “0” ขา SIN จะเป็นบวก ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานส่งผลให้ขา RA2 เสมือนต่อลงกราวด์ มีลอจิกเป็น “0”

ขา S_{OUT} ใช้สำหรับส่งข้อมูลจากเบสิกแสตมป์ 2SX ไปยังคอมพิวเตอร์ เมื่อ 2SX ส่งข้อมูล “1” ทรานซิสเตอร์ Q3 ไม่ทำงาน ที่ ขา SOUT จะได้รับแรงดันลบจากขา SIN ผ่านทางตัวต้านทาน 4.7k ทำให้ที่ขา SOUT มีระดับแรงดันเป็นลบ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะอ่านเป็นลาจิก “1” ทั้งนี้เนื่องจากในมาตราฐาน RS-232 แล้วลอจิก “1” คือระดับแรงดันตั้งแต่ –3 ถึง –12V ในขณะที่ลอจิก “0” คือระดับแรงดัน +3 ถึง +12V เมื่อเบสิกแสตมป์ 2SX ส่งข้อมูล “0” ทรานซิสเตอร์ Q3 ทำงาน ที่ขา SOUT จึงเกิดแรงดัน +5V ทำให้คอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลได้เป็น “0”

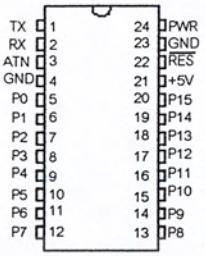
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเป็นเช่นนี้ในการติดต่อระหว่างเบสิกแสตมป์ 2SX กับคอมพิวเตอร์จะต้องสลับกันรับและส่งข้อมูลกล่าวคือ เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลมาเบสิกแสตมป์ 2SX ต้องทำหน้าที่รับข้อมูลอย่างเดียว ไม่สามารถที่จะส่งข้อมูลกลับไปยังคอมพิวเตอร์ในเวลาเดียวกันได้

ขา ATN ซึ่งต่อเข้ากับขา DTR (Data Terminal Ready) ใช้ในการแฮนด์เชก หรือตรวจสอบความพร้อมในการรับส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม จะมีลักษณะทำงานคล้ายกับขา SIN ถ้าหากคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูล “0” หรือทำให้ขา DTR มีแรงดันเป็น +12V ทรานซิสเตอร์ Q2 ทำงาน ทำให้ขาคอลเล็กเตอร์ของ Q2 เสมือนต่อลงกราวด์เท่ากับว่าขา $\overline{\text{MCLR}}$ ของ SX28AC ถูกต่อลงกราวด์ด้วย อันเป็นการสร้างสัญญาณรีเซตให้แก่ SX28AC ดังนั้นในขณะที่ทำการโปรแกรมข้อมูลลงบนเบสิกแสตมป์ 2SX ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการโปรแกรมจะส่งพัลส์มายังขา ATN เพื่อรีเซต IC1 แล้วตามด้วยการส่งข้อมูลมายังขา SIN เพื่อแจ้งให้ทราบว่า ต้องการเขียนโปรแกรมใหม่ลงบนเบสิกแสตมป์ 2SX แต่ถ้าหากซอฟต์แวร์ทำให้ขา ATN เป็น –12V หรือเป็นลอจิก “1” ก็จะหมายความว่าขณะนี้เบสิกแสตมป์ 2SX อยู่ในโหมดรัน นั้นคืออยู่ในโหมดทำงานปรกติ

ในรูปที่ 3.11 แสดงการจัดขาของ BS2SX-IC พร้อมทั้งรายละเอียดเบื้องต้นส่วนในรูปที่ 3.12 เป็นหน้าตาของ BS2SX-IC จะเห็นว่ามีขนาดเท่ากับไอซีตัวถัง DIL 24 ขา สามารถติดตั้งลงบนซ็อกเก็ตไอซี 24 ขาแบบธรรมดาได้ทันที สำหรับภาคจ่ายไฟและวงจรรีเซตมีการทำงานเหมือนกับ BS1 ทุกประการ

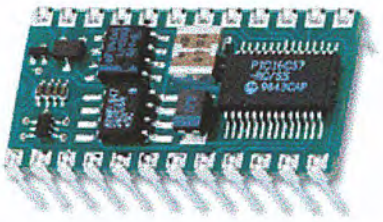
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Pin	Name	Description	Comments
1	TX	Serial output	Connect to pin 2 of PC serial DB9 (RX) *
2	RX	Serial input	Connect to pin 3 of PC serial DB9 (TX) *
3	ATN	Active-high reset	Connect to pin 4 of PC serial DB9 (DTR) *
4	GND	Serial Ground	Connect to pin 5 of PC serial DB9 (GND) *
5	P0	I/O pin 0	Each pin can source 20 ma and sink 25 ma.
6	P1	I/O pin 1	
7	P2	I/O pin 2	P0-P7 and P8-P15,as groups, can each
8	P3	I/O pin 3	source a total of 40 ma and sink 50 ma
9	P4	I/O pin 4	
10	P5	I/O pin5	
11	P6	I/O pin 6	
12	P7	I/O pin 7	
13	P8	I/O pin 8	
14	P9	I/O pin 9	
15	P10	I/O pin 10	
16	P11	I/O pin 11	
17	P12	I/O pin 12	
18	P13	I/O pin 13	
19	P14	I/O pin 14	
20	P15	I/O pin 15	
21	+5V **	+5V supply	5-volt input or regulated output
22	$\overline{\text{RES}}$	Active-low reset	Pull low to reset low during reset.
23	GND	System ground	
24	PWR **	Regulator input	Voltage regulator input ; takes 6-15 volts

รูปที่ 3.11 การจัดขาของเบสิกแสตมป์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 หน้าตาของเบสิกแสตมป์ 2

3.2.4 รายละเอียดชุดคำสั่งของ เบสิกแสตมป์ 2SX

มีทั้งสิ้น 39 คำสั่ง ซึ่งจะเหมือนกับชุดคำสั่งของเบสิกแสตมป์ 2 จำนวน 36 คำสั่ง แต่ในบางคำสั่งที่เหมือนกันมีอยู่ 11 คำสั่งที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านคาบเวลา ทั้งนี้เนื่องจากเบสิกแสตมป์ 2SX ใช้สัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่สูงขึ้น ทำให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น และมี 3 คำสั่งใหม่ที่เพิ่มเติมเข้ามาในตารางที่ 3 เป็นการสรุปชุดคำสั่งทั้งหมดของเบสิกแสตมป์ 2SX สำหรับรายละเอียดของคำสั่งใหม่ที่เพิ่มเติมของเบสิกแสตมป์ 2SX มีดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปชุดคำสั่งของเบสิกแสตมป์ 2SX

คำสั่ง	รายละเอียด
BRANCH	กระโดดไปยังตำแหน่งที่กำหนดตามค่าของตัวแปร การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
BUTTON	แก้การเบาซ์ของสวิตช์ การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
COUNT	นับจำนวนไซเกิลของสัญญาณอินพุต การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยพารามิเตอร์ period เป็นค่าตัวแปรหรือค่าคงที่ใช้ในการกำหนดช่วงเวลาของการนับ มีค่าตั้งแต่ 1-65,536 หน่วย จากเดิมเป็นมิลลิวินาที สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX จะมีหน่วยเป็น 0.4 มิลลิวินาที ดังตัวอย่าง COUNT 0,1000,I มิลลิวินาที ถ้าหากใช้ BS2-IC ช่วงเวลาที่ทำการนับจะเท่ากับ 1000มิลลิวินาที
DEBUG	แสดงค่าของตัวแปรผ่านทางคอมพิวเตอร์ การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
DTMFOUT	กำเนิดสัญญาณ DTMF การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยพารามิเตอร์ ontime และ offtime เป็นค่าตัวแปรหรือค่าคงที่ใช้ในการกำหนดช่วงเวลาการกำเนิดสัญญาณ DTMF มีค่าตั้งแต่ 0-65,536 หน่วยจากเดิมเป็นมิลลิวินาที สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX จะมีหน่วยเป็น 0.4 มิลลิวินาที
END	กำหนดให้ทำงานในโหมดสลีปเพื่อประหยัดพลังงาน การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
FOR..NEXT	กำหนดจำนวนรอบของการทำงานซ้ำ การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) สรุปชุดคำสั่งของเบสิกแสตมป์ 2SX

คำสั่ง	รายละเอียด
FREQOUT	กำเนิดสัญญาณไซน์ การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น • พารามิเตอร์ duration เป็นค่าตัวแปรหรือค่าคงที่ใช้ในการกำหนดช่วงเวลาของสัญญาณที่เกิดขึ้น มีค่าตั้งแต่ 1-65,536 หน่วยจากเดิมเป็นมิลลิวินาที สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX จะมีหน่วยเป็น 0.4 มิลลิวินาที • พารามิเตอร์ freq1 และ freq2 เป็นค่าตัวแปรหรือค่าคงที่ใช้ในการกำหนดความถี่ที่หนึ่งและที่สองมีค่าตั้งแต่ 1-32,767 หน่วยจากเดิมเป็นเฮิรตซ์ สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX จะมีหน่วยเป็น 2.5 เฮิรตซ์ นั่นคือ ทำให้สามารถกำเนิดความถี่ได้ตั้งแต่ 0-81.917kHa ตัวอย่าง: FREQOUT 0,10,1000 ด้วยคำสั่งนี้สามารถกำเนิดสัญญาณไซน์ออกทางขา P0 ในช่วงเวลา 4 มิลลิวินาที (10*0.4 มิลลิวินาที) ความถี่ 2.5kHz (1000*2.5Hz)
GET	คำสั่งใหม่สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX
GOSUB	กระโดดไปยังโปรแกรมย่อย การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
GOTO	กระโดดไปยังแอดเดรสใด ๆ การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
HIGH	ทำให้ขาเอาต์พุตเป็นลอจิก "1" การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
IF...THEN	เปรียบเทียบเงื่อนไขก่อนกระโดด การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
INPUT	กำหนดให้ขาพอร์ตทำงานเป็นอินพุต การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
LOOKDOWN	ค้นหาตัวเลขที่เหมือนกันแล้วเก็บค่าไว้ในตัวแปร การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
LOOKUP	เปิดตารางข้อมูล การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
LOW	ทำให้ขาเอาต์พุตเป็นลอจิก "0" การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
NAP	หยุดทำงานในช่วงสั้น ๆ การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
OUTPUT	กำหนดให้ขาพอร์ตทำงานเป็นเอาต์พุต การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
PAUSE	หน่วงเวลา การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
PULSIN	วัดสัญญาณพัลส์อินพุต การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยคาบเวลาสูงสุดที่จะส่งค่า 0 ไปยัง ResultVariable จากเดิมคือ 0.131 วินาที สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX จะมีค่าเท่ากับ0.0524 วินาที
PULOUT	ส่งสัญญาณพัลซ์ การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยพารามิเตอร์ Time เป็นค่าตัวแปรหรือค่าคงที่ใช้ในการกำหนดคาบเวลาของสัญญาณพัลซ์ มีค่าตั้งแต่ 0-65,535 จากเดิมเป็นค่าในหน่วย 2 ไมโครวินาที สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX จะเป็นหน่วย 0.8 ไมโครวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1(ต่อ) สรุปชุดคำสั่งของเบสิกแสตมป์ 2SX

คำสั่ง	รายละเอียด
PUT	คำสั่งใหม่สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX
PWM	สร้างสัญญาณ PWM การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยพารามิเตอร์ cycles เป็นค่าตัวแปรหรือค่าคงที่ ใช้ในการกำหนดค่าคาบเวลาโดยประมาณของสัญญาณ PWM
RANDOM	จำลองการสุ่มตัวเลข การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
RCTIME	นับคาบเวลาในวงจร RC การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยพารามิเตอร์ ResultVariable เป็นค่าตัวแปรสำหรับเก็บค่าคาบเวลา จากเดิมคิดในหน่วย 2ไมโครวินาที สำหรับเบสิกแสตมป์ 2SX จะคิดที่หน่วย 0.8 ไมโครวินาที
READ	อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำอีอีพรอม การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
RETURN	กระโดดออกจากโปรแกรมย่อย การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
REVERSE	เปลี่ยนการทำงานของขาพอร์ตเป็นตรงกันข้าม การทำงานของคำสั่งนี้เหมือนกับ BS2-IC
RUN	คำสั่งใหม่สำหรับเบสิกแสตป์ 2SX
SERIN	รับข้อมูลอนุกรม การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยย่านของอัตราบอดที่สามารถรับข้อมูลได้มีค่าอยู่ระหว่าง 304.5-115,200 บิตต่อวินาที ดังนั้นสามารถคำนวณค่าเวลาของแต่ละบิตได้จาก (ค่าจำนวนเต็มของ 2,500,000/อัตราบอด
SEROUT	ส่งข้อมูลอนุกรม การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยย่านของอัตราบอดที่สามารถรับข้อมูลได้อยู่ระหว่าง 304.5-115,200 บิตต่อวินาที ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่าเวลาของแต่ละบิตได้จาก (ค่าจำนวนเต็มของ 2,500,000/อัตราบอด)-20 ค่าไทม์เอาต์พิจารณาที่หน่วย 0.4 มิลลิวินาที
SHIFTIN	อ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยในเบสิกแสตมป์ 2SX ทำการถ่ายทอดข้อมูลในอัตราความถี่ 42 kHz
SHIFOUT	ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส การทำงานของคำสั่งนี้แตกต่างจากกับ BS2-IC ในเรื่องของคาบเวลาเท่านั้น โดยในเบสิกแสตมป์ 2SX ทำการถ่ายทอดข้อมูลในอัตราความถี่ 42 kHz
SLEEP	กำหนดให้หยุดทำงานชั่วคราวเพื่อประหยัดพลังงาน การทำงานของคำสั่งเหมือนกับ BS2-IC
STOP	หยุดการทำงานของโปรแกรม การทำงานของคำสั่งเหมือนกับ BS2-IC
TOGGLE	ทำให้เอาต์พุตกลับสถานะลอจิก การทำงานของคำสั่งเหมือนกับ BS2-IC
WRITE	เขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำอีอีพรอม การทำงานของคำสั่งเหมือนกับ BS2-IC
XOUT	ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ในมาตรฐาน X-10 การทำงานของคำสั่งเหมือนกับ BS2-IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUT

รูปแบบการใช้งานคำสั่ง

PUT location, value

เป็นคำสั่งสำหรับนำข้อมูลหรือค่าคงที่แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำสแครตซ์แพดแรม (scratchpad RAM)

location เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ที่ต้องการเก็บไว้ในหน่วยความจำสแครตซ์แพดแรมภายในเบสิกแสตมป์ 2SX มีค่าตั้งแต่ 0-62

value เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ที่ต้องการเก็บไว้ในหน่วยความจำสแครตซ์แพดแรม

คำสั่งนี้จะเรียกใช้เมื่อต้องการเก็บค่าข้อมูลหรือตัวแปรไว้ในหน่วยความจำสแครตซ์แพดแรม ในกรณีที่หน่วยความจำแรมปกติไม่เพียงพอ หรือใช้ในกรณีที่ต้องการรักษาข้อมูลของตัวแปรไว้ก่อนที่จะกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมอื่น ๆ เนื่องจากเบสิกแสตมป์ 2SX สามารถทำงานกับโปรแกรมได้มากถึง 8 โปรแกรม ในการกระโดดไปทำงานยังโปรแกรมอื่น ๆ มีความจำเป็นต้องรักษาข้อมูลของตัวแปรเดิมก่อนที่จะเริ่มทำงานโปรแกรมใหม่ โดยคำสั่งนี้จะกระทำกับข้อมูลในระดับไบต์เท่านั้น คำสั่งมีลักษณะคล้ายกับคำสั่ง PUSH ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น ๆ การเรียกหรืออ่านข้อมูล ออกจากหน่วยความจำสแครตซ์แพดแรมต้องใช้คำสั่ง GET ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

จำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำสแครตซ์แพดที่สามารถใช้คำสั่ง PUT เพื่อเก็บค่านั้นมีทั้งสิ้น 63 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 0-62 แต่ถ้าเป็นการอ่านค่าออกมาด้วยคำสั่ง GET จะสามารถทำได้ทั้ง 64 ตำแหน่งหรือ 64 ไบต์ เนื่องจากในไบต์สุดท้ายเป็นตำแหน่งสำหรับเก็บเลขหมายโปรแกรมซึ่งใช้ในการตรวจสอบว่าขณะนี้เบสิกแสตมป์ทำงานอยู่ที่โปรแกรมใดระหว่างโปรแกรม 0-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GET

รูปแบบการใช้งานคำสั่ง

GET location, variable

เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยคววามจำสแครตซ์แพดแรมไปเก็บไว้ในตัวแปรที่กำหนด

location เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำสแครตซ์แพดแรมภายในเบสิกแสตมป์ 2SX มีค่าตั้งแต่ 0-63

variable เป็นตัวแปรที่ต้องการเก็บข้อมูล

คำสั่งนี้จะเรียกใช้เมื่อต้องการอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำสแครตซ์แพดแรม หลังจากที่มีการเก็บลงไปด้วยคำสั่ง PUT โดยคำสั่งนี้จะกระทำกับข้อมูลในระดับไบต์เท่านั้น จำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำสแครตซ์แพด ที่สามารถใช้คำสั่ง GET เพื่ออ่านค่านั้นมีทั้งสิ้น 64 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 0-63 โดยใน 63 ตำแหน่งแรก (ตั้งแต่ 0-62) จะเป็นข้อมูลใด ๆ ส่วนในตำแหน่งสุดท้ายข้อมูลที่อ่านได้เป็นข้อมูลเลขหมายโปรแกรม ซึ่งใช้ในการตรวจสอบว่าขณะนี้เบสิกสแตมป์ทำงานอยู่ที่โปรแกรมใดระหว่างโปรแกรม 0-7 คำสั่งนี้มีลักษณะการทำงานคล้ายกับคำสั่ง POP ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RUN

รูปแบบคำสั่ง

RUN program

เป็นคำสั่งให้เบสิกแสตมป์ 2SX ไปทำงานยังโปรแกรมที่กำหนด

program เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่สำหรับกำหนดตำแหน่งของโปรแกรมที่ต้องการให้เบสิกแสตมป์ 2SX ทำงาน มีค่าตั้งแต่ 0-7

เนื่องจากหน่วยความจำอีอีพรอมที่ใช้เป็นหน่วยความจำโปรแกรมของเบสิกสแตมป์ 2SX และบอร์ด BSX-2 มีขนาด 16 กิโลไบต์ เบสิกแสตมป์ 2SX อินเตอร์พรีตเตอร์จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำได้ไม่เกิน 2 กิโลไบต์ ดังนั้นในการทำงานกับโปรแกรมขนาด 16 กิโลไบต์จึงจำเป็นต้องแยกโปรแกรมออกเป็น 8 โปรแกรม คือโปรแกรม 0-7 โดยในแต่ละครั้งที่เบสิกแสตมป์ 2SX อินเตอร์พรีตเตอร์กระโดดไปทำงานยังโปรแกรมใด ที่หน่วยความจำสแครตซ์แพดแรมตำแหน่ง 64 ก็จะเก็บค่าเลขหมายโปรแกรมที่เบสิกแสตมป์ 2SX ทำงานอยู่ไปพร้อมกันด้วย

เมื่อใช้คำสั่ง RUN เบสิกแสตมป์ 2SX จะทำงานตามที่เลขหมายโปรแกรมนั้นกำหนดและคงอยู่ที่โปรแกรมนั้นจนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงด้วยคำสั่ง RUN แล้วตามด้วยเลขหมายโปรแกรมใหม่

การใช้คำสั่ง RUN เพื่อเปลี่ยนแปลงตำแหน่งในการทำงานของเบสิกแสตมป์ 2SX ต้องระมัดระวังในเรื่องการทำงานของพอร์ตด้วย อาทิ ในโปรแกรม 0 กำหนดให้ขา P0 เป็นเอาต์พุต แต่ในโปรแกรม 1 กำหนดให้ขา P0 เป็นอินพุต หากสั่งให้รันต่อเนื่องกันไป จะทำให้ขาพอร์ต P0 ได้รับความเสียหายได้ เมื่อเป็นเช่นนั้น จึงควรจัดสรรหน้าที่ของขาพอร์ตในแต่ละโปรแกรมให้สอดคล้องไปในทางเดียวกันด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การใช้งานโปรแกรมเบสิกแสตมป์เอดิเตอร์

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเบสิกแสตมป์ 2 นั้นจะใช้ภาษาเบสิกที่เรียกว่า พีเบสิก (PBASIC) โดยผ่านโปรแกรมที่ชื่อว่า เบสิกแสตมป์เอดิเตอร์ (BASIC Stamp Editor) โปรแกรมนี้จะถูกใช้ในการติดต่อคอมพิวเตอร์กับเบสิกแสตมป์ 2 ผ่านทางพอร์ตอนุกรม ใช้ในการเขียนและแก้ไขโปรแกรมภาษาเบสิกหรือทำหน้าเป็นเอดิเตอร์นั่นเอง โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบการเขียนโปรแกรมในทุกบรรทัดว่าผิดพลาดหรือไม่ และใช้ในการโหลดหรือเขียนโปรแกรมลงบนตัวเบสิกแสตมป์เพื่อทำการรัน อาจกล่าวได้ว่าโปรแกรมเบสิกแสตมป์เอดิเตอร์เพียงตัวเดียวทำงานได้ครบวงจรเช่นกัน โดยไม่ต้องใช้โปรแกรมในการพัฒนาหลายตัว เหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่นๆ ทำให้การเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสตมป์ง่าย และมีขั้นตอนน้อยที่สุด

สำหรับโปรแกรมเบสิกแสตมป์เอดิเตอร์ที่ใช้ร่วมกับบอร์ด BSX-2 มีด้วยกัน 2 รุ่น คือ รุ่นรันบนวินโดวส์ จะเป็นโปรแกรมเบสิกแสตมป์เอดิเตอร์ V 10091 beta และรุ่นรันบนดอส stamp2sx.exe V 1.0

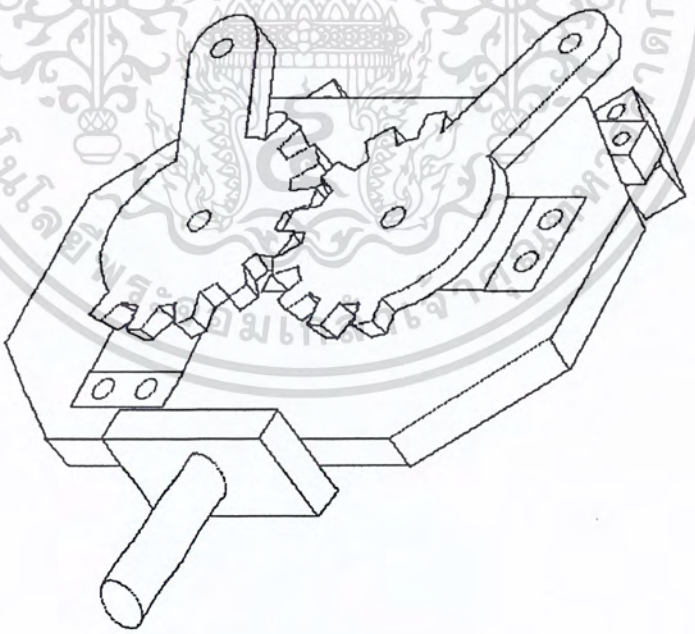
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การควบคุมและผลการทดลอง

4.1 หลักการควบคุม

ในการควบคุมตัวเซอร์โวมอเตอร์สามารถทำได้ โดยการป้อนสัญญาณความถี่พัลซ์บวก ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาสร้างสัญญาณความถี่พัลซ์บวกขึ้นมาควบคุมเซอร์โวมอเตอร์แต่ตัวจะมีสัญญาณความถี่พัลซ์ไม่เหมือนกัน เพื่อให้หมุนไปตามตำแหน่งแต่ละตัวที่ต้องการ ในแต่ละตัวจะต้องสร้างสัญญาณความถี่พัลซ์ป้อนให้กับเซอร์โวมอเตอร์ตลอดเวลา เพื่อช่วยให้รักษาระดับตำแหน่งแกนของเซอร์โวมอเตอร์ไว้ถึงจะมีแรงกดทับแกนของเซอร์โวมอเตอร์ไว้จากน้ำหนักของตัวหุ่นยนต์ก็ตาม แต่ต้องดูที่กำลังแรงบิดของเซอร์โวมอเตอร์ตัวนั้นด้วย

จากบทที่ 2 ที่กล่าวมาโครงสร้างของส่วน Hardware ที่หุ่นยนต์ได้สร้างพร้อมกับประกอบกับเซอร์โวมอเตอร์ไว้จะมีส่วนขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวดังรูป 4.1



รูปที่ 4.1แสดงส่วนขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว

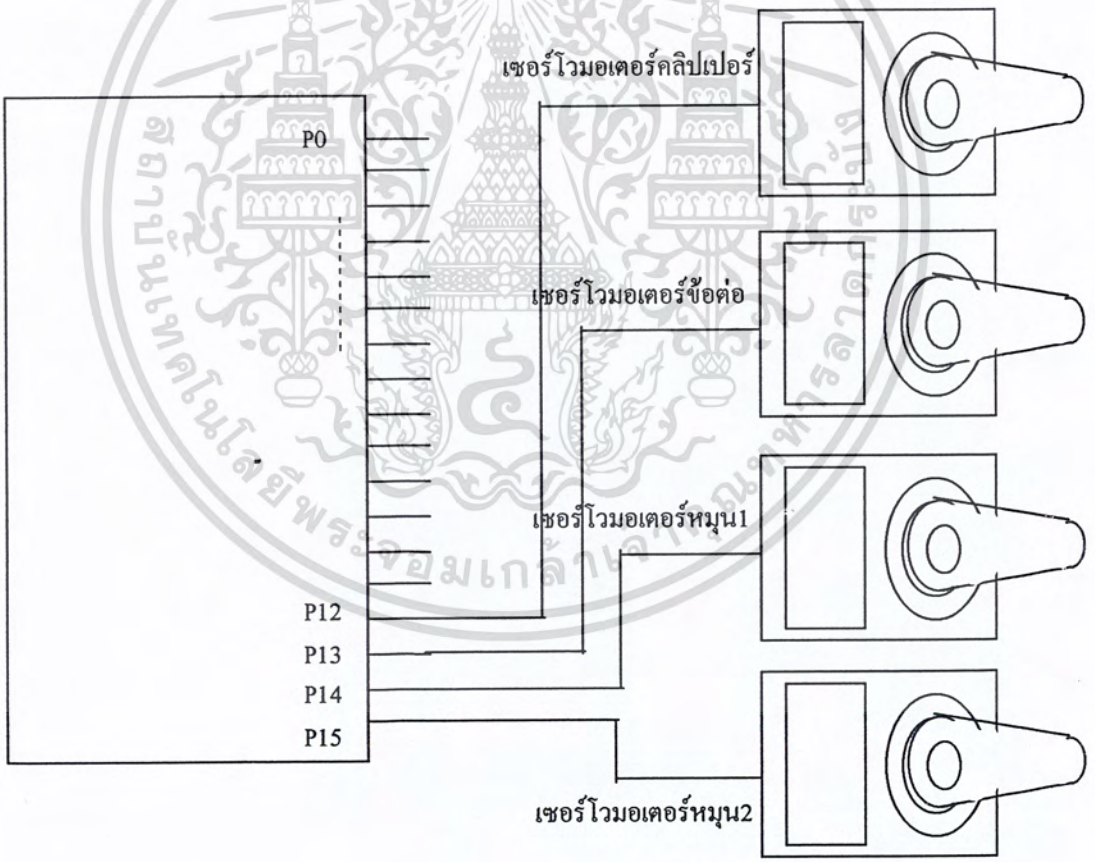
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งข้างซ้ายและข้างขวาของตัวหุ่นยนต์จะวางในตำแหน่งตรงกันข้ามทั้งสองด้าน และจะมีการป้อนสัญญาณความถี่พัลซ์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์หมุน 1 ข้างซ้ายและเซอร์โวมอเตอร์หมุน 2 ข้างขวาทั้งสองข้างไม่เท่ากัน

4.1.1 การเชื่อมต่อ

4.1.1.1 การเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสตมป์ต่อเชื่อมกับเซอร์โวมอเตอร์ โดยใช้สัญญาณพัลซ์หรือสัญญาณควบคุมเพียง 1 บิทต่อเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว แต่เราจะใช้ในการต่อเชื่อมเซอร์โวมอเตอร์ทั้งหมด 4 ตัว ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทที่ 12 เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์คลิปเปอร์

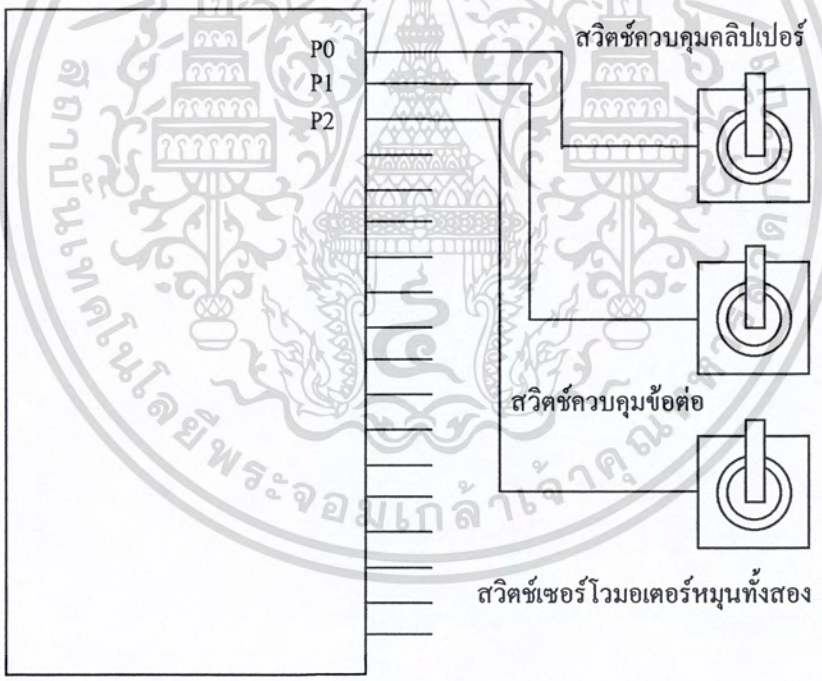
บิทที่ 13 เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ข้อต่อ

บิทที่ 14 เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์หมุน 1

บิทที่ 15 เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์หมุน 2

4.1.1.2 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสวิตซ์

ในการควบคุมจะใช้สวิตช์เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เราจะใช้สวิตช์เป็นสวิตช์ 3 ทาง ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว การเชื่อมต่อโดยให้พอร์ตเอาต์พุต 1 บิทต่อสวิตช์สามทาง 1 ตัว



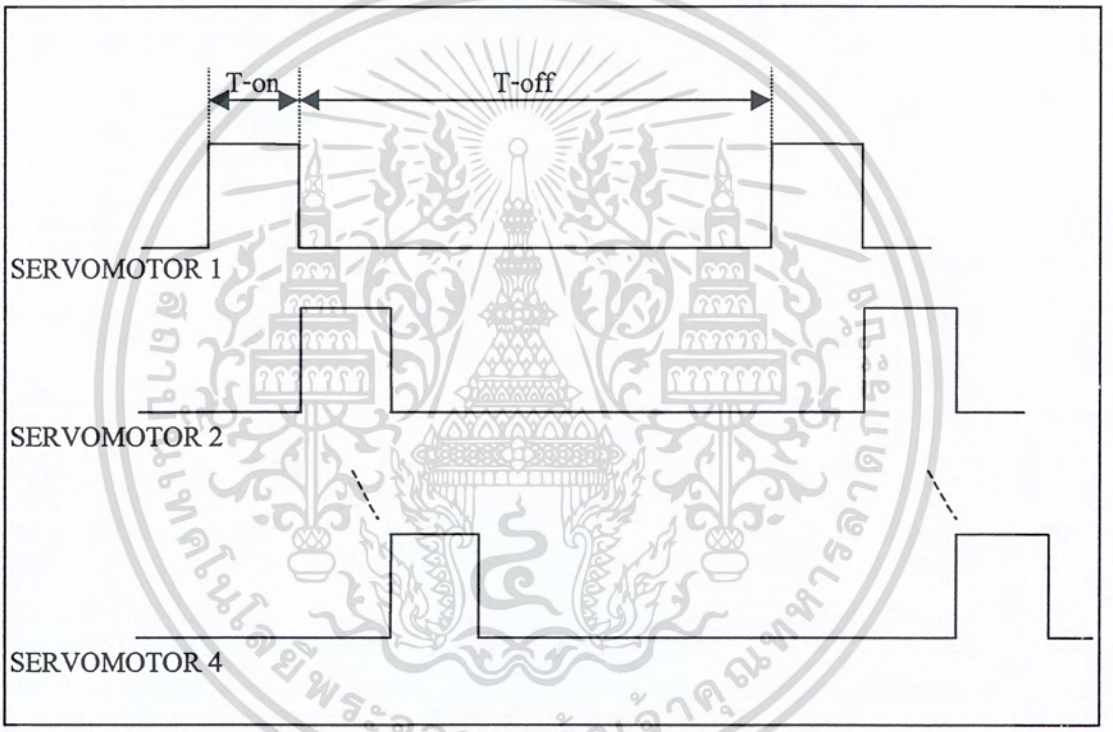
รูปที่ 4.3 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1.2.1 การจัดลำดับสัญญาณพัลซ์

การจัดลำดับสัญญาณความถี่พัลซ์ให้เซอร์โวมอเตอร์ ในกรณีสัญญาณความถี่พัลซ์มีความถี่ต่างกันป้อนให้กับเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวพร้อมกันทุกตัว โดยอาศัยจังหวะช่วงสัญญาณความถี่พัลซ์ช่วงบวก T-on ของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวมาแทนในช่วงเวลา T-off (ซึ่งไม่ใช้ช่วงพัลซ์บวกและพัลซ์ลบ)



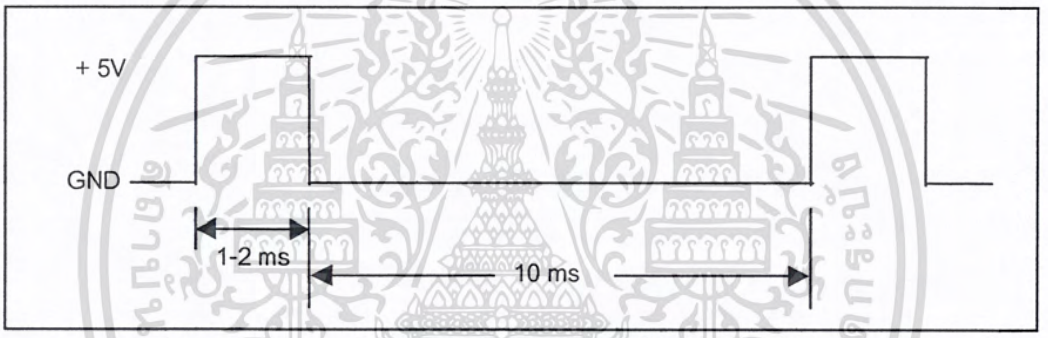
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของสัญญาณที่ควบคุมเซอร์โว

หลังจากการทำงานจะมีการวนลูป ต้องมีการประมวลผลการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์หมุนทั้งหมดเพื่อให้ได้ตำแหน่งแต่ละตำแหน่งตามต้องการ แล้วกลับวนมาสร้างสัญญาณความถี่พัลซ์ให้เซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวอีกครั้งต่อไป จะได้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแต่ละตำแหน่งของแกนเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 การสร้างสัญญาณพัลซ์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยมีหลักการสร้างสัญญาณความถี่พัลซ์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสตมป์ 2SX สำหรับการนำเบสิกแสตมป์ 2SX ไปควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์สามารถทำได้ง่ายมาก เพียงต่อขาพอร์ตของเบสิกแสตมป์ 2SX เข้ากับสายรับสัญญาณพัลซ์ของเซอร์โวมอเตอร์ แล้วเขียนโปรแกรม คำสั่งที่ใช้ในการส่งพัลซ์เพื่อควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ คือ PULSOUT โดยสัญญาณความถี่พัลซ์ที่เกิดขึ้นจากคำสั่งนี้จะมีความกว้างในหน่วย 0.8 ไมโครวินาที (สำหรับสัญญาณความถี่พัลซ์ที่ใช้ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์มีคาบเวลารวมประมาณ 12 มิลลิวินาที ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3)



รูปที่ 4.5 ไดอะแกรมเวลาของสัญญาณพัลซ์ที่ใช้สำหรับขับเซอร์โว

ตัวอย่างโปรแกรมเช่น

```
X VAR          WORD
OUTPUT  0
HERE :
        FOR  X = 1 TO 100
                PULSOUT 0,1250
                PAUSE  10
        NEXT
        PAUSE  100
        FOR  X = 1 TO 100
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

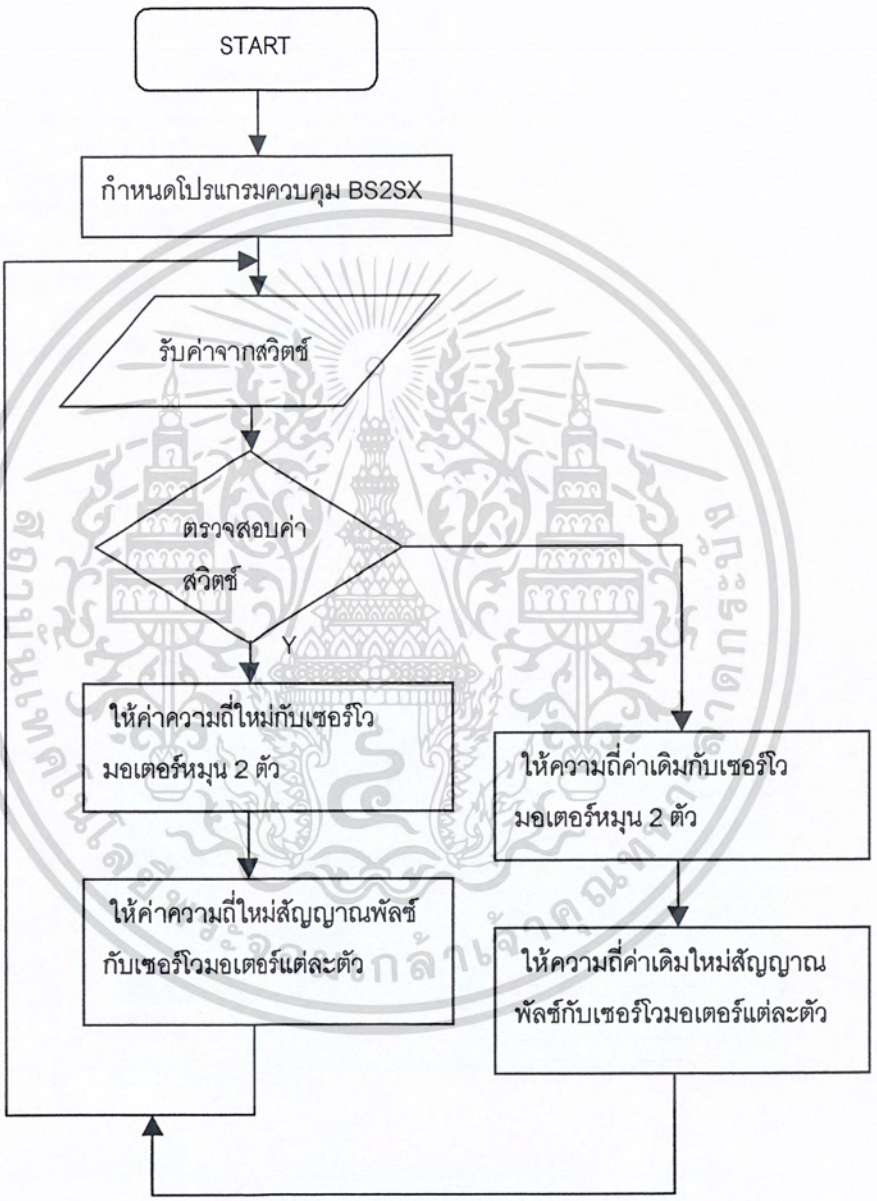
```
        PULSOUT 0,2500
End
        PAUSE 10
    NEXT
    PAUSE 100
    GOTO HERE
```

ในโปรแกรมนี้จะทำการสร้างขบวนของสัญญาณพัลซ์จำนวน 100 ลูกสำหรับขับเซอร์โวมอเตอร์ไปทางซ้าย และอีก 100 ลูกสำหรับขับไปทางขวา โดยในการขับไปทางซ้ายจะให้สัญญาณพัลซ์ช่วงบวกที่มีความเวลา 1 มิลลิวินาที ซึ่งในโปรแกรมใช้ข้อมูล 1250 มีหน่วยเป็น 0.8 ไมโครวินาที (คำสั่ง PULSOUT 0 , 1250) ส่วน 0 คือบิทเอ้าพุทที่ 0 เมื่อนำมาคูณกันจึงได้ค่าเวลาเท่ากับ 1 มิลลิวินาที ส่วนข้อมูลสำหรับสร้างสัญญาณความถี่พัลซ์ขับเซอร์โวมอเตอร์ไปทางขวาเท่ากับ 2500 ในหน่วยของ 0.8 ไมโครวินาที จึงสามารถสร้างสัญญาณพัลซ์ที่มีค่าเวลาเท่ากับ 2 มิลลิวินาที (2500 x 0.8 x 10)

จากตัวอย่างนี้เรานำมาเขียนโปรแกรมและ Flowchart เพื่อใช้ในการควบคุมส่วนHardware ของหุ่นยนต์แขน ซึ่งการสร้างสัญญาณความถี่พัลซ์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ดูใน Flowchart ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART



รูปที่ 4.6 แสดง Flowchart 1 การควบคุมโปรแกรม

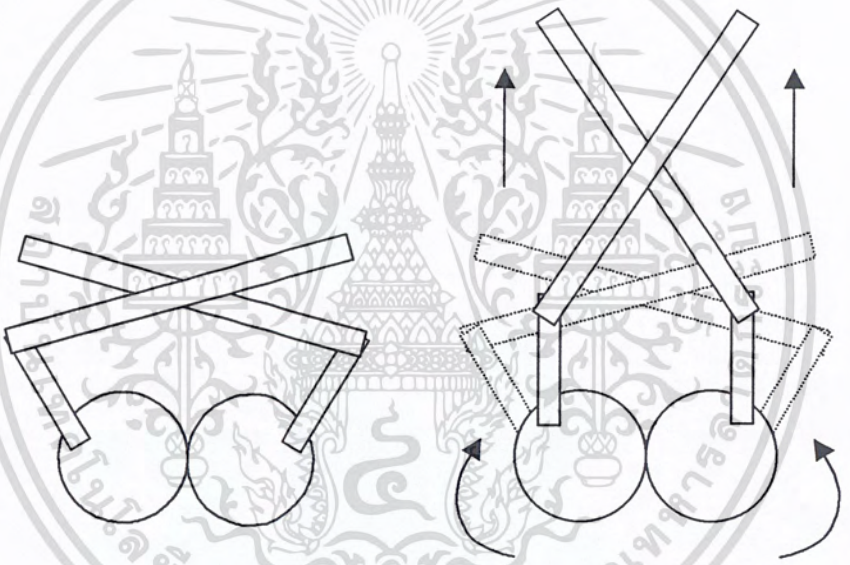
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์

ในการทดลองจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสตมป์มาควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ โดยทำการเขียนโปรแกรมป้อนคำสั่งเข้าไปยังบอร์ดเบสิกแสตมป์

4.2.1 การทดลองการเคลื่อนที่ของส่วนแขนยืดหด

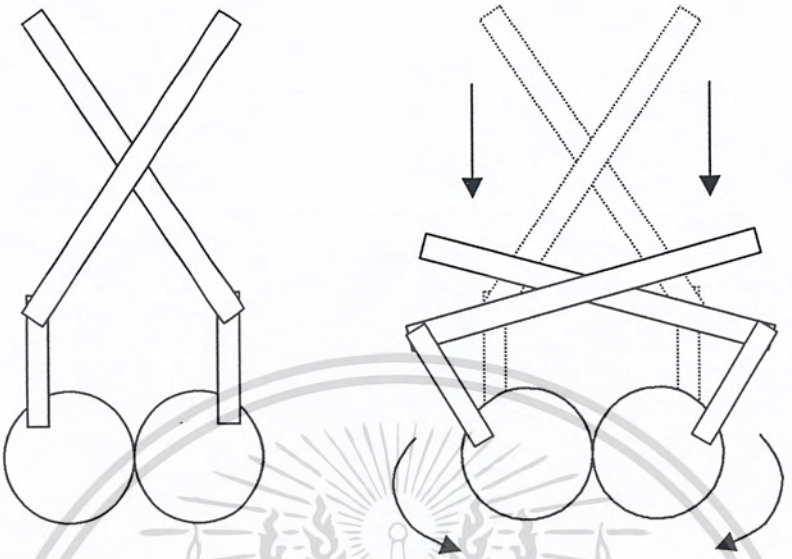
เป็นการขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์ให้ยืดหดของหุ่นยนต์แขน การยืดแขนออกไปจะต้องหมุนเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองตัว แต่จะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม ดังรูป 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงการยืดของหุ่นยนต์แขน

จากผลการทดลองหุ่นยนต์แขนมีการยื่นอย่างรวดเร็วเกินไปจึงต้องมีการหน่วงเวลาในการยืดแขนออกไปอีก หลังจากนั้นจะต้องมีการหดเข้าไปอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



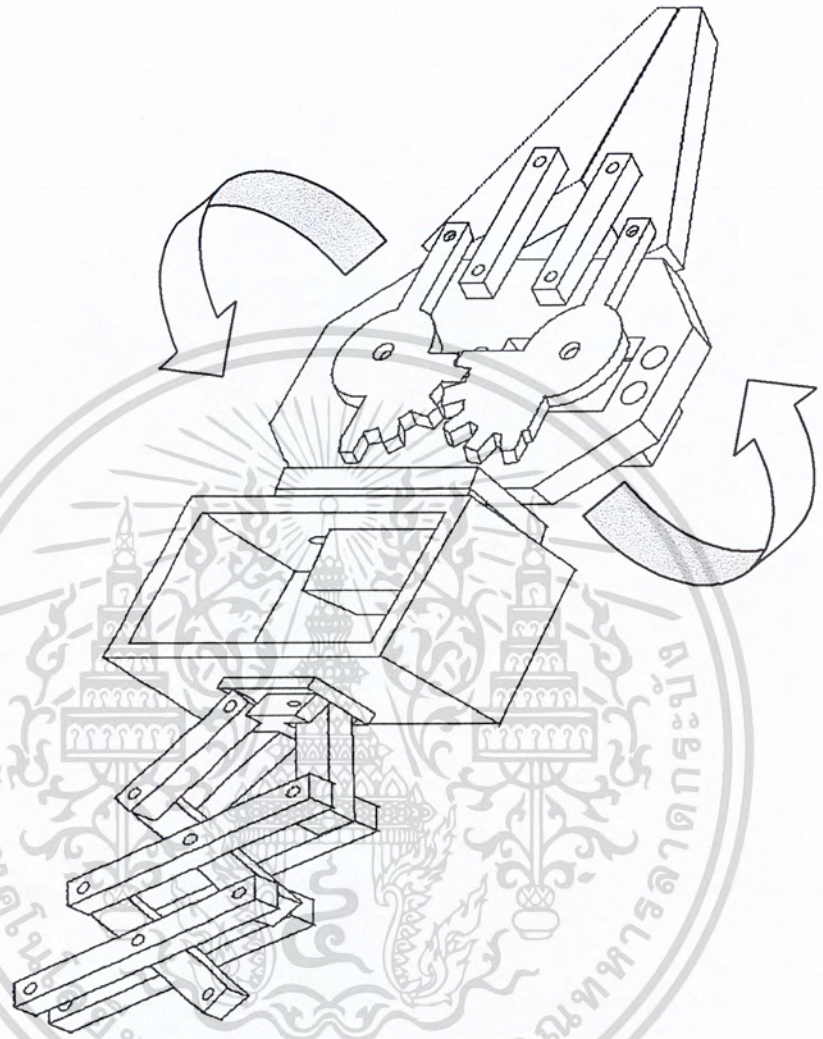
รูปที่ 4.8 แสดงการหดของหุ่นยนต์แขน

หลังจากหดแขนหุ่นยนต์แล้วมีการเคลื่อนที่เร็วเกินไปเช่นเดิม จึงต้องมีการหน่วงเวลาในการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ ในการขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์จะขับเคลื่อนพร้อมกันทั้ง 2 ตัว ซึ่งยากในการเขียนโปรแกรมก็คือต้องมีการขับเคลื่อนพร้อมกันและมีการหมุนในแต่ละตำแหน่งที่สมดุลย์กัน

4.2.2 การทดลองการเคลื่อนที่ของส่วนจุดหมุนของข้อต่อ

ในส่วนนี้อยู่ระหว่างส่วนของแขนยึดหดกับส่วนของคลิปเปอร์จะมีการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัวที่มีขนาด 3 กิโลกรัม ให้มีการหมุนรอบข้อต่อแขน แต่จะหมุนได้ไม่เกิน 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

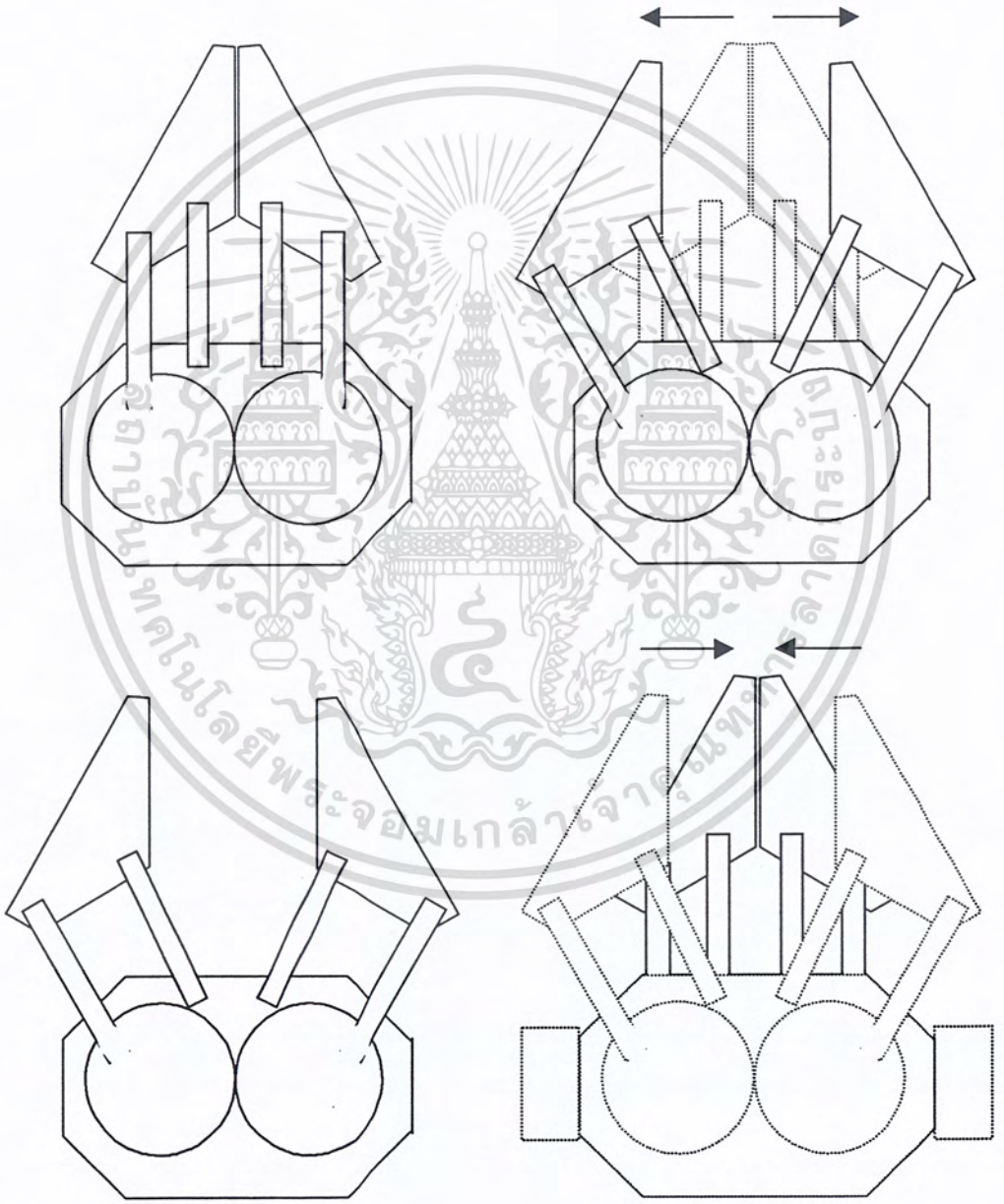


รูปที่ 4.9 แสดงการหมุนของข้อต่อหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลองการเคลื่อนที่ของส่วนคลิปเปอร์

ส่วนนี้มีการเคลื่อนที่ในการจับสิ่งของและการปล่อยของด้วยการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ตัวเดียว จะขับเคลื่อนให้หมุนไปมา ซึ่งมีการอ้างของส่วนคลิปเปอร์และหุบเข้า จะใช้เซอร์โวมอเตอร์ 5 กิโลกรัมควบคุมทิศทาง



รูปที่ 4.10 แสดงการทำงานของคลิปเปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปโครงงาน ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปโครงงาน

หุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลนำมาสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก ช่วยในการถือสิ่งของต่าง ๆ ควบคุมการทำงานโดยเบสิกแสตมป์ ในส่วนของโปรแกรม ซึ่งเบสิกแสตมป์ใช้เป็นตัวป้อนพัลซ์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ จะเกิดการขับเคลื่อนแกนให้ไปอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ในโครงสร้างนี้จะมีส่วนยืดหดของหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลต้องใช้เซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวในการขับเคลื่อน เพราะต้องการใช้แรงในการขับเคลื่อนสูง หุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลมีความยาวแขนปรกติ 41.5 เซนติเมตร สามารถยื่นได้ในระยะความยาวของแขนกลสูงสุด 51.5 เซนติเมตร

ส่วนของข้อต่อของหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลที่เป็นส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ที่จุดคลิปเปอร์ มีความสามารถในการหมุนได้ 180 องศา ในส่วนของขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ที่จุดคลิปเปอร์ที่คลิปเปอร์จะกางออกได้สูงสุด 4 เซนติเมตร ส่วนวัสดุที่ต้องใช้จับถือได้ ต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 400 กรัม ความกว้างของวัสดุควรกว้างไม่เกิน 4 เซนติเมตร น้ำหนักโดยรวมทั้งหมดของหุ่นยนต์ 1.5 กิโลกรัม

หุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลนี้จะทำงานได้โดยมนุษย์เป็นผู้บังคับ มีการควบคุมด้วยสวิตช์ทั้งหมด 3 สวิตช์ ได้แก่

1. สวิตช์ควบคุมการยื่นหดของหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล
2. สวิตช์ควบคุมการหมุนของข้อต่อของหุ่นยนต์แขนกับในส่วนที่เป็นคลิปเปอร์
3. สวิตช์ควบคุมการกางออกหรือหุบเข้าเพื่อจับสิ่งของที่ต้องการ

พลังงานที่ใช้จะแบ่งเป็นสองส่วนคือ

- ส่วนที่เป็นบอร์ดเบสิกแสตมป์ จะใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง DC +5 โวล์ทและต้องการกระแส 65 มิลลิแอมป์
- ส่วนที่เป็นใช้ไฟเลี้ยงให้กับเซอร์โวมอเตอร์จะใช้ไฟกระแสตรง 4.8-6 โวล์ท ต้องการกระแส 3 แอมป์

ซึ่งเราอาจจะใช้ไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ หรือ ไฟจากบ้านก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาในการทำโครงงาน

5.2.1 ปัญหาในการสร้างโครงงาน

- ในการออกแบบหุ่นยนต์และขั้นตอนการทำค่อนข้างยาก จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ใช้เวลานานพอสมควร
- ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างเสมอและพัฒนาตลอด
- ขาดความรู้ทางด้านเครื่องกลจึงไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ได้
- การหาวัสดุที่นำมาสร้างหุ่นยนต์หายาก และใช้เวลาในการสั่งซื้อของนาน
- ใช้งบประมาณในการทำค่อนข้างสูง
- ขาดเครื่องมืออุปกรณ์บางชนิด

5.2.2 ปัญหาในการควบคุม

- ต้องการใช้กระแสไฟเลี้ยงสูงมากในการขับเซอร์โวมอเตอร์
- การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะทำงานได้ไม่เต็ม 100 เปอร์เซ็น เพราะเกิดจากปัญหาทางด้านแมคคานิกส์
- หุ่นยนต์สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 400 กรัม
- การบิดให้หุ่นยนต์ยกขึ้นได้ไม่เกิน 30 องศา
- การยื่นออกของหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลได้ไม่เกิน 10 เซนติเมตร
- การใช้งานควรอยู่ในแบบที่ตั้งออกแบบไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์แขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคลให้มีประสิทธิภาพขึ้น ควรมีลักษณะดังนี้

- ออกแบบให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ให้ลดน้ำหนักลงเพื่อจะได้ประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อนของเซอร์โวมอเตอร์
- วงจรลดขนาดเล็กลงจะได้พกพาไปไหนได้สะดวก
- พัฒนาโปรแกรมให้มีการควบคุมตำแหน่งชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. โยธิน เปรมปราณีรัชต์ , ระบบเซอร์โวและอิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลมอเตอร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2533

2. กฤษดา ใจเย็น และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างง่ายกับเบสิกแสตมป์ 2 (Easy learning microcontroller with BASIC Stamp 2) , บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sv3k  var word
Sv5k  var word
Sv7k1 var word
Sv7k2 var word

Sv3k  = 550
Sv5k  = 550
Sv7k1 = 930
Sv7k2 = 750

LP3:
pulsout 12,Sv3k
pulsout 13,Sv5k
pulsout 14,Sv7k1
pulsout 15,Sv7k2
pause 10
debug ? Sv7k2

IF IN0 < > 1 or Sv5k > = 900 THEN LP
        Sv5k = Sv5k + 50
LP:
IF IN1 < > 1 or Sv5k < = 550 THEN LP2
        Sv5k = Sv5k - 50
LP2:
IF IN2 < > 1 or Sv3k > = 900 THEN LP4
        Sv3k = Sv3k + 50
LP4:
IF IN3<>1 or Sv3k<=550 THEN LP5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

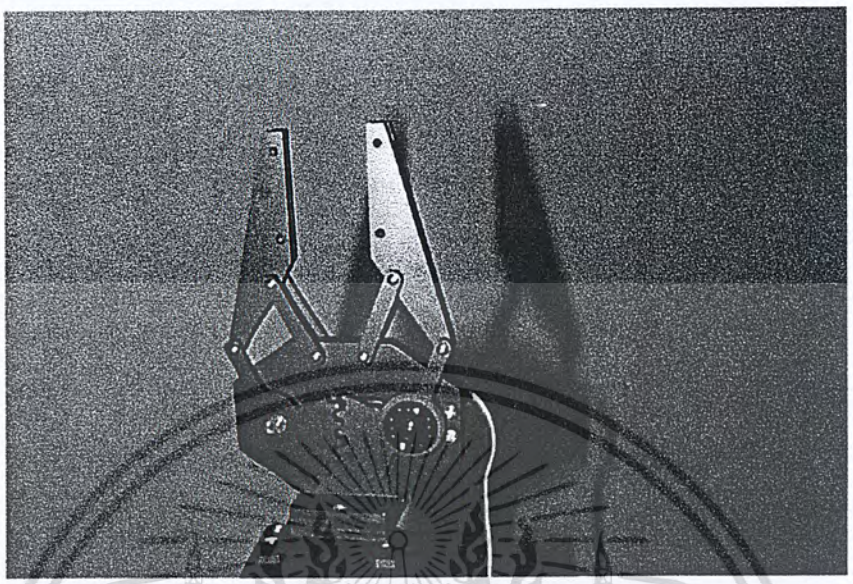
```
        Sv3k=Sv3k-50
LP5:
IF IN4<>1 or Sv7k1>=930 THEN LP6
        Sv7k1=Sv7k1+18
        Sv7k2=Sv7k2-20
LP6:
IF IN5<>1 or Sv7k1<=714 THEN LP7
        Sv7k1=Sv7k1-18
        Sv7k2=Sv7k2+20
LP7:

GOTO LP3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

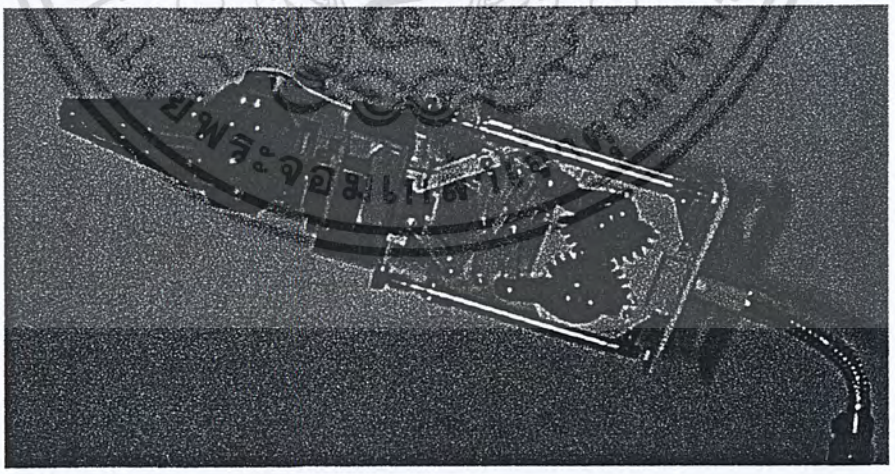
ภาคผนวก ข.

รูปภาพแขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

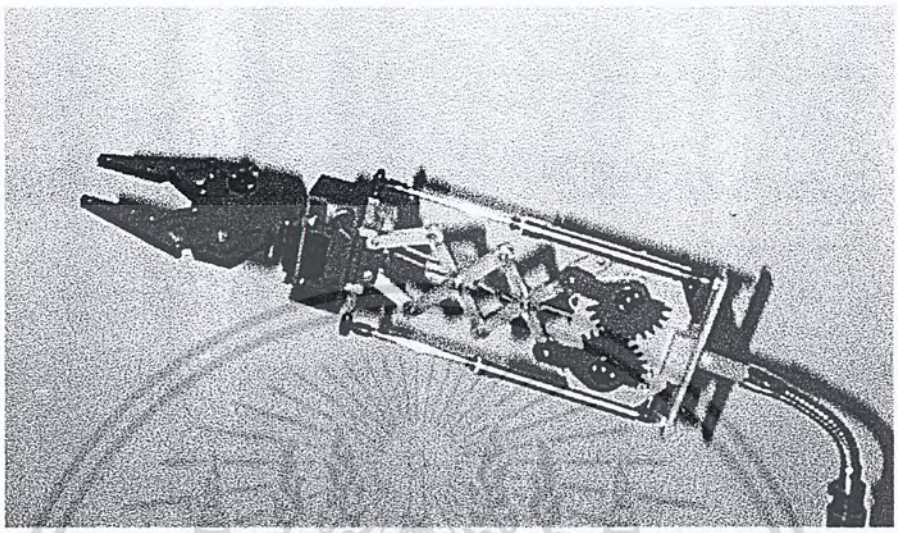


รูปแสดงการทำงานของส่วนคลิปเปอร์

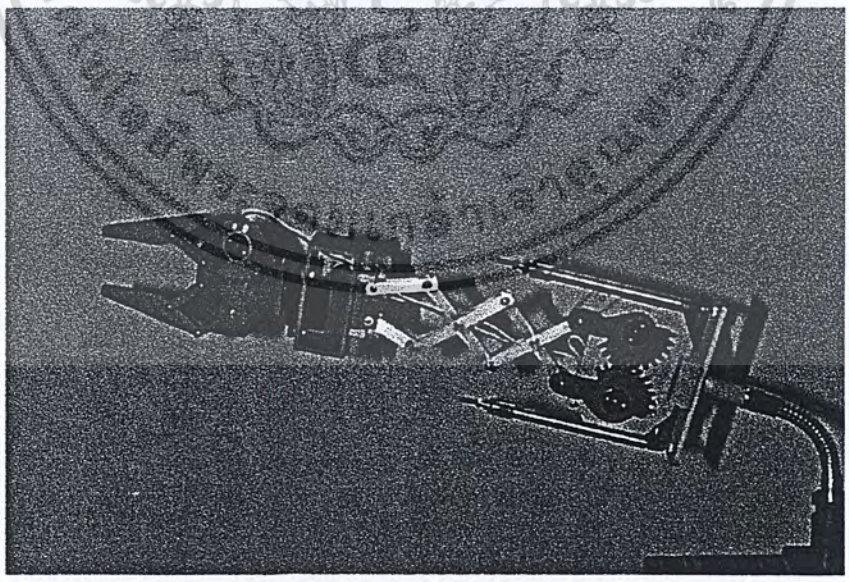


รูปแสดงการจัดตั้งแขนที่มุม 30^0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

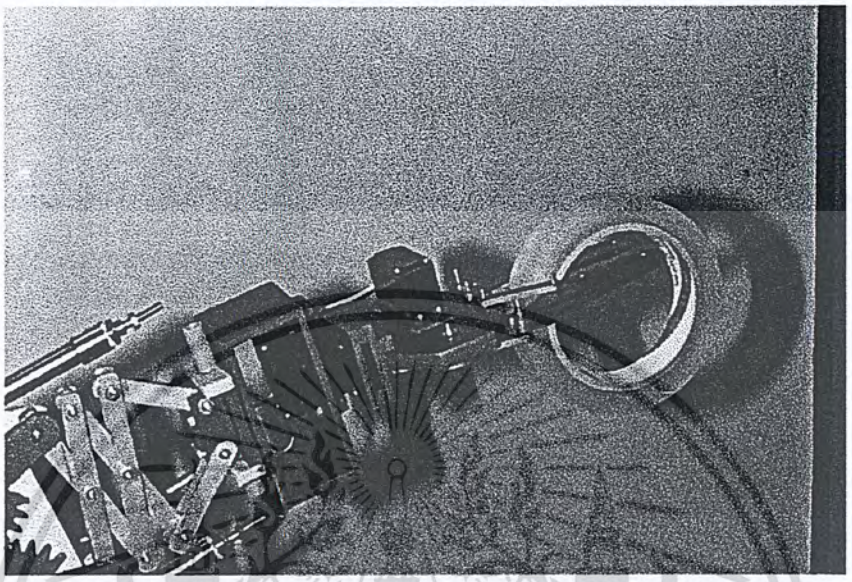


รูปแสดงการยึดของหุ่นยนต์แขนมีตัวล็อค

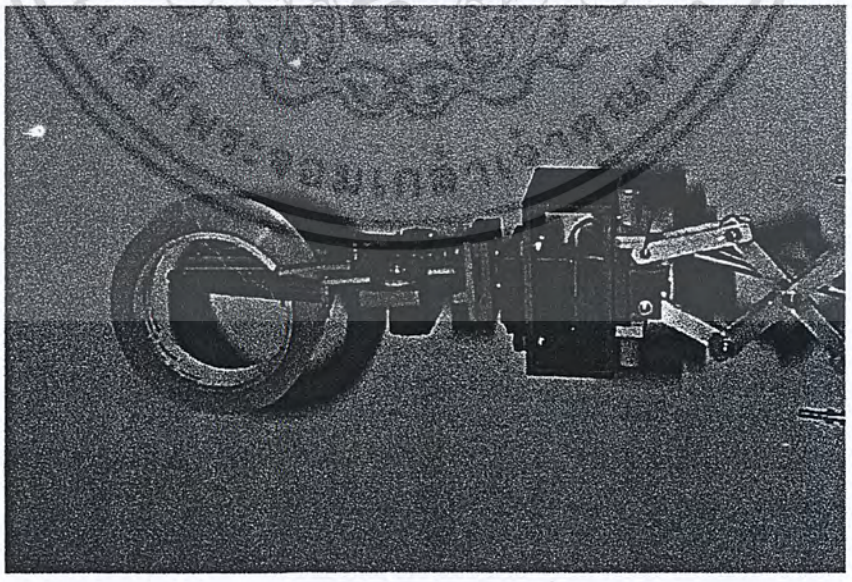


รูปแสดงการยึดแขนกลไม่มีตัวล็อค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

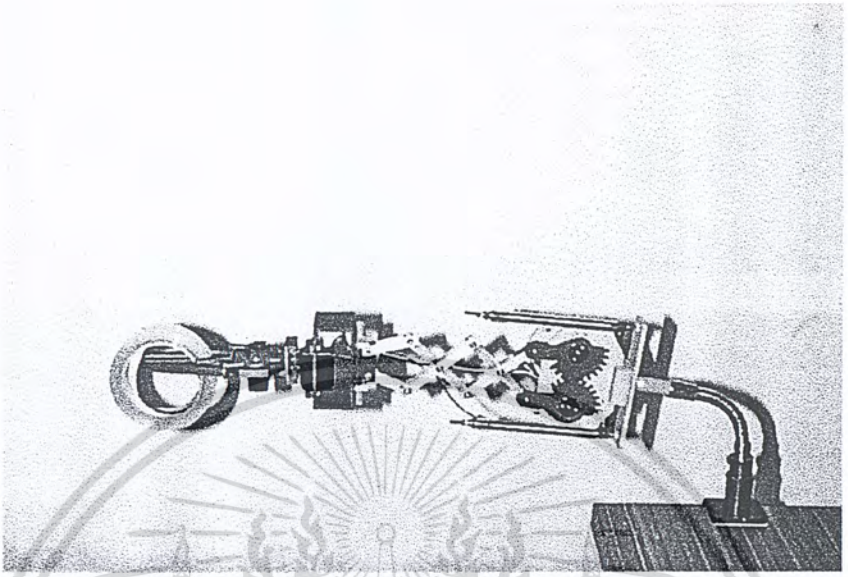


รูปแสดงการจับสิ่งของในกรณีหุ่นยนต์หดแขน

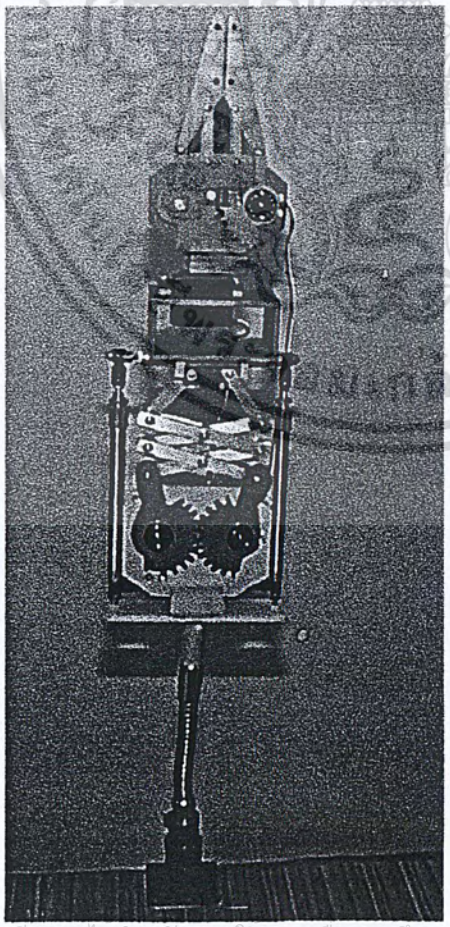


รูปแสดงการจับสิ่งของในกรณีหุ่นยนต์ยืดแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

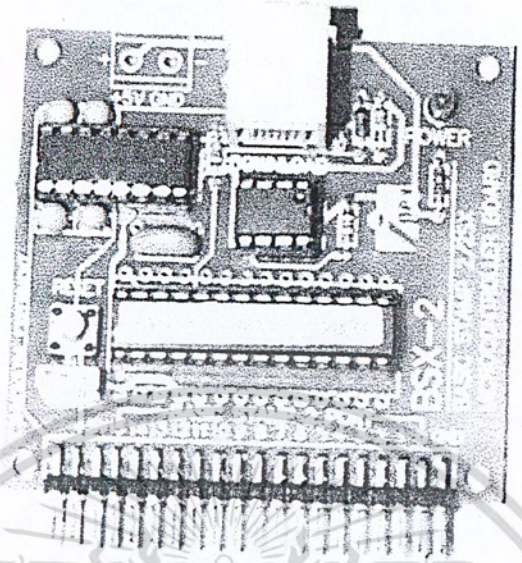


รูปแสดงหุ่นยนต์แขนกลเต็มตัวขณะจับสิ่งของ



รูปแสดงการเก็บหุ่นยนต์แขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



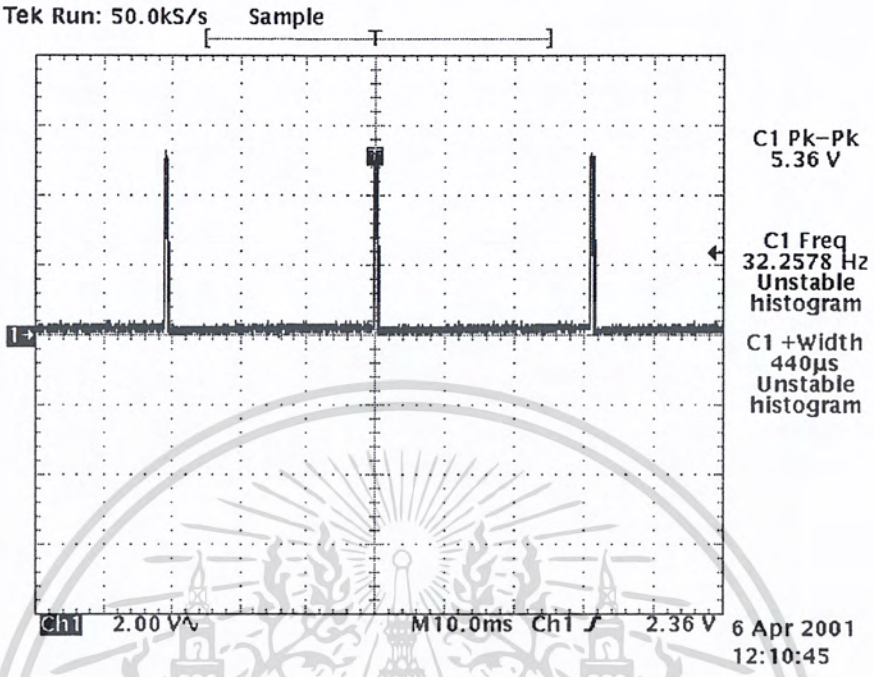
รูปแสดงบอร์ดเบสิกแสตมป์ 2SX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

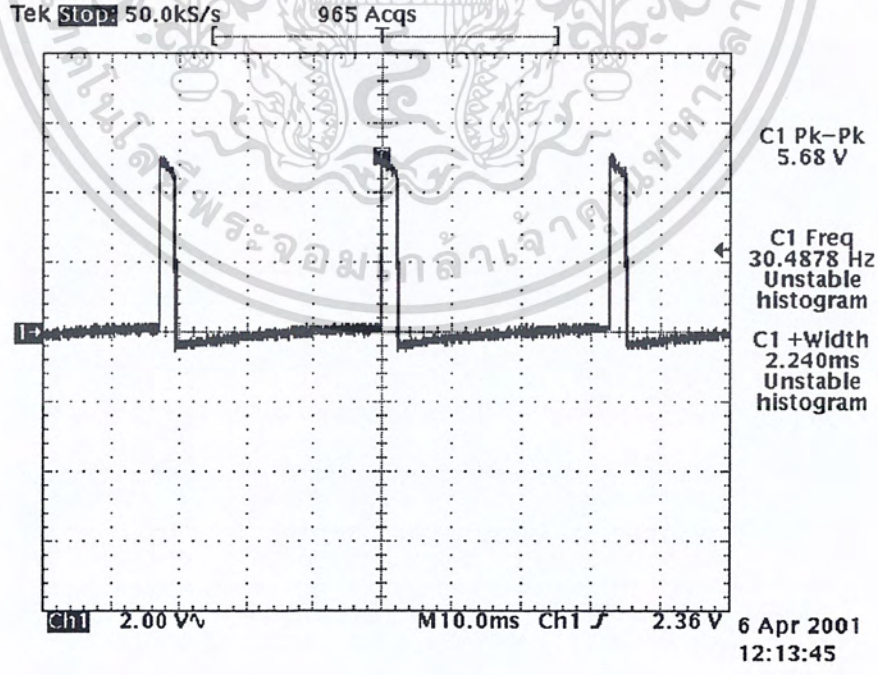
ภาคผนวก ค.

รูปสัญญาณที่ใช้ควบคุมแขนกลขนาดเล็กส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

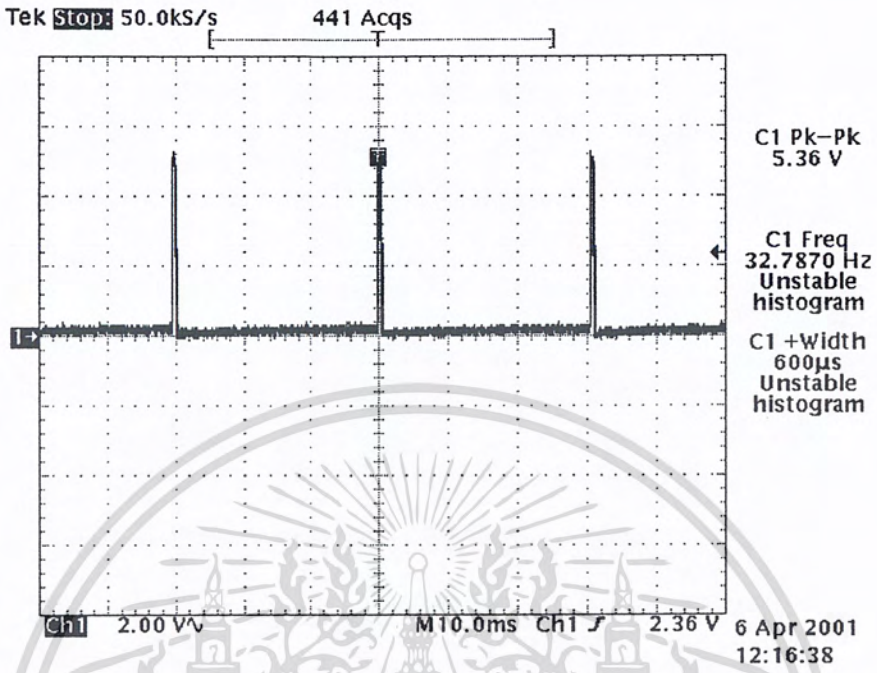


สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อหมุนไปทางขวา

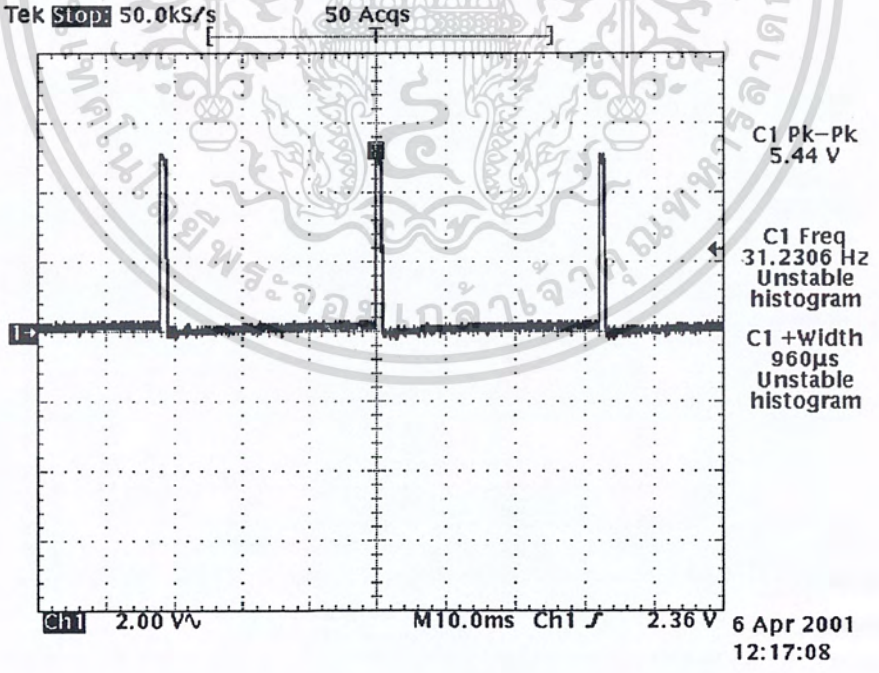


สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ที่จุดหมุนของข้อต่อหมุนไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

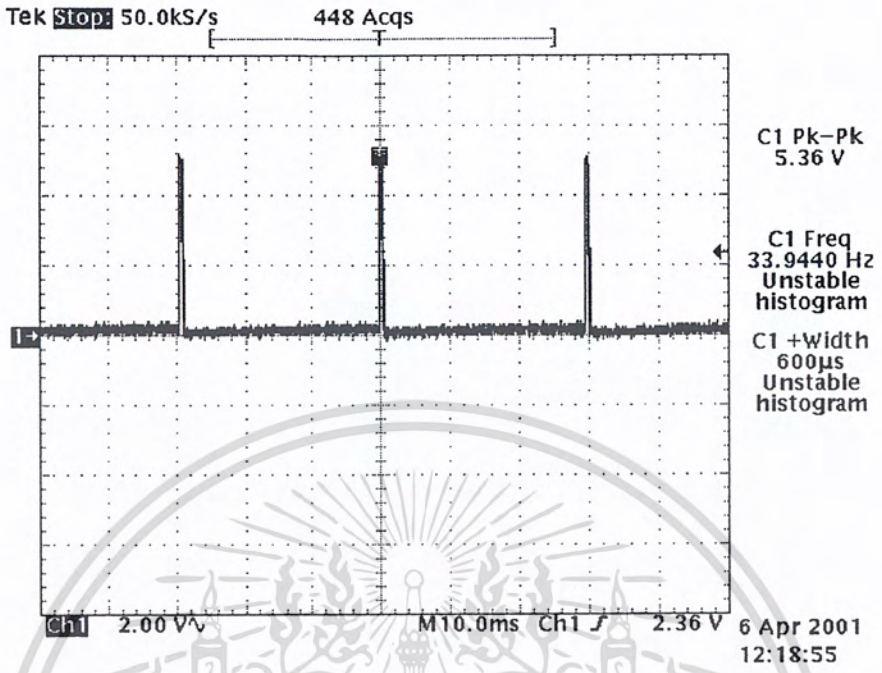


สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนคลิปเปอร์กางออก

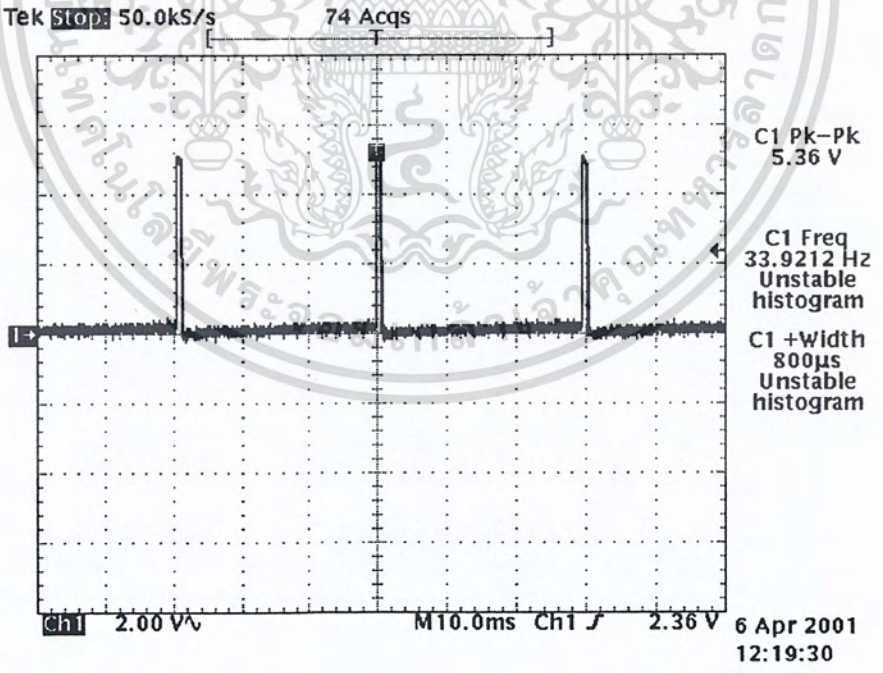


สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนคลิปเปอร์หุบเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

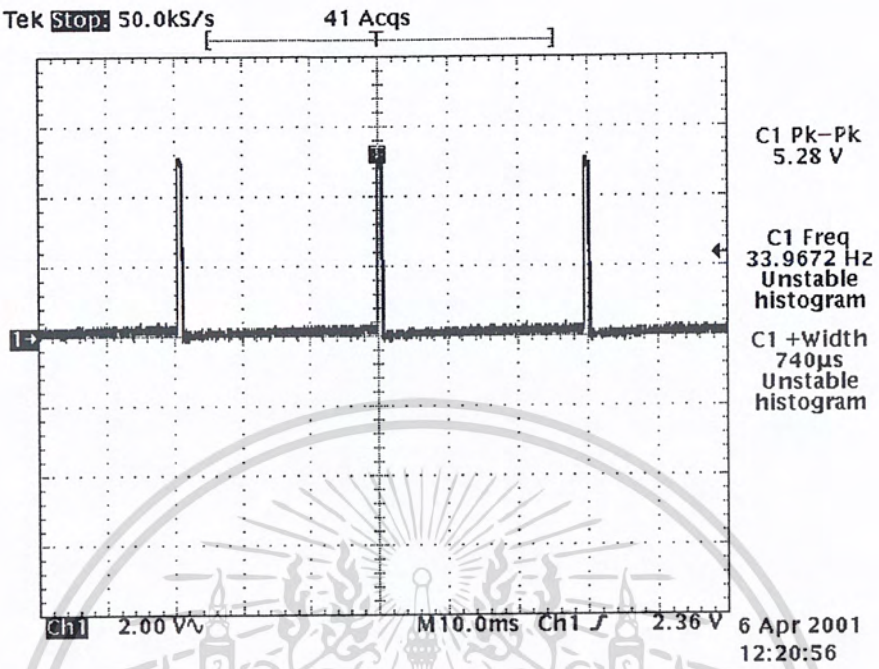


สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว (เซอร์โวมอเตอร์ตัวขวายืดออก)

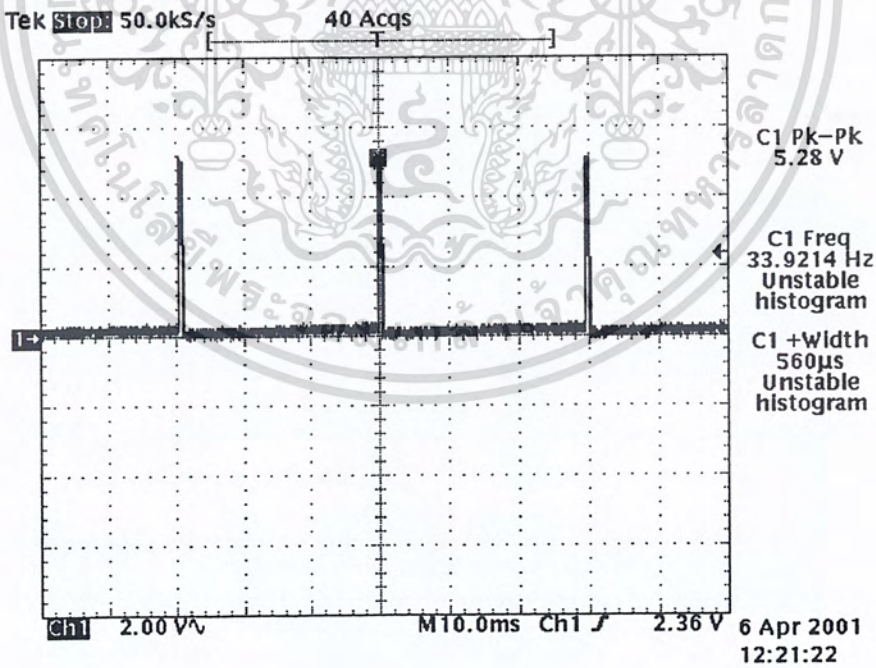


สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว (เซอร์โวมอเตอร์ตัวขวาหดเข้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว (เซอร์โวมอเตอร์ตัวซ้ายยืดออก)



สัญญาณที่ใช้ควบคุมส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว (เซอร์โวมอเตอร์ตัวซ้ายหดเข้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้