สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์แมลงหกขาสำหรับงานตรวจสภาพและซ่อมบำรุง

SIX LEGGED INSECT ROBOT FOR INSPECTION AND MAINTENANCE

โดย

นายชัยรัตน์ อรุณวิลาศ รหัสประจำตัว 42015592

นายอิสระ อิศรางกูร ณ อยุธยา รหัสประจำตัว 42015627

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42312
วัน, เดือน, ปี 16 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คระวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานภาษาไทย หุ่นยนต์แมลงหกขาสำหรับงานตรวจสภาพและซ่อมบำรุง

ชื่อโครงงานภาษาอังกฤษ SIX-LEGGED INSECT ROBOT FOR INSPECTION AND MAINTENANCE

ผู้จัดทำ นายชัยรัตน์ อรุณวิลาศ

นายอิสระ อิศรางกูร ณ อยุธยา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2543

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา)

คณะกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์แมลงหกขาสำหรับตรวจสภาพและซ่อมบำรุง

จัดทำโดย	นายชัยรัตน์	อรุณวิลาศ	42015592
	นายอิสระ	อิศรางกูร ณ อยุธยา	42015627
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ปิติเขต	สู้รักษา	
ปีการศึกษา	2543		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้เสนอการสร้างและควบคุมหุ่นยนต์หกขาด้วยเทคนิคการตอบสนองแบบรีเฟลกซ์(Refrex action) ชนิดขาในการสร้างเป็นแบบเพนโทกราฟ (Pantograph Leg) มีเซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมการก้าวเดินของตัวหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่หรือหลบสิ่งกีดขวางตามวงจรรีเฟลกซ์(Reflex circuits) หุ่นยนต์หกขาที่สร้างขึ้นนี้ สามารถทำงานได้สามโหมดคือ โหมดการควบคุมโดยอัตโนมัติ โหมดการควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และโหมดการควบคุมจากวิทยุบังคับผ่านจอมอนิเตอร์ หรือจอทีวี ประโยชน์ของหุ่นยนต์ชนิดนี้สามารถนำไปใช้ตรวจสภาพ และซ่อมบำรุงในบริเวณที่มนุษย์เข้าไปได้ไม่ถึง เช่น ในท่อขนาดเล็กในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIX LEGGED INSECT ROBOT FOR INSPECTION AND MAINTENANCE

By	Mr.Chairat	Arhunwilas	42015592
	Mr.Issara	Issarangkoon Na Ayutthaya	42015627
Adviser	Asst. Professor Dr.Pitikhate Sooraksa		
Academic Year	2000		

Abstract

This thesis presents building and controlling six-legged insect robot implemented by using reflex control technique.The legs of the robot are Pantograph type having servomotor located at the other ends. The servos are controlled by microcontroller for motion and obstacle avoidance.The robot can be operated on three modes ,which are an automatic control mode , a manual control mode via computer serial ports ,and an RF remote control.

Advantages of this kind of robots are the reachability and controllability for operation and maintenance in the place that cannot reach by human such as small pipes or very narrow space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากความสำเร็จหลายๆด้านในการสร้างหุ่นยนต์แมลงหกขาสำหรับตรวจสภาพและซ่อมบำรุง คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ผศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา (อาจารย์ที่ปรึกษา) รุ่นพี่นักศึกษาปริญญาโท พี่เอกชัยแห่งบริษัทอีทีที ที่ได้เสียสละเวลาให้คำชี้แนะ ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน และขอขอบพระคุณ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ได้ให้การสนับสนุนจนกระทั่งโครงงานนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ลงชื่อ.....
(นายชัยรัตน์ อรุณวิลาศ)

ลงชื่อ.....
(นายอิสระ อิศรางกูร ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**I**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**II**
กิตติกรรมประกาศ	**III**
สารบัญ	**IV**
สารบัญรูป	**VI**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 ชื่อโครงการ	1
1.3 วัตถุประสงค์	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 โครงสร้างหุ่นยนต์หกขา	
2.1 การออกแบบขา	3
2.2 การออกแบบโครงสร้างตัวหุ่นยนต์	6
2.3 การสร้างหุ่นยนต์หกขา	13
2.4 การออกแบบส่วนคอและหัวของหุ่นยนต์	15
2.5 กล้องซีซีดี	18
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการ	
3.1 เซอร์โวมอเตอร์	20
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	24
3.3 วิทยุบังคับ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ระบบการควบคุมและผลการทดลอง	
4.1 หลักการควบคุม	27
4.2 แนวทางการแก้ปัญหาในการควบคุม	29
4.3 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	32
บทที่ 5 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	42
5.2 ปัญหาในการทำโครงงาน	43
5.3 ข้อเสนอแนะ	43
ภาคผนวก ก. รหัสโปรแกรมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	
ภาคผนวก ข. รูปภาพตัวหุ่นยนต์	
ภาคผนวก ค. รายละเอียดของบอร์ด CP-68HC11	
ภาคผนวก ง. เครื่องรับส่งวิทยุบังคับ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

เรื่อง หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของขาสองข้อต่ออย่างง่าย 3
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะขาแบบเพนโทกราฟ 5
รูปที่ 2.3 แสดงการเคลื่อนที่ของขาแบบ เพนโทกราฟ 5
รูปที่ 2.4 แสดงภาพด้านบนของตัวหุ่นยนต์ 7
รูปที่ 2.5 แสดงภาพด้านข้างของตัวหุ่นยนต์ 8
รูปที่ 2.6 แสดงภาพด้านหน้าของตัวหุ่นยนต์ 9
รูปที่ 2.7 แสดงภาพแท่นยึดแกนหมุนของขาด้านซ้าย 10
รูปที่ 2.8 แสดงภาพแท่นยึดแกนหมุนของขาด้านขวา 11
รูปที่ 2.9 แสดงภาพส่วนประกอบของขาหุ่นยนต์ 12
รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบขาของหุ่นยนต์ 13
รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งการวางของเซอร์โวมอเตอร์ใน 1 ขา 13
รูปที่ 2.12 แสดงแท่นยึดแกนหมุนติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ 14
รูปที่ 2.13 แสดงการติดตั้งแกนหมุนเข้ากับลำตัวของหุ่นยนต์ 14
รูปที่ 2.14 (ก)แสดงส่วนที่ทำหน้าที่ยก Clipper ของคอหุ่นยนต์หกขา 15
รูปที่ 2.14 (ข) แสดงภาพด้านบนของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา 16
รูปที่ 2.14 (ค) แสดงภาพด้านข้างของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา 16
รูปที่ 2.14 (ง) แสดงภาพรวมของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา 16
รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบของClipper 17
รูปที่ 2.16 แสดงภาพรวมของClipper 18
รูปที่ 2.17 แสดงส่วนประกอบเพื่อทำให้กล้องสามารถปรับมุมในการมองได้ 19
รูปที่ 3.1 แสดงการตอบสนองของเซอร์โวมอเตอร์
ของสัญญาณพัลซ์ที่มีความถี่ต่างกัน 21
รูปที่ 3.2 แสดงภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 22
รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบภายในเซอร์โวมอเตอร์ 23
รูปที่ 4.1 แสดงไดอะแกรมการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 28
รูปที่ 4.2 ลักษณะของสัญญาณที่ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 29
รูปที่ 4.3 Flowchart ของโปรแกรมควบคุม 31
รูปที่4.4 ลำดับการเดินไปด้านหน้าทีละ 3 ขา 32
รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยมุมก้าวขา 7 องศา 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง หน้า

รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยมุมก้าวขา 15 องศา 34
รูปที่ 4.7 ลำดับการหมุนตัว 35
รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบการหมุนตัวด้วยมุมแกว่งขา 7 องศา 35
รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบการหมุนตัวด้วยมุมแกว่งขา 15 องศา 36
รูปที่ 4.10 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์ยืนอยู่กับที่ 37
รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์เดินหน้า 37
รูปที่ 4.12 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์ถอยหลัง 38
รูปที่ 4.13 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย 38
รูปที่ 4.14 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์ยืนอยู่กับที่ในสัญญาณช่องที่2 39
รูปที่ 4.15 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา 39
รูปที่ 4.16 รูปสัญญาณเมื่อให้หุ่นยนต์ยืนอยู่กับที่ในสภาวะปกติ 40
รูปที่ 4.17 รูปสัญญาณเมื่อให้หุ่นยนต์โดนรั้งขาโดยการดึงด้วยมือ 40
รูปที่ 4.18 รูปสัญญาณเมื่อให้หุ่นยนต์โดนรั้งขาด้วยสปริงขนาด 3 กก. 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันได้มีการสร้างและพัฒนา หุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ โดยการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งหุ่นยนต์ที่นิยมสร้างโดยส่วนมาก เป็นหุ่นยนต์ประเภทเคลื่อนที่ด้วยล้อ (Mobile Robot) แต่การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะจำกัดอยู่ที่บนพื้นที่เรียบเท่านั้น

จึงได้มีแนวความคิดที่จะสร้างและพัฒนาหุ่นยนต์ ซึ่งสามารถเคลื่อนที่โดยใช้ขา เป็นตัวขับเคลื่อน จึงได้เลือกรูปแบบขาที่ใช้งานในการพยุงและขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์ เป็นหุ่นยนต์ชนิดหกขาซึ่งหุ่นยนต์ชนิดขับเคลื่อนด้วยขา สามารถที่จะพัฒนาให้ไปทำงานแทนมนุษย์ ในจุดที่เป็นอันตราย เช่น ปากปล่องภูเขาไฟ พื้นที่เล็ก และแคบ เป็นต้น

1.2 ชื่อโครงงาน

หุ่นยนต์แมลงหกขาสำหรับการตรวจสภาพและซ่อมบำรุง(Six-legged for inspection and maintenance)

1.3 วัตถุประสงค์

- เพื่อสร้างหุ่นยนต์หกขาขนาดเล็กสำหรับประยุกต์ในงานที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์
- เพื่อสร้างหุ่นยนต์หกขาที่สามารถควบคุมได้จากระยะทางไกล
- เพื่อศึกษาหน้าที่ การทำงานและประโยชน์ในการนำหุ่นยนต์หกขามาประยุกต์ใช้ในงานลักษณะต่างๆ
- เพื่อค้นคว้าและแก้ปัญหาของหุ่นยนต์หกขา

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

- สามารถควบคุมหุ่นยนต์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เคลื่อนที่ได้
- สามารถควบคุมหุ่นยนต์จากรีโมทคอนโทรล(Remote Control)ในระยะไกลได้
- สามารถตรวจสภาพผ่านกล้องซีซีดี(CCD)ในระยะไกลได้
- สามารถควบคุมหุ่นยนต์ให้เคลื่อนย้ายวัตถุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 เนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 2 เป็นการออกแบบและโครงสร้างของหุ่นยนต์หกขา ซึ่งกล่าวถึงการออกแบบส่วนต่างๆของตัวหุ่นยนต์หกขา ลักษณะโครงสร้างของหุ่นยนต์หกขาและส่วนประกอบต่างๆ

บทที่ 3 เป็นระบบการควบคุมจะกล่าวถึงไมโครคอนโทรลเลอร์หลักการควบคุมหุ่นยนต์ หกขา คอนโทรล อัลกอริทึ่ม (Control Algorithm) และซอฟท์แวร์ (Software)

บทที่ 4 จะกล่าวถึงผลการทดสอบ การควบคุมและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หกขา

บทที่ 5 จะกล่าวถึงปัญหาและข้อเสนอแนะของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

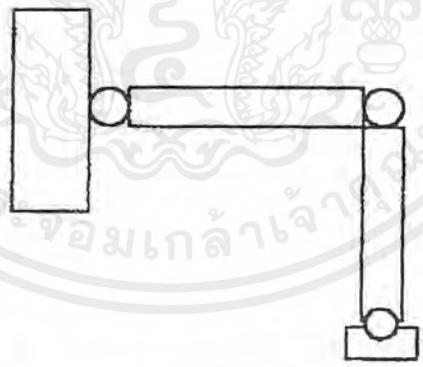
บทที่ 2
โครงสร้างหุ่นยนต์แมลงหกขาสำหรับงานตรวจสภาพและซ่อมบำรุง

2.1 การออกแบบขา

สำหรับการเลือกลักษณะขาของหุ่นยนต์ สิ่งที่สำคัญต่อการเลือกขาคือ จะต้องเลือกแบบที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวมากที่สุด ให้เหมาะสมกับรูปร่างลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของขาด้วย ซึ่งในปัจจุบันมีการออกแบบขาหุ่นยนต์อยู่หลายชนิด แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะแบบ ดังต่อไปนี้

แบบที่ 1 ขาสองข้อต่ออย่างง่าย (Simple Two Link Leg)

ขาชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นสองท่อน แต่ละท่อนจะผ่านข้อต่อดังรูปที่ 2.1 ซึ่งสามารถควบคุมลักษณะการเดินได้ โดยการควบคุมมุมของขาแต่ละท่อน ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งปลายขาของหุ่นยนต์ ส่วนของขาทั้งหมดจะต่อเข้ากับเดือยที่โคนขาเพื่อใช้ในการก้าวขาและยึดหดขา



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของขาสองข้อต่ออย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำงานของข้อต่อ

มีหลายวิธีที่จะทำให้ข้อต่อทำงานได้ โดยใช้ลักษณะการขับเคลื่อนของข้อต่อ สำหรับแบบนี้อาจติดตั้งมอเตอร์เข้าที่ข้อต่อโดยตรง หรืออาจใช้โซ่ สายพาน สกรู และส่งกำลังจากมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในลำตัวบริเวณโคนขา เพื่อกำหนดมุมที่ข้อต่อในการก้าวเดินของขาหุ่น

จุดด้อยประการสำคัญของแบบนี้คือ เราจำเป็นต้องใช้ตัวขับเคลื่อนอยู่ใกล้กับข้อต่อมากที่สุด การติดตั้งตัวขับเคลื่อนเข้าที่ข้อต่อเข่าทำให้เกิดผลกระทบทางไดนามิคต่อขาหุ่น ซึ่งต้องมีการชดเชยโดยใช้ตัวควบคุม ซึ่งจะทำให้ต้องเพิ่มความซับซ้อนให้กับอัลกอริธึมในการรเคลื่อนที่ของขา

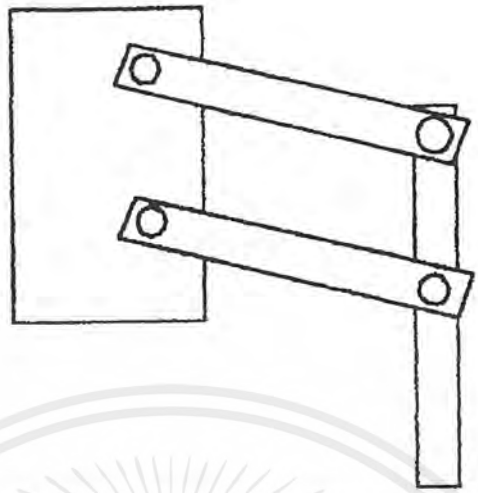
รวมทั้งยังต้องการมอเตอร์ที่มีกำลังสูงที่ข้อต่อส่วนสะโพก เพื่อใช้ในการเคลื่อนขาที่มีมวลมาก ซึ่งเราก็สามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้โดยการติดตั้งตัวขับเคลื่อนที่ฐานของขาแต่จะเป็นการเพิ่มความซับซ้อนทางแมคคานิกส์

แบบที่ 2 ขาเพนโทกราฟ (Pantograph Leg)

ขาแบบนี้จะประกอบด้วยคานสี่ท่อนขนานกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังรูปที่ 2.2 เป็นแบบที่มีผู้ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะการควบคุมและระบบทางแมคคานิกส์ของขาทำได้ง่าย ซึ่งลดการประมวลผลที่ซับซ้อนในการควบคุมลงได้

ขอบเขตการเคลื่อนไหวของขา (Work space) แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างแบบนี้ยังคงมีการคัปปลิ้ง (Coupling) ของข้อต่อเกิดขึ้นในการเคลื่อนปลายขา ทำให้ปลายขาเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง เนื่องจากว่าขาแบบนี้เป็นแบบที่มีลักษณะทางเรขาคณิตอย่างง่ายๆ ทำให้ผู้ออกแบบมักเลือกขาแบบนี้มาใช้ก่อนแบบอื่น แต่ปัญหาทางแมคคานิกส์ที่พบระหว่างการสร้างขาต้นแบบ ทำให้เราต้องดัดแปลงขาแบบนี้อีกครั้งก่อนที่จะตัดสินใจใช้ขาแบบนี้ให้เป็นขาที่จะนำไปใช้งาน

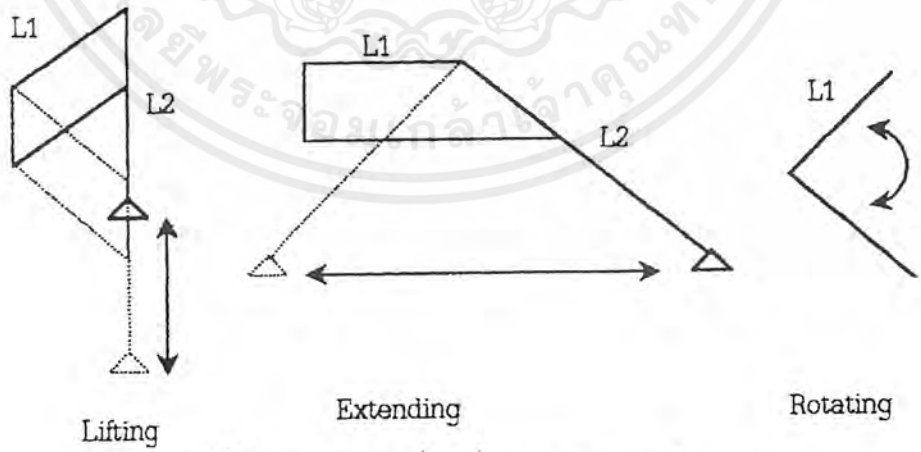
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะขาแบบเพนโทกราฟ

วิธีการทำงานของข้อต่อ

ส่วนประกอบที่ใช้ในการควบคุมเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่อาจใช้กระบอกสูบ ในระบบของไฮโดรริกส์ นิวเมติกส์ หรือ มอเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความต้องการที่จะนำไปใช้ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นแบบใด ข้อควรพิจารณาที่สำคัญในระหว่างการออกแบบขา คือขนาดของขอบเขตการเคลื่อนไหวของขา (Workspace) ที่ต้องการคือ การยกขา (Lifting), การยืดขา (Rotating) ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการเคลื่อนที่ของขาแบบ เพนโทกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีผลโดยตรงต่อขนาดขา การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของแต่ละส่วนของขาจะทำให้ความสูงที่หุ่นสามารถยกขาได้ หรือระยะที่หุ่นยนต์สามารถยืดขาได้ เปลี่ยนไปซึ่งส่งผลให้ขนาดของการก้าวแต่ละก้าวเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ดังนั้นในการออกแบบสิ่งที่สำคัญที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือ การพยายามให้ตัวขับเคลื่อน อยู่ติดกับฐานของขา การติดตั้งตัวขับเคลื่อนให้อยู่ที่จุดศูนย์กลางจะทำให้ผลกระทบทางไดนามิคลดลง ทั้งยังลดภาระทางไดนามิคของแต่ละขาอีกด้วย เพราะไม่ต้องเคลื่อนมวลของตัวขับเคลื่อนที่ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ห่างออกไปตามข้อต่อต่างๆ อีกทั้งวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างหุ่นยนต์นั้นมีอยู่หลายชนิด ซึ่งราคาก็เป็นปัจจัยอีกอย่างหนึ่ง แต่อย่างไรก็ดีน้ำหนักก็มีบทบาทที่สำคัญกว่า ที่จะต้องนำมาพิจารณาเพื่อประสิทธิภาพโดยรวมของหุ่นยนต์

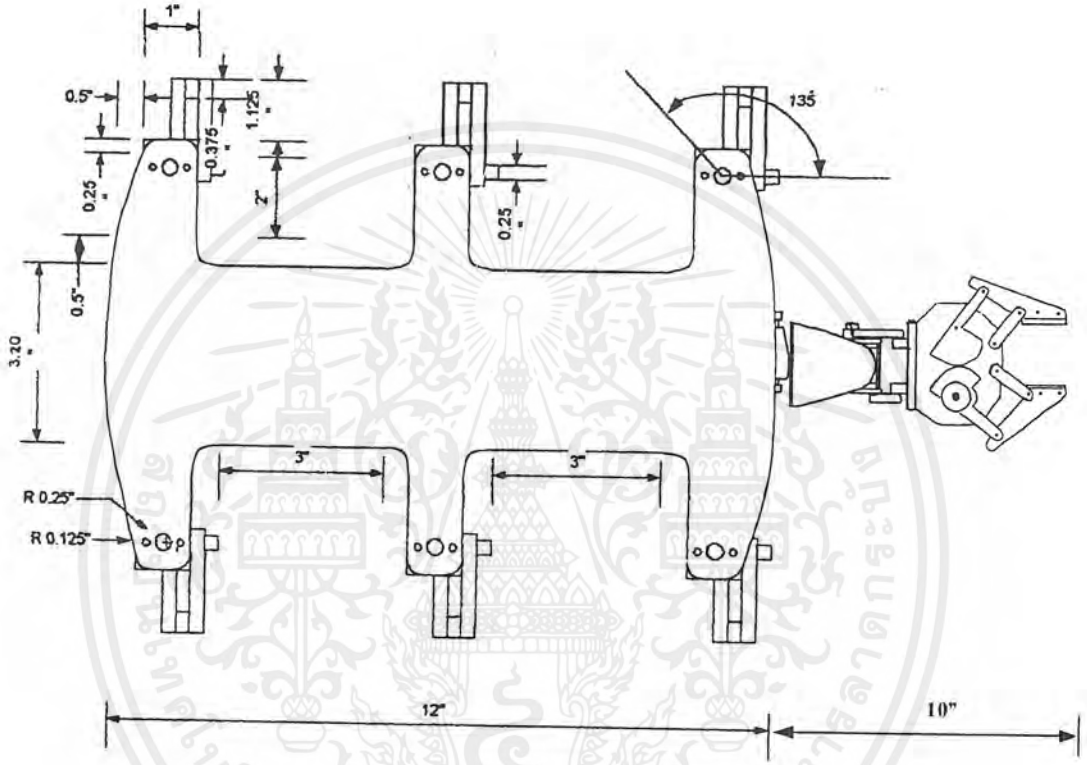
2.2 การออกแบบโครงสร้างตัวหุ่นยนต์

วัสดุที่ใช้สร้างประกอบด้วยแผ่น PVC และอลูมิเนียมซึ่งในส่วนของ PVC แผ่นจะนำมาสร้างเป็นตัวหุ่น และขาหุ่น เนื่องจากมีคุณสมบัติ เหนียว ทนทาน น้ำหนักเบา และตกแต่งง่าย สำหรับอลูมิเนียมเรานำมาสร้างเป็นแท่นยึดเพื่อติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนจุดหมุน และข้อต่อทุกจุดเราใส่ลูกปืนแบริ่งขนาด 0.25 นิ้วตามขนาดและสัดส่วนของตัวหุ่นยนต์เพื่อลดแรงเสียดทานของจุดหมุนทุกจุด

หุ่นยนต์ที่สร้างมีขนาด 12 X 22 X 5.2 นิ้ว (ไม่รวมความสูงของกล้อง)
หุ่นยนต์มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม
ขาหุ่นยนต์มีรัศมีการหมุน 2 นิ้ว
ส่วนหัวของหุ่นยกสูงได้ 0.5 นิ้ว
ส่วนหัวของหุ่นหมุนซ้าย ขวาได้ ข้างละ 60 องศา
ส่วนปากของหุ่นอ้าได้กว้าง 3.5 นิ้ว
กล้องที่อยู่บนตัวหุ่นสามารถหมุนได้ 270 องศา
แต่ละขาเคลื่อนไหวเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

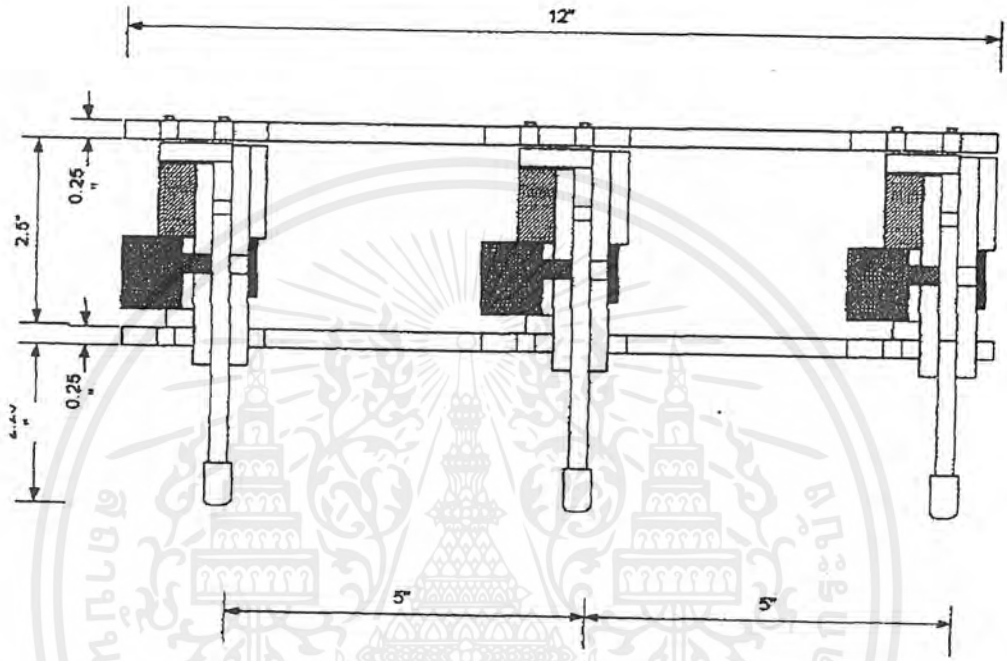
แผ่นลำตัวของหุ่นยนต์มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำหน้าที่ยึดขาทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยจัดวางขาในด้านยาวของลำตัว ด้านบนของลำตัวมีพื้นที่สำหรับจัดวางอุปกรณ์ควบคุมลำตัวของหุ่นมีความยาว 12 นิ้ว และมีความกว้าง 6.75 นิ้ว (ไม่รวมความยาวของขา) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงภาพด้านบนของตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

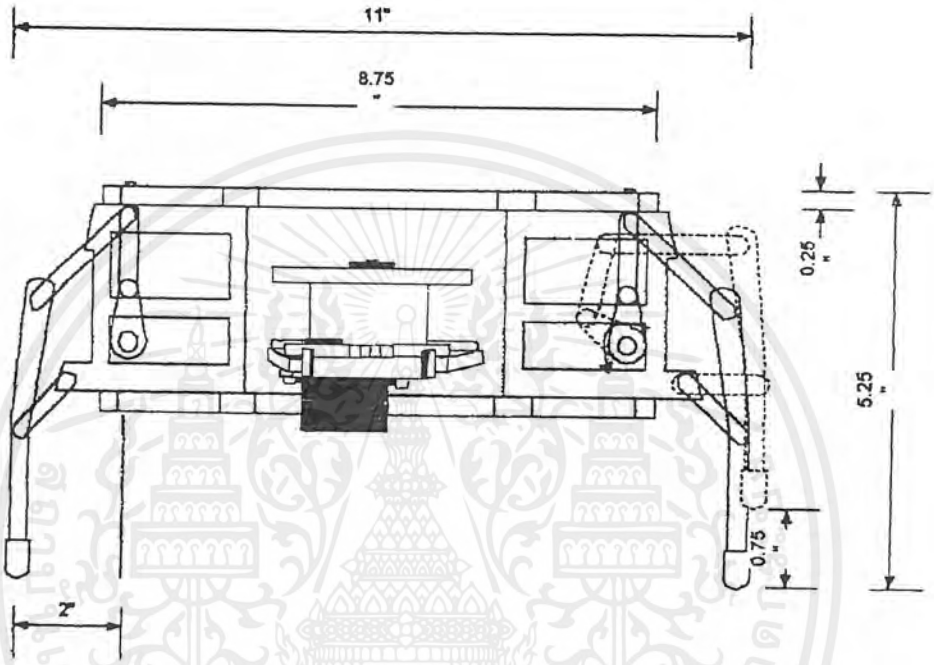
การยึดขาเข้ากับลำตัวของหุ่นจะใช้แผ่นยึดลำตัวสองแผ่นประกบด้านบนแแและด้านล่าง เพื่อยึดจุดหมุนส่วนขาให้มีความคงที่ หุ่นมีความสูงโดยรวม 5.25 นิ้ว ตำแหน่งแต่ละขาวางห่างกัน 5 นิ้ว ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.5 แสดงภาพด้านข้างของตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

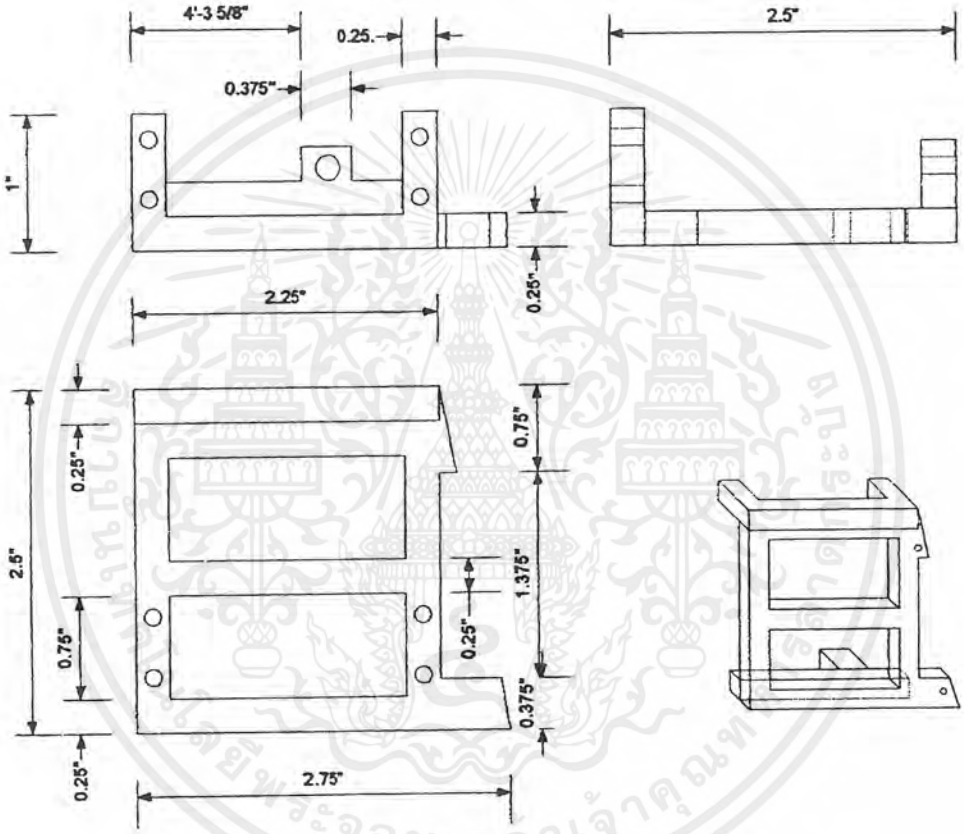
ช่องว่างกลางลำตัวระหว่างแผ่นยึดลำตัวทั้งสองสามารถวางแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับส่วนควบคุมและส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ได้ ลำตัวของหุ่นยนต์มีความสูงจากพื้น 2.25 นิ้ว และสามารถยกขาได้สูง 0.75 นิ้ว ดังแสดงไว้ตามรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงภาพด้านหน้าของตัวหุ่นยนต์

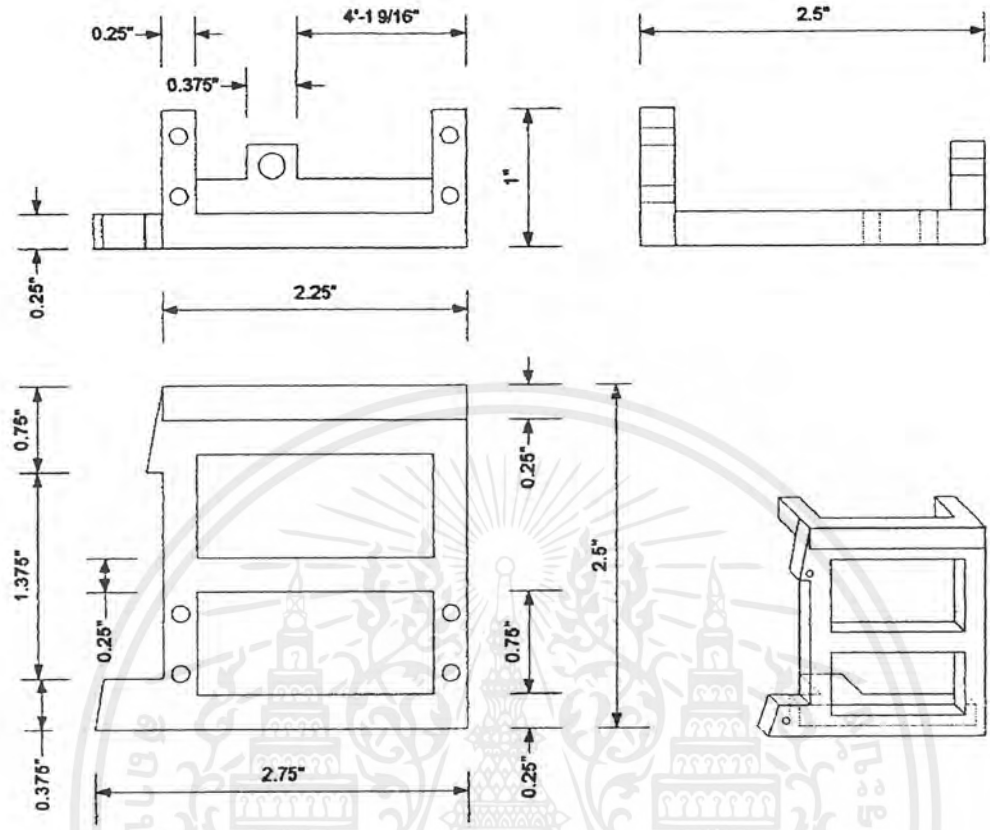
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่นยึดแกนหมุนทำหน้าที่ยึดเซอร์โซมอเตอร์สองตัวและชิ้นส่วนของขา ประกอบด้วยชิ้นส่วน 3 ชิ้น ส่วนบนจะทำหน้าที่ยึดเซอร์โวมอเตอร์ทำหน้าที่หมุนขา ส่วนหน้ายึดเซอร์โวมอเตอร์ทำหน้าที่ยกขา ส่วนล่างเป็นแกนยึดกับลำตัวด้านล่าง เนื่องจากส่วนนี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญและมีโครงสร้างที่ซับซ้อนเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ จึงเลือกใช้อลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบในการสร้าง ดังแสดงไว้ตามรูปที่ 2.7 และ รูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 แสดงภาพแท่นยึดแกนหมุนของขาด้านซ้าย

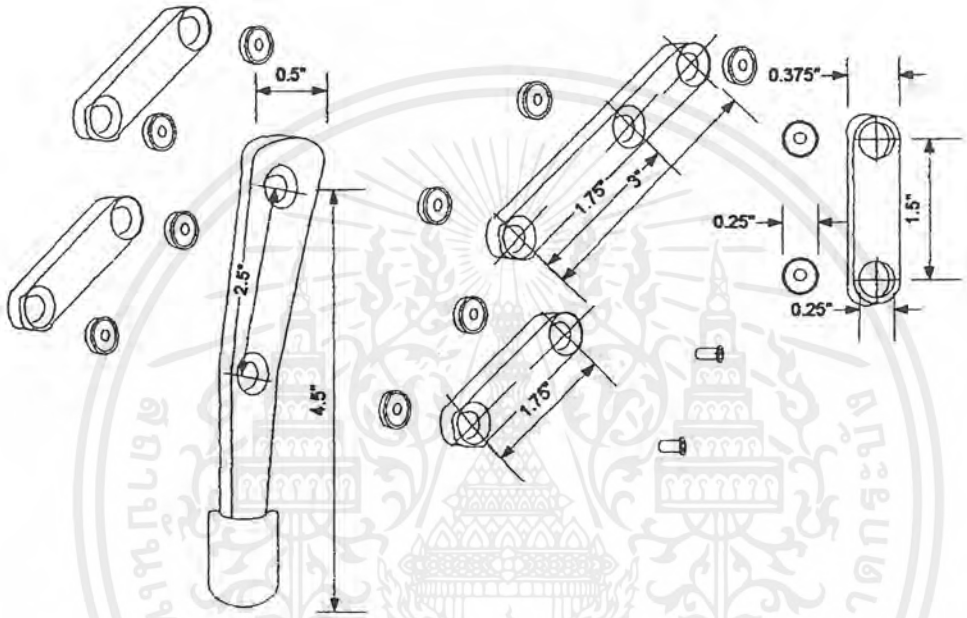
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงภาพแท่นยึดแกนหมุนของขาด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของขาเป็นส่วนที่มีความละเอียดอ่อนที่สุด ประกอบด้วยจุดหมุน 4 จุดแต่ละจุดจะถูกใส่ลูกปืนแบริ่งเพื่อลดแรงเสียดทานขณะหมุน ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.9 โดยจะฝังลงไปในชิ้นส่วนของขา 2 จุด และแท่นยึดแกนหมุนอีก 2 จุด และชิ้นส่วนของการยึดขามีหมุดสลักสอดยึดเข้ากับส่วนของตลับลูกปืน

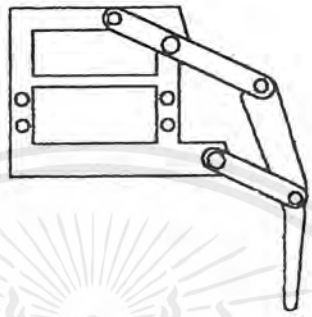


รูปที่ 2.9 แสดงภาพส่วนประกอบของขาหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

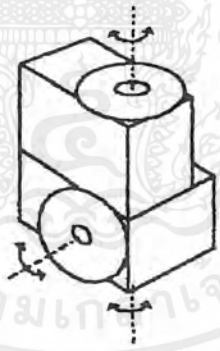
2.3 การสร้างหุ่นยนต์ 6 ขา

ในการสร้างเลือกใช้ขาแบบ Pantograph Leg ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.10 เพราะโครงสร้างของขาง่ายต่อการสร้าง ไม่ซับซ้อนยุ่งยากในระบบแม็กคานิกส์ และใช้เซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน



รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบขาของหุ่น

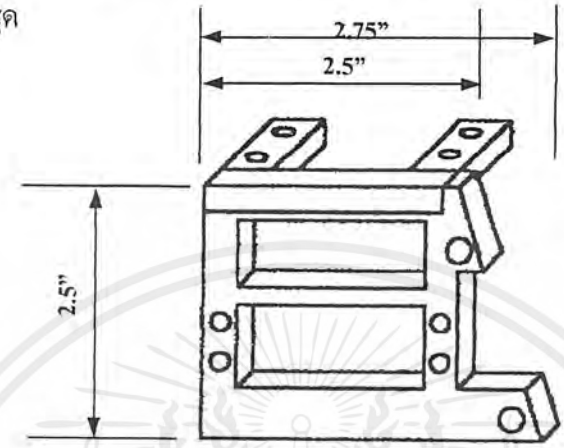
โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ตัวหนึ่งทำหน้าที่ยกขาให้ลอยขึ้นและเซอร์โซโวมอเตอร์อีกตัวหนึ่งทำการหมุนขาเพื่อเคลื่อนย้ายตำแหน่งเท้าของหุ่นยนต์ ตามรูปที่ 2.11



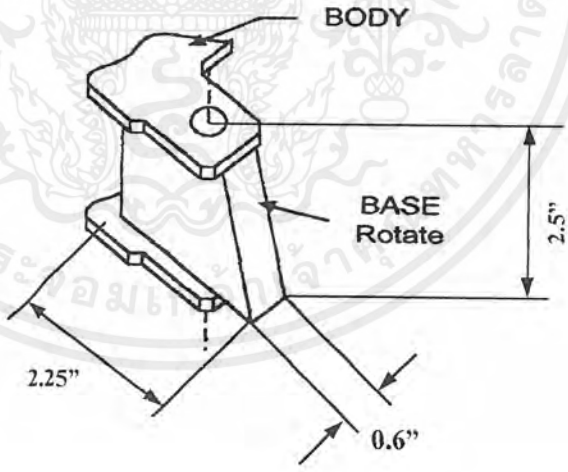
รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งการวางของเซอร์โวมอเตอร์ใน 1 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเซอร์โวมอเตอร์ที่ทำหน้าที่หมุนส่วนขานั้นจะหมุนอยู่บนแกนที่ยึดติดกับตัวหุ่น ตามรูปที่ 2.12 และรูปที่ 2.13 ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองจะถูกยึดอยู่กับส่วนที่ใช้ยึดขา และส่วนดังกล่าวจะมีด้วยกัน 6 ชุด



รูปที่ 2.12 แสดงแท่นยึดแกนหมุนติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์โดยขนาดได้กำหนดดังรูปที่ 2.7

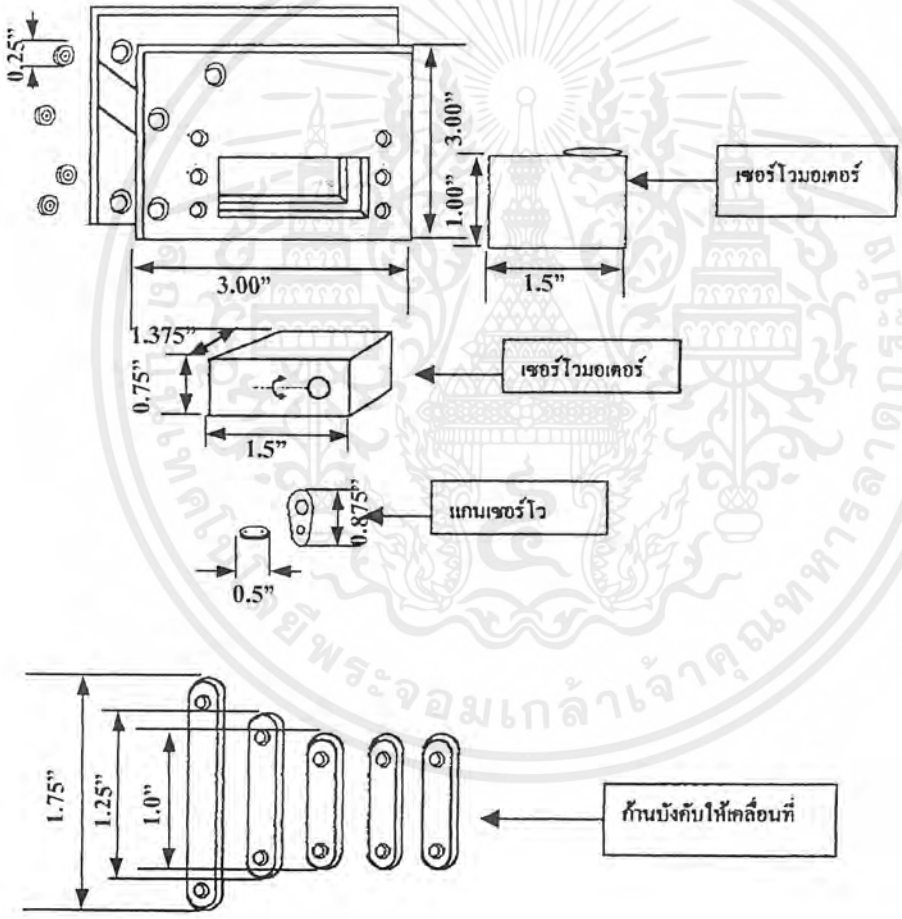


รูปที่ 2.13 แสดงการติดตั้งแกนหมุนเข้ากับลำตัวของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

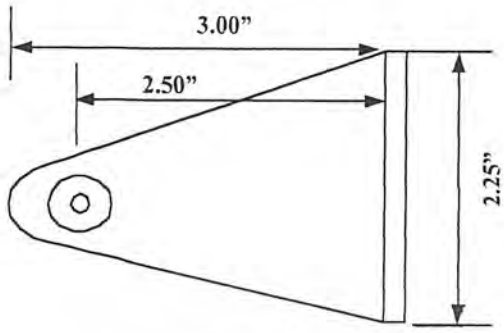
2.4 การออกแบบส่วนคอและหัวของหุ่นยนต์

ส่วนคอของหุ่นยนต์หกขามีหน้าที่ยกปากจับ(Clipper)ขึ้นหรือลงได้ประมาณ 0.5 นิ้วเนื่องจากข้อจำกัดของเซอร์โวมอเตอร์มีมุมในการหมุนน้อยและอีกส่วนหนึ่งมาจากทางด้านแม็คคานิกส์ นอกจากนี้ส่วนคอสามารถทำให้ปากจับเคลื่อนไปด้านซ้ายและขวาเป็นมุมด้านละ 60 องศา และหมุนคอในแนวตั้งฉากกับพื้นระนาบด้านซ้ายและขวาด้วยมุมละ 45 องศา ส่วนประกอบของคอหุ่นยนต์แสดงในรูปที่ 2.14

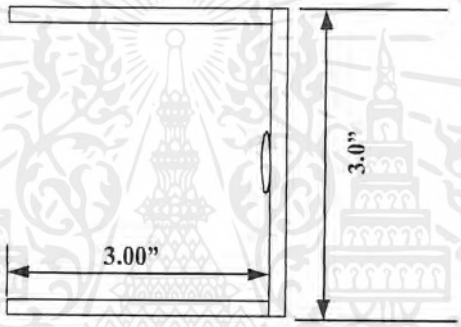


รูปที่ 2.14 (ก)แสดงส่วนที่ทำหน้าที่ยก Clipper ของคอหุ่นยนต์หกขา

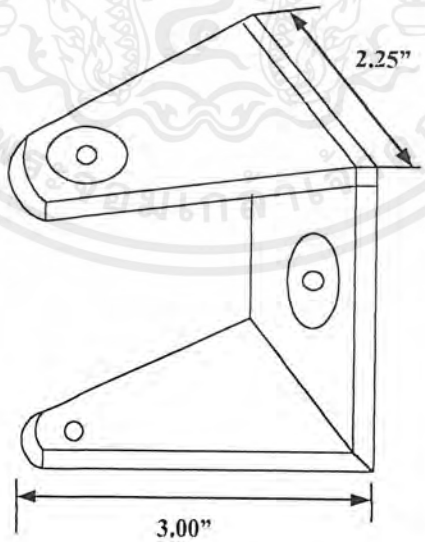
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 (ข) แสดงภาพด้านบนของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา



รูปที่ 2.14 (ค) แสดงภาพด้านข้างของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา

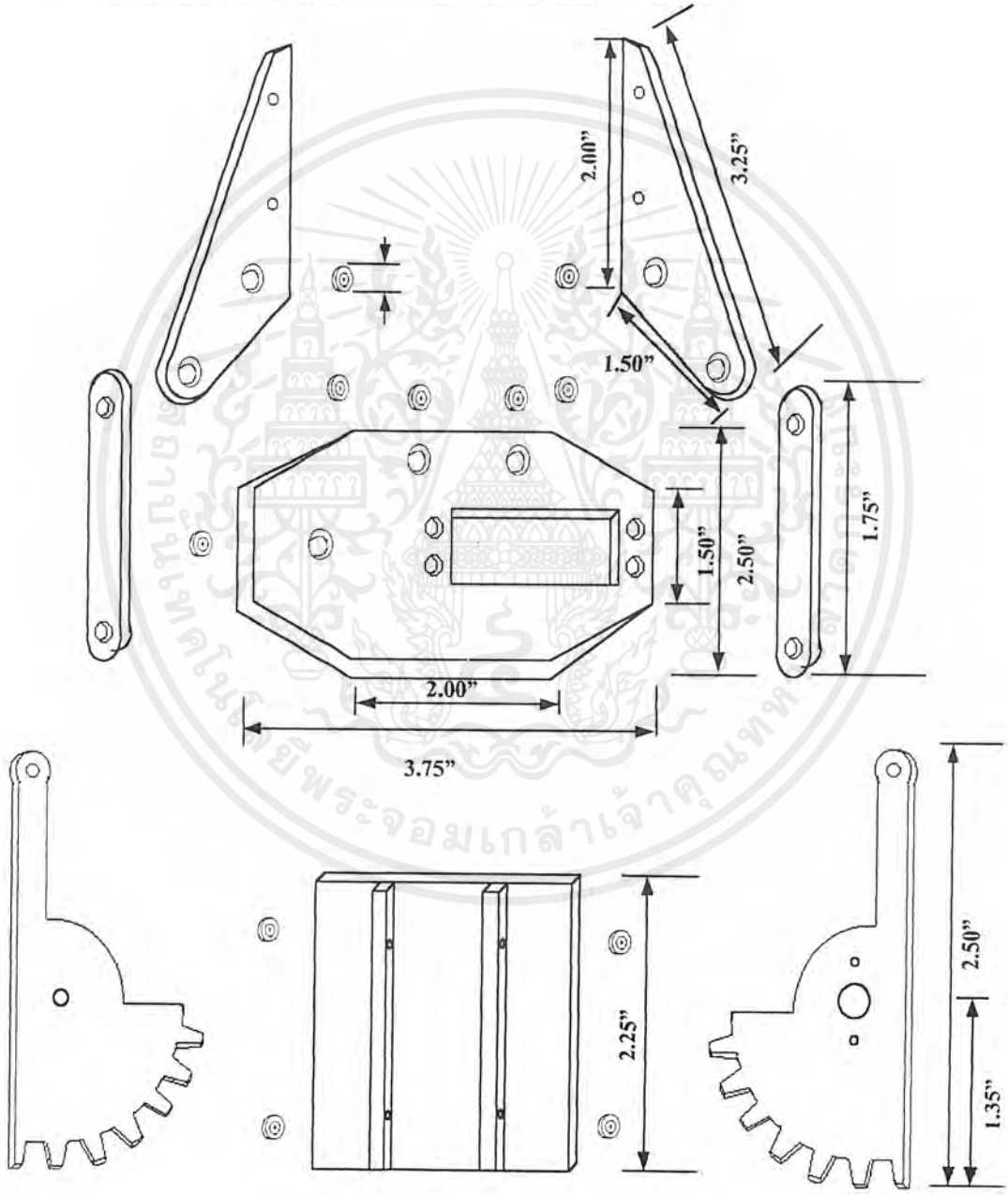


รูปที่ 2.14 (ง) แสดงภาพรวมของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

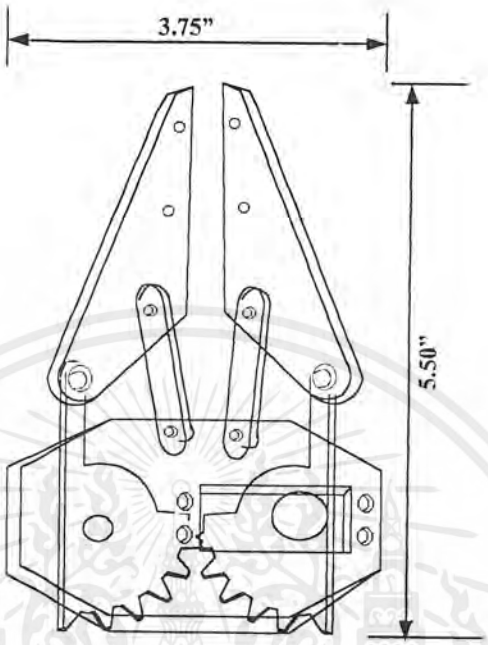
จากรายละเอียดที่ได้แสดงในรูปที่ 2.14 จะพบว่าส่วนหลักของข้อต่อในส่วนคอจะมีอยู่สามข้อต่อที่ทำให้ส่วนหัวเคลื่อนไหวได้ คือ

1. ข้อต่อที่ทำให้ส่วนหัวยกขึ้นหรือลง
2. ข้อต่อที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปด้านซ้ายหรือขวา
3. ข้อต่อที่ทำหน้าที่หมุนไปตามแกนที่ตั้งฉากกับพื้นระนาบ



รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบของClipper

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



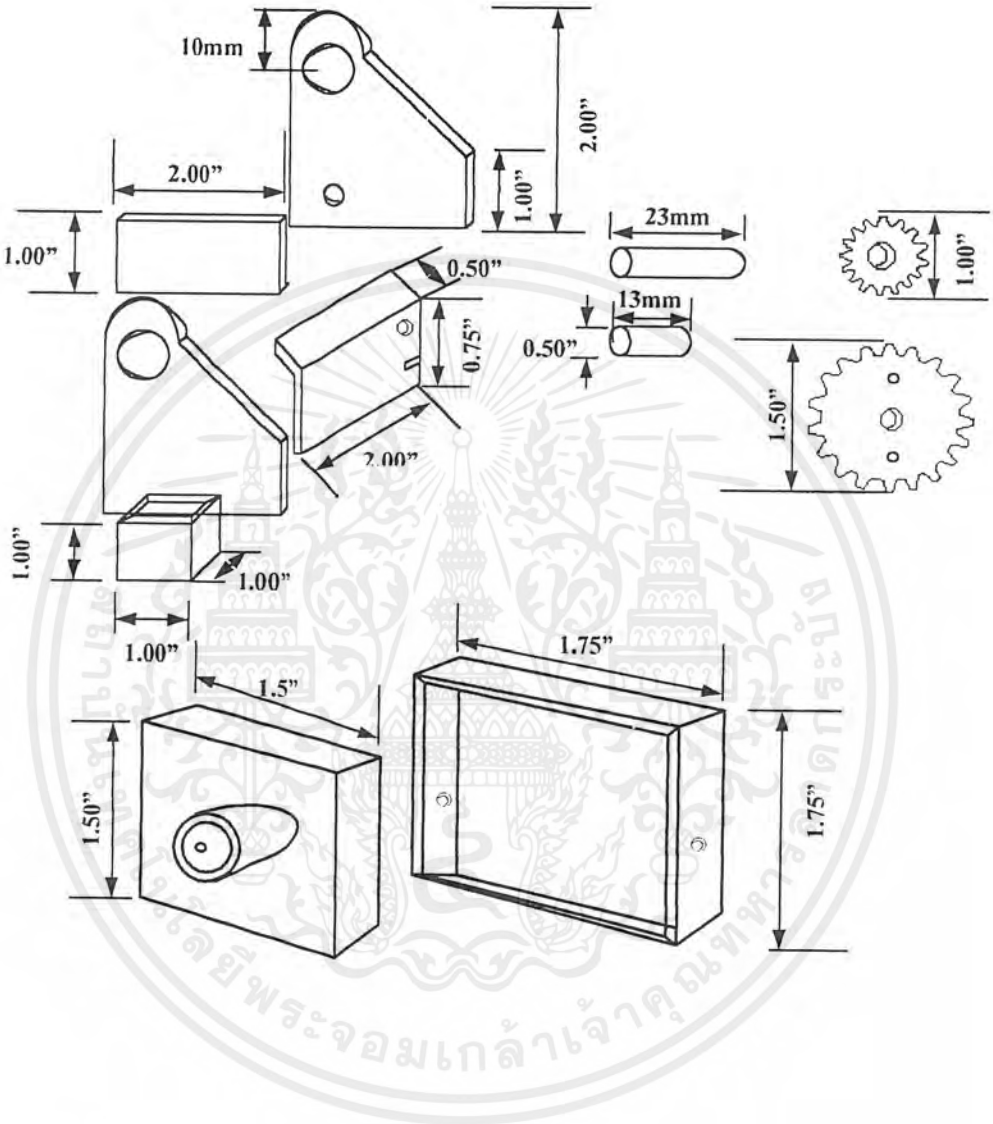
รูปที่ 2.16 แสดงภาพรวมของClipper

ส่วนที่สำคัญหลักของ Clipper คือส่วนของข้อต่อที่มีเฟือง ส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำให้ Clipper เคลื่อนไหวได้โดยจะถูกควบคุมด้วยแกนของเซอร์โวมอเตอร์ที่ติดกับข้อต่อที่มีเฟืองด้านหนึ่ง

2.5 กล้องซีซีดี

ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่เปรียบเสมือนตาของหุ่นยนต์หกขา คือกล้องซีซีดีซึ่งจะติดตั้งไว้ที่ส่วนบนด้านหน้าของตัวหุ่น ภาพที่กล้องซีซีดีเป็นภาพมุมกว้างแต่ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการมองเห็นดังนั้นจึงต้องออกแบบให้กล้องสามารถเคลื่อนไหวได้เพื่อจับภาพที่ต้องการได้ ส่วนประกอบหลักของส่วนนี้ก็คือ เฟืองที่ใช้ในการปรับมุมทั้งแนวระนาบและแนวตั้งฉาก ส่วนประกอบจะแสดงดังรูป 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

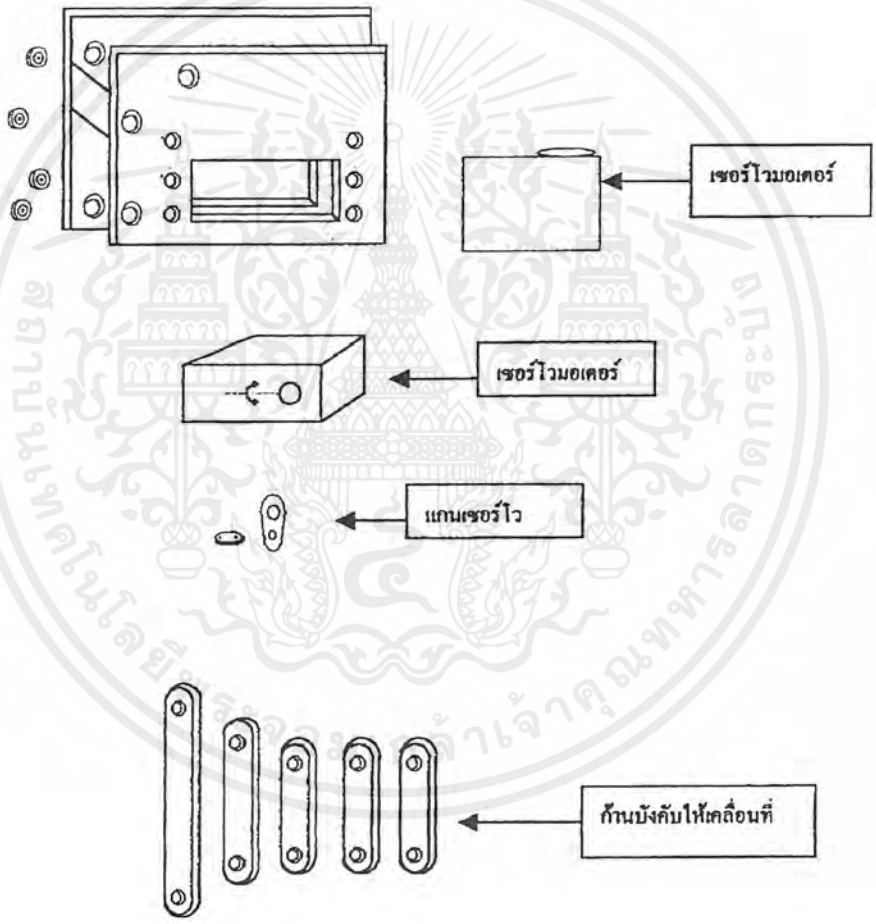


รูปที่ 2.17 แสดงส่วนประกอบเพื่อทำให้กล้องสามารถปรับมุมในการมองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

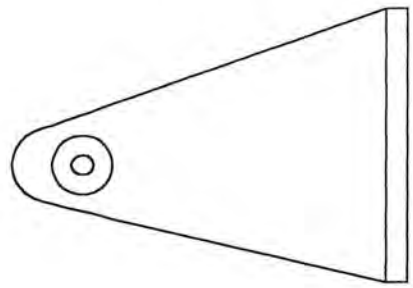
2.4 การออกแบบส่วนคอและหัวของหุ่นยนต์

ส่วนคอของหุ่นยนต์หกขามีหน้าที่ยกปากจับ(Clipper)ขึ้นหรือลงได้ประมาณ 0.5 นิ้วเนื่องจากข้อจำกัดของเซอร์โวมอเตอร์มีมุมในการหมุนน้อยและอีกส่วนหนึ่งมาจากทางด้านแม็คคานิกส์ นอกจากนี้ส่วนคอสามารถทำให้ปากจับเคลื่อนไปด้านซ้ายและขวาเป็นมุมด้านละ 60 องศา และหมุนคอในแนวตั้งฉากกับพื้นระนาบด้านซ้ายและขวาด้วยมุมละ 45 องศา ส่วนประกอบของคอหุ่นยนต์แสดงในรูปที่ 2.14

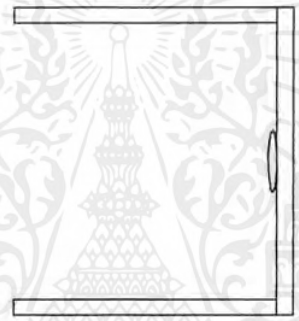


รูปที่ 2.14 (ก)แสดงส่วนที่ทำหน้าที่ยก Clipper ของคอหุ่นยนต์หกขา

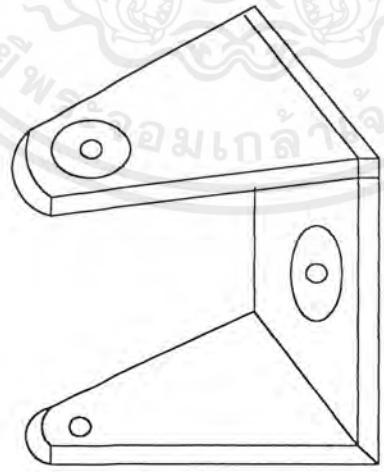
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 (ข) แสดงภาพด้านบนของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา



รูปที่ 2.14 (ค) แสดงภาพด้านข้างของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา



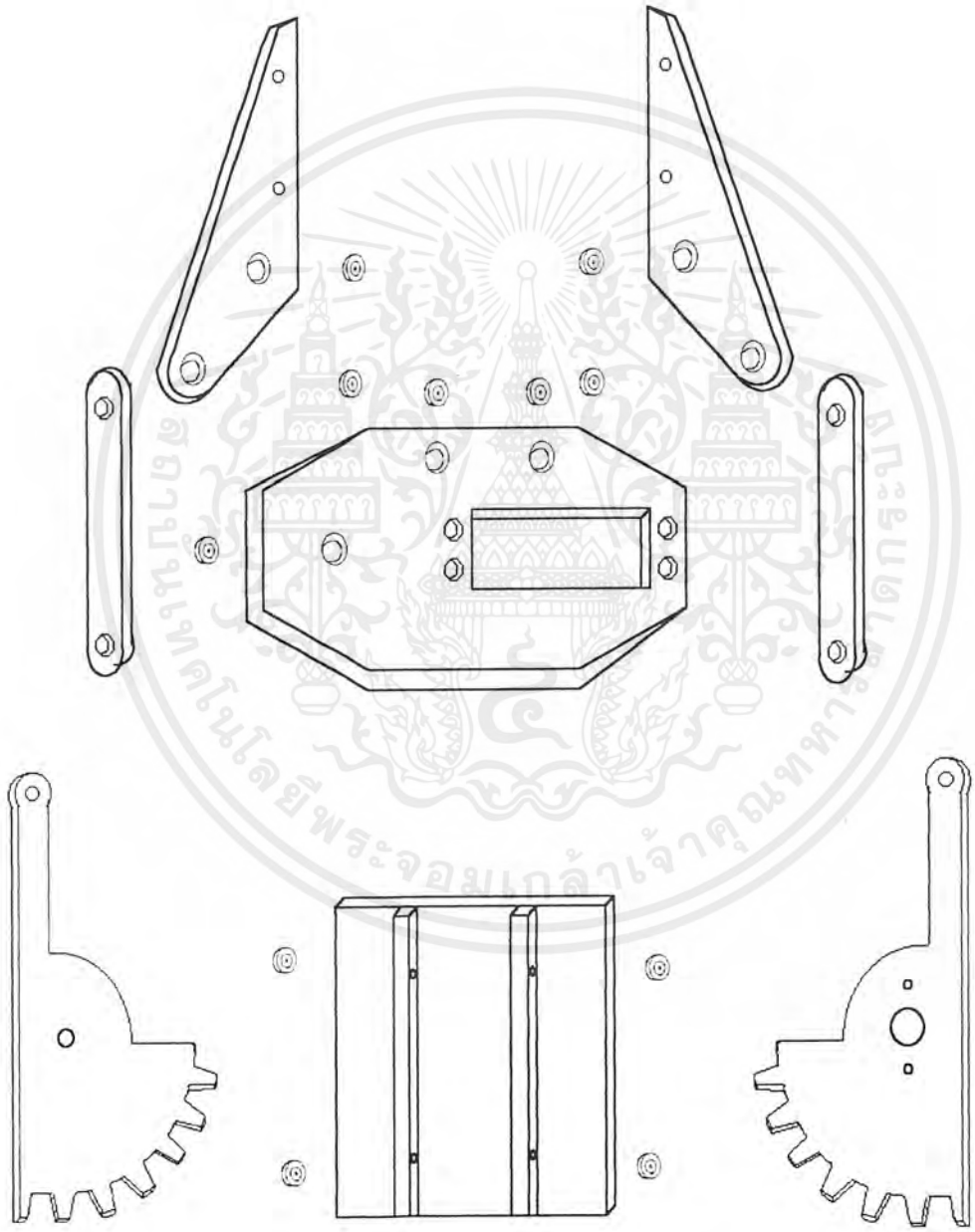
รูปที่ 2.14 (ง) แสดงภาพรวมของส่วนที่ติดกับตัวหุ่นยนต์หกขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากรายละเอียดที่ได้แสดงในรูปที่ 2.14 จะพบว่าส่วนหลักของข้อต่อในส่วนคอจะมีอยู่สามข้อต่อที่ทำให้ส่วนหัวเคลื่อนไหวได้ คือ

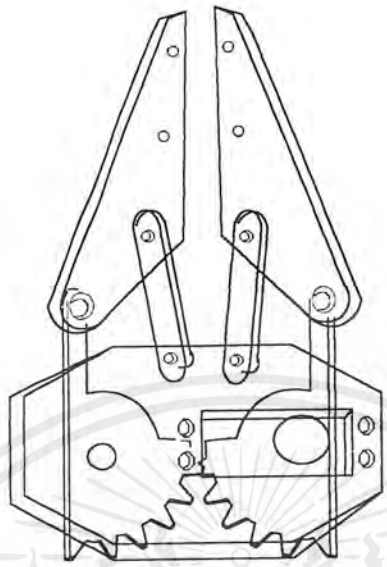
1. ข้อต่อที่ทำให้ส่วนหัวยกขึ้นหรือลง
2. ข้อต่อที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปด้านซ้ายหรือขวา
3. ข้อต่อที่ทำหน้าที่หมุนไปตามแกนที่ตั้งฉากกับพื้นระนาบ



รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบของClipper

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42312



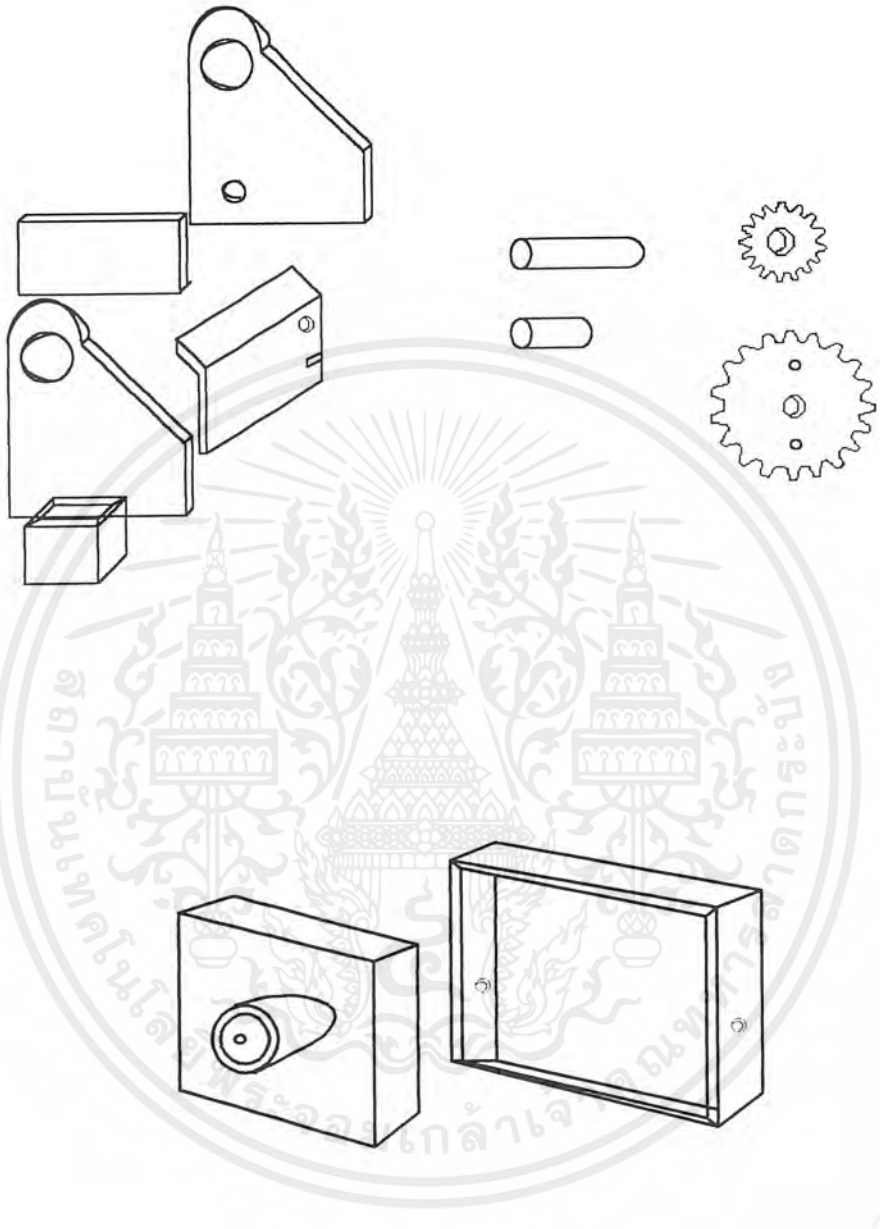
รูปที่ 2.16 แสดงภาพรวมของClipper

ส่วนที่สำคัญหลักของ Clipper คือส่วนของข้อต่อที่มีเฟือง ส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำให้ Clipper เคลื่อนไหวได้โดยจะถูกควบคุมด้วยแกนของเซอร์โวมอเตอร์ที่ติดกับข้อต่อที่มีเฟืองด้านหนึ่ง

2.5 กล้องซีซีดี

ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่เปรียบเสมือนตาของหุ่นยนต์หกขา คือกล้องซีซีดีซึ่งจะติดตั้งไว้ที่ส่วนบนด้านหน้าของตัวหุ่น ภาพที่กล้องซีซีดีเป็นภาพมุมกว้างแต่ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการมองเห็นดังนั้นจึงต้องออกแบบให้กล้องสามารถเคลื่อนไหวได้เพื่อจับภาพที่ต้องการได้ ส่วนประกอบหลักของส่วนนี้ก็คือ เฟืองที่ใช้ในการปรับมุมทั้งแนวระนาบและแนวตั้งฉาก ส่วนประกอบจะแสดงดังรูป 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงส่วนประกอบเพื่อทำให้กล้องสามารถปรับมุมในการมองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและหลักการ

3.1 เซอร์โวมอเตอร์

3.1.1หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วยมอเตอร์ความเร็วสูงภายในมีเฟืองทดรอบให้หมุนช้าลงเพื่อจะได้กำลังแรงบิดที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีวงจรควบคุมมอเตอร์ซึ่งวงจรนี้จะนำเอาค่าเฉลี่ยของพัลซ์รูปคลื่นสี่เหลี่ยม เข้าไปเปรียบเทียบกับค่าแรงดันค่าหนึ่งที่มีอยู่ในวงจร ถ้าค่าต่างกันวงจรควบคุมจะสั่งให้มอเตอร์หมุนไปตามทิศทางที่ตั้งไว้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างพัลซ์โดยที่แกนเฟืองทดรอบจะถูพ่วงไปกับแกนVR.(ตัวต้านทานปรับค่าได้)ซึ่งอยู่ในวงจรควบคุมมอเตอร์ ในขณะที่มอเตอร์หมุน VR.จะถูกปรับค่า ทำให้ค่าแรงดันเปรียบเทียบของวงจรควบคุมมอเตอร์เปลี่ยนไปด้วย จนกระทั่งค่าเฉลี่ยของพัลซ์ในวงจรควบคุมมอเตอร์เท่ากับค่าเฉลี่ยของพัลซ์ที่เข้ามา จึงจะทำให้มอเตอร์หยุดหมุนได้

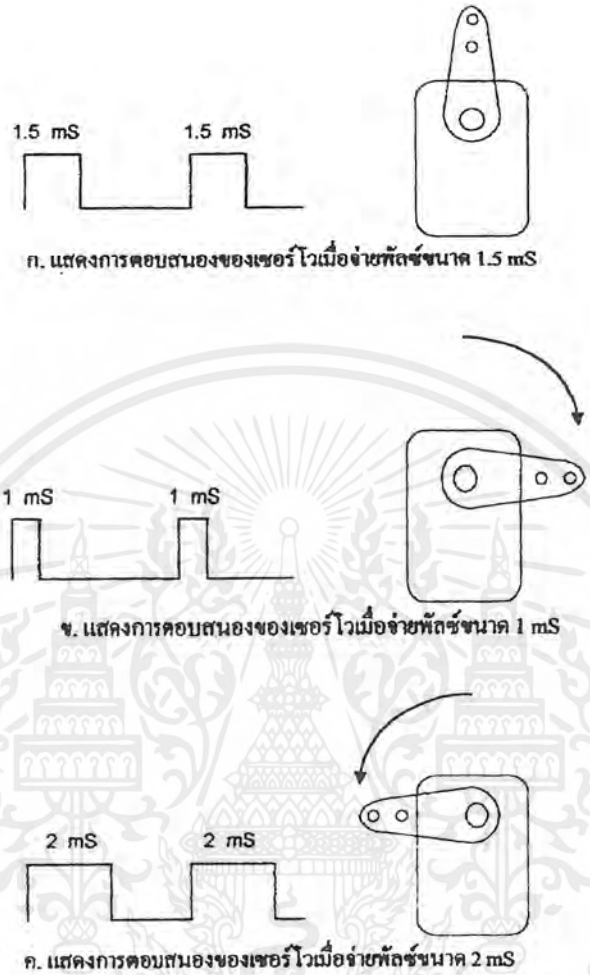
เซอร์โวมอเตอร์จะมีสายไฟสามเส้น คือ สายไฟเลี้ยง สายกราวด์ และสายสัญญาณพัลซ์ควบคุมซึ่งลักษณะของสัญญาณ พัลซ์ที่ใช้ควบคุมตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ จะเป็นการส่งสัญญาณพัลซ์ที่มีความกว้างต่างกัน เพื่อควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยที่ความกว้างของพัลซ์จะเป็นตังกำหนดขนาดและทิศทางของการหมุนเซอร์โวมอเตอร์ สำหรับคาบเวลาหรือระยะห่างระหว่างพัลซ์แต่ละลูกจะเป็นตัวกำหนดแรงบิดของเซอร์โวมอเตอร์

ถ้ากำหนดให้ในสภาวะปกติ เมื่อป้อนพัลซ์สี่เหลี่ยมที่มีความกว้างขนาด 1.5 mS ให้กับเซอร์โวมอเตอร์แกนของเซอร์โวมอเตอร์จะอยู่ตำแหน่งกลาง

เมื่อป้อนพัลซ์สี่เหลี่ยมที่มีความกว้างขนาด 1 mS ให้กับเซอร์โวมอเตอร์แกนของเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา

เมื่อป้อนพัลซ์สี่เหลี่ยมที่มีความกว้างขนาด 2 mS ให้กับเซอร์โวมอเตอร์แกนของเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงการตอบสนองของเซอร์โวมอเตอร์ของสัญญาณพัลซ์ที่มีความถี่ต่างกัน

ดังนั้นถ้าจ่ายพัลซ์ที่มีความกว้างน้อยหรือมากกว่าความกว้างของพัลซ์ 1.5 mS ก็จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนต่างทิศกัน ทั้งตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา โดยตำแหน่งแขนที่หมุนเซอร์โวมอเตอร์จะเบี่ยงเบนออกจากจุดกึ่งกลางเป็นสัดส่วนกับความกว้างของพัลซ์ที่จ่ายให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

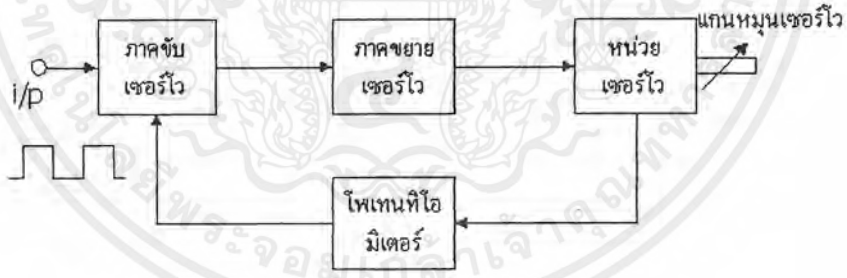
ในเซอร์โวมอเตอร์หนึ่งตัวจะประกอบไปด้วย 3 ภาคการทำงานแต่ละภาคมีหน้าที่และการทำงานดังนี้

ภาคขับเซอร์โวมอเตอร์ ประกอบด้วย วงจรสร้างสัญญาณพัลซ์ และวงจรเปรียบเทียบสัญญาณพัลซ์ที่สร้างขึ้น กับสัญญาณพัลซ์ I/Pที่รับเข้ามา

ภาคขยายเซอร์โว ประกอบด้วยวงจร RC Network ที่ช่วยหน่วงสัญญาณให้เซอร์โวมอเตอร์สามารถทำงานได้ตลอดช่วงเวลา จนกระทั่งมีสัญญาณลูกต่อไปมา รวมถึงวงจรกลับขั้วแรงดันไฟฟ้าควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์

หน่วยเซอร์โว ประกอบด้วยมอเตอร์ความเร็วสูง เฟืองทดรอบ แกนหมุน อุปกรณ์ต่างๆ และ VR. ทำหน้าที่ป้อนกลับตำแหน่ง(Position Feedback)

ซึ่งในขณะที่มอเตอร์หมุนโพเทนทิโอมิเตอร์ (VR.) จะถูกปรับค่า Feedback กลับมาปรับและเปรียบเทียบต่าความกว้างของพัลซ์ที่ภาคขับเซอร์โว เมื่อขนาดความกว้างของพัลซ์มีค่าเฉลี่ยของค่าแรงดันเท่ากันมอเตอร์จะหยุดหมุนทันที ซึ่งรูปที่ 3.2 ได้แสดงภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น และได้แสดงไว้ดังรูปต่อไปนี้

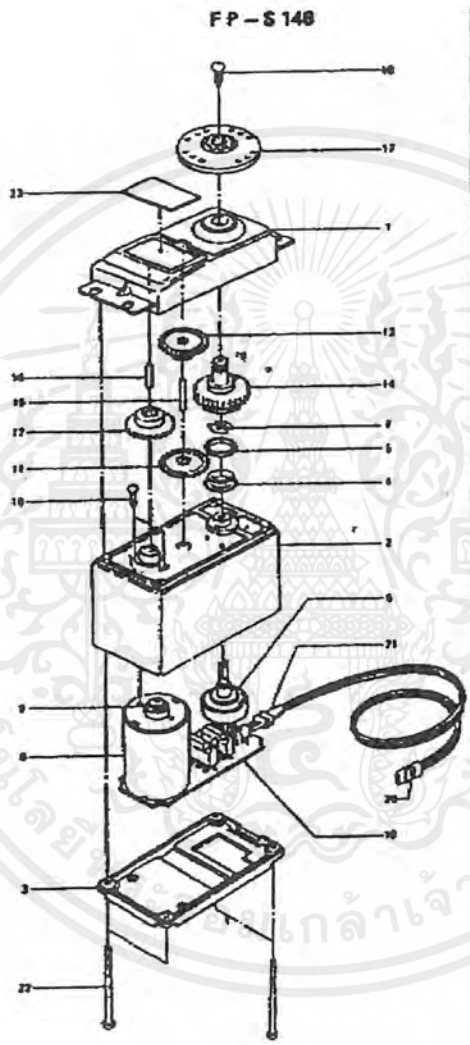


รูปที่ 3.2 แสดงภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของเซอร์โว รุ่น FT 148

ภายในชุดเซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย ชุดมอเตอร์ความเร็วสูง และชุดเฟืองทดรอบ จะทำให้มอเตอร์มีแรงบิดมากขึ้น ซึ่งส่วนประกอบต่างได้แสดงไว้ตามรูปที่ 3.3



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	139668
7.	Potentiometer drive plate	S02753
8.	Motor	S91239
9.	Motor pinion	S02481
10.	Screw	J50002
11.	1st gear	1157
12.	2nd gear	1157
13.	3rd gear	1157
14.	Final gear	1157
15.	Intermediate shaft	S02495
16.	2nd shaft	S02494
17.	Servo horn D	1168
18.	Binding head tapping screw 2.6X8	1122
19.	Printed wiring board	AS1157
20.	3PB-WRB300G	AT2453
21.	w/gum bush	S90045
22.	Pan head truss screw	J60360
23.	Nameplate	S60099

รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11

3.2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11เป็นชิปไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์หนึ่งของโมโตโรล่าที่ได้ถูกออกแบบมาโดยรวมอุปกรณ์ที่จำเป็นในการใชงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ไว้ภายในตัวมันเองไม่ว่าจะเป็นพอร์ตอินพุต เอาต์พุต วงจรตั้งเวลา ตัวนับ ระบบการอินเตอร์รับต์ หน่วยความจำ วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ระบบป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากโปรแกรม และส่วนติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม สามารถสรุปคุณสมบัติโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 ได้ 2 ลักษณะคือ ทางฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังนี้

คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์

- ซีพียูขนาด 8 บิต
- มีหน่วยความจำรอมภายในสำหรับเก็บโปรแกรมขนาด 4.8 หรือ 12 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำอีอีพรอมภายในขนาด 512 ไบต์หรือ 2 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำแรมภายในขนาด192 ,256 หรือ512 ไบต์
- มีตัวตั้งเวลาและตัวนับเวลาขนาด 8 บิต
- มีวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล 8 บิต 8 ช่อง
- มีวงจรพัลซ์แอกคิวมูลเลเตอร์ขนาด 8 บิต
- มีส่วนติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- มีวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม
- มีวงจรรีลไทม์อินเตอร์รัปต์
- มีระบบวอตช์ด็อก
- สามารถขยายตัวตั้งเวลาเป็นขนาด 16 บิต ได้โดยฟังก์ชั่นการทำงานเพิ่มเติมคือ วงจรปรีสเกลเลอร์ที่สามารถโปรแกรมได้ 4 สเกล อินพุตสำหรับตรวจจับสัญญาณ 3 อินพุตและเอาต์พุตสำหรับวงจรเปรียบเทียบ 5 เอาต์พุต
- มีระบบอินเตอร์รัป 2 ระดับจาก 21 แหล่ง
- สามารถติดต่อหน่วยความจำภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
- สามารถต่อเชื่อมการทำงานเป็นแบบมัลติโปรเซสเซอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางซอฟต์แวร์

- มีชุดคำสั่งเพิ่มเติมมากกว่าไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 6800 และ 6801 จึงสามารถใช้ชุดคำสั่งเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ทั้งสองได้
- สามารถทำการหารเลข 16 บิต โดยได้ผลลัพธ์เป็นตัวเลข 16 บิต และเศษขนาด 16 บิต
- สามารถประมวลผลข้อมูลละเอียดถึงระดับบิต
- มีโหมดการทำงาน WAIT และโหมด STOP เพื่อประหยัดพลังงาน

3.2.2สถาปัตยกรรมของ 68HC11

ภายในชิปประกอบด้วยส่วนหลักๆ 6 ส่วน คือ

1. ซีพียู
2. หน่วยความจำ
3. แอกคิวมูเลเตอร์ – วอตช์ด็อก – ตัวตั้งเวลาหลัก
4. พอร์ตอินพุต เอาต์พุต
5. วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล
6. สโตรบ / แฮนด์เชก

3.3 วิทยุบังคับ

3.3.1 หลักการของวิทยุบังคับ

ระบบวิทยุที่นำมาใช้คือ แบบพร็อพพอร์ชันแนล(Proportional) ซึ่งเป็นการบังคับให้ปลายทางมีการเคลื่อนไหวต่อเนื่องเป็นสัดส่วน คือทางเครื่องส่งจะส่งพัลซ์รูปคลื่นสี่เหลี่ยมออกไปยังปลายทาง พัลซ์รูปสี่เหลี่ยมนี้จะสามารถเปลี่ยนแปลงความกว้างของรูปพัลซ์ได้ตามการบังคับจากทางเครื่องส่ง ส่วนทางเครื่องรับจะรับเอารูปคลื่นพัลซ์สี่เหลี่ยมที่ส่งมาจากเครื่องส่งไปเป็นสัญญาณในการควบคุมให้เครื่องกลไกทำงานตามการบังคับจากด้านเครื่องส่ง เครื่องกลไกที่ถูกบังคับจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับความกว้างของรูปพัลซ์

จากหลักการดังที่กล่าวมานั้น ความกว้างของพัลซ์ 1 ลูกคลื่นสามารถใช้บังคับได้ 1 ช่องบังคับ คือสามารถใช้บังคับควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ได้เพียง 1 ตัว เพื่อให้ได้ช่องการบังคับที่เพิ่มขึ้นภายในการส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุคลื่นเดียวเท่านั้น ฉะนั้นในการส่งสัญญาณคลื่นจำนวนมากจะต้องใช้หลักการมัลติเพล็กซ์สัญญาณหลายสัญญาณไปกับคลื่นพาห์เดียวกัน เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงความกว้างของพัลซ์ได้โดยอิสระไม่ขึ้นต่อกันจึงเลือกใช้หลักการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งคาบเวลา

ในการมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบนี้วงจรกำเนิดพัลซ์ของแต่ละช่องจะทำงานที่เวลาเยื้องกันไปตามลำดับ โดยจะมีเว้นช่องว่างของพัลซ์แต่ละลูกเพื่อแยกพัลซ์ออกจากกัน สัญญาณพัลซ์ควบคุมรูปสี่เหลี่ยมแต่ละลูกจะเกิดขึ้นต่อเนื่องเรียงกันเป็นขบวนรูปคลื่นตามลำดับเวลาก่อนหลังตามลำดับช่องบังคับ เมื่อครบจำนวนพัลซ์จะมีการส่งสัญญาณซิงค์พัลซ์ (Sync Pulse) สอดแทรกเข้าไปอีก 1 ลูกคลื่น สัญญาณซิงค์พัลซ์นี้จะคั่นระหว่างชุดสัญญาณควบคุมทุกๆคาบเวลา เพื่อใช้เป็นหลักในการส่ง หรือด้านการแยกสัญญาณทางเครื่องรับไม่ให้รูปเคลื่อนสัญญาณควบคุมสับสนกันชุดสัญญาณพัลซ์ควบคุมที่ถูกมัลติเพล็กซ์เข้าด้วยกันเป็นขบวนรูปคลื่นนี้จะถูกส่งไปมอดดูเลชั่นเข้ากับคลื่นพาห์เพื่อส่งออกอากาศไปยังเครื่องรับต่อไป

หลักการที่ใช้ในการส่งออกอากาศคือ Pulse Code Modulation (PCM) ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่เปลี่ยนแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ในระบบ PCM นั้น กลุ่มของพัลซ์หรือรหัส(Code)จะถูกส่งออกไปลักษณะของจำนวนเลขฐานสองซึ่งจะสัมพันธ์กับระดับแรงดันของสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลชั่น ทางด้านรับจะทำการถอดรหัสที่เข้ามาโดยไม่สนใจความสูง ความกว้าง หรือพลังงานที่มีอยู่ในแต่ละพัลซ์ที่รับเข้ามาแต่จะตรวจสอบเพียงว่ามีพัลซ์เข้ามาหรือไม่ เนื่องจากการตรวจสอบด้วยสภาวะดังกล่าวนี้ไม่ว่าจะมีสัญญาณรบกวนหรือมีการผิดเพี้ยนของสัญญาณไปยังสามารถรับได้เพราะระบบสนใจเพียงแต่สัญญาณดิจิตอล

ขั้นแรกในระบบ PCM คือการจัดกลุ่มให้ระดับสัญญาณ (Quantization) สัญญาณที่เข้ามามอดดูเลชั่น จากนั้นจะเข้ารหัสให้แก่สัญญาณแต่ละตัวแล้วทำการส่งไปยังเครื่องรับ เครื่องรับก็ทำการถอดรหัสและแปลงสัญญาณกลับเป็นให้เหมือนสัญญาณอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ระบบการควบคุมและผลการทดลอง

4.1หลักการควบคุม

การควบคุมเซอร์มอเตอร์ทำได้โดยป้อนความถี่พัลซ์บวกดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ดังนั้นเราจึงใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างความถี่พัลซ์ขึ้นมาควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 12 ตัว เพื่อให้หมุนไปในตำแหน่งที่ต้องการ และพัลซ์ที่สร้างขึ้นมาจะมีความถี่ไม่เท่ากัน ถ้าหากตำแหน่งการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ต่างกันตลอดเวลาของการทำงาน จำเป็นที่ต้องสร้างพัลซ์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ตลอดเวลา เพื่อให้เซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวรักษาตำแหน่งของตัวเองไว้ และต้านแรงกดทับจากน้ำหนักของตัวหุ่นยนต์

จากโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นเซอร์โวมอเตอร์ทางด้านซ้ายของตัวหุ่นยนต์และเซอร์โวมอเตอร์ทางด้านขวาของตัวหุ่นยนต์จะวางอยู่ในตำแหน่งตรงกันข้ามทั้งสองด้าน นั่นหมายถึงความถี่พัลซ์ที่ป้อนให้กับเซอร์โวมอเตอร์ทั้งด้านซ้ายและขวาจะต้องต่างกัน

4.1.1การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์

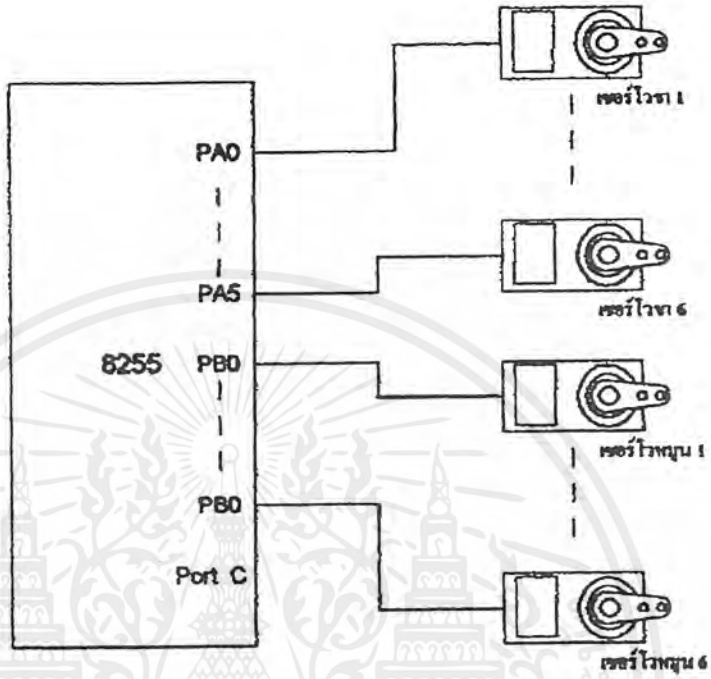
ในการควบคุมเลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 ผ่านทางไอซีพอร์ต 8255 โดยใช้สัญญาณควบคุมเพียง 1 บิตต่อเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งเป็นการแสดงไดอะแกรมการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ และมีการเชื่อมต่อพอร์ตเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ดังนี้

พอร์ต A บิตที่ 0 ถึงบิตที่ 5 เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ยกขาทั้ง 6 ขา

พอร์ต B บิตที่ 0 ถึงบิตที่ 5 เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนตำแหน่งของขา

พอร์ต C สำรองไว้ใช้งานในส่วนที่ต้องการเพิ่มเติมอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงไดอะแกรมการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

4.1.2 การพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11

โครงงานนี้เลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ CP-68HC11 ผลิตโดยบริษัท อีทีที จำกัด เหตุเพราะบอร์ดนี้เป็นบอร์ดที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง สามารถเชื่อมต่อเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆได้เป็นอย่างดี

การพัฒนาโปรแกรมบนบอร์ด CP-68HC11 นี้จะใช้โปรแกรม ET-DEBBUGGER 68HC11 โดยติดตั้งอีพรอมที่บันทึกโปรแกรมลงบนบอร์ดก่อนแล้วต่อบอร์ดเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต RS-232 จากนั้นจ่ายแรงดันให้กับบอร์ด จากนั้นรันโปรแกรม PROCOM+ เพื่อทำการติดต่อกับโปรแกรมมอนิเตอร์ของบอร์ด CP-68HC11 จากจุดนี้สามารถทำการอัพโหลด HEX ไฟล์ , รันโปรแกรม , ดูค่าในรีจิสเตอร์และค่าในหน่วยความจำได้

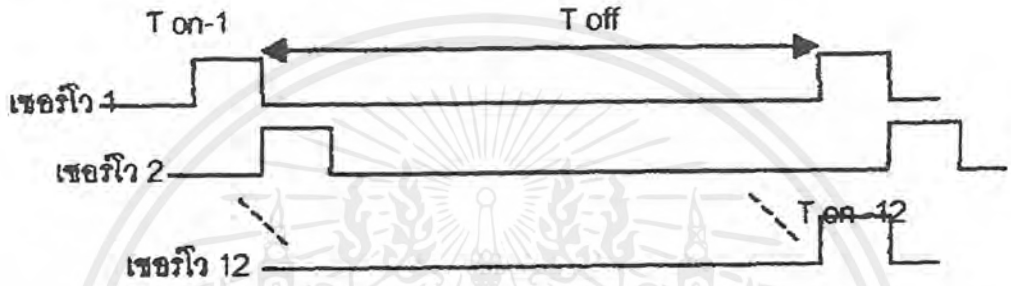
ในการสร้าง HEX ไฟล์เพื่อทำการอัพโหลดเข้าไปในบอร์ด อันดับแรกจะต้องทำการเขียนโปรแกรมเป็นภาษาแอสแซมบลี้ของ 68HC11 ให้ถูกต้องตามรูปแบบ จากนั้นใช้โปรแกรม PROCOM แปลงเป็น MOTOROLA HEX ไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แนวทางการแก้ปัญหาในการควบคุม

4.2.1 การจัดสัญญาณพัลซ์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์

การที่จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างความถี่ที่ต่างกันในเวลาที่พร้อมกันนั้นทำได้ยาก เราหลีกเลี่ยงโดยการสร้างสัญญาณพัลซ์บวกตามเวลา T-on ให้กับเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว โดยอาศัยช่วงจังหวะ T-off สร้างสัญญาณ T-on ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ตัวต่อไป จนครบทั้ง 12 ตัว ดังรูปที่4.2



รูปที่ 4.2 ลักษณะของสัญญาณที่ควบคุมเซอร์โว

เมื่อครบรอบการทำงานจะมีการวนลูป ประมวลผลเพื่อควบคุมขาหุ่นยนต์ในแต่ละตำแหน่งซึ่งตำแหน่งของขาในแต่ละลำดับ จะวนมาสร้างสัญญาณพัลซ์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวอีก เพื่อย้ายตำแหน่งของขาหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ในตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งการวนลูปอย่างนี้เรื่อยๆ ไปจะทำให้ดูเหมือนว่าเซอร์โวมอเตอร์ได้รับพัลซ์ที่พร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2การสร้างสัญญาณพัลซ์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์

หลักการสร้างสัญญาณพัลซ์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ใช้สัญญาณข้อมูล 1 บิต สำหรับ 1 ช่องสัญญาณพัลซ์โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการส่งข้อมูล'1'ไปยังบิตที่ต้องการให้เกิดพัลซ์บวก หรือช่วง T-ON
2. ทำการหน่วงเวลาตามระยะเวลาของT-ON
3. ส่งข้อมูล'0'เมื่อต้องการให้อยู่ในช่วงT-OFF
4. ทำการหน่วงเวลาตามระยะเวลาของT-OFF
5. ทำการวนลูปกลับไปขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง

หลักการดังกล่าว เป็นหลักการที่ง่ายสำหรับการสร้างพัลซ์ ช่องสัญญาณเดียว แต่ถ้าหากต้องการสร้างสัญญาณพัลซ์หลายๆช่องสัญญาณที่ความถี่ต่างกันตลอดเวลา ซึ่งหลักการดังที่กล่าวข้างต้นจะเป็นหลักการที่นำไปสู่การเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

ข้อได้เปรียบอย่างหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 คือ รีจิสเตอร์ตัวนับเวลา(Time counter register :TCNT) ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต หลักการรีเซตตัวนับเวลานี้จะเริ่มนับตามความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ซีพียู(CPU)ใช้ ซึ่งตัวนับเวลานี้จะไม่ขึ้นกับการประมวลผลตามคำสั่งของซีพียู และยังสามารถที่จะตั้งการนับได้ตลอดเวลา

จากข้อได้เปรียบอันนี้จะถูกนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการหน่วงเวลาของ T-ON และ T-OFF ของสัญญาณพัลซ์ ดังขั้นตอนการหน่วงเวลาดังต่อไปนี้

1. อ่านค่าของตัวนับจากรีจิสเตอร์TCNT
2. บวกกับค่าแทนเวลา ที่ต้องการหน่วงเวลา
3. หากว่าพัลซ์ของการบวกเพิ่มเท่ากับTCNTที่ให้เสร็จสิ้นการหน่วงเวลา

ค่าแทนเวลา(N)สามารถหาได้จากสมการ

$$N = t * F$$

เมื่อ N คือ ค่าแทนเวลาที่ใช้บวกเพิ่มกับค่าของรีจิสเตอร์TCNT

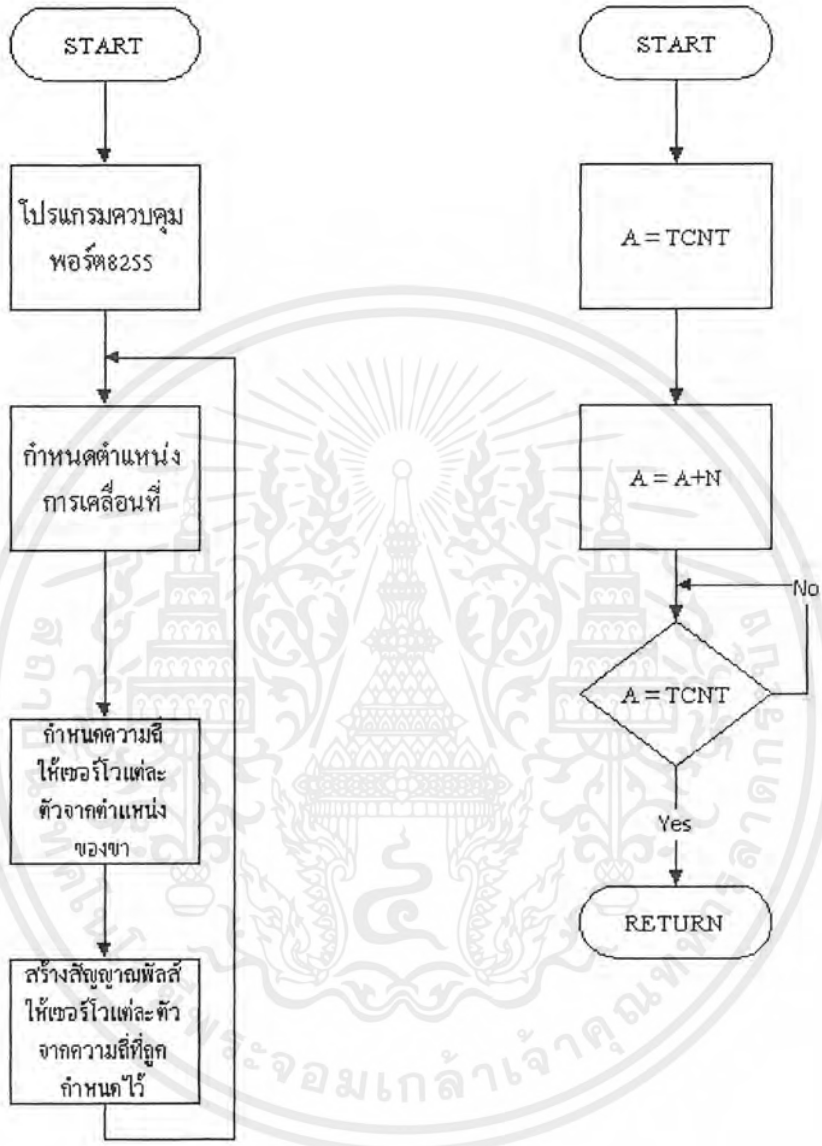
t คือ เวลาที่ต้องการหน่วง(วินาที)

F คือ ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาของซีพียู(Hz)

ซึ่งการสร้างสัญญาณพัลซ์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์มีลำดับการควบคุมการทำงานและลำดับการหน่วงเวลาโดยแสดงเป็น Flowchart ในรูปที่ 4.3 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart



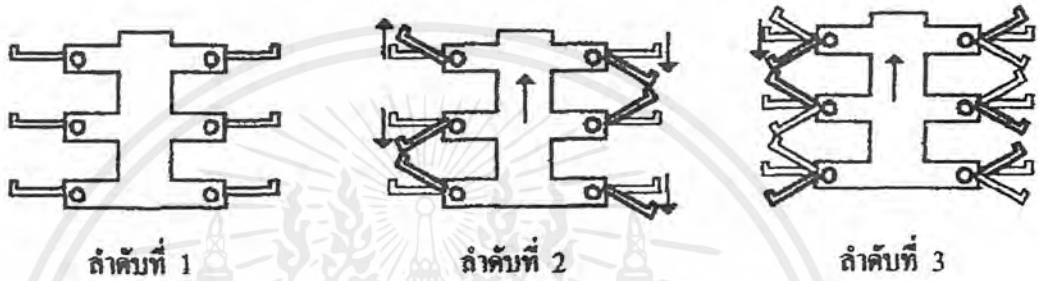
Flowchart ลำดับการควบคุม Flowchart ลำดับการหน่วงเวลา

รูปที่ 4.3 Flowchart ของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หกขา

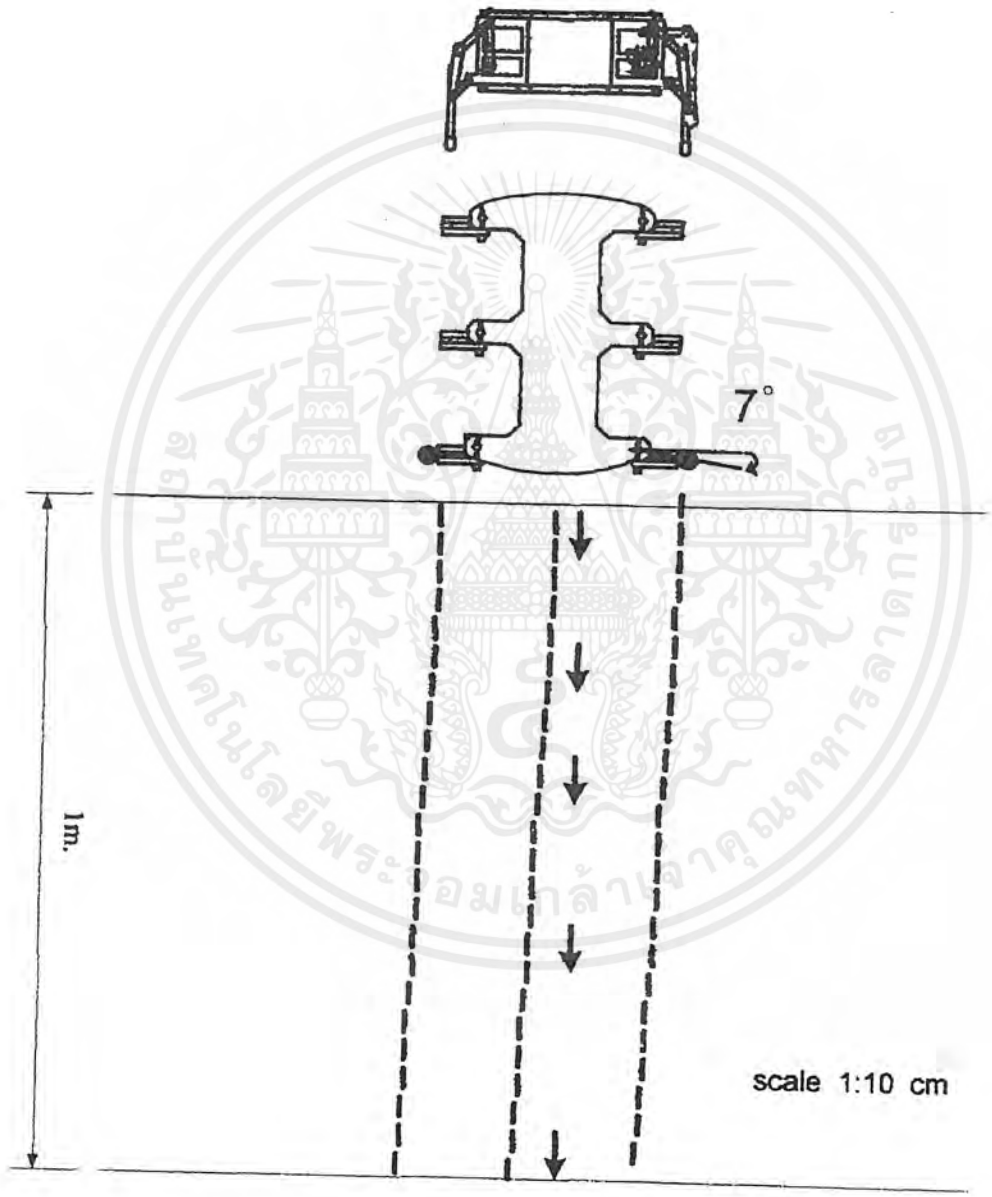
ในหัวข้อนี้ได้นำเสนอหลักการทดสอบแนวคิดและหลักการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ ของหุ่นยนต์ โดยอาศัยหลักการการเคลื่อนที่ที่มีความสัมพันธ์ทีละ 3 ขา ดังแสดงในรูปที่ 4.4 แต่จะเกิดข้อเสียเมื่อขาของหุ่นยนต์หกขามีความสูงไม่เท่ากัน และมุมองศาในการก้าวย่าง ซึ่งจะทำให้การเดินของหุ่นยนต์ไม่เป็นเส้นตรงตามที่กำหนด



รูปที่ 4.4 ลำดับการเดินไปด้านหน้าทีละ 3 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

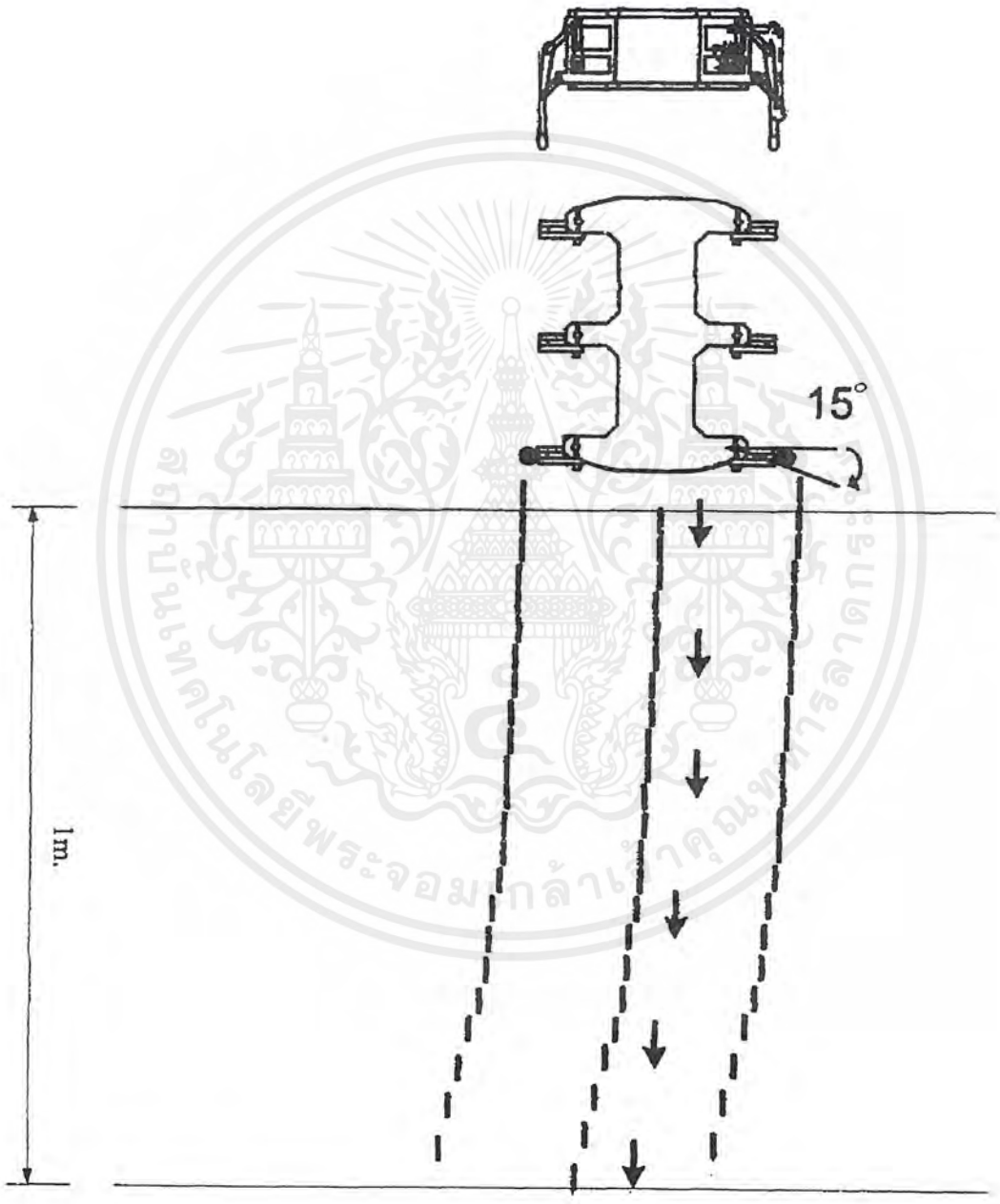
ดังนั้นจากผลการทดลอง การเคลื่อนที่ไปด้านหน้า โดยใช้ค่าทดสอบมุมก้าวขา 7 องศา ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ได้แสดงลักษณะเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ 3.25 เซนติเมตร/วินาที โดยใช้ระยะทดสอบ 1 เมตร



รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยมุมก้าวขา 7 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง การเคลื่อนที่ไปด้านหน้า โดยใช้ค่าทดสอบมุมก้าวขา 15 องศาดังแสดงในรูป 4.6 ได้แสดงลักษณะเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ 4.48 เซนติเมตร/วินาที โดยใช้ระยะทดสอบ 1 เมตร



รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยมุมก้าวขา 15 องศา

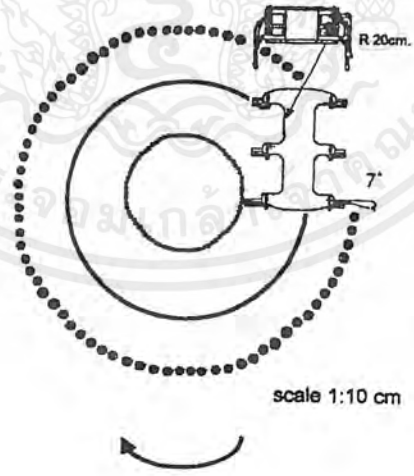
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองการเคลื่อนที่แบบหมุนตัว

จากแนวความคิดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าแบบที่สองสามารถนำมาประยุกต์เป็นแนวคิดในการหมุนตัวโดยการสลับทิศทางตำแหน่งของขาขณะทำการหมุนบิดกับลำตัวดังแสดงในรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 ลำดับการหมุนตัว

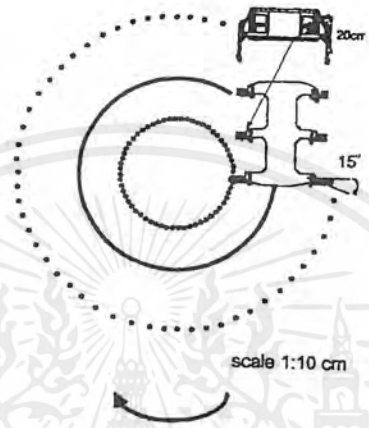
ข้อเสียของลำดับขั้นตอนการหมุนแบบนี้คือเกิดแรงเหวี่ยงฝืนขึ้นกับขาข้างใดข้างหนึ่งของข้างที่มีขาสัมพันธ์ ทำให้ขาดังกล่าวถูกลากเปลี่ยนตำแหน่งไปกับพื้น สำหรับผลการทดลองการหมุนตัว โดยใช้ค่าทดสอบมุมแกว่งขา 7 องศา ดังแสดงใน รูปที่ 4.8 ได้แสดงลักษณะเส้นทางการหมุนตัวของหุ่นยนต์ และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.35 นาที/รอบ



รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบการหมุนตัวด้วยมุมแกว่งขา 7 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง การหมุนตัว โดยใช้ค่าทดสอบมุมแกว่งขา 15 องศา ดังแสดงในรูปที่ 4.9 ได้แสดงลักษณะเส้นทางการหมุนตัวของหุ่นยนต์และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.15 นาที/รอบ

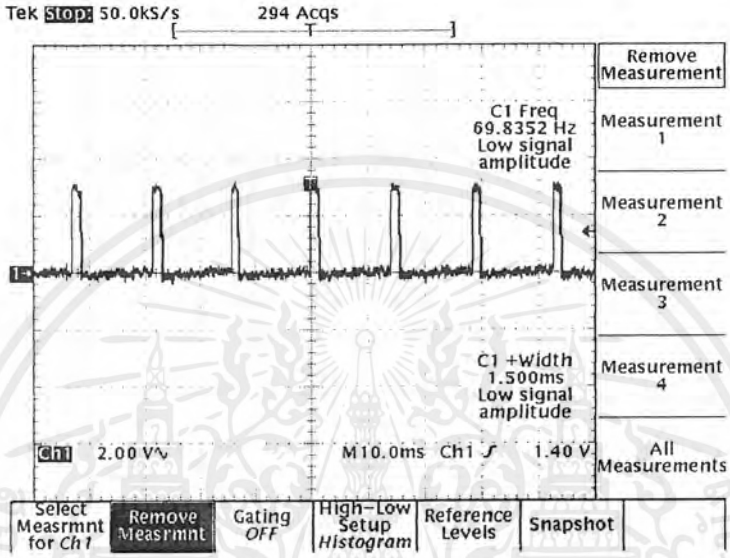


รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบการหมุนตัวด้วยมุมแกว่งขา 15 องศา

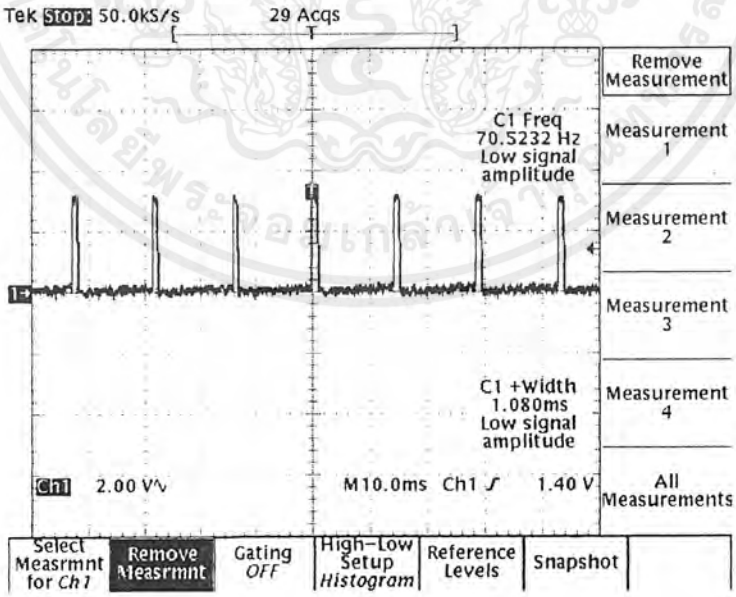
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 รูปสัญญาณพัลส์ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ในหัวข้อนี้จะเสนอผลของรูปคลื่นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมเซอร์โวของขาแต่ละตัว

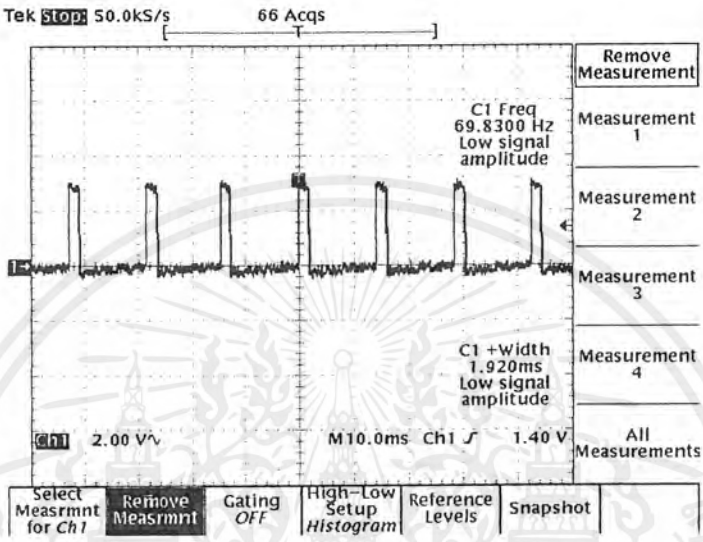


รูปที่4.10 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์ยืนอยู่กับที่

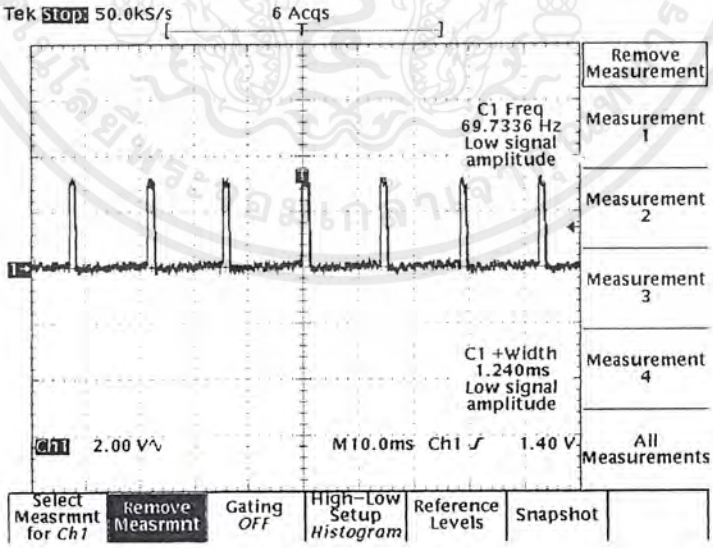


รูปที่4.11 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์เดินหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

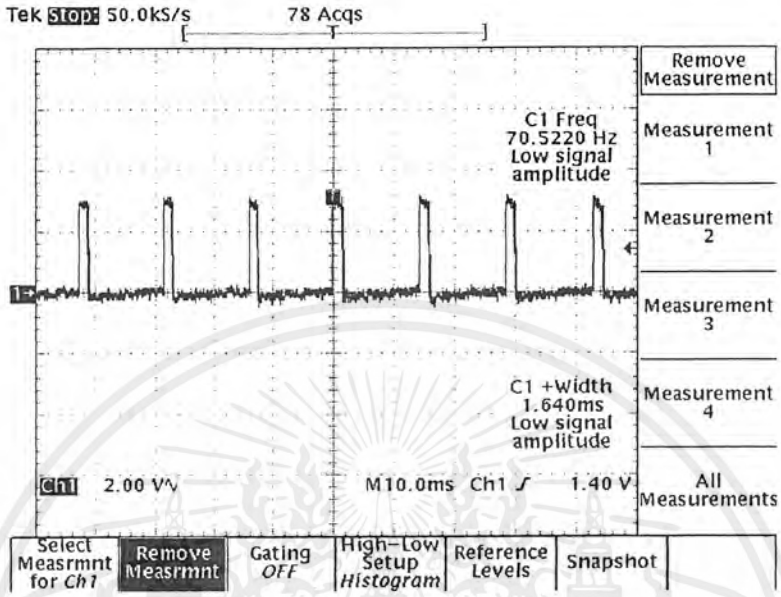


รูปที่4.12 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์ถอยหลัง

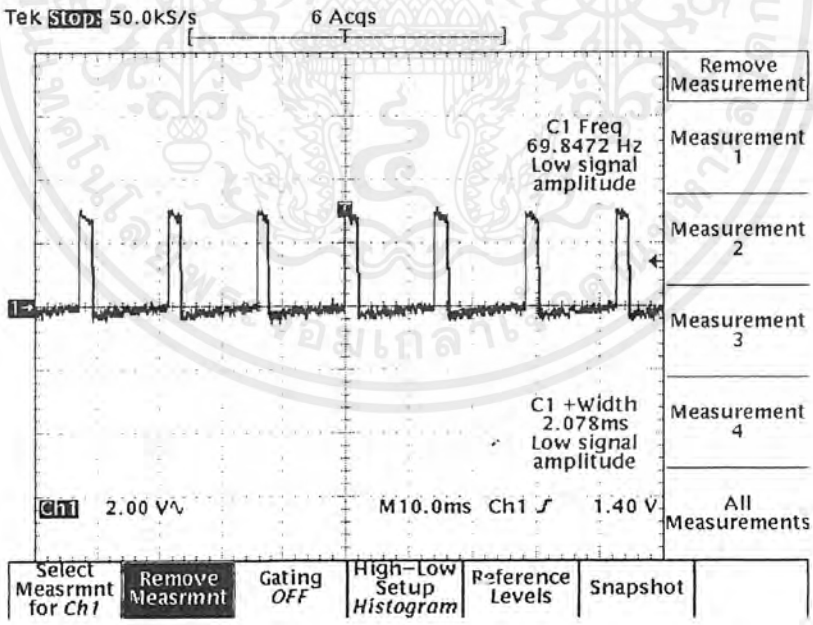


รูปที่4.13 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

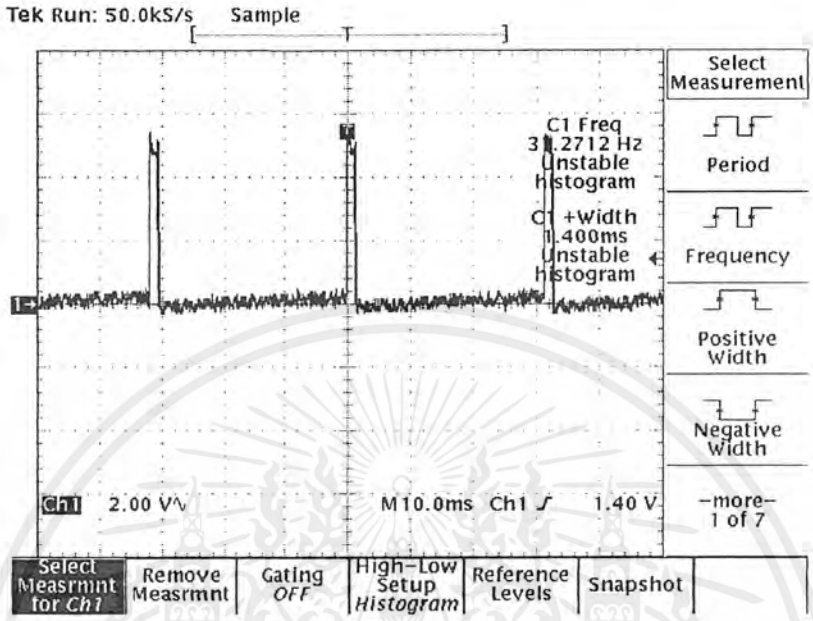


รูปที่4.14 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์ยืนอยู่กับที่ในสัญญาณช่องที่2

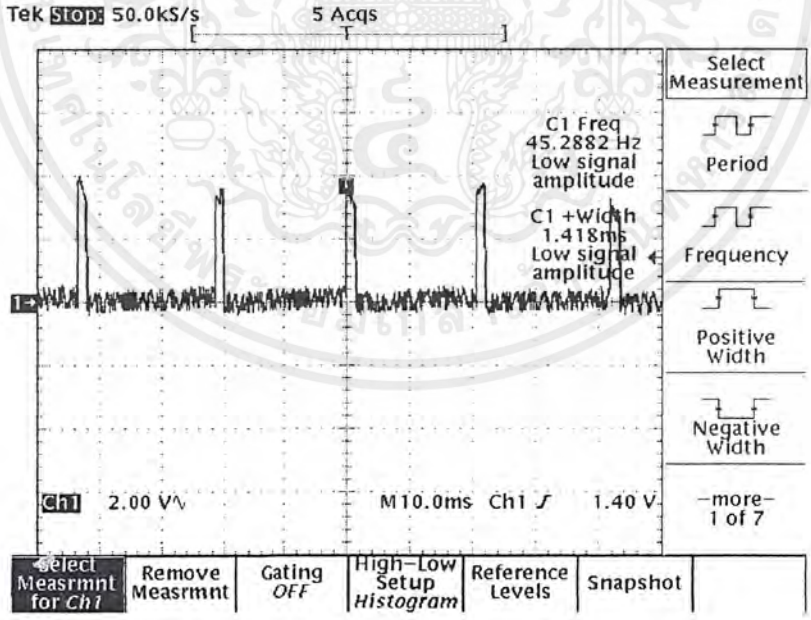


รูปที่4.15 รูปสัญญาณที่บังคับให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

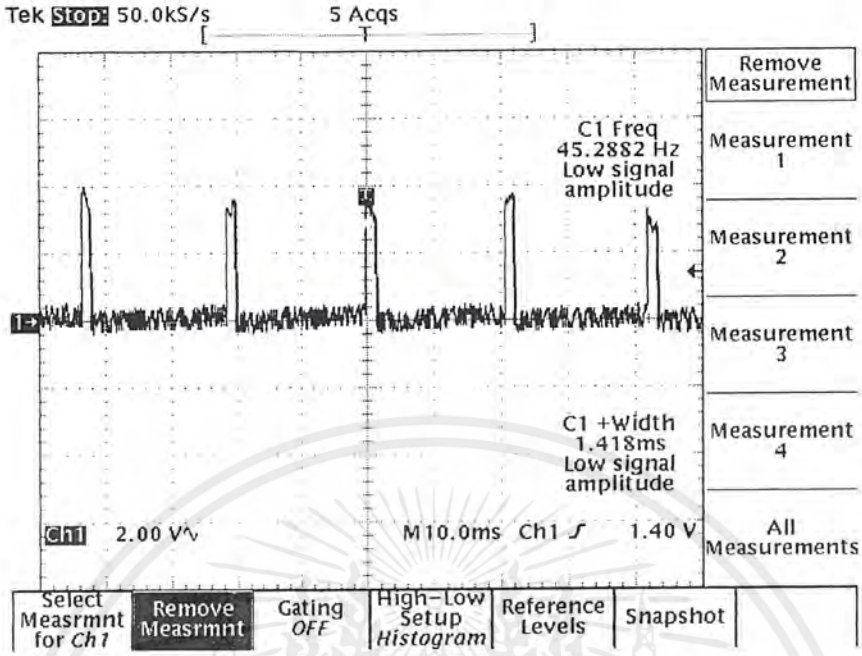


รูปที่4.16 รูปสัญญาณเมื่อหุ่นยนต์ยืนอยู่กับที่



รูปที่4.17 รูปสัญญาณเมื่อหุ่นยนต์โคนรั้งขาด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.19 รูปสัญญาณเมื่อหุ่นยนต์โดนรั้งขาด้วยแรงสปริง 3 กก.

จากรูปสัญญาณผลการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเกิดแรงฉุดที่ขาของหุ่นยนต์ความกว้างของพัลส์ T-on จะไม่เปลี่ยนแปลงแต่จะเปลี่ยนแปลงที่แอมพลิจูดของสัญญาณ ทำให้การควบคุมการทำงานของตัวหุ่นยนต์ไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปโครงงาน ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปโครงงาน

หุ่นยนต์แมลงที่สร้างขึ้นมีลักษณะขาแบบเพนโทกราฟ ในแต่ละขาประกอบด้วยเซอร์โวมอเตอร์สองตัว ตัวแรกทำหน้าที่ยกขาขึ้นขาในแนวระดับ สำหรับเซอร์โวมอเตอร์อีกตัวทำหน้าที่หมุนเพื่อควบคุมในการก้าวเดิน โดยที่เซอร์โวมอเตอร์ทั้งหมดถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11ตัวหุ่นยนต์ที่สร้างมีขนาด $12 \times 22 \times 5.2$ นิ้ว มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ขาหุ่นยนต์มีรัศมีการหมุน 2. นิ้ว แต่ละขามีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระต่อกัน หัวของหุ่นยนต์มีขนาด $4 \times 10 \times 4.5$ นิ้วปากจับที่หัวของหุ่นยนต์ เมื่อกางออกเต็มที่มีขนาด 2 นิ้ว สามารถหมุนไปด้านซ้ายและขวา ด้านละ 60 องศา เอียงไปด้านซ้ายและขวา ด้านละ 60 องศา และสามารถยกหัวได้ 0.5 นิ้ว กล้องที่ใช้สามารถหมุนได้ในแกนนอนเป็นมุม 270 องศา ในแกนตั้งเป็นมุม 90 องศา ตัวหุ่นยนต์ทั้งหมดใช้พลังงานจากแบตเตอรี่โดยแยกเป็น การขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์ใช้แบตเตอรี่ขนาด 7.2 โวลท์ 1.7 แอมป์ต่อชั่วโมง กล้องซีซีดีใช้แบตเตอรี่ขนาด 7.2 โวลท์ 1 แอมป์ต่อชั่วโมง เครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียงใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์ 1 แอมป์ต่อชั่วโมง เครื่องรับสัญญาณวิทยุบังคับใช้แบตเตอรี่ขนาด 4.8โวลท์ 1 แอมป์ต่อชั่วโมง ระยะเวลาใช้งาน 1-1.5 ชั่วโมง สามารถทำงานได้สองโหมด คือ โหมดอัตโนมัติ และโหมดการควบคุมโดยมนุษย์

จากการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์แมลงหกขา หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ เดินหน้าถอยหลัง เดินเป็นวงกลม และเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางได้ทั้งพื้นที่ราบและขรุขระ จากการทดสอบทั้งสองโหมด การทดสอบในโหมดการควบคุมโดยมนุษย์ จะเป็นการทดสอบโดยให้หุ่นยนต์หยิบจับสิ่งของผ่านกล้องซีซีดี ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าประทับใจในระดับหนึ่ง

จุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข คือ ระบบแมคคานิกส์ ในส่วนของโครงสร้าง ส่วนประกอบของหัวและขาหุ่นยนต์ ระบบการตรวจจับที่ขาหุ่นยนต์ และการควบคุมความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาในการทำโครงงาน

5.2.1 ปัญหาในการสร้างตัวหุ่นยนต์

- ผู้จัดทำขาดความรู้ทางด้านเครื่องกล จึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาในด้านแมคนิกส์
- ขบวนการเลือกและจัดหาวัสดุที่นำมาสร้างหุ่นยนต์ใช้เวลานาน

5.2.2 ปัญหาในการควบคุม

- ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์นั้นไม่สามารถทำให้เซอร์โวหมุนครบ360องศาได้
- ขณะหุ่นยนต์เคลื่อนที่มีการใช้กำลังงานจากแบตเตอรี่ค่อนข้างสูง
- การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงได้ และมีการสั่นเกิดขึ้นเนื่องจากปัญหาทางแมคนิกส์
- การเคลื่อนที่ในโหมดอัตโนมัติไม่สามารถทราบตำแหน่งได้แน่ชัด

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์หกขาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยจะนำเสนอเป็นข้อๆดังนี้

- ติดตั้งระบบตรวจจับที่ขาเพื่อที่จะให้ซีพียูตรวจสอบความปลอดภัยต่อขาของหุ่นยนต์
- ติดตั้งระบบประจุพลังงานสำหรับแบตเตอรี่
- พัฒนาโปรแกรมให้ทราบตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่ชัดเจน
- ออกแบบให้ส่วนประกอบต่างๆ สามารถใช้แหล่งจ่ายเดียวกันได้เพื่อลดน้ำหนักของหุ่นยนต์ที่เกิดเนื่องจากแบตเตอรี่ที่มีขนาดแรงดันต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมควบคุม

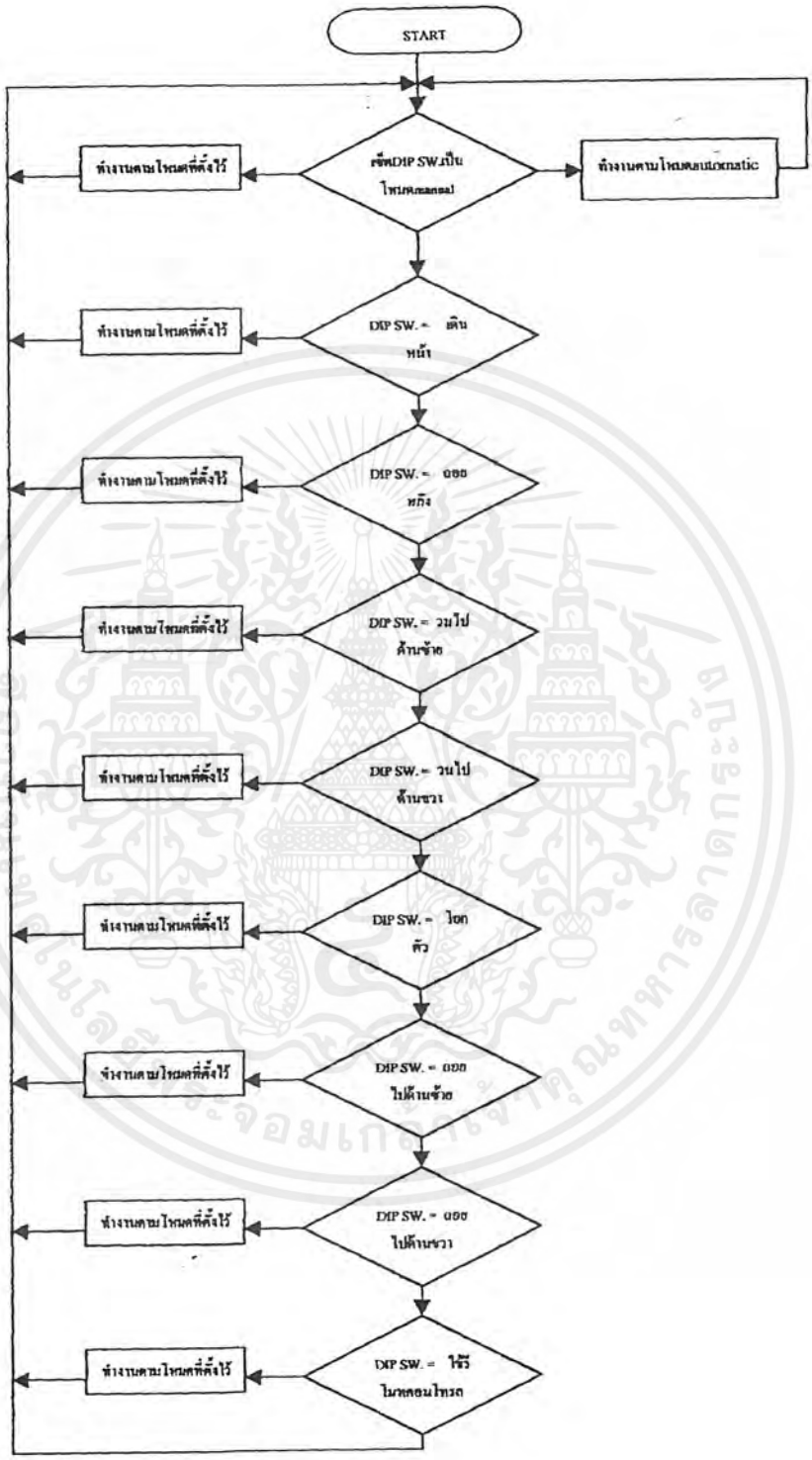
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานเขียนด้วยภาษาแอสแซมบลี้ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 มีฟังก์ชั่นการทำงาน 16 ฟังก์ชั่นสามารถเลือกฟังก์ชั่นการทำงานได้ โดยการเซ็ทดิปสวิตช์ 4 บิต ที่ลำตัวด้านหลัง เมื่อสวิตช์ ON แสดงด้วยบิต 1 และสวิตช์ OFF แสดงด้วยบิต 0 หน้าที่การทำงานในแต่ละฟังก์ชั่นแสดงในตาราง

ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของหุ่นยนต์ในแต่ละฟังก์ชั่น

Function	DIP Switch 4 bit	หน้าที่การทำงาน
0	0000	ยืนอยู่กับที่
1	0001	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
2	0010	เคลื่อนที่ไปด้านหลัง
3	0011	เคลื่อนที่เป็นวงกลม วนด้านขวา
4	0100	เคลื่อนที่เป็นวงกลม วนด้านซ้าย
5	0101	เคลื่อนที่ไปด้านหน้าโดยหลบสิ่งกีดขวาง
6	0110	โยกตัวอยู่กับที่
7	0111	ย่อตัวอยู่กับที่
8	1000	ใช้วิทยุบังคับ
9	1001	ตรวจสอบอุปกรณ์ Sensor ด้านขวา
10	1010	ตรวจสอบอุปกรณ์ Sensor ด้านซ้าย
11	1011	ตรวจสอบอุปกรณ์ Sensor ด้านซ้ายและขวา
12	1100	สำรองไว้
13	1101	สำรองไว้
14	1110	สำรองไว้
15	1111	สำรองไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart การควบคุมการทำงานหุ่นยนต์หกขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
***************;
;*          Program Demo Control Six Legged Insect Robot          *;
;*************************************************************
**************;
REGBAS      EQU   $1000
P8255_A     EQU   $1200        ;Port A 8255
P8255_B     EQU   $1201        ;Port B 8255
P8255_C     EQU   $1202        ;Port C 8255
CTL_P82     EQU   $1203        ;Port Control 8255
TCNT        EQU   $100E        ;Timer Counter Register
TIC1        EQU   $1010        ;Input Capture1 Register
TIC2        EQU   $1012        ;Input Capture2 Register
TOC2        EQU   $1018        ;Output Compare2 Register
TCTL2       EQU   $1021        ;Timer Control Register2
TMSK1       EQU   $1022        ;Timer Interrupt Mask Register
TFLG1       EQU   $1023        ;Timer Interrupt Flag Register
LL_UP       EQU   $0AA0
LL_DOWN     EQU   $03A0
LR_UP       EQU   $07A0
LR_DOWN     EQU   $0EA0
HIP_CEN     EQU   $0AF0
HIP_FOR     EQU   $0CF0
HIP_BAK     EQU   $08F0
;****Set Address Variable*****;
P_OUT       EQU   $2400
EYE         EQU   $2402
W_COUNT     EQU   $2403
PER         EQU   $2404
COUNT       EQU   $2405
C_ASS       EQU   $2406
BIN         EQU   $2407
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MODE        EQU   $2408
P_ON_1      EQU   $2409
P_ON_2      EQU   $240B
TEMP        EQU   $240D
P1_TMP      EQU   $240F
P2_TMP      EQU   $2411
FRSTE1      EQU   $2413
FRSTE2      EQU   $2415
PERC1       EQU   $2417
PERC2       EQU   $2419
IC1DUN      EQU   $241B
IC2DUN      EQU   $241C
;********Start Program**************;
ORG   $E000
SET_SP      LDS   #$2300      ;Set Stackpointer
LDAA  #$FF
DELAY       DECA
BNE   DELAY
LDAA  $00
SYS_DLY     DECA              ;Wait 8255 Port ready
BNE   SYS_DLY
INIT_P      LDAA  #$89        ;Set portA=>Output mode 0
STAA  CTL_P82     ;Set portB=>Output mode 0
;Set portC=>Input mode 0
MAIN        LDX   #P8255_A
WAIT        BRSET  $02,X $0C WAIT  ;Wait press buttom
DEMO        LDAA  #$01        ;Set mode
STAA  MODE
LDAA  P8255_C     ;Load function form DIP_SW
ANDA  #$F0        ;Extract function value
CMPA  #$F0        ;Function 0 yes or no
BNE   NEXT_1      ;Don't function 0 jump to NEXT_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JSR    STAND        ;Function 0 call STAND routine
BRA    DEMO         ;Branch to DEMO label
NEXT_1      CMPA   #$E0        ;Function 1 yes or no
BNE    NEXT_2       ;Don't function 1 jump to NEXT_2
JSR    FORW         ;Function 1 call FORW routine
BRA    DEMO
NEXT_2      CMPA   #$D0        ;Function 2 yes or no
BNE    NEXT_3       ;Don't function 2 jump to NEXT_3
JSR    REW          ;Function 2 call REW routine
BRA    DEMO
NEXT_3      CMPA   #$C0        ;Function 3 yes or no
BNE    NEXT_4       ;Don't function 3 jump to NEXT_4
JSR    TURN_R       ;Function 3 call TURN_R routine
BRA    DEMO
NEXT_4      CMPA   #$B0        ;Function 4 yes or no
BNE    NEXT_5       ;Don't function 4 jump to NEXT_5
JSR    TURN_L       ;Function 4 call TURN_L routine
BRA    DEMO
NEXT_5      CMPA   #$A0        ;Function 5 yes or no
BNE    NEXT_6       ;Don't function 5 jump to NEXT_6
JSR    PROG_1       ;Function 5 call PROG_1 routine
BRA    DEMO
NEXT_6      CMPA   #$90        ;Function 6 yes or no
BNE    NEXT_7       ;Don't function 6 jump to NEXT_7
JSR    DANCE        ;Function 6 call DANCE routine
BRA    DEMO
NEXT_7      CMPA   #$80        ;Function 7 yes or no
BNE    NEXT_8       ;Don't function 7 jump to NEXT_8
JSR    DROP         ;Function 7 call DROP routine
BRA    DEMO
NEXT_8      CMPA   #$60        ;Function 8 yes or no
BNE    NEXT_9       ;Don't function 8 jump to NEXT_9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDAA   #$40
JSR    TEST_IR      ;Function 8 call TEST_IR routine
BRA    DEMO
NEXT_9      CMPA   #$50        ;Function 9 yes or no
BNE    NEXT_10      ;Don't function 9 jump to NEXT_10
LDAA   #$80
JSR    TEST_IR      ;Function 9 call TEST_IR routine
BRA    DEMO
NEXT_10     CMPA   #$40        ;Function 10 yes or no
BNE    NEXT_11      ;Don't function 10 jump to NEXT_11
LDAA   #$C0
JSR    TEST_IR      ;Function 10 call TEST_IR routine
BRA    DEMO
NEXT_11     CMPA   #$30        ;Function 11 yes or no
BNE    NEXT_12      ;Don't function 11 jump to NEXT_12
JSR    BACKTL       ;Function 11 call BACKTL
BRA    DEMO
NEXT_12     CMPA   #$20        ;Function 12 yes or no
BNE    NEXT_13      ;Don't function 12 jump to NEXT_13
JSR    BACKTR       ;Function 12 call BACKTR
JMP    DEMO
NEXT_13     CMPA   #$70        ;Function 13 yes or no
BNE    NEXT_14      ;Don't function 13 jump to NEXT_14
JMP    REMOTE       ;Function 13 call REMOTE
NEXT_14     JMP    DEMO        ;Not all function go to demo
;*************************************************************
*****************;
;*              Advance Moving Routine                       *;
;*************************************************************
***************;
;** Routine function 0 Standing mode **;
STAND       LDAA   #20         ;Set period for stand mode
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STAA   PER
LDD    #STEP_0      ;Set Table motion
STD    TEMP
JSR    WALK         ;Call WALK routine
RTS
DROP       LDAA   #20        ;Set period for drop mode
STAA   PER
LDD    #STEP_11     ;Set Table motion
STD    TEMP
JSR    WALK         ;Call WALK routine
RTS
;*** Routine Motion detect obstacle ***;
PROG_1     PSHX
LDX    #$2400       ;Set pointer index
LDAA   #$00         ;Clear value detect
STAA   EYE
LDAA   #$80         ;Eye left
STAA   P8255_A
JSR    DELAY_T      ;Wait detecting
LDAA   P8255_C      ;Load detecting
ANDA   #$02         ;extract Value
BEQ    DETEC_1      ;Don't have obstacle jump to next
LABEL      BSET   EYE,%10000000  ;have obstacle set value
DETEC_1    LDAA   #$40       ;Eye right
STAA   P8255_A
JSR    DELAY_T
LDAA   P8255_C
ANDA   #$01
BEQ    DETEC_2
BSET   EYE,%01000000
DETEC_2    LDAA   EYE        ;Discover front obstacle
CMPA   #$C0         ;Yes or No
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BNE    DETEC_3       ;No jump to DETEC_3
JSR    REW           ;Yes to ran alway from obstacle
JSR    REW
JSR    REW
JSR    TURN_L
JSR    TURN_L
JSR    REW
JSR    TURN_L
JSR    TURN_L
JSR    TURN_L
BRA    END_PROG_1
DETEC_3      CMPA   #$80          ;Discover left obstacle
BNE    DETEC_4       ;Yes or No,No jump to DETEC_4
JSR    REW
JSR    TURN_R
JSR    TURN_R
BRA    END_PROG_1
DETEC_4      CMPA   #$40          ;Discover left obstacle
BNE    DETEC_5       ;Yes or No,No jump to DETEC_5
JSR    REW           ;Yes to ran alway from obstacle
JSR    TURN_L
JSR    TURN_L
BRA    END_PROG_1
DETEC_5      JSR    FORW          ;Don't have obstscle go ahaed
END_PROG_1   PULX
RTS
;**** Routine Delay wait detecting ****;
DELAY_T      LDAA   #$58
DL_1T        LDAB   #$00
DL_2T        DECB
BNE    DL_2T
DECA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BNE    DL_1T
RTS
;**** Routine for test IR Detector ****;
TEST_IR      STAA   P8255_A
BSR    DELAY_T
RTS
;**** Routine for REMOTE *****;
REMOTE       PSHX
LDX    #$REGBAS
CLR    IC1DUN
LDAA   #%00010000
STAA   TCTL2
LDAA   #$04
STAA   TMSK1
STAA   TFLG1
CLI
WAIT_1       LDAA   IC1DUN
ANDA   #$01
BEQ    WAIT_1
;
SEI
CLR    IC2DUN
LDAA   #%00000100
STAA   TCTL2
LDAA   #$02
STAA   TMSK1
STAA   TFLG1
CLI
WAIT_2       LDAA   IC2DUN
ANDA   #$01
BEQ    WAIT_2
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECK1      SEI
LDD   #$0700
SUBD   PERC1
BCC   REMOTE
LDD   #$0900
SUBD   PERC1
BCC   IC1_F
LDD   #$0A00
SUBD   PERC1
BCC   REMOTE
LDD   #$0C00
SUBD   PERC1
BCC   IC1_C
LDD   #$0D00
SUBD   PERC1
BCC   REMOTE
LDD   #$1000
SUBD   PERC1
BCC   IC1_B
BCS   REMOTE
IC1_F       JMP   ICFOR
IC1_C       JMP   ICCEN
IC1_B       JMP   ICBAC
ICFOR       LDD   #$0700
SUBD   PERC2
BCC   REMOTE1
LDD   #$0900
SUBD   PERC2
BCC   LEFT1
LDD   #$0A00
SUBD   PERC2
BCC   REMOTE1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDD   #$0CFF
SUBD  PERC2
BCC   MIDDLE1
LDD   #$0D00
SUBD  PERC2
BCC   REMOTE1
LDD   #$1000
SUBD  PERC2
BCC   RIGHT1
BCS   REMOTE1
REMOTE1     JMP   REMOTE
LEFT1       JSR   TURN_L
BRA   TODEMO
MIDDLE1     JSR   FORW
BRA   TODEMO
RIGHT1      JSR   TURN_R
BRA   TODEMO
ICCEN       LDD   #$0700
SUBD  PERC2
BCC   REMOTE2
LDD   #$0900
SUBD  PERC2
BCC   LEFT2
LDD   #$0A00
SUBD  PERC2
BCC   REMOTE2
LDD   #$0CFF
SUBD  PERC2
BCC   MIDDLE2
LDD   #$0D00
SUBD  PERC2
BCC   REMOTE2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDD    #$1000
SUBD   PERC2
BCC    RIGHT2
BCS    REMOTE2
REMOTE2      JMP    REMOTE
LEFT2        JSR    TURN_L
BRA    TODEMO
MIDDLE2      JSR    STAND
BRA    TODEMO
RIGHT2       JSR    TURN_R
BRA    TODEMO
TODEMO       PULX
JMP    DEMO
ICBAC        LDD    #$0700
SUBD   PERC2
BCC    REMOTE3
LDD    #$0900
SUBD   PERC2
BCC    LEFT3
LDD    #$0A00
SUBD   PERC2
BCC    REMOTE3
LDD    #$0CFF
SUBD   PERC2
BCC    MIDDLE3
LDD    #$0D00
SUBD   PERC2
BCC    REMOTE3
LDD    #$1000
SUBD   PERC2
BCC    RIGHT3
BCS    REMOTE3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
REMOTE3     JMP   REMOTE
LEFT3       JSR   BACKTL
BRA   TODEMO
MIDDLE3     JSR   REW
BRA   TODEMO
RIGHT3      JSR   BACKTR
BRA   TODEMO
PERTOP1     LDX   #REGBAS
LDAA  #%00010000
STAA  TCTL2
LDAA  #$04
STAA  TFLG1
WR1         BRCLR TFLG1,X $04 WR1
LDD   TIC1
STD   FRSTE1
LDAA  #%00100000
STAA  TCTL2
LDAA  #$04
STAA  TFLG1
WF1         BRCLR TFLG1,X $04 WF1
LDD   TIC1
SUBD  FRSTE1
STD   PERC1
LDAA  #$01
STAA  IC1DUN
LDAA  #$04
STAA  TFLG1
STAA  TMSK1
RTI
PERTOP2     LDX   #REGBAS
LDAA  #%00000100
STAA  TCTL2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDAA   #$02
STAA   TFLG1
WR2          BRCLR   TFLG1,X $02 WR2
LDD    TIC2
STD    FRSTE2
LDAA   #%00001000
STAA   TCTL2
LDAA   #$02
STAA   TFLG1
WF2          BRCLR   TFLG1,X $02 WF2
LDD    TIC2
SUBD   FRSTE2
STD    PERC2
LDAA   #$01
STAA   IC2DUN
LDAA   #$02
STAA   TFLG1
STAA   TMSK1
RTI
;****   Routine pattern motion   ****;
DANCE        JSR   FORW
JSR    FORW
JSR    FORW
JSR    WAVE
JSR    REW
JSR    REW
JSR    REW
JSR    WAVE
JSR    FORW
JSR    TURN_L
JSR    TURN_L
JSR    TURN_L
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JSR   WAVE
JSR   FORW
JSR   FORW
JSR   WAVE
JSR   TURN_R
JSR   TURN_R
JSR   TURN_R
JSR   WAVE
RTS
;****   Basic Moving Routine     ****;
FORW        LDAA   #13          ;Routine load table motion
STAA   PER          ;for go ahead
LDD    #STEP_1
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_2
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_3
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_4
STD    TEMP
JSR    WALK
RTS
REW         LDAA   #13          ;Routine load table motion
STAA   PER          ;for go back
LDD    #STEP_3
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_2
STD    TEMP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JSR    WALK
LDD    #STEP_1
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_4
STD    TEMP
JSR    WALK
RTS
TURN_L      LDAA   #15        ;Routine load table motion
STAA   PER          ;for turn left
LDD    #STEP_1
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_5
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_3
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_6
STD    TEMP
JSR    WALK
RTS
TURN_R      LDAA   #15        ;Routine load table motion
STAA   PER          ;for turn right
LDD    #STEP_3
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_7
STD    TEMP
JSR    WALK
LDD    #STEP_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STD   TEMP
JSR   WALK
LDD   #STEP_8
STD   TEMP
JSR   WALK
RTS
BACKTL      LDAA  #15        ;Routine load table motion
STAA  PER         ;for backturn left
LDD   #STEP_1
STD   TEMP
JSR   WALK
LDD   #STEP_6
STD   TEMP
JSR   WALK
LDD   #STEP_3
STD   TEMP
JSR   WALK
LDD   #STEP_5
STD   TEMP
JSR   WALK
RTS
BACKTR      LDAA  #15        ;Routine load table motion
STAA  PER         ;for backturn right
LDD   #STEP_3
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_8
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_1
STD   TEMP
BSR   WALK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDD   #STEP_7
STD   TEMP
BSR   WALK
RTS
WAVE        LDAA  #15        ;Routine load table motion
STAA  PER        ;for Hip wave motion
LDD   #STEP_1
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_0
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_9
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_10
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_9
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_10
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_0
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_11
STD   TEMP
BSR   WALK
LDD   #STEP_0
STD   TEMP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BSR    WALK
RTS
;*************************************************************
***************;
;**  WALK Routine read motion Table for translate pluse generator routine
**;
;*************************************************************
***************;
WALK        PSHX              ;period for 1 loop
LDAA   PER
STAA   COUNT
LP1         LDAA   #$06       ;Set parameter
STAA   C_ASS
LDAA   #$01       ;Set bit for servo
STAA   BIN
LDX    TEMP       ;Load pointer
ASSINE      LDD    0,X
STD    P_ON_1     ;Load time T_ON for servo lift
LDD    2,X
STD    P_ON_2     ;Load time T_ON for servo rotate
BSR    MOVE       ;Branch to pulse generator Routine
ASL    BIN        ;Shift bit for next servo
LDAB   #$04       ;Slide X pointer fill
ABX
DEC    C_ASS      ;Count loop cover any legs
BNE    ASSINE
BSR    M_DELY      ;call delay for T_OFF
DEC    COUNT      ;Count period
BNE    LP1
PULX
RTS
M_DELY      LDAA   COUNT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ADDA  #7
M_D_1      LDAB  #$00
M_D_2      DECB
BNE   M_D_2
DECA
BNE   M_D_1
END_D      RTS
;*************************************************************
***************;
;****          MOVE Routine Generate pulse from P_ON_1,P_ON_2
****;
;*************************************************************
***************;
MOVE       PSHX
LDX   #REGBAS     ;set pointer register system
LDD   TCNT        ;set parameter
STD   TOC2
MOVE1      LDAA  BIN        ;set pulse ON
STAA  P8255_A
LDAA  #$40        ;set Flag Timer
STAA  TFLG1
LDD   TCNT        ;load Time at present
ADDD  P_ON_1      ;adding T_ON from motion table
STD   TOC2        ;keeping to TOC2 for compare
MOVE2      BRCLR  TFLG1,X $40 MOVE2 ;wait present time =TOC2
LDAA  #$00        ;set pulse OFF
STAA  P8255_A
LDAA  #$40
STAA  TFLG1
LDD   TCNT
STD   TOC2
MOVE3      LDAA  BIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STAA   P8255_B
LDAA   #$40
STAA   TFLG1
LDD    TCNT
ADDD   P_ON_2
STD    TOC2
MOVE4        BRCLR  TFLG1,X $40 MOVE4
LDAA   #$00
STAA   P8255_B
LDAA   #$40
STAA   TFLG1
PULX
RTS
;*************************************************************
****************;
;****          Step walk position servo motion table          ****;
;*************************************************************
****************;
STEP_0       DW     LL_DOWN
DW     HIP_CEN
DW     LR_DOWN
DW     HIP_CEN
DW     LL_DOWN
DW     HIP_CEN
DW     LR_DOWN
DW     HIP_CEN
DW     LR_DOWN
DW     HIP_CEN
DW     LL_DOWN
DW     HIP_CEN
STEP_1       DW     LL_UP
DW     HIP_CEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DW    LR_DOWN
        DW    HIP_CEN
        DW    LL_DOWN
        DW    HIP_CEN
        DW    LR_UP
        DW    HIP_CEN
        DW    LR_UP
        DW    HIP_CEN
        DW    LL_DOWN
        DW    HIP_CEN
STEP_2  DW    LL_DOWN
        DW    HIP_FOR
        DW    LR_DOWN
        DW    HIP_FOR
        DW    LL_DOWN
        DW    HIP_BAK
        DW    LR_DOWN
        DW    HIP_BAK
        DW    LR_DOWN
        DW    HIP_FOR
        DW    LL_DOWN
        DW    HIP_FOR
STEP_3  DW    LL_DOWN
        DW    HIP_CEN
        DW    LR_UP
        DW    HIP_CEN
        DW    LL_UP
        DW    HIP_CEN
        DW    LR_DOWN
        DW    HIP_CEN
        DW    LR_DOWN
        DW    HIP_CEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DW    LL_UP
DW    HIP_CEN
STEP_4      DW    LL_DOWN
DW    HIP_BAK
DW    LR_DOWN
DW    HIP_BAK
DW    LL_DOWN
DW    HIP_FOR
DW    LR_DOWN
DW    HIP_FOR
DW    LR_DOWN
DW    HIP_BAK
DW    LL_DOWN
DW    HIP_BAK
STEP_5      DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_FOR
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LL_DOWN
DW    HIP_FOR
STEP_6      DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_BAK
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LL_DOWN
DW    HIP_BAK
STEP_7      DW    LL_DOWN
DW    HIP_BAK
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_BAK
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
STEP_8      DW    LL_DOWN
DW    HIP_FOR
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_FOR
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
STEP_9      DW    LL_UP
DW    HIP_CEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LL_UP
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_UP
DW    HIP_CEN
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
STEP_10     DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_UP
DW    HIP_CEN
DW    LL_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LR_UP
DW    HIP_CEN
DW    LR_DOWN
DW    HIP_CEN
DW    LL_UP
DW    HIP_CEN
STEP_11     DW    LL_UP
DW    HIP_CEN
DW    LR_UP
DW    HIP_CEN
DW    LL_UP
DW    HIP_CEN
DW    LR_UP
DW    HIP_CEN
DW    LR_UP
DW    HIP_CEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

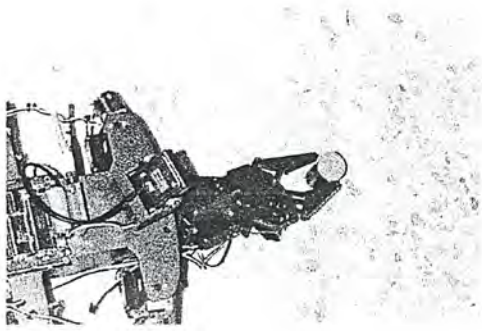
```
        DW    LL_UP
        DW    HIP_CEN
        ORG   $FFEE
        DW    PERTOP1
        ORG   $FFEC
        DW    PERTOP2
        ORG   $FFFE
DW    $E000
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

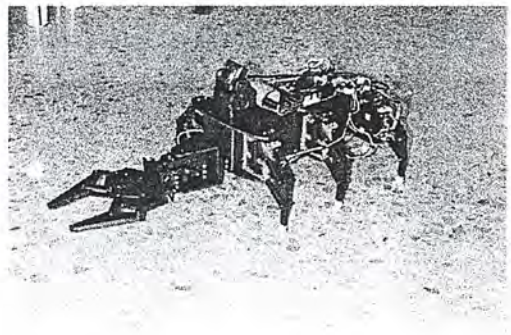
ภาคผนวก ข.

รูปภาพหุ่นยนต์แมลงหกขา

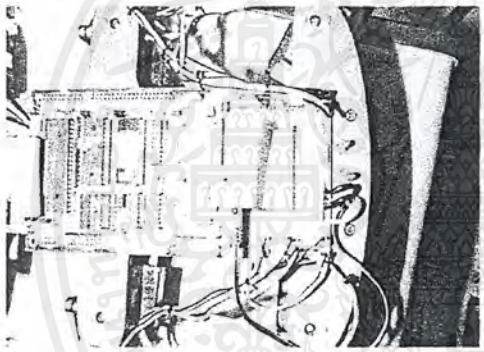
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



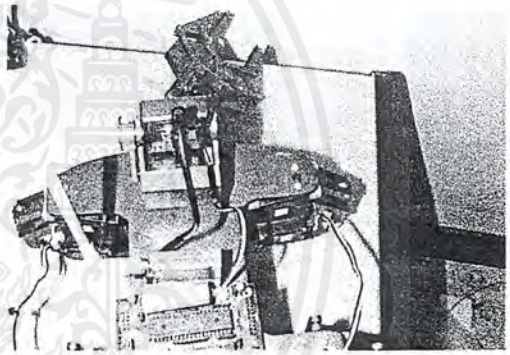
รูปที่ (ก.) แสดงการใช้ Clipperหยิบจับสิ่งของ



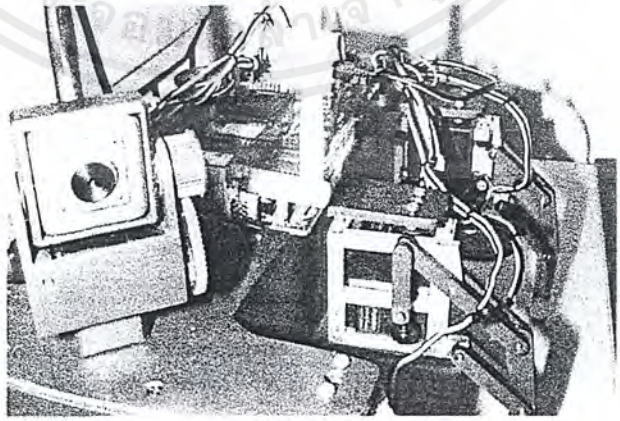
รูปที่ (ข.) แสดงภาพแต็มตัวของหุ่นยนต์



รูปที่ (ค.) แสดงภาพด้านบนครึ่งตัว

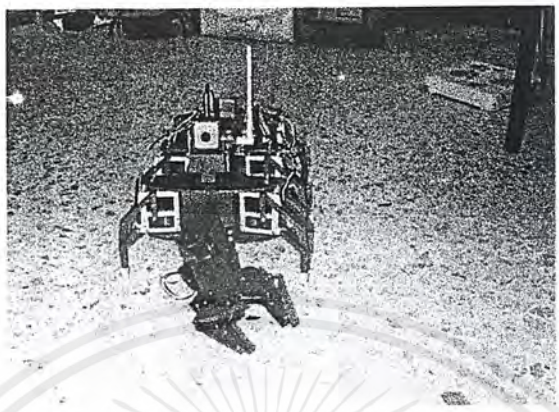


รูปที่ (ง.)แสดงภาพด้านบนครึ่งตัว

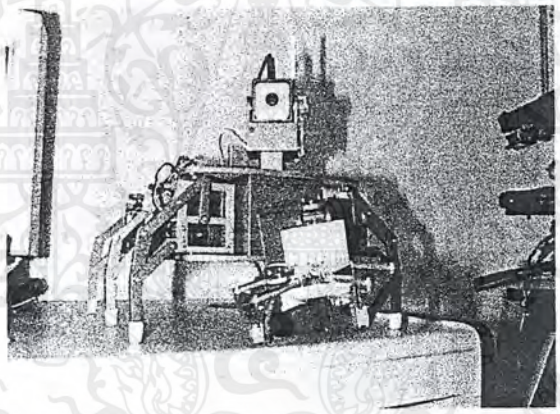


รูปที่ (จ.) แสดงส่วนของกล้อง CCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ (ฉ.) แสดงภาพหุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์



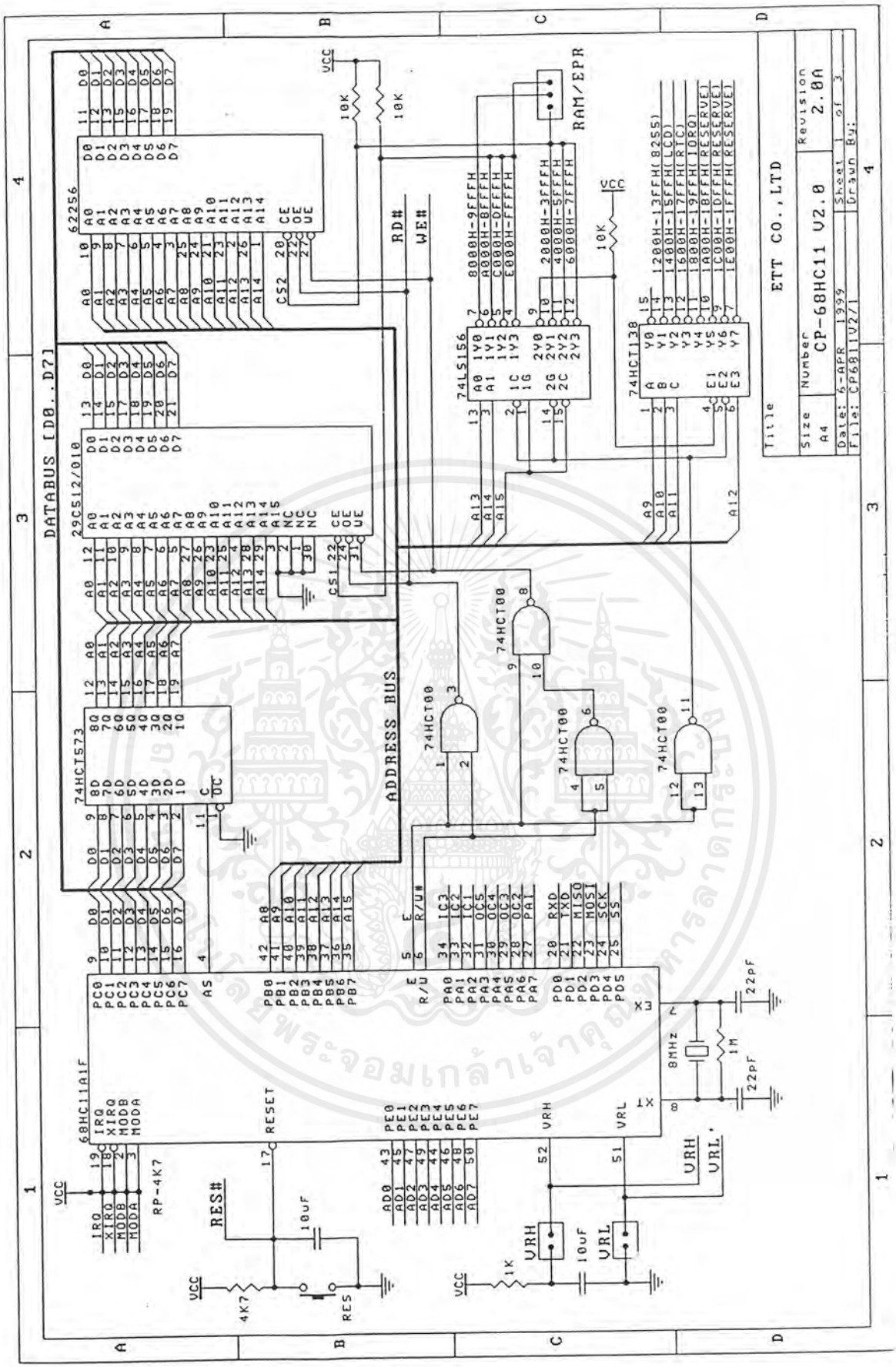
รูปที่ (ช.) แสดงภาพด้านหน้าของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

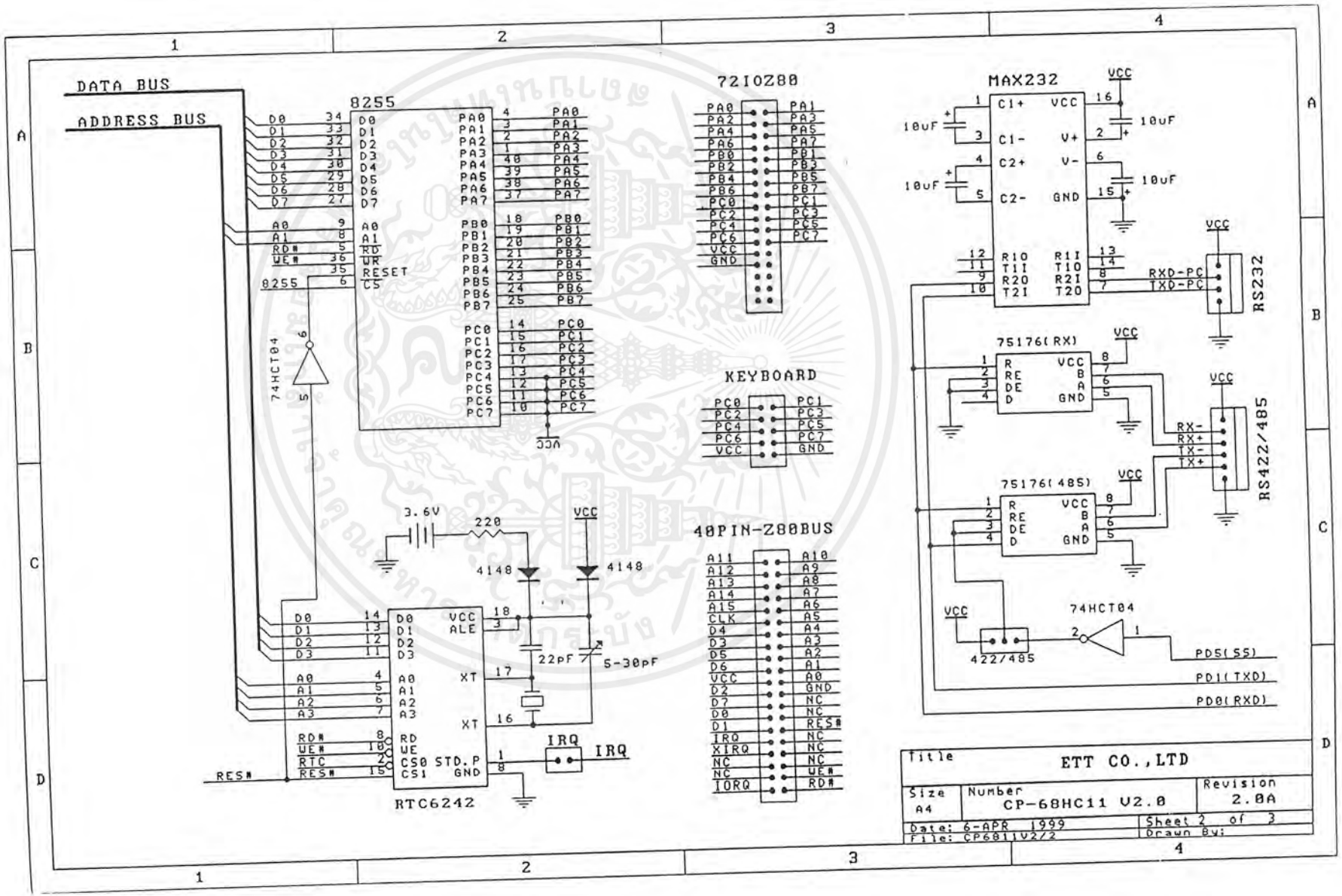
ภาคผนวก ค.

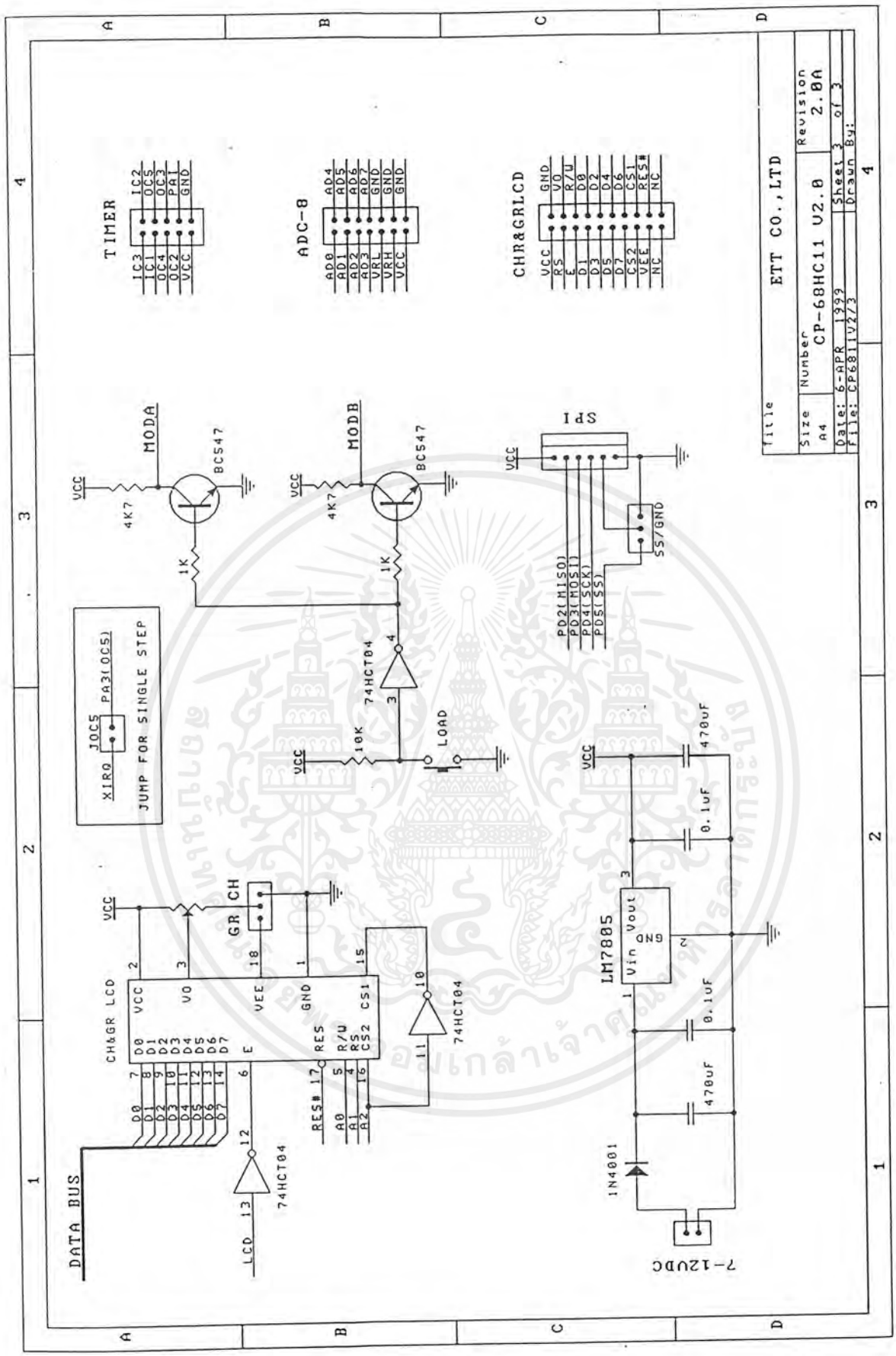
บอร์ด 68HC11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


DATA BUS
ADDRESS BUS
8255
74HCT04
RTC6242
RES#
IRQ
7210Z80
KEYBOARD
40PIN-Z80BUS
MAX232
10uF
RS232
RXD-PC
TXD-PC
75176(RX)
RS422/485
75176(485)
422/485
PD5(SS)
PD1(TXD)
PD0(RXD)
3.6V
220
4148
22pF
5-30pF
VCC
Title
ETT CO.,LTD
Size
A4
Number
CP-68HC11 V2.0
Revision
2.0A
Date: 6-APR 1999
Sheet 2 of 3
File: CP6811V2/2
Drawn By:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B MECHANICAL DATA AND ORDERING INFORMATION

B.1 Pin Assignments

The MC68HC11A8 is available in the 52-pin plastic leaded chip carrier (PLCC), the 48-pin dual in-line package (DIP), or the 64-pin quad flat pack (QFP).

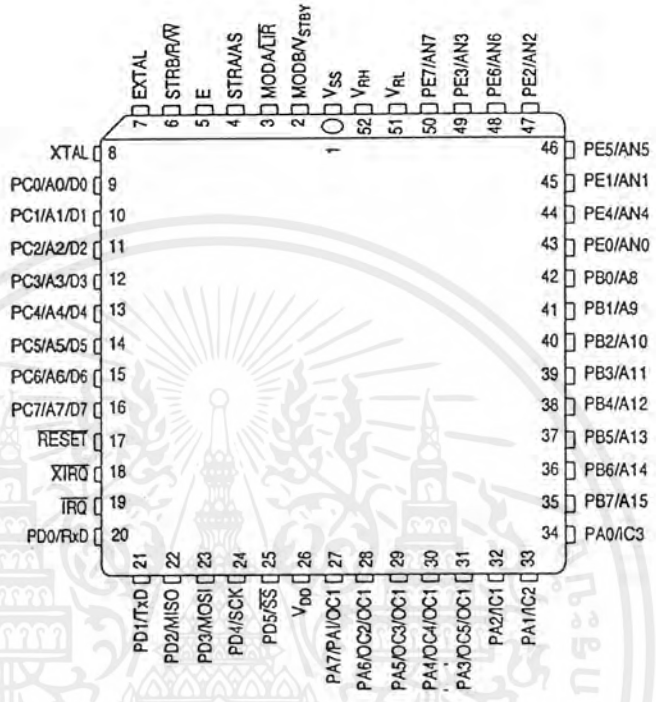


Figure B-1 52-Pin PLCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

เครื่องรับ ส่ง วิทยุบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Introduction to the 8UH System

TRANSMITTER

The versatile FP-T8UHFS/T8UHPS PCM1024 multi-function 8-channel transmitter may be used with any Futaba PCM1024 receiver! In addition, your system will work with Futaba FM/PPM receivers when you select the FM transmission option. The large liquid-crystal display panel allows rapid data input into its easy-to-read LCD display. To allow efficient programming, all of the transmitter's functions have been separated into Basic Menu and Advanced Menu functions.

The 8UH transmitter has electronic trims so that rapid yet precise trim adjustment is possible while flying. These exclusive trims are designed to that when the trim lever is activated, trim movement accelerates, and in addition, each trim's sensitivity may be programmed to match the model or control. For convenience, the location of the trim is constantly displayed on the LCD panel.

The 8UH system comes complete with programming for ACRO (aircraft), HELISWH1/SWH2/SWH4/SR-3/SN-3 (helicopter), or GLID1FLP/2FLP (sailplane) mixing and can accommodate virtually any model configuration. The compact, ergonomically-designed transmitter holds completely independent memories for eight different models. [For modelers requiring additional storage, memory for another eight models can be added using the DP16K **CAM**Pac (available separately). You may also easily transfer your model data to another T8UA/T8UH transmitter plugging your **CAM**Pac into the other transmitter. The data pack does not require any battery backup and can be stored indefinitely.]

The 8UH features a new stick design which provides an improved feel. The sticks' length and tension may be adjusted. Switches are provided for dual rate (D/R), programmable mixers (PMIX), and other functions, and the location of the switches can be changed electronically to suit your own preferences. For those learning to fly, the transmitter has "buddy-box" capability and the training channels can be selected by the instructor. [The trainer cord is sold separately.]

Standard programming features include servo reversing for all channels, ATV on all channels, dual rates, exponential, throttle cut, electronic subtrim on all channels, and fail safe on all channels (PCM transmission only). An alphabetic name may be used for each model stored in the eight model memories.

The 8UH features a number of special mixing features applicable to all types of flying models. For aircraft, there are extensive preprogrammed mixing features: aileron differential, flaperon, V-tail, elevon, airbrake (with delayed elevator), elevator→flap, snap roll in 4 directions, throttle→needle (with acceleration), idle-down, engine starting, and second aileron switching. Helicopter features include throttle and pitch curve settings, hovering pitch and throttle, revolution mixing, delay, offset, invert, throttle needle, gyro mixing, and governor mixing. Special sailplane features for single and dual flap servos include flap→aileron, aileron→flap, elevator→flap, aileron differential, butterfly mixing, camber control, and start (launch) and speed presets.

If you plan to fly sailplanes extensively, you may wish to buy the 8UH (helicopter) system, since its three-position switch is on the top left of the transmitter, while for the 8UA (aircraft) system, the three-position switch is on the top right.

R148 RECEIVER

The R148 eight-channel receiver included with your system is a high-sensitivity narrow-band, dual conversion receiver. Not much larger than a pack of gum, it weighs just 1.07 oz yet provides superior range and performance.

SERVOS

The S3001 servo includes a ball bearing and provides 60° of travel in a rapid 0.22 second, along with a rated torque of 41.7 oz-in. The S9202 servo is a coreless, ball-bearing high-torque (69.5 oz-in) servo with similar transit speed, weighing 1.7 oz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTENTS AND TECHNICAL SPECIFICATIONS, HELICOPTER VERSION (T8UHPS and T8UHFS Series)

Specifications and ratings are subject to change without notice.

Your 8UHPS (PCM) or 8UHFS (FM) system includes the following components:

- 8UH Transmitter, including RF module
- R148DP/DF Receiver, R138DP/DF, or R149DP Receiver
- Servos, five S3001 , five S9202, four S3001, or four S9001, with mounting hardware and servo arm assortment
- Switch harness
- Extension cord

Transmitter T8UHFS/HPS (Helicopter Version)

Operating system: 2-stick, 8 channels, PCM1024 system
Transmitting frequency: 29, 35, 36, 40, 41, 50, 60 or 72 MHz bands
Modulation: FM/PPM or PCM, switchable
Power supply: 9.6V NT8S600B Ni-Cd battery
Current drain: 250 mA

Receiver R148DP/DF (PCM or FM Dual conversion)

Receiving frequency: 29, 35, 36, 40, 41, 50, 60 or 72 MHz bands
Intermediate freq.: 10.7 MHz and 455 kHz
Power requirement: 4.8V Ni-Cd battery
Current drain: 14 mA
Size: 2.19 x 1.00 x 0.89" (55.5 x 25.5 x 22.5 mm)
Weight: 1.07 oz (30.4 g)

Servo S9202 (Coreless, ball-bearing)

Control system: Pulse width control, 1.52 ms neutral
Power requirement: 4.8V (from receiver)
Output torque: 69.5 oz-in (5.0 kg-cm)
Operating speed: 0.22 sec/60°
Size: 1.59 x 0.79 x 1.40" (40.4 x 19.8 x 36 mm)
Weight: 1.7 oz (48.2 g)

Servo S3001 (Standard, ball-bearing)

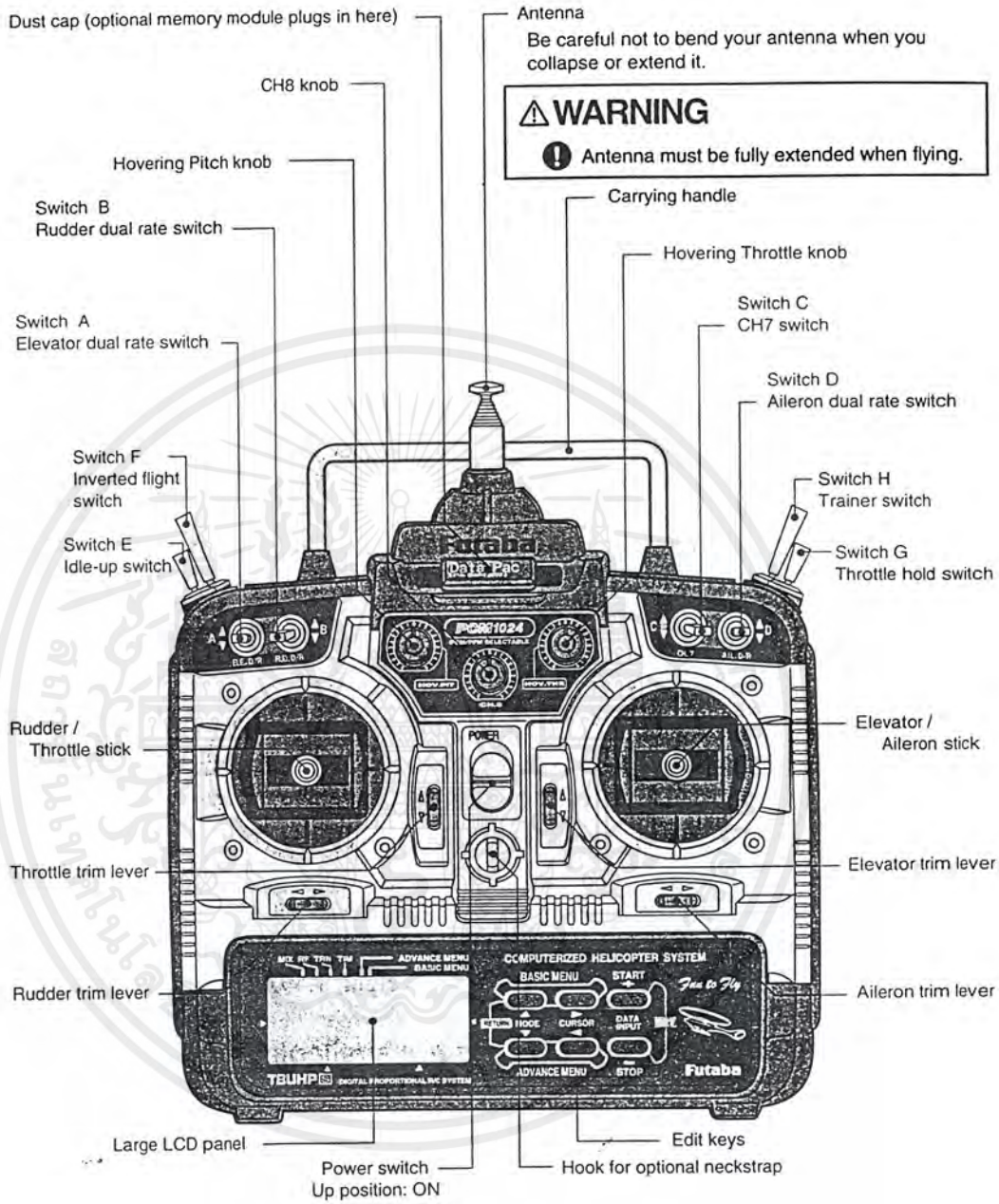
Control system: Pulse width control, 1.52 ms neutral
Power requirement: 4.8V (from receiver)
Output torque: 41.7 oz-in (3.0 kg-cm)
Operating speed: 0.22 sec/60°
Size: 1.59 x 0.78 x 1.41" (40.4 x 19.8 x 36 mm)
Weight: 1.59 oz (45.1g)

The following additional accessories are available from your dealer. Refer to a Futaba catalog for more information:

- Memory module – the optional DP-16K CAMPac doubles your model storage capability (to 16 models from 8) and allows you to transfer programs to another 8UH transmitter.
- Transmitter battery pack – the NT8S600B transmitter Ni-Cd battery pack may be easily exchanged with a fresh one to provide enough capacity for extended flying sessions
- Trainer cord – the optional training cord may be used to help a beginning pilot learn to fly easily by placing the instructor on a separate transmitter. Note that the 8UH transmitter may be connected to another 8UH/8UA system, as well as to any F5, Skysport, Super 7, or 9Z series transmitter.
- Neckstrap – a neckstrap may be connected to your 8UH system to make it easier to handle and improve your flying precision, since your hands won't need to support the transmitter's weight

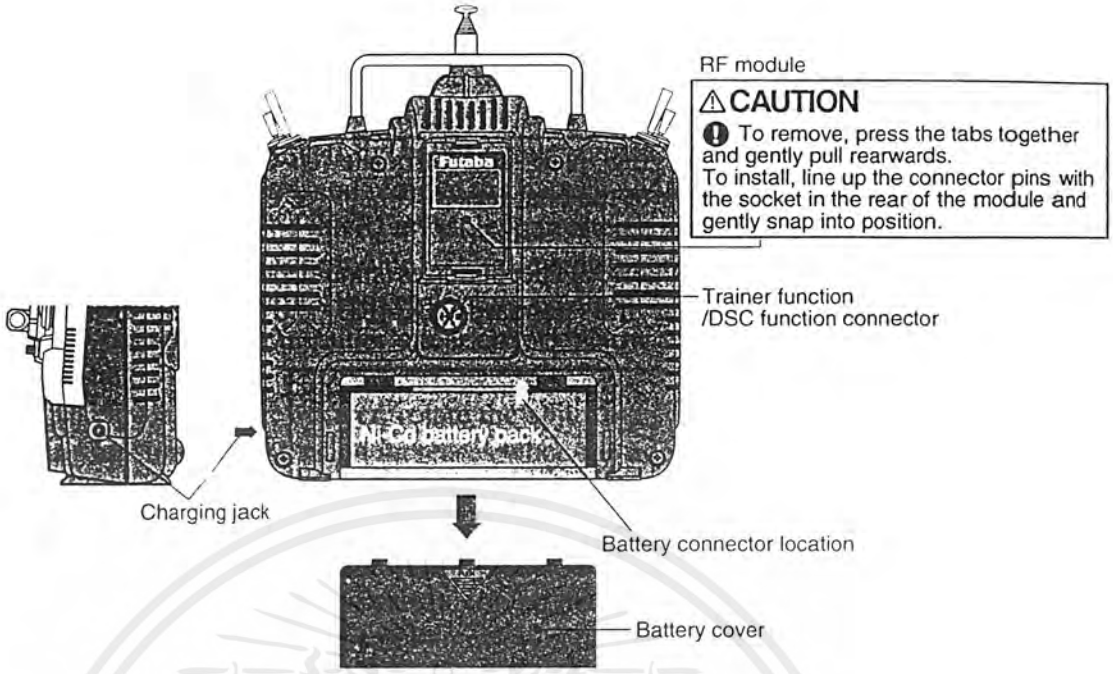
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSMITTER CONTROLS – HELICOPTER



This figure shows the default assignments for a Mode 2 system as supplied by the factory. You can change many of the switch positions or functions by selecting a new position within the setting menu for the function you wish to move.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTE: If you need to remove or replace the transmitter battery, do not pull on its wires to remove it. Instead, gently pull on the connector's plastic housing where it plugs in to the transmitter.

SWITCH ASSIGNMENT TABLE

The factory default functions activated by the switches and knobs for a Mode 2 transmitter are shown below. Note that some of the functions will not operate until activated in the mixing menus. In general, functions for a Mode 1 transmitter reverse the E and G switches.

Switch / Knob	HELI	ACRO	GLID
Switch A	Elevator Dual Rate ↓ = PMIX-1, 2 on	Elevator Dual Rate	Elevator Dual Rate ↓ = Butterfly on
Switch B	Rudder Dual Rate	Rudder Dual Rate	Rudder Dual Rate
Switch C	CH 7	↑ = ELE→FLP on center/↓ = Idle-down ↓ = Airbrake on	↑ = ELE→FLP on center/↓ = Idle-down ↓ = PMIX-5 on
Switch D	Aileron Dual Rate	Aileron Dual Rate	Aileron Dual Rate
Switch E	Idle-up	↓ = PMIX-5 on	back = Speed forward = Start (Launch)
Switch F	Inverted/CH5	↓ = PMIX-1, -2, -3 on	↓ = PMIX-1, -2, -3 on
Switch G	fwd = Throttle Hold	Landing Gear	GLID1FLP:Gear
Switch H	Trainer	Snap Roll/Trainer	Trainer
CH6 knob	Hovering Pitch	Flap (Flap trim if FLPRON on)	GLID1FLP: Flap (Flap trim if FLPRON on) GLID2FLP: Camber (Flap trim if FLP-AI off)
CH7 knob	Hovering Throttle	Spoiler (disabled if AI-DIF on)	Spoiler (disabled if AI-DIF on)
CH8 knob	CH8	CH8	CH8

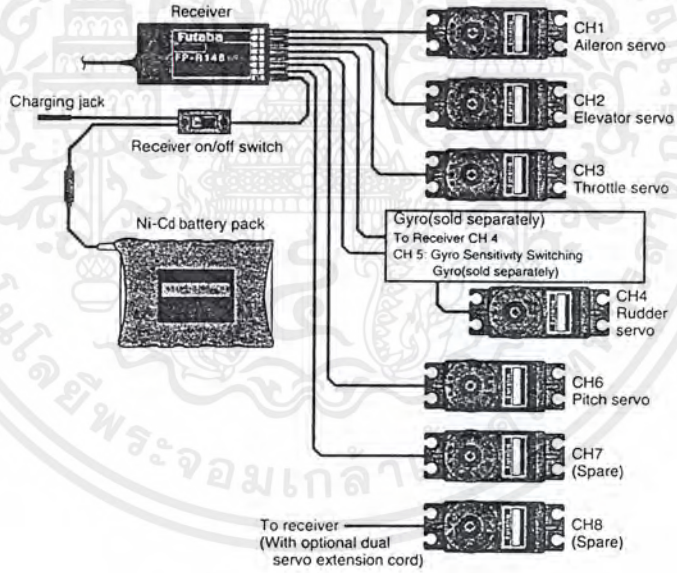
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECEIVER AND SERVO CONNECTIONS

Receiver output channel	Helicopter (HELI)	Aircraft (ACRO)	Glider (GLID1FLP /GLID2FLP)
1	Aileron	Right aileron (combined R. flap + aileron*)	Right aileron
2	Elevator	Elevator	Elevator
3	Throttle	Throttle	Motor/Speed Control
4	Rudder	Rudder	Rudder
5	Gyro sensitivity	Landing Gear	Right Flap
6	Pitch	Left aileron (combined L. flap + aileron*)	Left flap (Left aileron*)
7	Spare	Spare	Left aileron Left aileron†
8	Spare	Spare	Spare

Multiple entries indicate that the servo function varies with the selected programming (*=FLPRON mode, †=AI-DIF mode). Outputs with no mixing functions are shown first.

The diagram below shows the default connections in the helicopter mode.



Receiver Notes

⚠CAUTION

⃠ **DO NOT cut or coil the receiver antenna wire.** Secure a portion to the top of the vertical fin, and let the excess length trail behind the aircraft.

❗ **When you insert servo or battery connectors into the receiver, note that each plastic housing has an alignment tab. Be sure the alignment tab is oriented properly before inserting the connector. To remove a connector from the receiver, pull on the connector housing rather than the wires.**

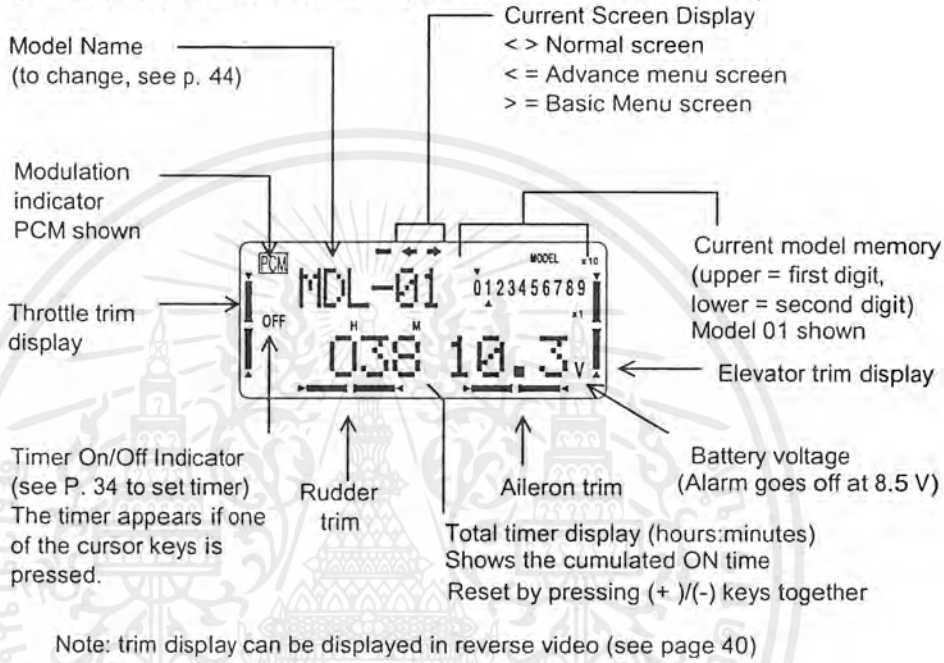
❗ **If your aileron servo (or others) are too far to plug into the receiver, use an aileron extension cord to extend the length of the servo lead.** Additional extension cords of varying lengths are available from your hobby dealer or Futaba.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSMITTER DISPLAYS & BUTTONS

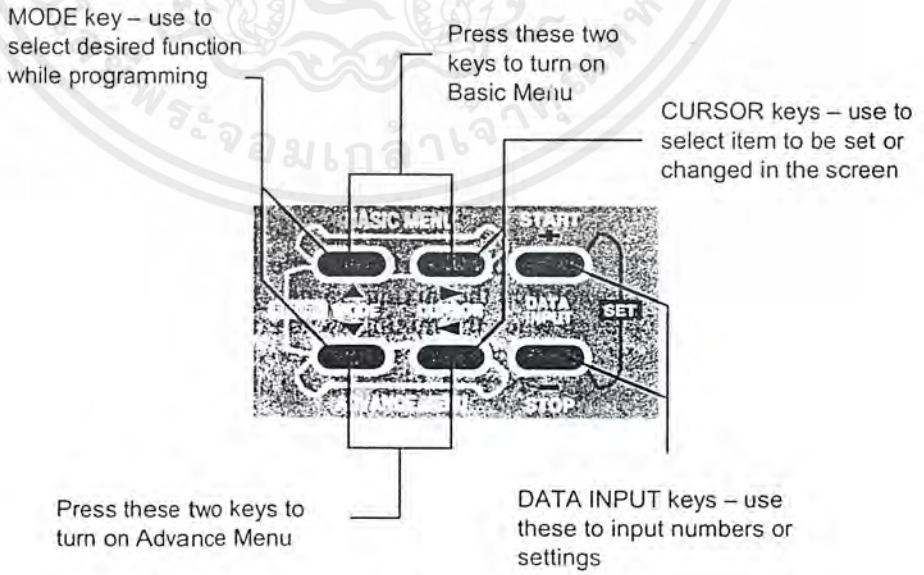
When you first turn on your transmitter, a confirmation beep sounds, and the screen shown below appears. Before flying, or even starting the engine, BE SURE that the model name appearing on the display matches the model that you are about to fly! If you don't, servos may be reversed, and travels and trims will be wrong, leading to an immediate crash.

Startup Screen (appears when system is first turned on)



Note: trim display can be displayed in reverse video (see page 40)

Edit keys



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HELICOPTER (HELI) MENU FUNCTIONS

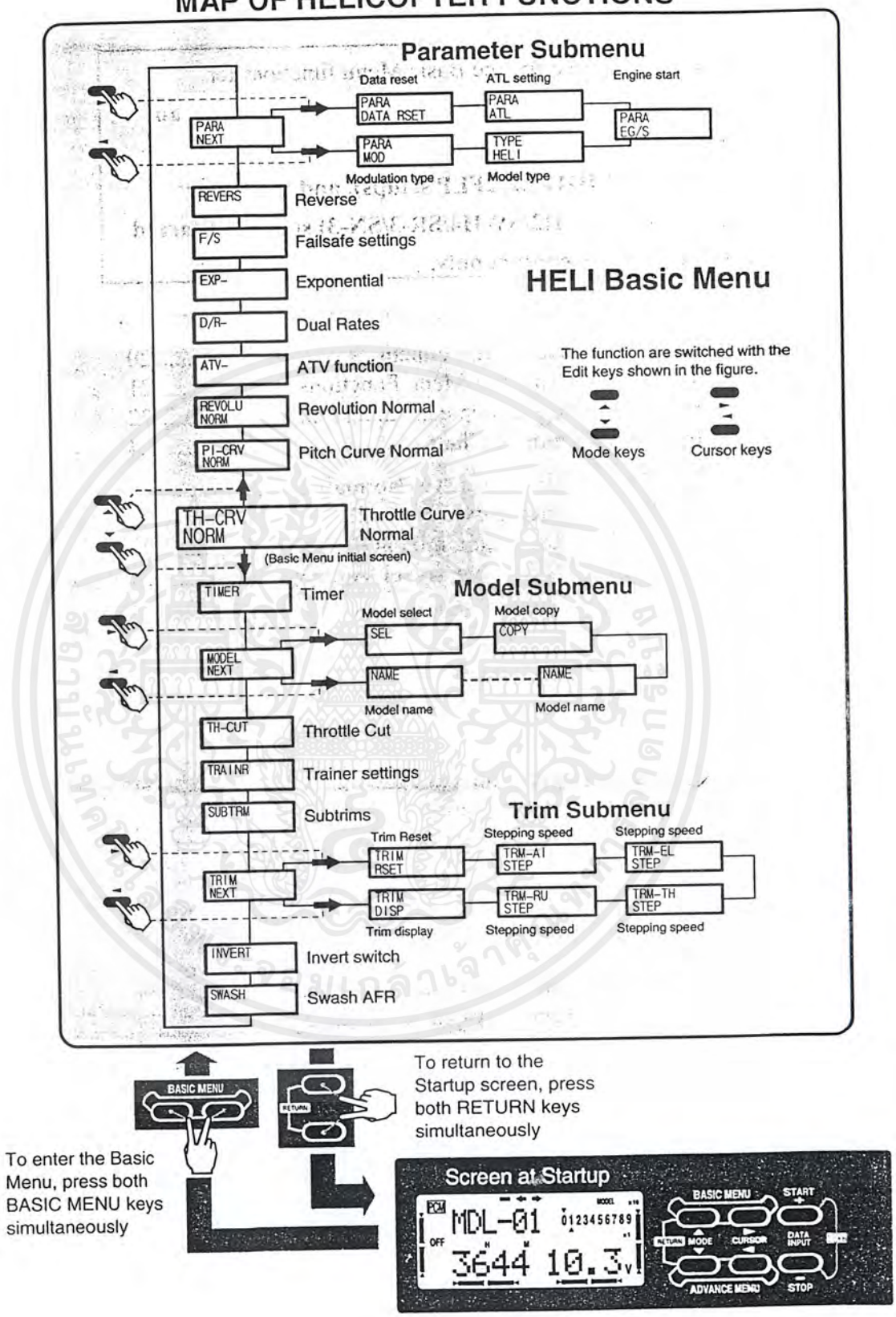
Pages 20 to 45 describe the Basic Menu functions for helicopters. **Please note that most of these Basic Menu functions are the same for aircraft (ACRO setup), sailplanes (GLID1FLP/2FLP setups), and helicopter (HELISWH1/SWH2/SWH4/SR-3/SN-3) setups. Starred items are for helicopters only.**

Map of Basic Helicopter Functions 20
Map of HELI Advance Menu Functions 21
Helicopter Setup Example 22
Helicopter Trimming Chart..... 24

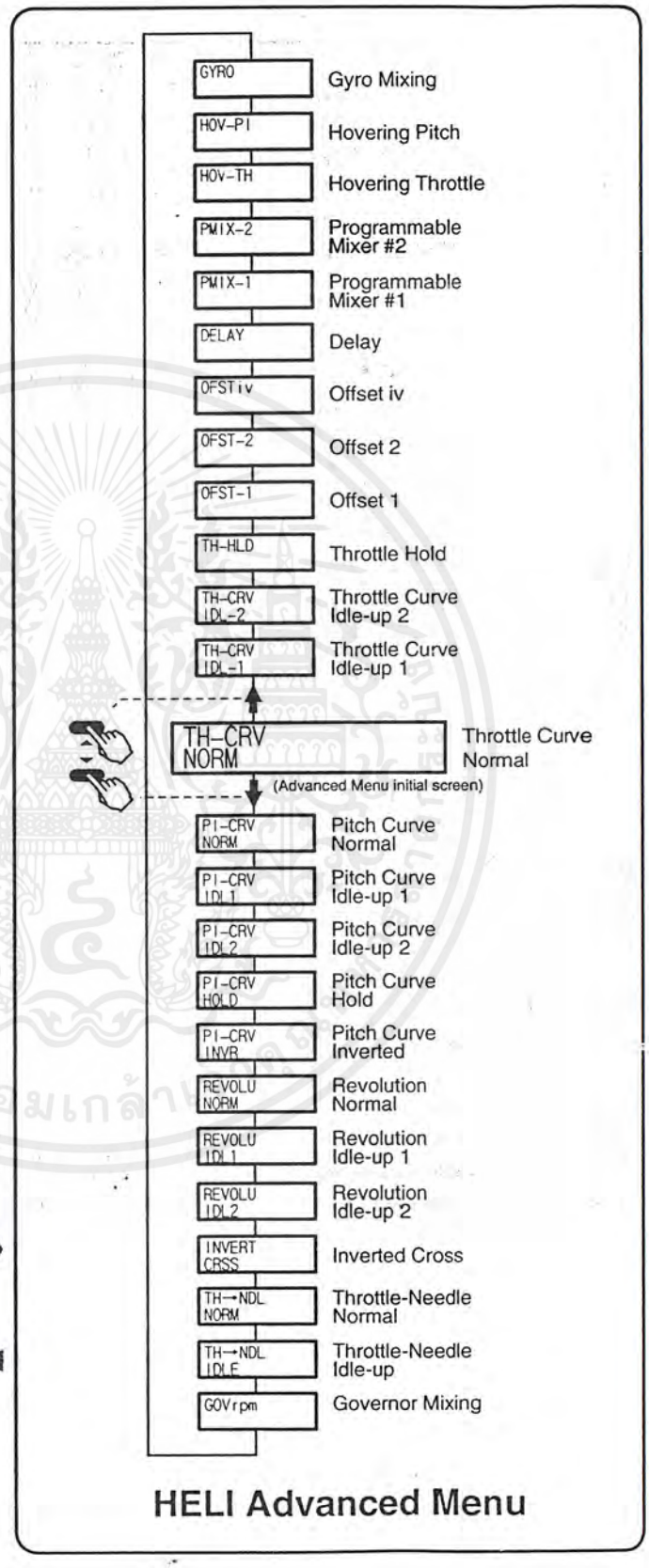
TH-CRV*..... Throttle curve (Normal) 26
PI-CRV* ..... Pitch curve (Normal)..... 27
REVOLU* ... Revolution mixing (Normal)..... 28
ATV ..... Adjustable Travel Volume 29
D/R..... Dual Rates 29
EXP..... Exponential throw 30
F/S ..... Fail Safe..... 32
REVERS ..... Servo Reverse..... 33
PARA ..... Parameter..... 33
DATARSET. Data Reset 34
ATL..... ATL trim 34
EG/S..... Engine Starter..... 34
TYPE..... Model Type 35
MOD ..... Modulation (FM/PPM or PCM)..... 36
SWASH..... Swash AFR..... 37
INVERT..... Inverted..... 38
TRIM..... Trim 39
RSET..... Trim Reset..... 39
STEP ..... Trim Steps 39
DISP..... Trim reverse display..... 40
SUBTRM ..... Subtrim..... 40
TRAINR..... Trainer 41
TH-CUT..... Throttle Cut 42
MODEL ..... Model 43
SEL ..... Model Select..... 43
COPY ..... Data Copy..... 43
NAME..... Model Name..... 44
TIMER..... Timer 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

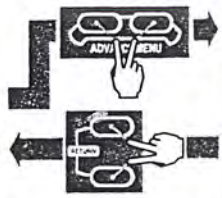
MAP OF HELICOPTER FUNCTIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Go to the Special Mix Menu by pressing both these keys simultaneously.



Return to Startup screen by pressing the RETURN keys simultaneously.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

J.billingsley , "*Robot and automated manufacture*" , Peter Peregrinus Ltd,1990

L.Jones , "*Mobile Robots Inspiration to Implementation*" , A K Peter Wellesley Massachusetts , 1993

Motorola , "*M68HC11 Reference Manual*" , Motorola Ltd.,1997

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, "*เรียนรู้และใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11*" , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น ,2538

"เทคนิคการควบคุมมอเตอร์" , 1998 , **www.panmanee.com**

"Robobug Assembly" , Florida , **www.mkatronic.com**

"Robot Kits" , 1998 , **www.lynxmotion.com**

"Six-legged Robot" , 2000 , **www.ieee.com**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้