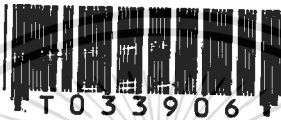


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์

STUDY AND DEVELOP ROBOT FOR PROMOTION
AND ADVERTISEMENT



โดย

นาย ภาณุพงษ์ ตั้งรัตนผล

นางสาว มาลียา วิจิธวรร์

นาย วัชรคม ต้นตระกูล

นาย เอกภูมิ ถกพัฒน์กุล



เลขหมึก.....
เลขทะเบียน... 33906
วัน, เดือน, ปี 20 ก.ย. 2542

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปี การศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์

**STUDY AND DEVELOP ROBOT FOR PROMOTION
AND ADVERTISEMENT**

โดย

นาย ภาณุพงษ์ ตั้งรัตนผล

นางสาว มาลีญา วิจิตรวรรค์

นาย วัชรเดช ตันตระกูล

นาย เอกภูมิ ถกพัฒน์กุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ้มนรินทร์

อ. เอกพจน์ ตันตราภิวัดน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปี การศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2541

การศึกษาและพัฒนาหุ่นยนต์ประชาชนสัมพันธ์

โดย

นาย ภาณุพงษ์ ตั้งรัตนผล 38014375

นางสาว มาลีญา วิจิธวรินทร์ 38014399

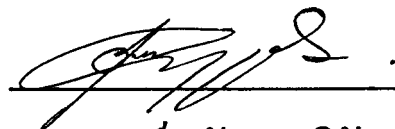
นาย วโรดม ต้นตระกูล 38014444

นาย เอกภูมิ ถกพัฒน์กุล 38014669

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ดร. สรรพสิทธิ์ ลิมนรัตน์)



(อ. เอกพจน์ ต้นตราภีวัฒน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์

นักศึกษา	นายภาณุพงษ์	ตั้งรัตนผล
	น.ส. มาลียา	วิจิธวรรค์
	นายวโรคม	ตันตระกูล
	นายเอกภูมิ	ถกพัฒนากุล
อาจารย์ที่ปรึกษาคร.	สรรพสิทธิ์	ลิ้มนรรค์
	อ. เอกพงษ์	ตันตราพิวัฒน์
ปีการศึกษา	2541	

บทคัดย่อ

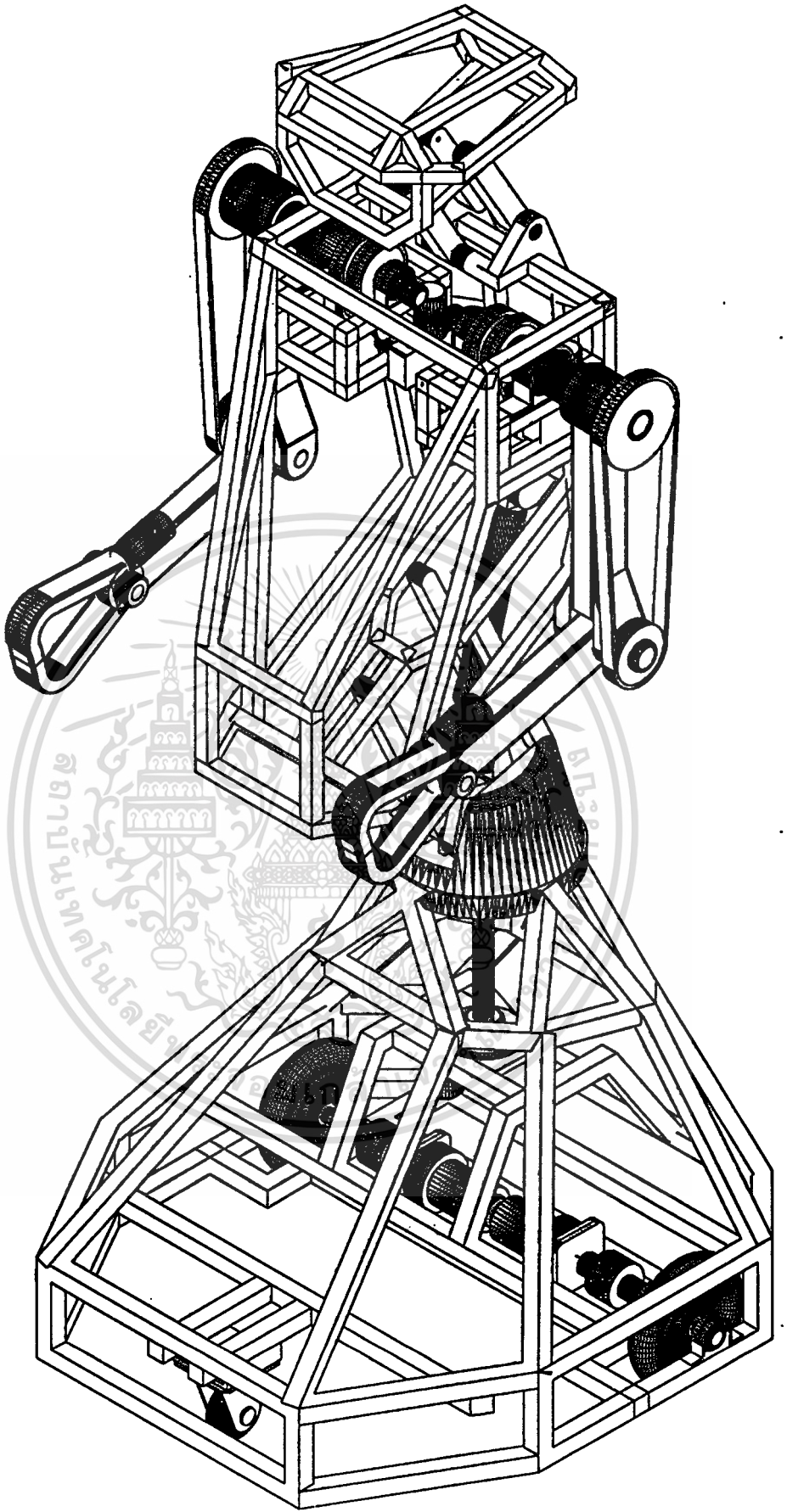
รายงานฉบับนี้เป็นการออกแบบและการสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานประชาสัมพันธ์ ซึ่งในการทำงานของหุ่นยนต์นั้นจะเป็นการแจกเอกสารหรือสินค้าตัวอย่างให้กับผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้น ส่วนการทำงานของหุ่นยนต์จะแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ระบบ Manual และ ระบบ Automatic โดยการทำงานในระบบ Manual นั้น จะทำงานโดยใช้การควบคุมจากเครื่องควบคุมขนาดเล็ก ทั้งการเคลื่อนที่เข้าไปหาเป้าหมายและทำการประชาสัมพันธ์ ในส่วนการทำงานในระบบ Automatic โดยการควบคุมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะมีลักษณะของการทำงานคือ เมื่อ sensor ที่ติดตั้งไว้จับสัญญาณของเป้าหมายที่อยู่ในบริเวณได้ ส่วนควบคุมจะควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่เข้าไปหาเป้าหมาย และทำการประชาสัมพันธ์โดยอัตโนมัติจนเสร็จสิ้นการทำงานที่โปรแกรมที่ตั้งไว้ หุ่นยนต์จะรีเซ็ตตัวเอง แล้วจึงเริ่มทำงานต่อไป

**STUDY AND DEVELOP ROBOT FOR PROMOTION AND
ADVERTISEMENT**

**STUDENT PANUPONG TUNGRATTANAPON
MALEEYA WIWITAWAN
WARODOM TANTRAGUL
EKKAPHOOM THAKOLPATTANAKUL
ADVISOR SANPRASIT LIMNORRARAT
AKAPOT TANTRAPIWAT
ACADEMIC YEAR 1998**

ABSTRACT

THIS REPORT IS SHOWED HOW TO DESIGN AND CREATE ROBOT FOR PUBLIC RELATIONS, WHICH CAN DISTRIBUTE THE INFORMATION OR EXAMPLED GOODS TO PEOPLE IN TARGET PLACE. PRINCIPLE OF WORK IS DIVIDED TO 2 SYSTEM, ONE IS MANUAL SYSTEM, THE OTHER IS AUTOMATIC SYSTEM. MANUAL SYSTEM ROBOT IS CONTROLLED BY A REMOTE CONTROL. ROBOT CAN MOVE TO TARGET AND START TO PROMOTE. AUTOMATIC SYSTEM, ROBOT IS OPERATED BY PROGRAM COMPUTER, WHICH CAN DETECT THE TARGET BY SENSORS. THE CONTROL UNIT WILL SEND COMMAND TO ROBOT, ROBOT IS OPERATED AUTOMATIC AND RESET ITSELF, THEN START WORKING AGAIN.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 แนวคิดและการออกแบบหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์	2
2.1 แนวคิดในการออกแบบ	2
2.2 การออกแบบในส่วน Mechanism	4
2.2.1 ส่วนฐาน	4
2.2.2 ส่วนเอว	12
2.2.3 ส่วนลำตัว	14
2.2.4 ส่วนศีรษะ	17
2.2.5 ส่วนแขน	18
2.2.6 คลิปเปอร์	22
บทที่ 3 การออกแบบในส่วนของ วงจรอิเล็กทรอนิกส์	24
3.1 ส่วนของวงจรที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณ	24
3.1.1 ส่วนวงจรสัญญาณวิทยุ	24
3.1.2 ส่วนวงจรสัญญาณเซนเซอร์	25
3.1.2.1 วงจรอุลตราโซนิก	25
3.1.2.2 วงจรเซ็นเซอร์ ไพโรอิเล็กทริก (Piroelectric sensor , PIR sensor)	34
3.2 ส่วนของวงจรที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผล	34
3.3 ส่วนของวงจรที่ใช้ในการแสดงผล	34
3.3.1 วงจรสร้างพัลส์ (Pulse Width Mod)	35
3.3.2 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (Drive Motor)	35
3.3.3 วงจร Encoder	36
บทที่ 4 การควบคุมและโปรแกรมการทำงาน	38
4.1 ส่วนของการควบคุม	38
4.2 ET-PC8255	38

4.3 การทำงานของ ET - PC 8255	39
4.4 การใช้งาน IC 8255	39
4.5 การ DECODE PORT	40
4.6 โปรแกรม ควบคุมการทำงาน	42
4.6.1 การทำงานของโปรแกรมหลัก	48
4.6.2 การทำงานของ procedure run1	50
4.6.3 การทำงานของ procedure run2	51
4.6.4 การทำงานของ procedure oper1	52
4.7 โปรแกรมควบคุมการแสดงผลทางหน้าจอ	53
บทที่ 5 รูปผลการทดลอง	58
เอกสารอ้างอิง	
กิตติกรรมประกาศ	



สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์ที่ออกแบบ	3
รูปที่ 2 แสดงเปรียบเทียบการสัมผัสพื้นของล้อแบบ 3 ล้อ และ 4 ล้อ	5
รูปที่ 3 แสดงทิศทางที่ต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ และทิศทางที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่จริง	5
รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบรัศมีการเลี้ยว (R)	6
รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งล้อและจุด CG	6
รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างฐานด้านล่าง	7
รูปที่ 7 แสดงลักษณะของ คลັปปลิง (Coupling)	10
รูปที่ 8 แสดงลักษณะ โครงสร้างฐานด้านล่าง	11
รูปที่ 9 แสดงฐานส่วนบน	11
รูปที่ 10 แสดงชุดขับเคลื่อนเฮว	12
รูปที่ 11 แสดงชิ้นส่วนที่ใช้ในการยึดตัว	13
รูปที่ 12 แสดงชุดแปร่งถ่าน	14
รูปที่ 13 แสดงโครงสร้างส่วนลำตัวของหุ่นยนต์	15
รูปที่ 14 ชิ้นส่วนที่ใช้ยึดกับเฮว	16
รูปที่ 15 แสดงชิ้นส่วนที่ใช้ยึดแขนและส่วนหัว	17
รูปที่ 16 แสดงส่วนหัวของหุ่นยนต์	18
รูปที่ 17 แสดงส่วนประกอบของชุดแขน	18
รูปที่ 18 แสดงชุดมอเตอร์เฟืองหนอนพร้อม Mechanism Clutch	19
รูปที่ 19 แสดงระบบส่งกำลังของชุดแขน	20
รูปที่ 20 แสดงระบบส่งกำลังของชุดแขนและการทดกำลัง	20
รูปที่ 21 แสดงการส่งกำลังของแขนท่อนบน และแขนท่อนล่าง	21
รูปที่ 22 แสดงการส่งกำลังของแขนท่อนล่าง	22
รูปที่ 23 แสดงส่วนคลิป์เปอร์	23
รูปที่ 24 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรส่วนต่าง ๆ	24

รูปที่ 25 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรอัลตราโซนิกที่ใช้วัดระยะทาง	25
รูปที่ 26 แสดงลายแผ่นวงจรด้านบน (Top Layer)	26
รูปที่ 27 แสดงลายแผ่นปริ้นของวงจรด้านล่างของอุลตราโซนิก (bottom layer)	27
รูปที่ 28 แสดงการลงอุปกรณ์บนแผ่นปริ้นต์ของวงจรอุลตราโซนิก	27
รูปที่ 29 แสดงวงจรวัดระยะทางด้วยอัลตราโซนิก	28
รูปที่ 30 คลื่นสัญญาณต่างๆตามขา IC เพื่อใช้ในการปรับแต่ง	30
รูปที่ 31 แสดงลายแผ่นปริ้นต์ของวงจร โมโนสเตเบิล	31
รูปที่ 32 แสดงการลงอุปกรณ์บนแผ่นปริ้นต์	32
รูปที่ 33 แสดง IC 74LS123 และตารางวิธีการใช้	32
รูปที่ 34 แสดงวงจร โมโนสเตเบิล	33
รูปที่ 35 บล็อก ไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรในส่วนแสดงผล	35
รูปที่ 36 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรสร้างพัลส์	35
รูปที่ 37 ไดอะแกรมแสดงวงจรควบคุมมอเตอร์	36
รูปที่ 38 ไดอะแกรมแสดงทิศทางการไหลของกระแสที่สัมพันธ์กับ การเปิด-ปิดสวิตช์ เพื่อใช้ในการบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของมอเตอร์	36
รูปที่ 39 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจร Encoder	37
รูปที่ 40 แสดงการติดต่อสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์และPCควบคุมการทำงาน	38
รูปที่ 41 แสดงPin Configuration	39
รูปที่ 42 แสดง ตำแหน่ง การใช้งานPORT ต่างๆ	41
รูปที่ 43 Flow chart แสดงการทำงานของโปรแกรมหลัก	49
รูปที่ 44 Flow chart แสดงการทำงานของprecedure run1	50
รูปที่ 45 Flow chart แสดงการทำงานของ procedure run2	51
รูปที่ 46 Flow chart แสดงการทำงานของ procedure oper1	52
รูปที่ 47 แสดงภาพโดยรวมของหุ่นยนต์ด้านหน้า	58
รูปที่ 48 แสดงภาพโดยรวมของหุ่นยนต์ด้านข้าง	58
รูปที่ 49 แสดงภาพโดยรวมของหุ่นยนต์ขณะย่อตัว	59
รูปที่ 50 แสดงภาพการเปิดคอมพิวเตอร์ที่ลำตัวเพื่อป้อนคำสั่ง	59
รูปที่ 51 แสดงภาพโดยรวมของฐานล่างหุ่นยนต์	60
รูปที่ 52 แสดงภาพระบบขับเคลื่อนของหุ่นยนต์	60

รูปที่ 53	แสดงภาพระบบส่งกำลังส่วนเอว	61
รูปที่ 54	แสดงภาพชุด Commutator	61
รูปที่ 55	แสดงภาพ Trust Bearing	62
รูปที่ 56	แสดงภาพ 4 Bar linkage	62
รูปที่ 57	แสดงภาพ โดยรวมของลำตัว	63
รูปที่ 58	แสดงภาพช่องใส่แขน	63
รูปที่ 59	แสดงภาพการเปิดคีย์บอร์ด	64
รูปที่ 60	แสดงภาพ โดยรวมของระบบขับเคลื่อนส่วนคอ	64
รูปที่ 61	แสดงภาพ โดยรวมของส่วนหัว	65
รูปที่ 62	แสดงภาพ โดยรวมระบบขับเคลื่อนแขน	65
รูปที่ 63	แสดงภาพมอเตอร์ขับเคลื่อนแขน	66
รูปที่ 64	แสดงภาพระบบส่งกำลังขับเคลื่อนแขน	66
รูปที่ 65	แสดงภาพแขนท่อนบน	67
รูปที่ 66	แสดงภาพ PIR Sensor	67
รูปที่ 67	แสดงภาพวงจรอัลตราโซนิก	68

สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง volt ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และความเร็วรอบของ มอเตอร์	8
กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TORQUE ที่มอเตอร์รับภาระอยู่ กับความเร็วนรอบ	8



บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันศาสตร์ด้านหุ่นยนต์กำลังเป็นศาสตร์ที่น่าสนใจ เพราะสามารถนำไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้มากมาย เช่น การนำไปใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ในงานด้านการเชื่อมประสานและพ่นสี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การนำเอาหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นๆ เช่น การใช้หุ่นยนต์ช่วยในงานประชาสัมพันธ์ ยังไม่ได้มีการพัฒนาเท่าที่ควร ดังนั้น ทางกลุ่มจึงได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของการนำเอาหุ่นยนต์ มาประยุกต์ใช้ในงานประชาสัมพันธ์ ซึ่งสามารถช่วยงานในด้านการแจกเอกสารหรือสินค้าตัวอย่างให้กลุ่มเป้าหมาย ซึ่งอาศัย MOVEMENT ที่หลากหลายของหุ่นยนต์ เป็นสิ่งดึงดูดใจ นอกจากนี้ การสร้างให้หุ่นยนต์ ให้มีขีดความสามารถในการพูดเชิญชวน ก็สามารถช่วยดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมายให้มากยิ่งขึ้น เป็นการเพิ่มขีดความสามารถของหุ่นยนต์ให้ดียิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทางกลุ่มจึงเลือกหัวข้อนี้ เป็นหัวข้อในการศึกษา และทำ PROTOTYPE ของหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์ตัวนี้ขึ้นมา โดยการในสร้างหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์ตัวนี้ นอกจากจะออกแบบให้มีขีดความสามารถ ในการช่วยงานด้านประชาสัมพันธ์แล้ว ทางกลุ่ม ยังได้ออกแบบให้มีการป้องกันความผิดพลาดจากโหมด AUTOMATIC ด้วยการพัฒนาเพิ่มโหมด MANUAL ซึ่งทำให้สามารถใช้การควบคุม โดย REMOTE ควบคุมได้จากกระยะไกล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาในอนาคต โดยอาจจะนำหลักการนี้ ไปใช้เป็นต้นแบบ ในการพัฒนาหุ่นยนต์ ที่สามารถช่วยงานต่างๆ ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การใช้หุ่นยนต์ในงานสำรวจอวกาศ เป็นต้น

บทที่ 2

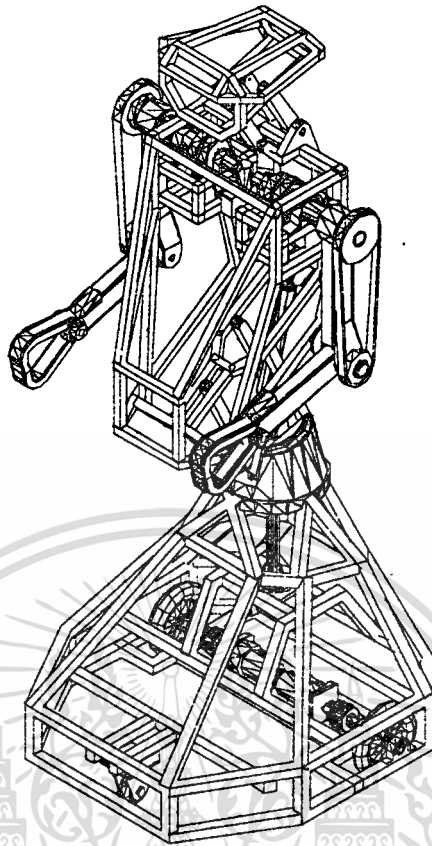
แนวคิดและการออกแบบหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์

2.1 แนวคิดในการออกแบบ

หุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์นี้เป็นรูปแบบหนึ่งในการประชาสัมพันธ์ โดยใช้ลักษณะเด่นที่ ตัวหุ่นยนต์สามารถที่จะเคลื่อนที่ ขยับแขนหรือลำตัว และแจกเอกสารหรือสินค้าตัวอย่าง อีกทั้งยังมีการพูดจาทักทายผู้คน (ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้) ซึ่งลักษณะเด่นดังกล่าวนี้ทำให้เป็นที่ดึงดูดใจของผู้คนที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ให้เกิดความสนใจ ทำให้การประชาสัมพันธ์ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากหุ่นยนต์ที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์นี้ จะมีหน้าที่ในการแจกเอกสารหรือสินค้าตัวอย่างเป็นหลัก ดังนั้นขอบเขตของการทำงานของหุ่นยนต์จะอยู่ในบริเวณที่ผู้คนเดินไปมา ยกตัวอย่างเช่น ห้างสรรพสินค้า บริเวณจัดงานนิทรรศการ หน้าโรงพยาบาล ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อที่จะทำการประชาสัมพันธ์ให้ผู้คนบริเวณนั้นๆ ได้รับความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือเอกสารที่แจก และจากหลักการที่หุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์จะต้องสามารถดึงดูดความสนใจของผู้คนให้ได้มากที่สุด ดังนั้นจึงมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

- 1) มีโครงสร้างภายนอกที่มีสีสันสวยงาม สะดุดตา
- 2) มีขนาดที่เป็นจุดเด่นหรือสังเกตได้ง่าย
- 3) หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยผู้คนไม่เห็นผู้บังคับ
- 4) สามารถเคลื่อนที่ได้ดีในพื้นที่เรียบและขรุขระเล็กน้อย
- 5) มีการเคลื่อนไหวที่แปลกและสะดุดตา เพื่อทำให้เกิดความสนใจ
- 6) มีพื้นที่สำหรับเก็บเอกสารหรือสินค้าตัวอย่าง
- 7) มีส่วนที่ใช้จับเอกสารหรือสินค้าตัวอย่างจากที่เก็บยื่นให้ผู้คนได้
- 8) มีแสง เสียงเพื่อดึงดูดความสนใจ
- 9) มีจอภาพแสดงข้อความประชาสัมพันธ์ต่างๆ



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์ที่ออกแบบ

จากแนวทางที่จะใช้ในการออกแบบหุ่นยนต์ดังกล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น ทำให้ผู้ออกแบบสามารถที่จะกำหนดรูปแบบ โครงสร้าง ระบบการทำงานและการควบคุมหุ่นยนต์ในส่วนของระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบ Mechanism ได้อย่างถูกต้อง ทำให้หุ่นยนต์

จากรูปของหุ่นยนต์ที่ออกแบบไว้ สามารถแยกโครงสร้างของหุ่นยนต์ออกได้เป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนฐาน เป็นส่วนที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และยังเป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก ๆ เช่น แบตเตอรี่ จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบให้มีโครงสร้างที่แข็งแรงและมีขนาดที่ใหญ่พอสมควร

2. ส่วนเอว เป็นส่วนของหุ่นยนต์ที่ได้ทำการออกแบบให้มีลักษณะคล้ายเอวของหุ่นยนต์

สามารถเคลื่อนไหวได้หลายแบบ คือ สามารถหมุนตัวไปมาทางด้านซ้ายและขวา สามารถก้มและเงยได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหุ่นยนต์สามารถที่จะดึงดูดความสนใจจากผู้พบเห็นได้มาก ดังนั้นในส่วนนี้จึงต้องมีการเคลื่อนที่ในหลายแนวแกน จึงต้องใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมาก เพื่อที่จะทำให้สามารถรับน้ำหนักของช่วงบนได้

3. ส่วนลำตัว เป็นส่วนของหุ่นยนต์ที่สำหรับเก็บอุปกรณ์ในส่วนของ อิเล็กทรอนิกส์ และ ส่วน คอนโทรล อีกทั้งยังใช้เป็นส่วนที่ของแกนและคิรยะ ดังนั้นจะต้องออกแบบให้มีขนาดใหญ่พอสมควร มีพื้นที่ภายในมาก น้ำหนักเบา แต่ควรมีความแข็งแรงมาก

4. ส่วนแกน เป็นส่วนของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการหีบเอกสารหรือสินค้าตัวอย่าง เพื่อส่งให้กับผู้ที่สนใจ จึงต้องออกแบบให้มีน้ำหนักเบา มีข้อต่อหรือจุดหมุนที่ทำให้สามารถที่จะเคลื่อนที่ได้หลายแนวแกน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับแกนมนุษย์ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการแจกสินค้า หรือ เอกสาร

5. ส่วนคิรยะ เป็นส่วนหนึ่งของหุ่นยนต์ที่ต้องออกแบบให้สามารถเคลื่อนไหวได้มากพอสมควร คือ สามารถก้มและเงยได้ ซึ่งในส่วนคิรยะของหุ่นยนต์นี้ จะเป็นส่วนที่เราจะใช้สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจหาคนที่อยู่ในบริเวณนั้น เพื่อที่จะได้เคลื่อนที่เข้ามาและแจกเอกสารหรือสินค้าตัวอย่างให้

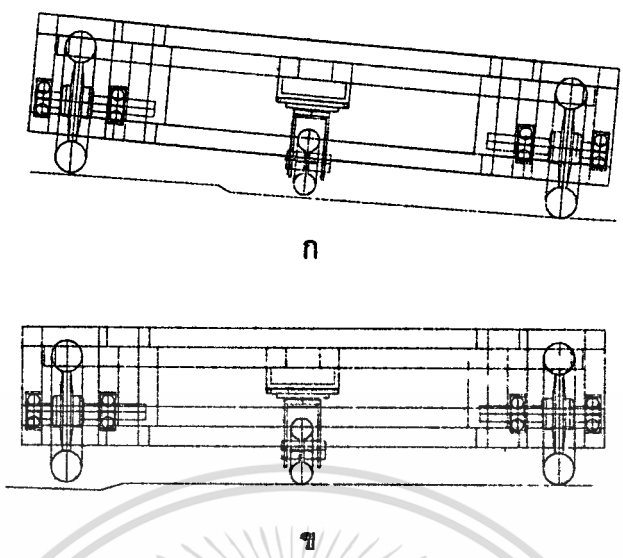
6. ส่วนคลิปเปอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ติดอยู่บริเวณส่วนปลายของแกน มีลักษณะคล้ายกับนิ้วมือใช้ในการหีบจับเอกสารหรือสินค้าตัวอย่าง

2.2 การออกแบบในส่วน Mechanism

ในส่วนของ Mechanism จะแบ่ง 6 ส่วน คือ

2.2.1 ส่วนฐาน ในส่วนฐานของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่นั้น เราจะทำการออกแบบให้สามารถติดตั้งล้อได้ทั้งหมด 3 ล้อ โดยจะมีล้อที่ใช้ในการขับเคลื่อน 2 ล้ออยู่ทางด้านหลังซ้ายและขวา ส่วนล้อที่อยู่ทางด้านหน้าของหุ่นยนต์จะเป็นล้ออิสระ (Caster) ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปบนพื้นที่มีความขรุขระได้ โดยที่ล้อที่ใช้ในการขับเคลื่อนจะไม่ลอยขึ้นจากพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



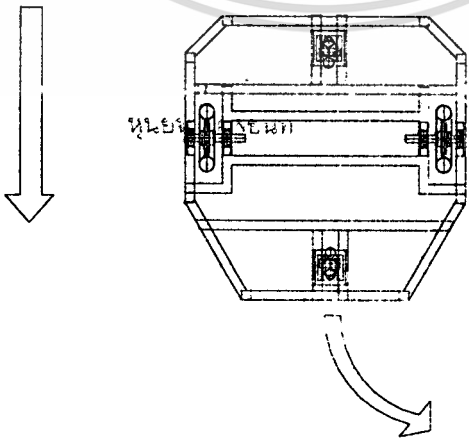
รูปที่ 2 แสดงเปรียบเทียบการสัมผัสพื้นของล้อแบบ 3 ล้อ และ 4 ล้อ

ก. ระบบ 3 ล้อ จะสัมผัสพื้นตลอดเวลา

ข. ระบบ 4 ล้อ ล้อข้างหนึ่งจะลอยจากพื้น

การออกแบบให้มี 3 ล้อ จะทำให้ล้อทั้งสามสัมผัสพื้นตลอดเวลาในขณะที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นผิวที่ขรุขระ สำหรับระบบ 4 ล้อ ถ้าล้อขับเคลื่อนข้างใดข้างหนึ่งลอยขึ้นจากพื้น จะมีผลทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ผิดทิศทางที่ต้องการ

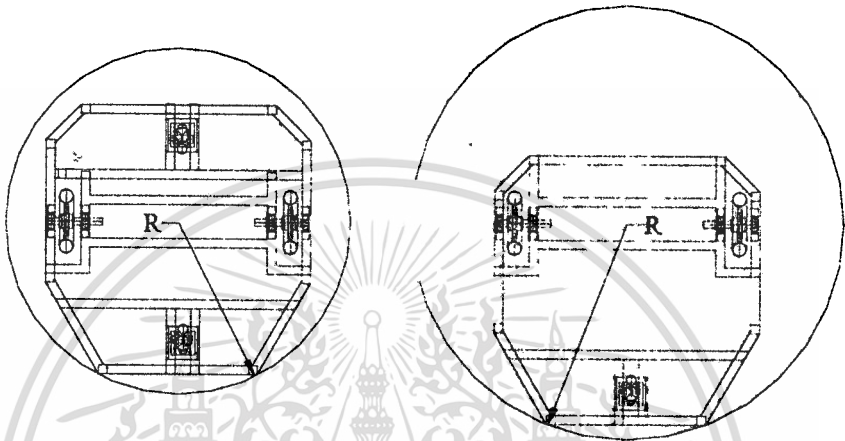
ทิศทางที่ต้องการให้
หุ่นยนต์เคลื่อนที่



ทิศทางที่หุ่นยนต์
เคลื่อนที่จริง ใน
กรณีทีล้อขวาลอย
จากพื้น

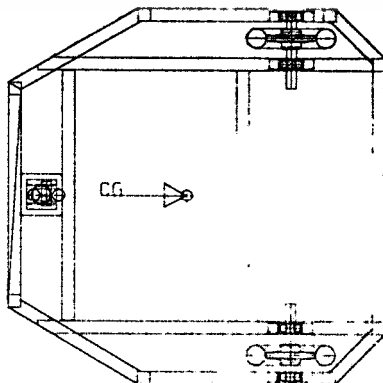
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด รูปที่ 3 แสดงทิศทางที่ต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ และทิศทางที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่จริง

การออกแบบให้มี 3 ล้อ จะมีข้อเสียคือ จะทำให้รัศมีการเลี้ยวแคบสุด จะมีขนาดใหญ่กว่า การออกแบบให้หุ่นยนต์มี 4 ล้อ แต่เนื่องจากหุ่นยนต์นี้ใช้งานในพื้นที่กว้าง จึงไม่จำเป็นต้องมีวงเลี้ยวที่แคบก็สามารถใช้งานได้



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบรัศมีการเลี้ยว (R)

นอกจากจำนวนล้อที่ใช้ในการติดตั้ง เพื่อที่จะให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ดีแล้ว ยังต้องมีการวางตำแหน่งของล้อให้ดีอีกด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดในการเคลื่อนที่ กล่าวคือ จะต้องวางตำแหน่งของล้อให้จุดศูนย์กลางของหุ่นยนต์อยู่กลางตัวของหุ่นยนต์ เพื่อไม่ให้หุ่นยนต์ล้มและเกิดการพลิกคว่ำได้ง่าย ซึ่งจะมีลักษณะของการวางล้อดังแสดงไว้ในรูปข้างล่างนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิใช้รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งล้อและจุด CG ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตำแหน่งล๊อตที่ต้องวางในจุดต่างๆและความแข็งแรงที่ต้องการ ทำให้เราสามารถออกแบบโครงสร้างฐานด้านล่างของหุ่นยนต์ได้ ซึ่งวัสดุที่จะใช้ทำฐานของหุ่นยนต์นั้น จะใช้อลูมิเนียม กว้างขนาด 1" * 1" เพราะมีความแข็งแรงที่สามารถใช้งานได้ อีกทั้งยังมีน้ำหนักที่เบา และวิธีการที่ใช้ในการยึดต่อกันนั้น จะเลือกใช้วิธีการเชื่อม TIG (Tungsten Inert Gas Welding) ซึ่งจะทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงสูงและมีน้ำหนักเบา

สำหรับโครงสร้างด้านล่างจะต้องมีการยึดติดกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ล้อ มอเตอร์ขับเคลื่อน ล้อ caster และต้องมีพื้นที่ไว้สำหรับยึดอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ด้วย ซึ่งจะได้โครงสร้างส่วนฐานต่าง ดังรูป

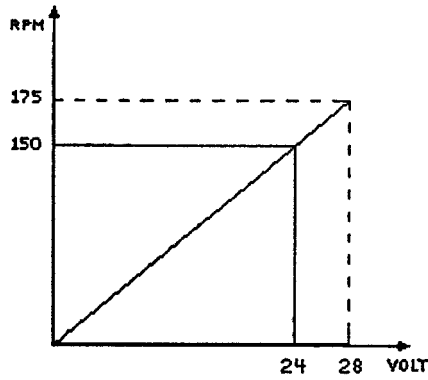


รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างฐานด้านล่าง

ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ จะใช้คั่นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีชุดเฟืองทดภายใน ขนาด 28 VDC 175 RPM 39.5 W.

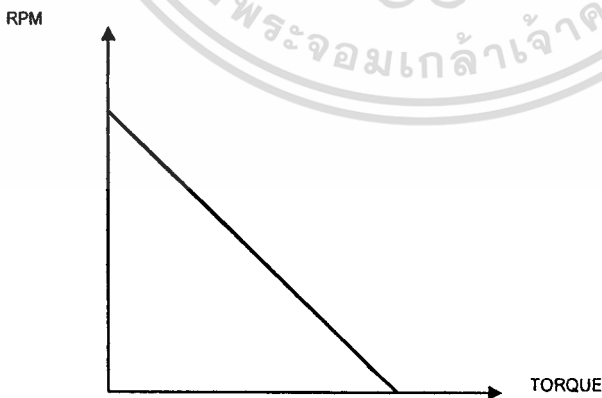
สำหรับการใช้งาน จะใช้กับแบตเตอรี่ขนาด 24 Volt ซึ่งจะทำให้มีผลทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ลดลง สามารถประมาณความเร็วรอบได้จากกราฟเส้นตรง ซึ่งจะหาค่าความเร็วรอบโดยประมาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง volt ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และความเร็วมอเตอร์

สำหรับ TORQUE ที่มอเตอร์ให้ได้สูงสุดจะสามารถประมาณ TORQUE ที่ใช้งานได้จากกราฟ มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูงสุดจะไม่รับภาระเมื่อมอเตอร์รับภาระมากขึ้นจะมีผลทำให้ความเร็วมอเตอร์ลดลง



กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TORQUE ที่มอเตอร์รับภาระอยู่กับความเร็วมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับล้อ จะใช้ล้อรถตัดหญ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7" ซึ่งจะทำให้สามารถคำนวณหา ความเร็วสูง
สุดของหุ่นยนต์ ได้ดังนี้

$$\text{จาก} \quad V = \frac{2\pi r * n}{60 * Z}$$

V : ความเร็วเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (m/s)

r : รัศมีล้อหุ่นยนต์ (7")

n : ความเร็วรอบของมอเตอร์ (150 RPM)

Z : อัตราทดระหว่างความเร็วรอบมอเตอร์ กับความเร็วรอบของล้อ

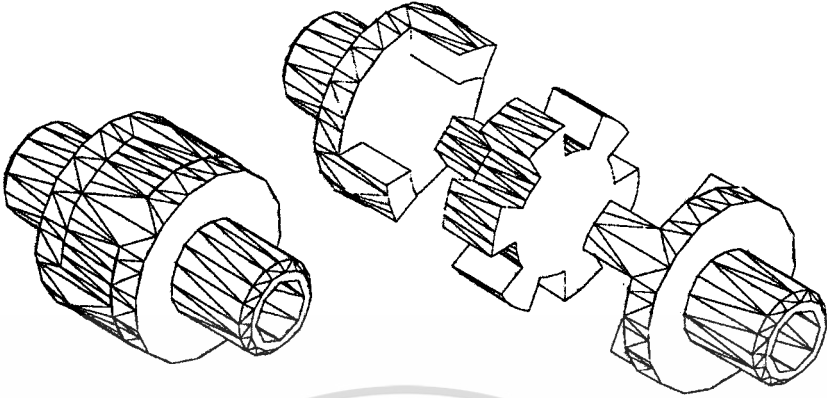
และจากสมการจะสามารถหาอัตราทดได้ ต้องการความเร็วเคลื่อนที่ ขนาด 2.8 m/s

ดังนั้น

$$2.8 = \frac{2\pi (2.54 * 7) * 150}{100 * 60 * Z}$$

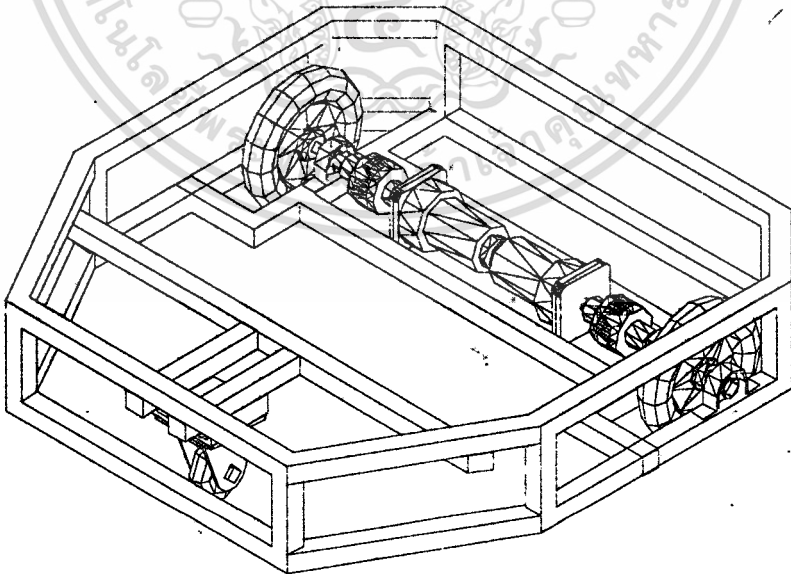
$$Z = 1$$

แสดงว่าสามารถใช้การส่งกำลังระหว่างล้อกับมอเตอร์ได้โดยตรง ดังนั้นการส่งกำลังระหว่าง
ล้อกับมอเตอร์ จะใช้คัปปลิง (Coupling) ในการส่งกำลัง ซึ่งจะมีข้อดีคือ สามารถส่งกำลังได้ในขณะที่
เพลทั้งสองเยื้องศูนย์กลางกันเล็กน้อย โดยจะไม่เกิดการสั่นสะเทือนของล้อและมอเตอร์ และยังไม่เกิดเสียง
ดังในระบบส่งกำลัง



รูปที่ 7 แสดงลักษณะของ คลิปปลิง (Coupling)

จากการออกแบบต่างๆ ที่ได้กระทำมา จะทำให้ได้ระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังล้อขับเคลื่อน และตำแหน่งของล้อ ดังรูป

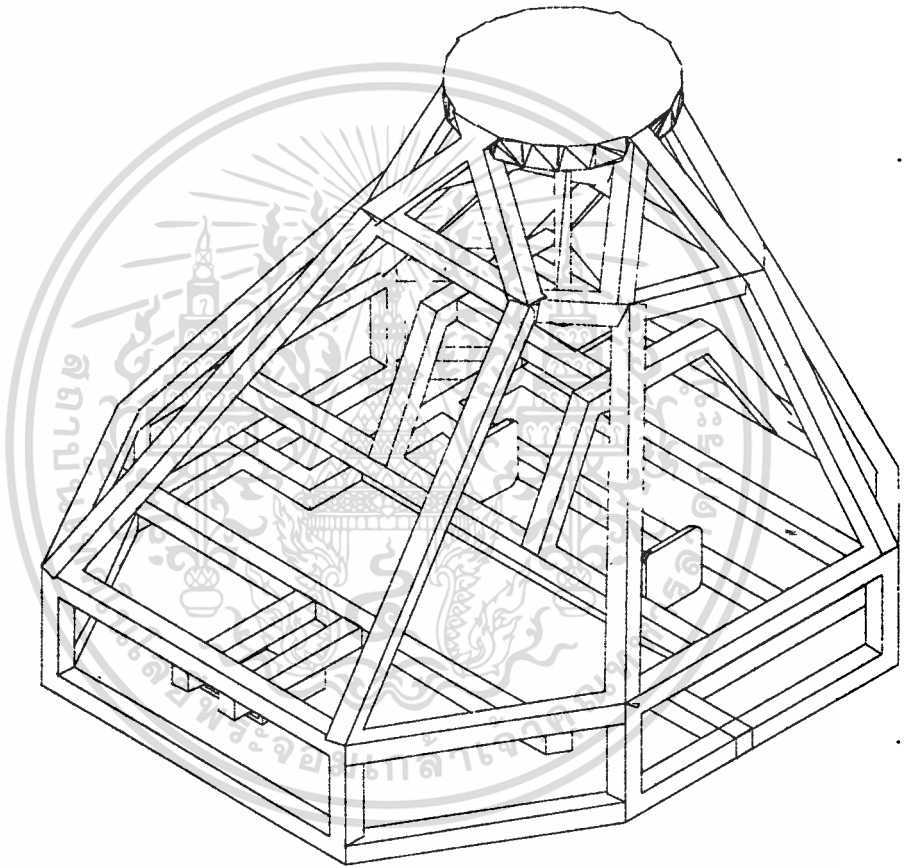


รูปที่ 8 แสดงลักษณะ โครงสร้างของฐานด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานส่วนบน

จะเป็น โครงสร้างที่ยึดอยู่ระหว่างฐานด้านล่างกับส่วนเอว ซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่รับน้ำหนักตัวของหุ่นยนต์ จึงมีการออกแบบให้มีการถ่ายน้ำหนักไปยังส่วนต่างๆของโครงสร้างฐานด้านล่าง โดยจะใช้ลูมินียมกล่องขนาด 1" * 1" ทำเป็นโครงสร้าง ดังรูป



รูปที่ 9 แสดงฐานส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ส่วนเอว ในส่วนเอวได้มีการออกแบบให้หุ่นยนต์สามารถขับเคลื่อนส่วนเอวได้ 2 แกน คือ ในการหมุนเอว ซ้าย-ขวา และการก้มตัว

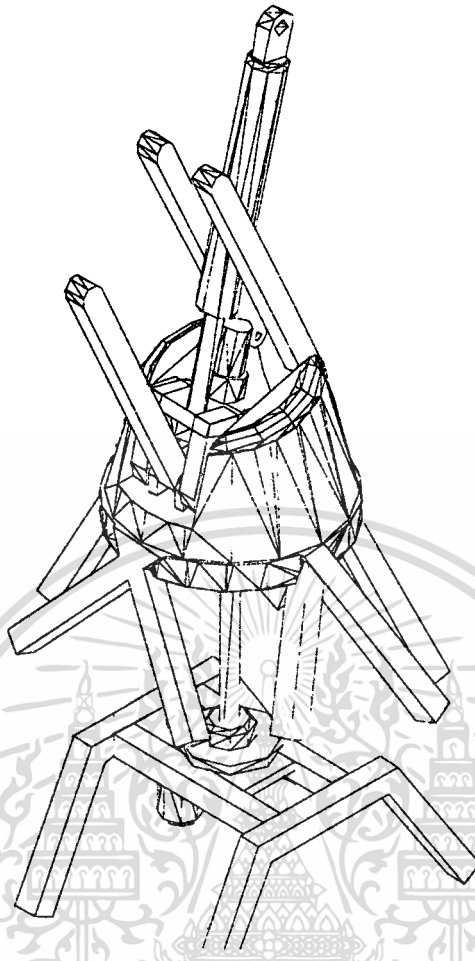
1. ส่วนที่ทำหน้าที่หมุนตัวไปซ้าย-ขวา ซึ่งทำให้หุ่นยนต์สามารถเลียนแบบการบิดตัวไปมาของมนุษย์ได้ โดยจะมีโครงสร้างของเอวจะมีส่วนที่เป็นเพลายื่นลงไปเป็นส่วนฐานและมีแบริ่งสำหรับใช้รับแรงกด (Trust Bearing)รองรับเอวอยู่ ซึ่งส่วนของเพลายื่นลงไปนั้นจะไปค้ำกับส่วนขับเคลื่อนที่ใช้ในการหมุนเอวอยู่ซึ่งอยู่ทางด้านล่าง โดยมีการส่งกำลังผ่านเฟืองทดเพื่อใช้ในการขับเคลื่อน ดังรูป



รูปที่ 10 แสดงชุดขับเคลื่อนเอว

2. ส่วนที่มีการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและเอนตัวไปด้านหลัง จึงออกแบบให้มีการเคลื่อนที่โดยการนำหลักการของ 4 Bar Linkage เข้ามาใช้ เพื่อทำให้หุ่นยนต์สามารถที่จะเคลื่อนไหวได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 แสดงชิ้นส่วนที่ใช้ในการยึดตัว

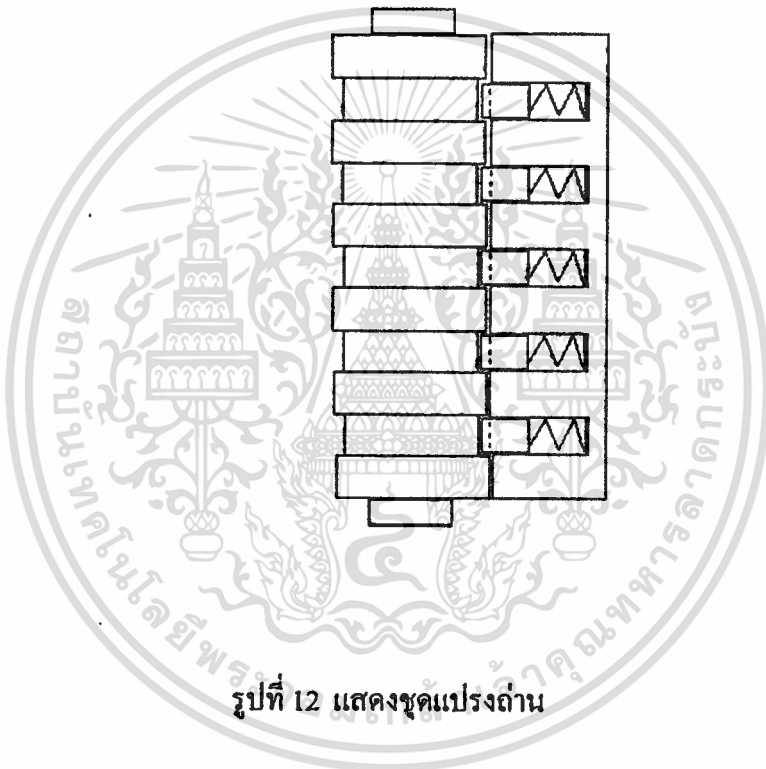
สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อน 4 Bar Linkage นั้น เราจะใช้แกนของ Lead Screw โดยจะใช้ Motor ในการขับเคลื่อนให้ Nut) เติบโตเข้า - ออกได้ เพื่อใช้คั่นหรือค้ำ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของ 4 Bar Linkage ซึ่งจะช่วยให้จุดหมุนของ 4 Bar Linkage ไม่ต้องรับแรงในการเคลื่อนที่ ทำให้โครงสร้าง มีความแข็งแรงมากขึ้น มีความแข็งแรงมากขึ้น

ชุด Commutator เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งผ่านกระแสไฟฟ้าจากส่วนฐานขึ้นไปยังส่วนลำตัว และส่วนหัว โดยจะไม่ทำให้เกิดปัญหาสายไฟพันกับเพลลาหรือเข้าไปขัดในเฟือง ซึ่งจะสร้างความเสียหาย เกิดขึ้นกับสายไฟ ทำให้สามารถหมุนลำตัวได้รอบตัว ซึ่งชุด commutator จะมีใช้ใน มอเตอร์ หรือ เจนเนอเรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุด Commutator จะประกอบด้วย 2 ส่วนประกอบ

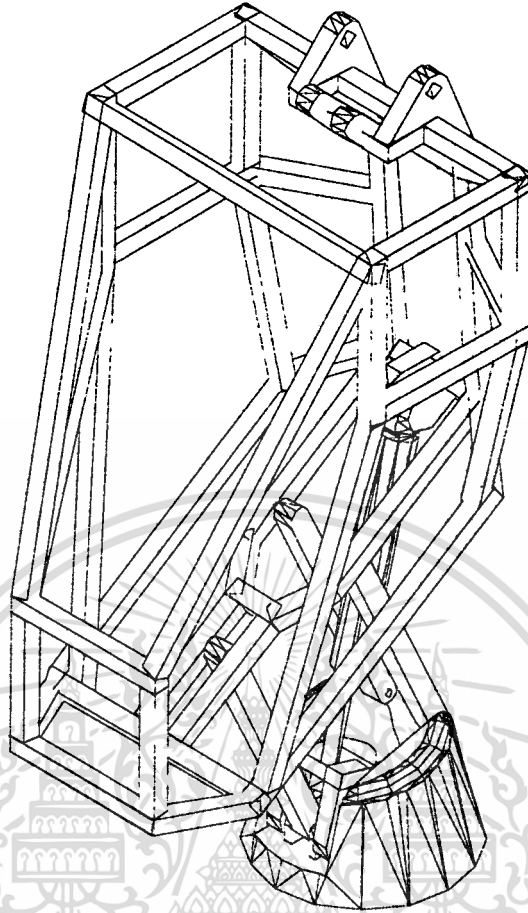
1. Commutator เป็นชุดของแหวนทองแดง ซึ่งจะต้องมีการหมุน โดยจะยึดติดอยู่กับเพลลาของส่วนเวย เพื่อให้เกิดการหมุนการหมุนไปพร้อมกับเพลลา
2. ส่วนชุดแปรงถ่าน เป็นที่ยึดติดอยู่กับ โครงฐานด้านล่างเพื่อส่งผ่านกระแสไฟฟ้า ผ่านแปรงถ่านไปยัง Commutator โดยตัวแปรงถ่านจะทำจากคาร์บอน ซึ่งสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ และยังเป็นสารหล่อลื่นในตัวเอง แปรงถ่านจะยึดติดอยู่ภายในชุดยึดแปรงถ่าน ดังรูป



รูปที่ 12 แสดงชุดแปรงถ่าน

2.2.3 ส่วนถั่วตัว ต้องมีขนาดพอสมควรเพื่อที่จะใช้ยึดขั้วจรหรือส่วนควบคุมต่างๆ ไว้ภายใน รวมทั้งต้องมีที่ยึดส่วนการเคลื่อนที่ต่างๆ จึงออกแบบให้มีโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมกลมกล่อง ขนาด $\frac{3}{4}$ " * $\frac{3}{4}$ " ยึดกันด้วยการเชื่อม TIG ดังรูป

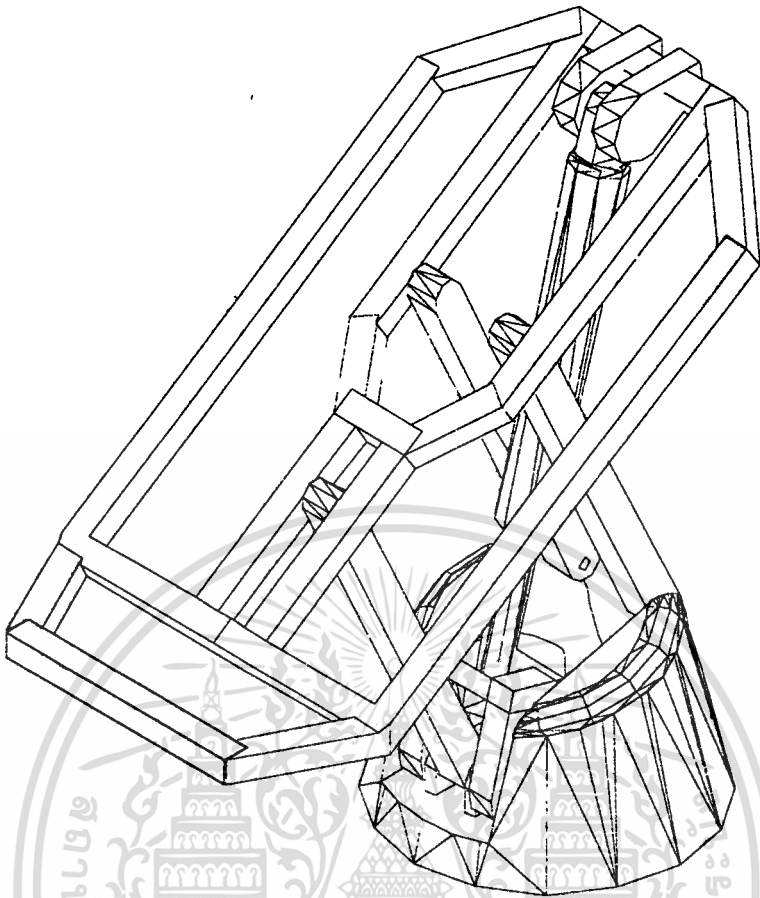
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 แสดงโครงสร้างส่วนลำตัวของหุ่นยนต์

ในส่วนของลำตัวของหุ่นยนต์ต้องมีส่วนที่ใช้สำหรับยึดกับส่วนเคลื่อนที่ต่างๆ มาก จึงได้มีการออกแบบไว้ดังนี้

1. ส่วนที่ใช้ยึดติดกับเฮลิคอปเตอร์ ออกแบบให้มีจุดหมุนซึ่งใช้สำหรับยึดกับ Link เพื่อให้ประกอบกันเป็น Link ที่เคลื่อนที่ได้แบบ 4 Bar Linkage ซึ่งจะอยู่ด้านล่างของลำตัว และยังมีส่วนที่ใช้ยึดกับ Lead Screw ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลำตัว โดยจะมีลักษณะ ดังรูป

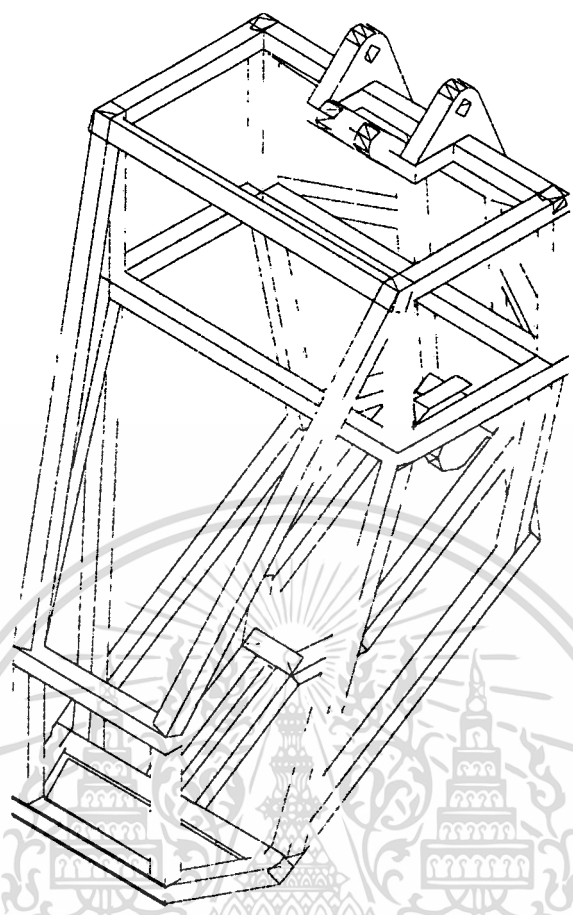


รูปที่ 14 ชิ้นส่วนที่ใช้ยึดกับแอส

2. ส่วนที่ใช้ยึดกับแขน ออกแบบให้มีช่องว่างเข้าไปในลำตัว เพื่อสามารถถอดประกอบชุด แขนและ Motor ควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนได้ และได้มีการออกแบบให้มีตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่คล้าย กับลักษณะของแขนมนุษย์

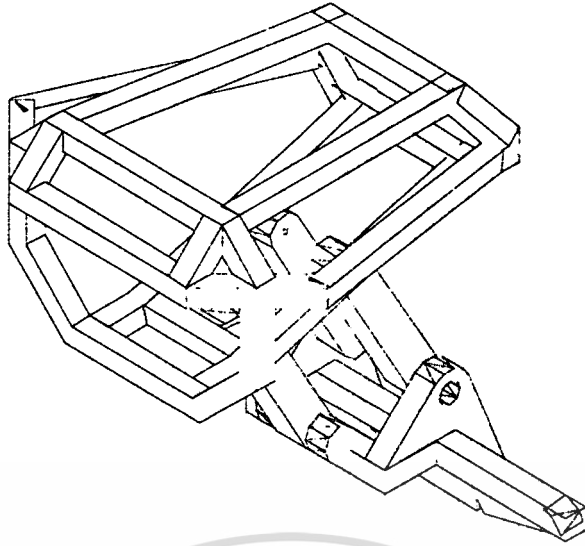
3. ส่วนที่ใช้ยึดติดกับศีรษะ จะถูกออกแบบให้มีลักษณะคล้ายกับการเคลื่อนที่ของส่วนแอส ซึ่ง จะมีการยึดชุดเพลลา ที่ใช้ขับเคลื่อนศีรษะ โดยจะมีแบร์ริงรองรับด้านบนและด้านล่างของเพลลา โดยชุดรับ แบร์ริงด้านบนจะมีการยึดมอเตอร์ติดกับชุดแบร์ริง เพื่อใช้ขับเคลื่อนในการหมุนคอ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 แสดงชิ้นส่วนที่ใช้ยึดแขนและส่วนหัว

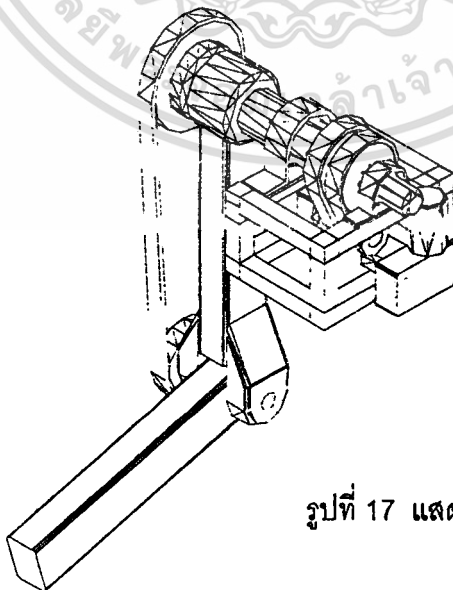
2.2.4 ส่วนทึรยะ เป็นส่วนที่จะสร้างความสนใจแก่คนที่ผ่านไปมาได้เป็นอย่างมาก และยังคงเป็นส่วนติดตั้ง sensor ต่างๆ โดยจะมีการออกแบบให้มีการเคลื่อนที่คล้ายกับส่วนเอวซึ่งจะสามารถ ก้ม-เงย ทึรยะได้ โดยในการเคลื่อนที่แบบ 4- bar linkage โดยจะยึดด้านล่างติดกับชุดหมุนคอซ้าย-ขวา ส่วนด้านบนจะใช้ยึดกับส่วนทึรยะ ซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่โดยการ ใช้ lead screw ในการส่งกำลังให้เกิดการเคลื่อนที่ ดังรูป



รูปที่ 16 แสดงส่วนหัวของหุ่นยนต์

ส่วนควบคุมการหันศีรษะจะอยู่ด้านล่าง ส่วนศีรษะโดยจะถูกติดตั้งอยู่ภายในลำตัว ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับส่วนเอว โดยจะส่งกำลังโดยใช้มอเตอร์ขนาดเล็ก ส่งกำลังผ่านเฟืองทด เพื่อทดรอบให้ช้าลง

5. ส่วนแขน ออกแบบให้มีลักษณะคล้ายกับแขนกลชนิด Revolute ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับแขนของมนุษย์มากที่สุด ซึ่งจะประกอบด้วยข้อต่อ 2 ข้อ เพื่อให้เหมือนกับการเคลื่อนที่ของแขนมนุษย์ คือ ส่วนของแขนท่อนบน และส่วนของแขนท่อนล่าง เพื่อให้จุด C.G. ของหุ่นยนต์อยู่ภายในลำตัว ดังรูป



รูปที่ 17 แสดงส่วนประกอบของชุดแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) โครงสร้างชุดแขน จะใช้อะลูมิเนียมกล่องขนาด $3/4'' * 3/4''$ เชื่อมเป็นรูปกล่อง มีการเชื่อมกับ จุดหมุนของชุดแขน เพื่อใช้ยึดส่วนส่งกำลังของชุดแขน ดังรูป

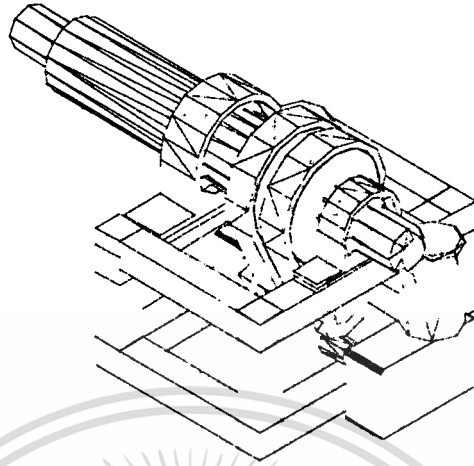
2.) มอเตอร์ส่งกำลัง สำหรับมอเตอร์ส่งกำลัง ที่ใช้ส่งกำลังให้กับแขนท่อนบน และแขนท่อนล่างจะใช้มอเตอร์ขนาด 24 VDC 125 RPM 10 W ซึ่งจะมีชุดทดความเร็วรอบเป็น Worm Gear ซึ่งจะให้อัตราทดสูง และสามารถ Self Lock ตัวเองได้ จะทำให้แขนไม่ตก เวลาหยุดควบคุมมอเตอร์ และในมอเตอร์ชนิดนี้จะมี Mechanism Clutch เพื่อป้องกันความเสียหายจากการพยายามหมุนเพื่องานอย่างรุนแรง Mechanism Clutch จะหมุนแทน ทำให้ไม่เกิดความเสียหายให้แก่ชุดเฟืองท่อนบนภายใน



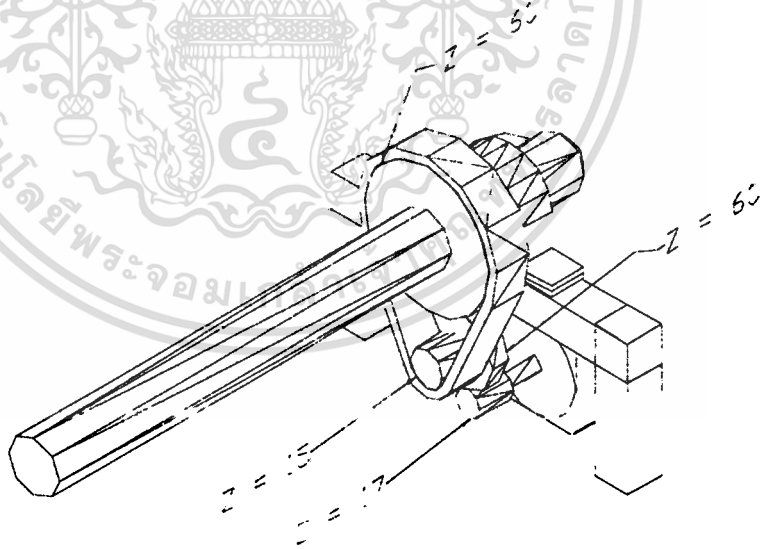
รูปที่ 18 แสดงมอเตอร์เฟืองท่อนบนพร้อม Mechanism Clutch

การส่งกำลัง เนื่องจากความเร็วรอบที่ออกจากมอเตอร์ยังมีความเร็วรอบในการหมุนที่สูงเกินไป ซึ่งที่ต้องการจะประมาณ 10 RPM ดังนั้นจึงต้องมีลดความเร็วรอบลง โดยการใช้เฟืองทดและ timing belt ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 แสดงระบบส่งกำลังของชุดแฉก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 20 แสดงระบบส่งกำลังของชุดแฉกและการทดกำลังไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งความเร็วรอบที่ต้องการจะสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$n = \frac{rpm}{Z}$$

n : ความเร็วรอบที่เพลาส่งกำลัง

rpm : ความเร็วรอบมอเตอร์

Z : อัตราทดรวมของเฟืองขับต่อเฟืองตาม

$$\text{ดังนั้น } Z = \frac{60 * 60}{17 * 15}$$

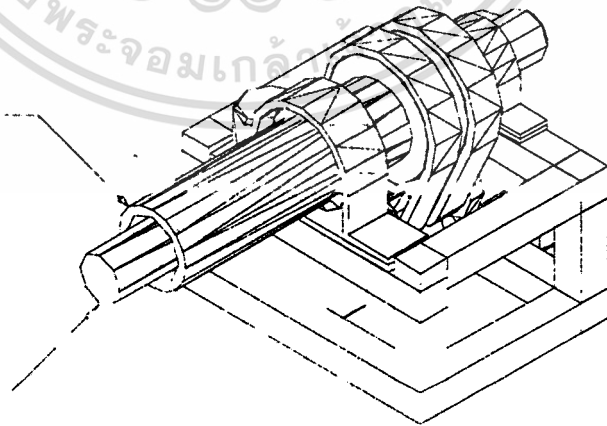
$$= \frac{14.1176}{125}$$

$$n = \frac{14.1176}{125}$$

$$= 8.854 \text{ RPM}$$

สำหรับการส่งกำลังไปยังแขนท่อนบนและแขนท่อนล่าง จะใช้ท่อแสดนเลข 2 ท่อนสวมทับอยู่ภายใน เนื่องจากต้องการให้แนวแกนของแขนท่อนบนและล่างเป็นแกนเดียวกัน ซึ่งเป็นแบบ Revolute โดยจะมีลักษณะดังรูป

ท่อส่งกำลังของแขนท่อนบน



ท่อส่งกำลังของแขนท่อนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 21 แสดงการส่งกำลังของแขนท่อนบน และแขนท่อนล่าง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

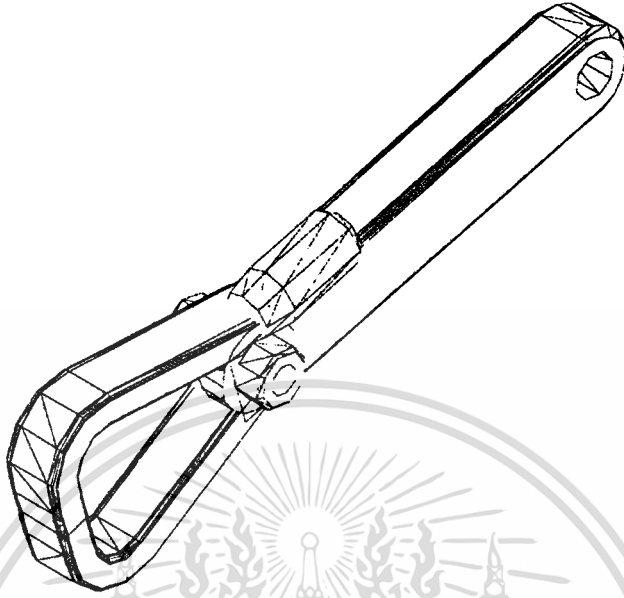
สำหรับการส่งกำลังมายังแขนท่อนล่างจะใช้ Timing Belt ในการส่งกำลังจากแกนส่งกำลังไปยังแขนท่อนล่าง เนื่องจากTiming Belt มีน้ำหนักเบา และจะไม่เกิดการสั่น ไถล (Slip) ของสายพาน โดยจะมีลักษณะดังรูป



รูปที่ 22 แสดงการส่งกำลังของแขนท่อนล่าง

2.2.6 คลิปเปอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการหยิบเอกสารหรือสินค้าตัวอย่าง เพื่อที่จะส่งให้ผู้ที่สนใจ คลิปเปอร์จะติดตั้งที่ปลายแขนท่อนล่าง โดยมีแขนของคลิปเปอร์ข้างหนึ่งยึดแน่นอยู่กับปลายแขนท่อนล่าง ส่วนแขนของคลิปเปอร์อีกข้างหนึ่งสามารถย้ายออกได้ โดยยึดผ่านจุดหมุนที่ปลายแขนด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23 แสดงส่วนคลิปเปอร์

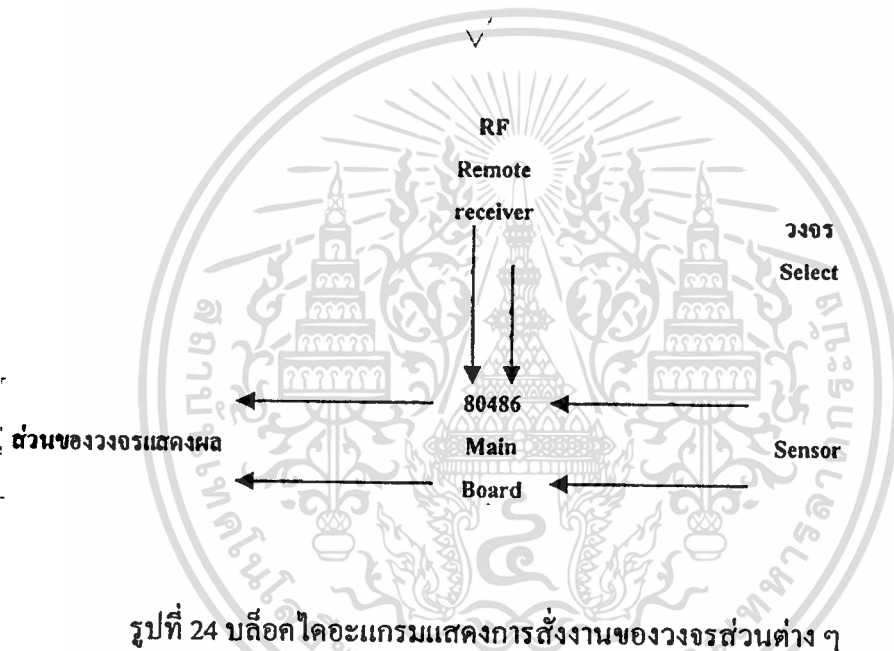
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบในส่วนของ วงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้ จะเป็นส่วนทางด้าน Hard Ware ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างระบบควบคุม กับ ระบบ Mechanism ซึ่งในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้จะแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

1. ส่วนวงจรที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณ
2. ส่วนวงจรที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผล
3. ส่วนวงจรที่ใช้ในการแสดงผล



รูปที่ 24 บล็อก ไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรส่วนต่าง ๆ

3.1. ส่วนของวงจรที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณ

ในส่วนของวงจรที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณนี้ จะแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้อีก 2 ส่วน หรืออาจจะกล่าวว่า วงจรแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ตามวิธีการที่ใช้ในการบังคับหุ่นยนต์ คือ

3.1.1 ส่วนวงจรสัญญาณวิทยุ เป็นส่วนของวงจรที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้สัญญาณวิทยุ ในส่วนของวงจรสัญญาณวิทยุนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของวงจรถูกส่งสัญญาณวิทยุ และ ส่วนของวงจรถูกรับสัญญาณวิทยุ โดยส่วนของถูกส่งสัญญาณวิทยุนี้จะอยู่กับคนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมหุ่นยนต์ ส่วนของวงจรถูกรับสัญญาณวิทยุนี้จะติดอยู่ที่ตัวของหุ่นยนต์เอง ซึ่งระบบการบังคับแบบนี้ใช้ในกรณีที่เรต้องการบังคับหุ่นยนต์ด้วยคน หรือเมื่อเราต้องการความแม่นยำในการทำงานสูง

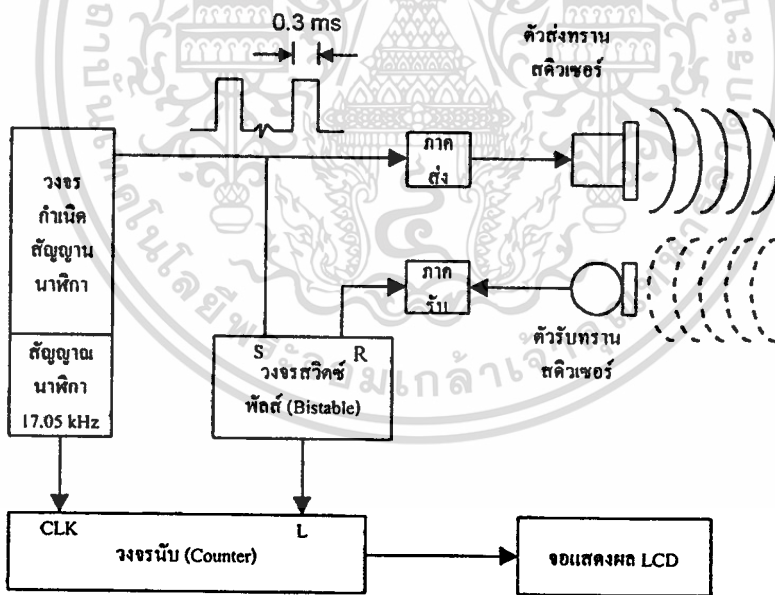
3.1.2 ส่วนวงจรสัญญาณเซนเซอร์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นส่วนที่ส่งและรับสัญญาณ โดยการใช้เซนเซอร์ที่ติดอยู่กับตัวหุ่นยนต์ ซึ่งเซนเซอร์ที่ใช้นั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิก เป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง จะทำงานโดยอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นเสียง และ เซนเซอร์ไพโรอิเล็กทริก ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อน เพื่อใช้ค้นหาคนที่เป่าหมาย ในส่วนของวงจรเซนเซอร์นี้จะใช้เมื่อหุ่นยนต์มีการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ (ระบบ Automatic)

3.1.2.1 วงจรอัลตราโซนิก

วงจรอัลตราโซนิก เป็นวงจรที่เรานำมาใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง โดยวงจรมีจะใช้หลักการสะท้อนของคลื่นเสียง เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นจะมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆกันไป ตามโปรแกรมที่คั้งไว้ ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบเส้นทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ว่ามีสิ่งกีดขวางโดยอยู่ข้างหรือไม่ เพื่อที่จะได้สั่งให้หุ่นยนต์ทำการหลบหลีก เป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งของที่กีดขวางและตัวของหุ่นยนต์เอง ซึ่งในส่วนของวงจรอัลตราโซนิกนี้จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ อยู่หลายส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกา ส่วนของวงจรถ่ายความถี่ ส่วนของวงจรรหัสสัญญาณ ส่วนของวงจรรับสัญญาณ ส่วนของวงจรรนับ(Counter) ส่วนของวงจรแสดงผล (แผลง LCD)



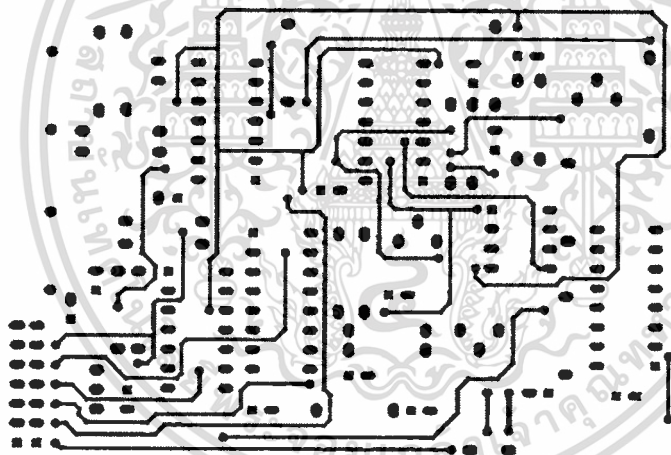
รูปที่ 25 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรอัลตราโซนิกที่ใช้วัฏระยะทาง

ลักษณะการทำงานอย่างง่าย ๆ ของวงจรอัลตราโซนิก คือ จะมีการสร้างคลื่นความถี่ 40 kHz ขึ้นมาแล้วส่งไปยังส่วนของวงจรรหัสสัญญาณ เพื่อให้ส่งคลื่นเสียงออกไป หลังจากนั้น ส่วนของวงจรรหัสจะรับสัญญาณเสียงที่สะท้อนกลับมาแล้วส่งไปยังส่วนของวงจรรนับ เพื่อทำการตรวจสอบความถี่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาไปทั้งหมดเท่าไรในการส่งและการรับสัญญาณกลับมา หลังจากนั้นจะนำเวลาที่ได้ออกมาคำนวณกับค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของเสียงเพื่อหาค่าระยะทางออกมา แล้วแสดงผลลัพธ์ที่คำนวณได้ออกมาทางจอ LCD โดยจะมีบล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรอุลตราโซนิกเป็นดังที่แสดงในรูปข้างต้น

หลักการการทำงานของวงจรอุลตราโซนิก

สำหรับวงจรอุลตราโซนิกที่ใช้ใน ส่วนภาคส่งเราจะใช้ IC, ซึ่งเป็นประเภทซีมอสเบอร์ 4093 ภายในจะประกอบด้วย อินเวอร์เตอร์ 6 ตัว ซึ่ง 4 ตัวแรกคือ IC_{1/1} กับ IC_{1/2} และ IC_{1/5} กับ IC_{1/6} ซึ่งจะจับคู่กัน โดยต่อในลักษณะขนานกันเพื่อขับตัวส่ง การทำเช่นนี้ก็เพื่อที่จะเพิ่มขนาดของสัญญาณที่คกร้อมตัวส่งให้สูงขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อเทียบกับการต่อตัวส่งเข้ากับเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์เพียงตัวเดียว ซึ่งตัวส่งจะถูกออกแบบมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่จ่ายให้ตัวมัน อันมีความถี่ประมาณ 40 kHz มาเป็นคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิก เพื่อส่งให้กับตัวขับต่อไป ส่วน C₁ ต่อไว้เพื่อป้องกันไฟตรงที่ไม่ใช่ความถี่ 40 kHz ผ่านเข้าไปในตัวส่ง เพื่อให้ได้พลังงาน ไปขับตัวส่งมีค่าสูงสุด

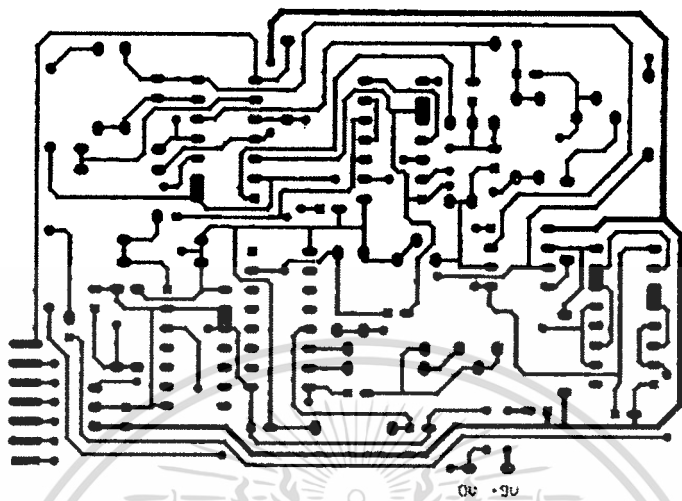


รูปที่ 26 แสดงลายแผ่นวงจรด้านบน (Top Layer)

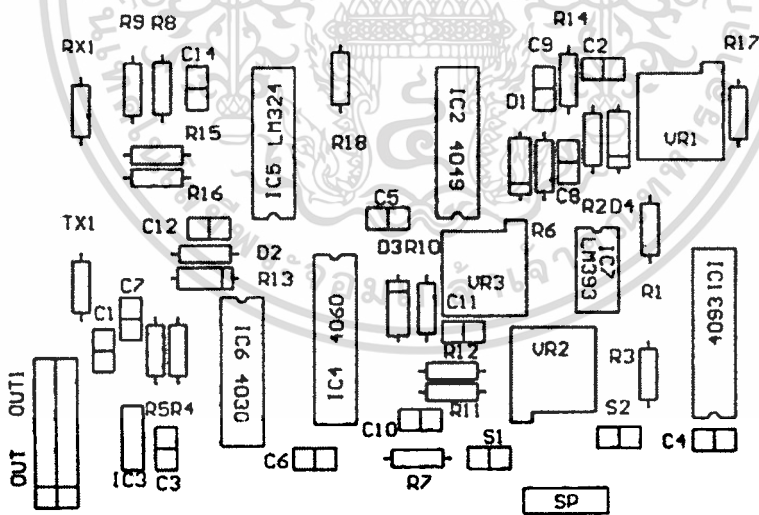
สำหรับแหล่งจ่ายแรงดันที่จ่ายให้กับวงจรนี้จะใช้แบตเตอรี่ 9 โวลต์ โดยจะจ่ายให้กับ IC₁, IC₂, และ IC₃, ส่วนตัวอื่นๆ จะใช้แรงดันแค่ 5 โวลต์เท่านั้น โดยนำแรงดันจากแหล่งจ่ายมาผ่าน IC₃ เป็นไอซีเบอร์ 78L05 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้ในการลดระดับแรงดันที่เข้ามาให้กลายเป็นแรงดันที่ 5 โวลต์ โดยจะมี C₁ ทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบก่อนนำมาลดระดับแรงดัน ส่วนวงจรออสซิลเลเตอร์จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณความถี่ 40 kHz เพื่อให้เรโซแนนซ์กับตัวส่ง ซึ่งสามารถปรับความถี่นี้ให้ได้ประมาณ 40 kHz

โดยการปรับค่า VR, วงจรคอมพาราเตอร์จะใช้ IC₄ เบอร์ LM393 ทำหน้าที่เปรียบเทียบระดับลอจิกของค่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรออสซิลเลเตอร์ระดับสูง 5 โวลต์กับเอาต์พุตของวงจร 9 โวลต์ โดยสัญญาณทางด้านเอาต์พุตที่ขา 7 จะมีความถี่ 40 kHz เพื่อส่งให้กับ IC₁ ต่อไป

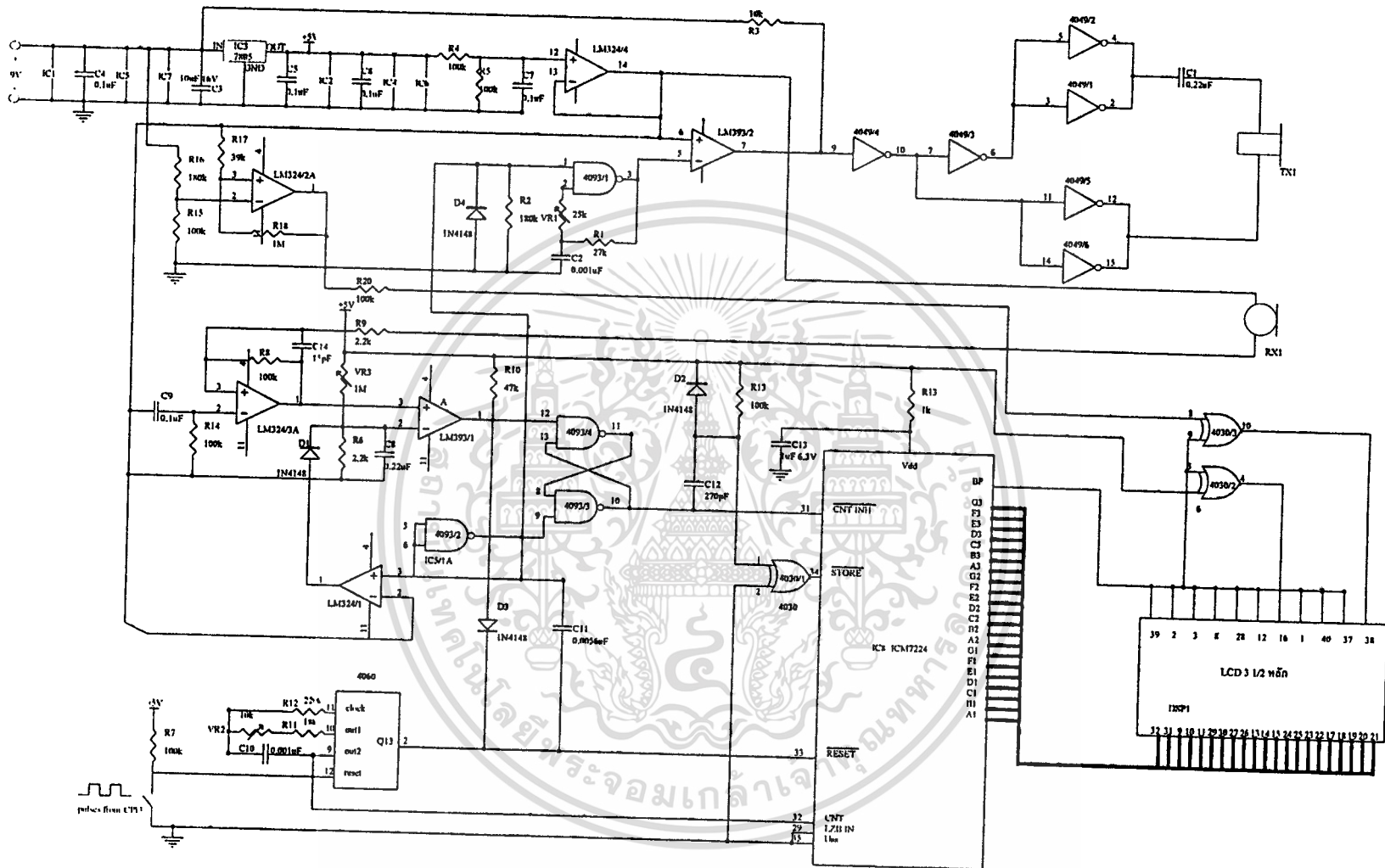


รูปที่ 27 แสดงลายแผ่นปริ้นของวงจрд้านล่างของฮูลตร้าโซนิค (bottom layer)



รูปที่ 28 แสดงการลงอุปกรณ์บนแผ่นปริ้นค้ของวงจรฮูลตร้าโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 29 แสดงวงจรวัดระยะเวลาทางโดยอัลตราโซนิก

วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจะถูกสร้างโดย IC₄ คือเมื่อกกดสวิทช์ S₁ เอาต์พุตขา 2 ของ IC₄ จะเป็นระดับลอจิกสูง R₂ และ C₁₁ จะเป็นตัวกำหนดความถี่ให้ได้ประมาณ 40 kHz ขณะเดียวกันเอาต์พุตของ IC_{5/11} จะมีระดับลอจิกสูง ซึ่งกระแสจะไหลผ่าน D₁ เข้าสู่คอมพิวเตอร์ตัวที่ 2 คือ IC_{7/11} เพื่อยกระดับของสัญญาณให้สูงขึ้น และนำไปทริก IC_{2/4} ได้ โดยที่แรงดันทางด้านอินพุตของ IC_{5/11} ที่ขานอนอินเวอร์ตติ้งจะมีค่าประมาณ 2.5 โวลต์ ขณะเดียวกันวงจรไบสเทเบิลซึ่งประกอบด้วย IC_{2/3} และ IC_{2/4} นี้จะถูกเซต ดังนั้นขา 31 ของ IC₈ ซึ่งเป็นขา CNT INH (Count inhibit) ถูกกำหนดให้มีสัญญาณเป็นคิสเอเบิล (disable) เพราะฉะนั้นจะทำให้ขา 32 (CNT) ของ IC₈ รับสัญญาณจากภายนอกเข้ามาได้ ซึ่ง IC₄ จะเป็นตัวกำเนิดความถี่ 17.05 kHz รอยอยู่แล้ว จึงทำให้ความถี่นี้ผ่านเข้าไปยัง IC₈ ได้ เพื่อเป็นสัญญาณนาฬิกาใช้สำหรับอ้างอิงในการแสดงผล

ส่วนวงจรทางด้านภากรับ เราจะใช้ตัวรับคลื่นอัลตราโซนิคความถี่ 40 kHz เพื่อให้รับคลื่นจากตัวส่งได้ โดยสัญญาณที่รับได้จะถูกขยายโดย IC_{5/3} ให้มีอัตราการขยายประมาณ 33 เดซิเบล ซึ่งสามารถที่จะคำนวณได้จากสูตร

$$20 \log_{10} (R_8 / R_9)$$

โดยวงจรขยายชุดนี้จะใช้การคัปปลิงแบบไฟสลับ คือ ใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวคัปปลิง (C₉) ภาคขยายชุดนี้ไม่จำเป็นต้องปรับแรงดันอินพุตออฟเซต เพราะมี R₁₄ ช่วยในการปรับอย่างอัตโนมัติอยู่แล้ว โดยใช้กระแสไบแอสทางด้านอินพุตเป็นตัวช่วย และแรงดันออฟเซตที่ถูกปรับจะถูกปรับให้มีค่าน้อยๆ เพราะมีความสำคัญมาก เนื่องจากแรงดันนี้ไม่ได้ถูกปรับเฉพาะ IC_{5/3} เพียงตัวเดียว แต่มันจะมีผลต่อแรงดันออฟเซตของ IC_{7/11} ด้วย และยังมีผลต่อความไวในการรับอีกด้วย

สำหรับความไวในการรับจะถูกควบคุมโดยวงจรเวลาคงที่ (time constant) ซึ่งประกอบด้วย VR₃, R₆ และ C₈ ซึ่งต่ออยู่กับ IC_{7/11} นั่นเอง เราสามารถจะปรับความไวในการรับได้โดยการปรับ VR₃ ให้ได้ความไวสูงสุด ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อของการปรับแต่งต่อไป

เมื่อตัวรับคลื่นอัลตราโซนิครับคลื่นเข้ามาแล้วเอาต์พุตของ IC_{7/11} จะมีลอจิกต่ำซึ่งมีผลทำให้วงจรไบสเทเบิล (IC_{2/3}, IC_{2/4}) ถูกรีเซต และสัญญาณนาฬิกาความถี่ 17.05 kHz ไม่สามารถผ่านเข้าไปยัง IC₈ ได้ ขณะเดียวกันพัลส์ลบซึ่งมีช่วงสั้นๆ จะผ่าน R₁₃, C₁₂ และ IC_{6/2} เข้าไปยังขา 34 (STORE) ของ IC₈ ทำให้ IC₈ หยุดนับ เอาต์พุตของ IC₈ ก็จะแสดงผลที่มีสถานะค้างไว้ตรงนั้น เพื่อขยับภาคแสดงผล การนับใน IC₈ จะถูกยกเลิกเมื่อเอาต์พุตขา 2 ของ IC₄ เป็นลอจิกต่ำหรือเกิดการรีเซต วงจรที่พร้อมที่จะใช้ในการวัดระยะในครั้งใหม่ต่อไป

และในกรณีที่ทำการวัดในระยะที่ไกลเกินไป ขา 2 ของ IC₄ ก็จะเป็นลอจิกต่ำอีก แต่วงจรนับจะถูกยกเลิกการนับ โดยสัญญาณ RESET จะผ่าน D₃ เข้ามายังขา 33 ของ IC₈ ซึ่งผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางภาคแสดงผลก็จะแสดงตัวเลข 0.00 ซึ่ง IC₈ จะเป็นตัวควบคุม

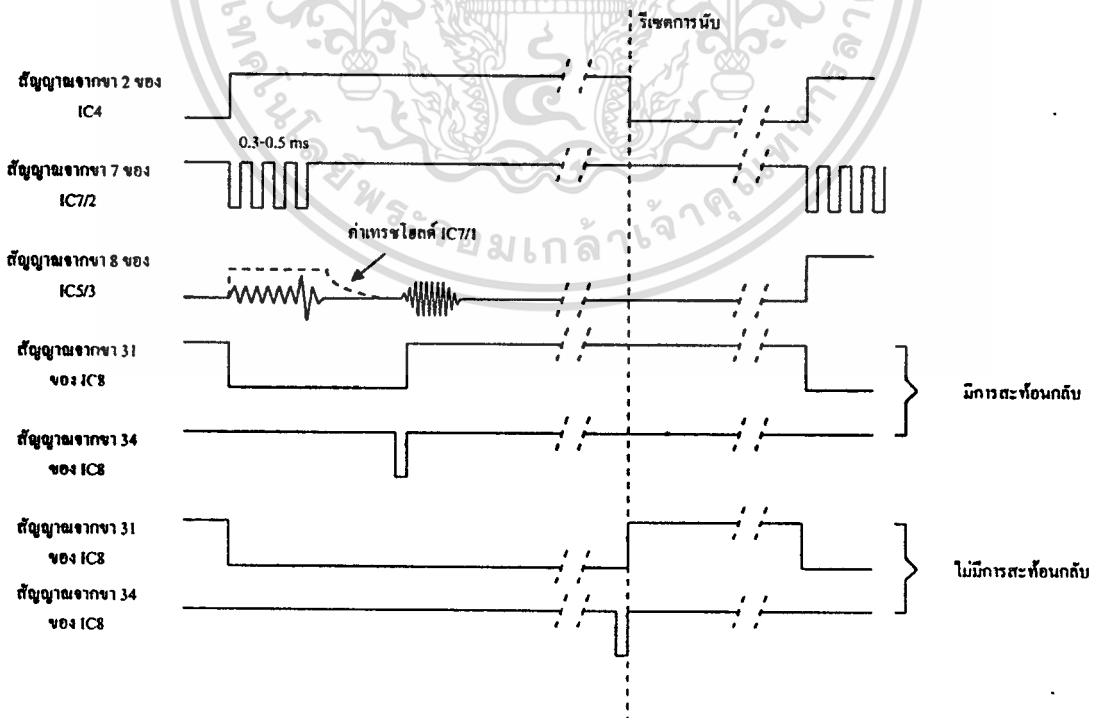
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ทำการฉีกใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ LCD

ส่วน IC₆₂ จะเป็นตัวกำหนดคหขนิขมให้เท่ากับ 2 หลัคเท่านั้น IC₆₃ เป็นตัวควบคุมการแสดงคหว่า "LOW BAT" ซึ่งหมายถึงว่าแรงคัณที่จ่ายให้กับวงจรไม่พอแล้วให้เปลี่ยนเบตเตอรียใหม่ เนื่องจากแรงคัณต่ำกว่า 7 โวลต์ ซึ่งแรงคัณที่ขาเอาต์พุตของ IC₃₂ จะเปลี่ยนสถานะจากขวคเป็นลบ ส่งค่อไปยัง IC₆₃ ทำให้ส่วนภาคแสดงผลแสดงคหว่า "LOW BAT" ส่วน R₁₈ นั้นเป็นตัวกำหนดลูปการเกิดขวคร้อน (hysteresis loop) เนื่องจากการคคลงของแรงคัณ จะมีแรงคัณคคคร่อมอยู่ที่ตัวขมัน ประมาณ 200 มิลลิโวลต์

การปรับแต่งวงจรอุลตราโซนิค

ในการค่อให้ระวังเกี่ยวกับเรื่องขั้วของตัวเก็บประจุเวลาใส่ลงไปในวงจรด้วย ในการปรับแต่งนี้ถ้าต้องการขวคแม่นยำในการวัดสูง ในการปรับแต่งเครื่องควรใช้เครื่องมือค่อไปนี้ คือ คิจิตอลมัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป หรือเครื่องนับขวคถี่ แต่ถ้าไม่มีก็ใช้มัลติมิเตอร์ธรรมคาก็ได้ สำหรับคนที่มีเครื่องมือครบก็เริ่มจากจ่ายไฟให้กับวงจร โดยใช้เบตเตอรียหรือ Supply ก็ได้ หลังจากนั้นคคสวิทซ์ S₂ ก่อนอื่นจะต้องตรวจสอบก่อนว่าขวคถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์มีคห 40 kHz หรือไม่ เพื่อให้เรโซแนนซ์กับตัวส่งจะข้สามารถส่งคลื่นออกไปได้ เริ่มโดยการลัดขวคจขข 1 กับขข 4 ของ IC₂ ไว้ก่อน เพื่อไม่ให้สัญญาณที่ขา 2 ของ IC₄ เข้าไปรวมด้วย เพราะจะทำให้ดูรูปคลื่นหรือวัดขวคถี่ไม่รู้เรื่อง เสร้งแล้ววัดขวคถี่ที่ขา 3 ของ IC₂ โดยการปรับคห VR₁ เพื่อให้ได้คหขวคถี่ 40 kHz



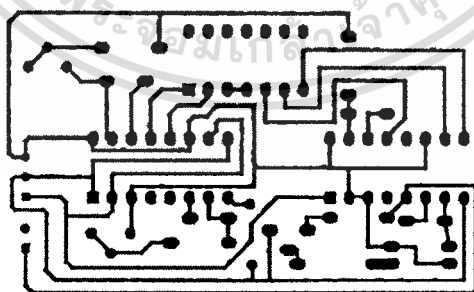
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 30 คลื่นสัญญาณต่างๆตามขา IC เพื่อใช้ในการปรับแต่ง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยี่ห้ที่พิมพ์นี้และสิ่งอื่นใดจะข้ใช้ข้เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคนที่ไม่มีเครื่องมือ ก็ใช้มิเตอร์วัดกระแสที่เบตเตอร์ขณะปรับ VR₁ ให้ได้กระแสประมาณ 16 มิลลิแอมป์ เป็นอันว่าใช้ได้ สำหรับ IC₂ เบอร์ 4093 นั้น ถ้าใช้ขั้วต่อ SGS หรือ RCA ตัวเก็บประจุ C₂ ควรใช้ค่า 0.001 μ F และถ้าเป็นขั้วต่อ National ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำก็ใช้ค่า 470 pF ส่วนถ้าเป็น Motorola ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำก่อนข้างน้อยก็ให้ใช้ค่า 0.0022 μ F

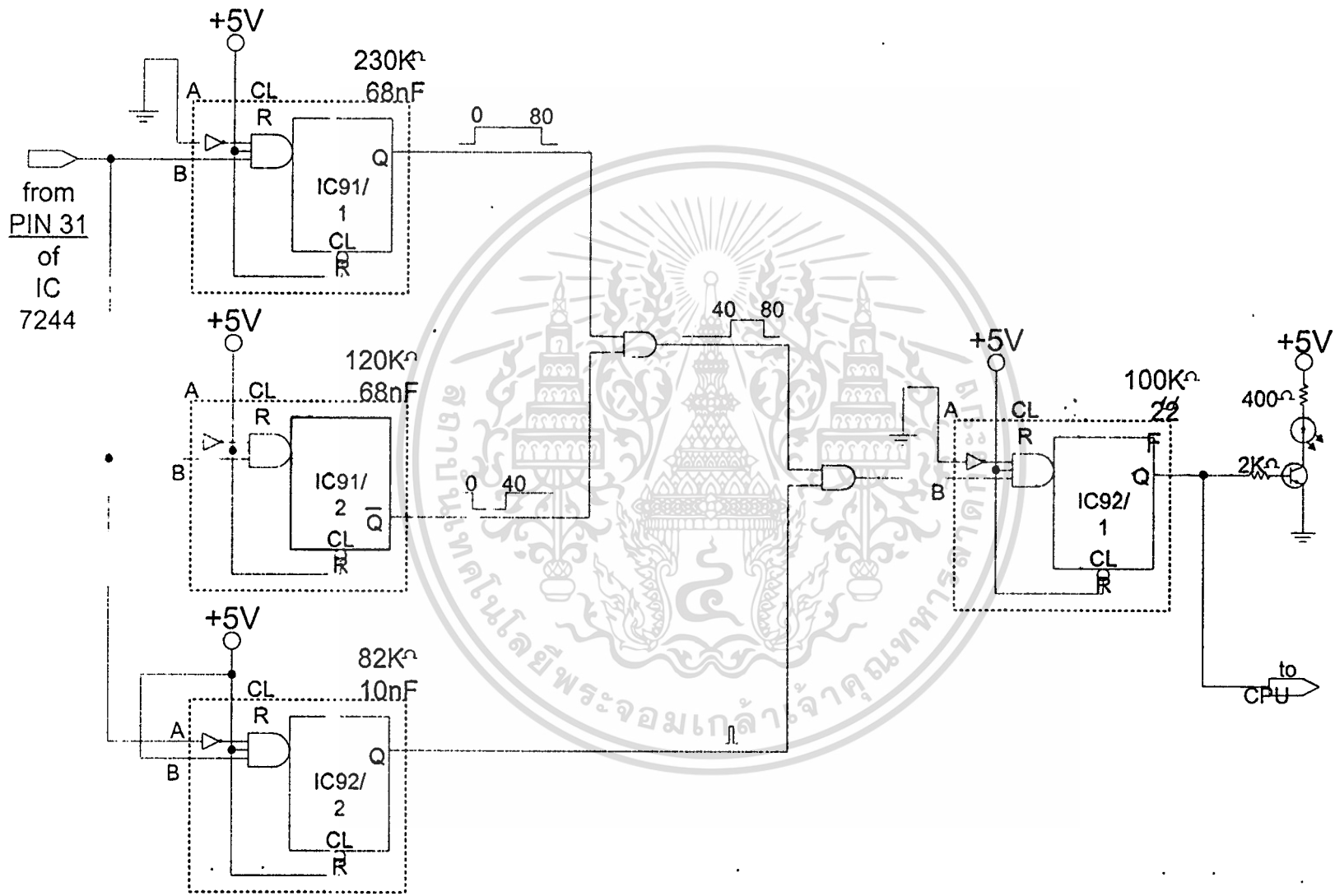
จากนั้นให้ปลดสายที่ลัดวงจรไว้ออก แล้วกดสวิทช์ S₁ ปรับ VR₂ จนขา 9 ของ IC₄ มีความถี่ประมาณ 17.05 kHz สำหรับคนที่ไม่มีเครื่องมือให้ปรับไว้ในตำแหน่งกึ่งกลางก่อน ซึ่งความจริงแล้ว VR₂ มีไว้สำหรับตั้งตัวเลขบนจอ LCD ให้ตรงกับระยะที่วัดนั่นเอง จากนั้นตรวจสอบคุณสมบัติที่ได้โดยการวัดรูปคลื่นตามขาต่างๆ ด้วยใช้ออสซิลอโคป ซึ่งสัญญาณตามขาต่างๆ นั้นมีลักษณะเป็นคลื่นดังรูปที่ 29

ในการปรับให้พยายามปรับให้ได้รูปคลื่นตามรูปที่แสดงไว้ โดยใช้การปรับค่า VR₁ และ VR₂ เมื่อปรับเสร็จแล้วให้ทำการทดสอบโดยการวางเครื่องวัดให้อยู่ห่างจากผนังประมาณ 1 เมตร แล้วปรับค่าให้ตัวเลขที่แสดงที่จอ LCD มีค่าเท่ากับ 1.00 ถ้าไม่ได้ให้ใช้การปรับค่าที่ VR₃ ช่วย ซึ่ง VR₃ นี้จะเป็นตัวที่ใช้ในการปรับค่าความไวของตัวรับ

ในส่วนของวงจรอุลตราโซนิคนี้จะมีวงจร โมโนสเตเบิลรวมอยู่ด้วยอีกวงจรหนึ่ง ซึ่งวงจรนี้จะเป็นวงจรที่ใช้ในการแปลงสัญญาณเอาต์พุตของวงจรอุลตราโซนิคให้เป็นสัญญาณดิจิทัล คือ มีค่า 0 หรือ 1 โดยถ้าค่าอินพุตของวงจร โมโนสเตเบิลมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้แล้ว ค่าสัญญาณเอาต์พุตของวงจรจะมีค่าเป็น 1 แต่ถ้าค่าอินพุตของวงจรมีค่าอยู่นอกช่วงที่กำหนด ค่าสัญญาณเอาต์พุตของวงจรจะมีค่าเป็น 0 เมื่อได้ค่าสัญญาณเอาต์พุตแล้ว สัญญาณที่ได้นี้ก็ส่งไปยังส่วนประมวลผลเพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป



รูปที่ 31 แสดงลายแผ่นปริ้นต์ของวงจร โมโนสเตเบิล



รูปที่ 34 แสดงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของวงจร โมโนสเตเบิล

3.1.2.2 วงจรเซ็นเซอร์ ไพโรอิเล็กทริก (Piroelectric sensor , PIR sensor)

เป็นวงจรเซ็นเซอร์ที่เรานำมาใช้ในการตรวจจับสิ่งมีชีวิต ซึ่งในที่นี้เราจะหมายถึงคนที่เป็นเป้าหมายในการแจกเอกสาร โดยเซ็นเซอร์ไพโรอิเล็กทริกนี้จะทำงานโดยการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของรังสีความร้อนที่คนปล่อยออกมา กล่าวคือ เมื่อคนเรามีการขยับตัวหรือมีการเคลื่อนไหวใดๆเกิดขึ้นแล้ว ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงทางความร้อนเกิดขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงนี้เซ็นเซอร์ไพโรอิเล็กทริกจะตรวจจับได้จากการแผ่รังสีความร้อนที่ร่างกายส่งออกมา เนื่องจากอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ตามหลักการของการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) โดยค่าความถี่ที่ส่งออกมานั้นจะมีค่าอยู่ในย่านความถี่อินฟราเรด (Infrared) เมื่อเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ว่ามีเปลี่ยนแปลงความร้อนเกิดขึ้น แสดงว่ามีการตรวจเจอคนที่เป็นเป้าหมายในการแจกเอกสารแล้ว เซ็นเซอร์ก็จะทำการส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมา ทำให้เราสามารถที่จะเอาสัญญาณเอาต์พุตที่ได้นี้ไปใช้ในการส่งงานหุ่นยนต์เพื่อให้ทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ ในการวางเซ็นเซอร์นั้น เราจะวางเซ็นเซอร์เรียงกันเป็นแถว โดยจะทำมุมต่างกันเป็นลักษณะกวาดเป็นวงกลม เพื่อที่จะได้สามารถนำมาคำนวณหาอย่างคร่าวๆ ว่าคนที่เป็นเป้าหมายนั้นมีการเคลื่อนที่อย่างไร ไปในทางใด เพื่อที่จะได้สามารถสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามได้อย่างถูกต้อง

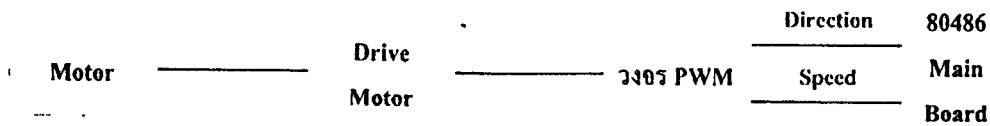
ในการทำงานนั้น เราจะเลือกใช้ได้เพียงระบบเดียวเท่านั้น คือ รับสัญญาณจากวิทยุบังคับ เป็นระบบ Manual หรือ รับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ ระบบ Automatic โดยจะมีสวิตช์ที่ใช้ในการเลือกว่าต้องการที่จะใช้งานในระบบใด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับงานที่ใช้

3.2. ส่วนของวงจรที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผล

ในส่วนของวงจรที่ใช้การควบคุมและการประมวลผลนี้ เราจะกล่าวรวมไปถึงส่วนของวงจรที่ใช้ในการติดต่อระหว่างส่วนประมวลผลและส่วนแสดงผลด้วย โดยเราจะนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ ประมวลผลและสั่งงานผ่าน อินเตอร์เฟซการ์ด (Interface Card) ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างส่วนประมวลผลและส่วนที่ใช้ในการแสดงผล หรือในที่นี้ก็คือ วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์

3.3. ส่วนของวงจรที่ใช้ในการแสดงผล

ในส่วนของวงจรที่ใช้ในการแสดงผลของหุ่นยนต์ เราจะหมายถึง วงจรที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากส่วนประมวลผล แล้วนำสัญญาณเหล่านั้นไปใช้ในการสั่งงานในส่วน Mechanism ซึ่งจะหมายถึง วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ โดยในส่วนของการแสดงผลนี้จะประกอบไปด้วยวงจรต่าง ๆ หลายวงจรด้วยกัน คือ

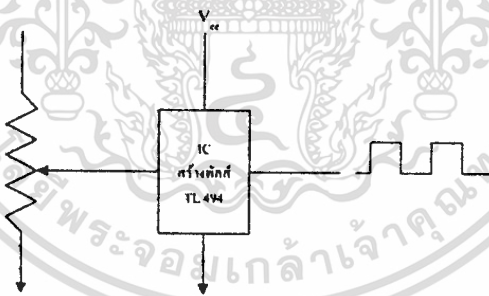


Encoder

รูปที่ 35 บล็อกโคโตะแกรมแสดงการทำงานของวงจรในส่วนแสดงผล

3.3.1 วงจรสร้างพัลส์ (Pulse Width Mod)

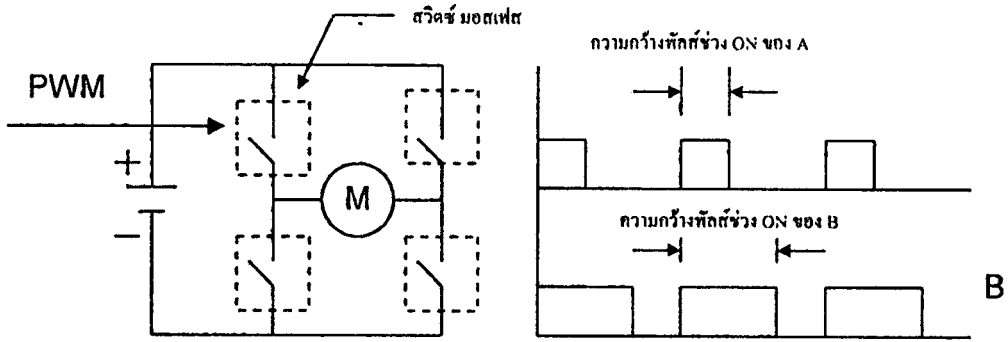
เป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยวงจรนี้จะทำการสร้างพัลส์ที่สามารถปรับขนาดความกว้างของช่วง ON ของพัลส์ได้ ซึ่งความเร็วของมอเตอร์นั้นจะสามารถควบคุมได้จากความกว้างของช่วง ON ของพัลส์ ถ้ามีความกว้างมากก็จะมีความเร็วมาก ถ้ามีความกว้างน้อยก็จะมีความเร็วต่ำ ในการสร้างพัลส์ (PWM) นี้เราจะใช้ IC เบอร์ TL494 ซึ่งเป็น IC สำเร็จรูปที่ใช้ในการสร้างพัลส์ (PWM) แล้วต่อเข้ากับตัวความต้านทานปรับค่าได้ ซึ่งจะใช้เป็นตัวปรับค่าความกว้างของช่วง ON ของพัลส์ ที่ใช้ในการควบคุมความเร็ว โดยจะมีโคโตะแกรมแสดงการทำงานของวงจรสร้างพัลส์ดังรูป



รูปที่ 36 โคโตะแกรมแสดงการทำงานของวงจรสร้างพัลส์

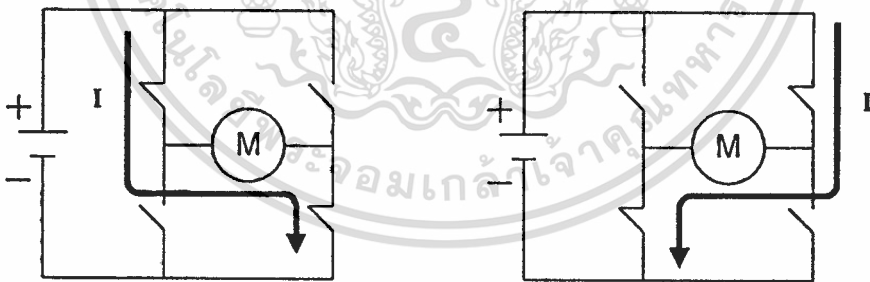
3.3.2 วงจรขับมอเตอร์ (Drive Motor)

เป็นวงจรที่ใช้ในการรับสัญญาณจากส่วนอื่น เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ทำให้เราสามารถที่จะทำการควบคุมทิศทาง และ ความเร็วของมอเตอร์ได้ โดยวงจรขับมอเตอร์จะรับสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมทิศทางมาจากส่วนควบคุม และ สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมความเร็วจากวงจรสร้างพัลส์ วงจรควบคุมมอเตอร์ที่เรานำมาใช้นี้เป็นวงจรที่ใช้มอสเฟสในการควบคุม เราเรียกว่า วงจรควบคุมมอเตอร์แบบมอสเฟส



รูปที่ 37 โค้ดแกรมแสดงวงจรควบคุมมอเตอร์

จากรูปจะเห็นได้ว่า ถ้าพัลส์ที่เข้ามายังวงจรควบคุมมอเตอร์นั้นมีช่วงของการ ON มาก ก็จะทำให้สวิตช์ของวงจรควบคุมมอเตอร์มีช่วงเวลาที่วงจรปิดนาน ทำให้กระแสไหลได้นาน มอเตอร์จึงมีความเร็วสูง แต่ถ้าพัลส์ที่เข้ามายังวงจรควบคุมมอเตอร์นั้นมีช่วงการ ON น้อย ก็จะทำให้สวิตช์ของวงจรควบคุมมอเตอร์มีช่วงเวลาที่วงจรปิดน้อย ทำเวลาที่กระแสไหลนั้นสั้น มอเตอร์จึงมีความเร็วที่ต่ำ โดยสวิตช์ที่เรากล่าวถึงในที่นี้ก็คือ มอสเฟต นั่นเอง ส่วนการควบคุมทิศทางของการเคลื่อนที่ของมอเตอร์นั้นเราก็สามารถควบคุมได้โดยการเลือกสวิตช์ที่ใช้ในการเปิด-ปิด เพื่อที่จะให้กระแสไหลผ่านวงจรตามทิศทางที่เราต้องการ ทำให้เราสามารถที่จะควบคุมทิศทางของการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ได้ โดยลักษณะการไหลของกระแสที่สัมพันธ์กับสวิตช์ที่เลือกใช้ในการเปิด-ปิด เพื่อให้กระแสผ่านนั้นจะเป็นไปดังรูปข้างล่าง

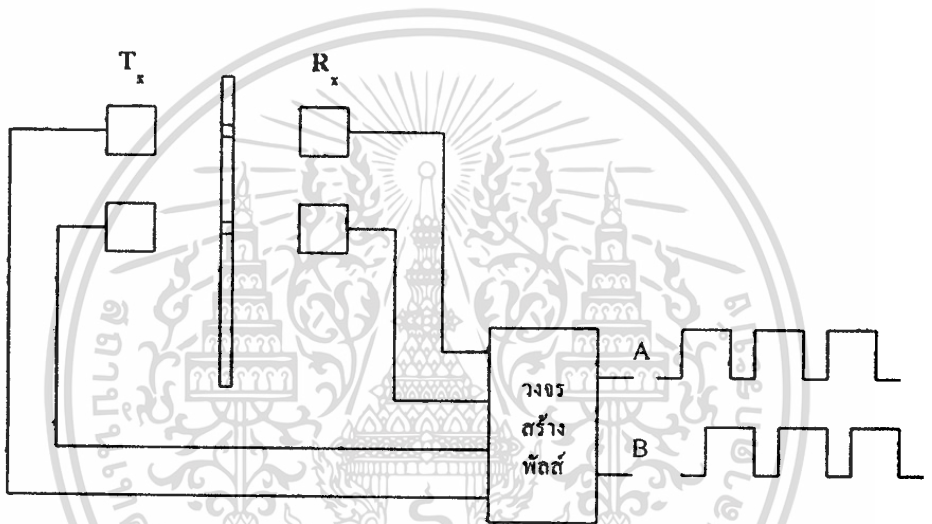


รูปที่ 38 โค้ดแกรมแสดงทิศทางกระแสที่สัมพันธ์กับการเปิด-ปิดสวิตช์
เพื่อใช้ในการบังคับทิศทางเคลื่อนที่ของมอเตอร์

3.3.3 วงจร Encoder

เป็นวงจรที่ใช้ในการแปลงสัญญาณการหมุนของมอเตอร์ให้กลายเป็นสัญญาณพัลส์ เพื่อใช้เป็นสัญญาณป้อนกลับให้กับส่วนควบคุม ซึ่งส่วนควบคุมจะนำสัญญาณพัลส์ที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ตำแหน่งในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างแม่นยำ ในส่วนของวงจร Encoder นี้จะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆอยู่หลายส่วน คือ ส่วนของตัวส่งแสง ส่วนของตัวรับแสง ส่วนของการสร้างพัลส์ โดยในการทำงานของวงจร Encoder นี้จะเริ่มจากการที่ตัวส่ง (Tx) นั้น

ส่งคลื่นแสงออกไปยังตัวรับแสง (Rx) ซึ่งระหว่างตัวรับและตัวส่งจะมีแผ่นเหล็กบางๆ คั่นอยู่ โดยแผ่นเหล็กนี้จะต่ออยู่กับแกนของมอเตอร์ และบนแผ่นเหล็กนี้จะมีรูเจาะไว้อยู่ตามแนวเส้นรอบวง ส่วนจำนวนของรูที่เจาะนั้นจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของ Encoder ที่เราต้องการ เมื่อมอเตอร์มีการหมุนจะทำให้แผ่นเหล็กที่คั่นอยู่ระหว่างตัวรับและตัวส่งมีการเคลื่อนที่หมุนไปด้วย ทำให้แสงที่ส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับนั้นถูกตัดเป็นจังหวะ หลังจากนั้นตัวรับก็จะส่งสัญญาณแสงที่รับได้นั้นไปยังส่วนของการสร้างพัลส์ ในส่วนของการสร้างพัลส์นี้จะทำการสร้างพัลส์ขึ้นมา 2 อันด้วยกัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคำนวณหาค่าความเร็วและตำแหน่งของมอเตอร์ ส่วนพัลส์จะออกมาอย่างไรนั้นจะขึ้นอยู่กับจังหวะของแสงที่ถูกตัดนั่นเอง



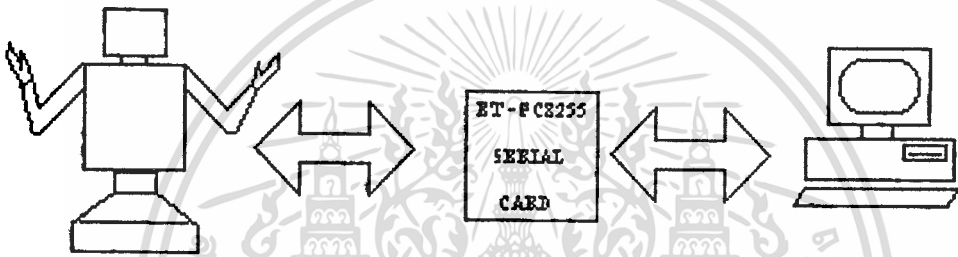
รูปที่ 39 โค้ดแกรมแสดงการทำงานของวงจร Encoder

บทที่ 4

การควบคุมและโปรแกรมการทำงาน

4.1 ส่วนของการควบคุม

ในส่วนของการควบคุมนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ในการสั่งงานของหุ่นยนต์ โดยการสั่งงานทั้งหมดของหุ่นยนต์จะต้องมีการสั่งงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยการทำงานในส่วนนี้เราจะเน้นไปทางด้านกรเขียนโปรแกรมและการสั่งงานจากโปรแกรมเป็นหลัก ซึ่งลักษณะของการสั่งงานนั้นจะเป็นดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 40 แสดงการติดต่อสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์และPCควบคุมการทำงาน

4.2 ET-PC8255

เป็น CARD ต่อขยายระบบเครื่อง PC ให้มีส่วนของ INPUT และ OUTPUT PORT ใช้งานมากขึ้น โดยจะมี PORT ใช้งานเป็น INPUT หรือ OUTPUT จำนวน 9 PORT หรือ 72 BIT I/O (TTL 0-5V)

SPECIFICATIONS

LOGIC INPUT AND OUTPUT	:	MIN	MAX	
INPUT LOGIT LOW	:	-0.5	0.8	VOLTS
INPUT LOGIT HIGH	:	2.0	5	VOLTS
OUTPUT LOW VOLTAGE PORTS	:	-	0.45	VOLTS

(I- SINK = 1.7 MA)

OUTPUT HIGH VOLTAGE PORTS	:	2.4	-	VOLTS
---------------------------	---	-----	---	-------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(I- SINK = 200UA)

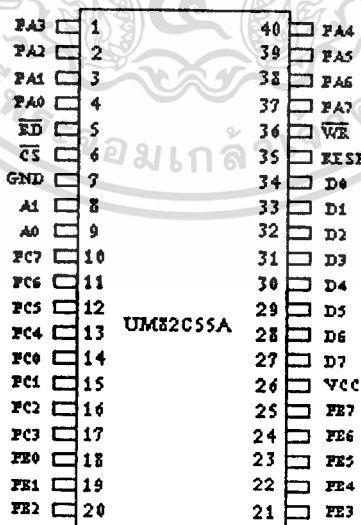
POWER CONSUMPTION	:	300 MA + 5V
SIZE	:	HALF SLOT (13 *11 CM)
PORT	:	3 (8255 I/O PORT 3 * 8 BIT)
CONNECTOR	:	3 (34 PIN HEAD - STRIP ETT IO BUS)
DECODE PORT	:	8 POSITION DIP SW.

4.3 การทำงานของ ET - PC 8255

CARD ET - PC 8255 จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ก็คือ ส่วน IC 8255 ซึ่งเป็น IC ทำหน้าที่เป็น INPUT , OUTPUT PORT และส่วนของวงจร IC DECODE (เลือกตำแหน่งของ PORT 8255) คือ IC 74LS688, 74LS139 และ DIP SW.

4.4 การใช้งาน IC 8255

IC 8255 นี้จะเป็น IC ซึ่งประกอบด้วย PORT ใช้งาน 3 PORT และอีก 1 PORT ควบคุม ก่อนที่เราจะใช้งาน 8255 เราจะต้องส่งข้อมูลไปให้ยัง PORT ควบคุมก่อนว่าจะให้ PORT ทั้ง 3 PORT ของ 8255 ที่เหลือนั้นทำหน้าที่อะไร เป็น INPUT หรือ OUTPUT PORT เราจะต้องเป็นผู้กำหนด CONTROL CODE PORT ควบคุม



รูปที่ 41 แสดง Pin Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN NAME

D ₇ - D ₀	DATA BUS
RESET	RESET INPUT
CS	CHIP SELECT
RD	READ INPUT
WR	Write INPUT
A0 - A1	PORT ADDRESS
PA7 - PA0	PORT A (BIT)
PB7 - PB0	PORT B (BIT)
PC7 - PC0	PORT C (BIT)
VCC	+5 VOLTS
GND	0 VOLTS

4.5 การ DECODE PORT

DECODE PORT 8255 บน CARD เราจะใช้ IC TTL 74LS688 , IC TTL 74LS139 และ DIP SW. 8 PIN เป็นวงจร DECODE เพื่อให้สามารถปรับ SET DIP SW. ตั้งตำแหน่งเบอร์ PORT ของ CARD ได้ โดยในการปรับ DIP SW. นั้นจะต้องไม่ตรงกับตำแหน่ง PORT ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ด้วย ดังรูป

โดย CARD ET- PC 8255 จะใช้ตำแหน่ง PORT 12 PORT ต่อ CARD DECODE PORT

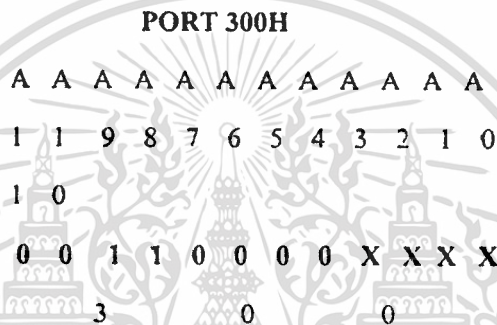
XX0H	PORT A (#1)
XX1H	PORT B (#1)
XX2H	PORT C (#1)
XX3H	CONTROL PORT (#1)
XX4H	PORT A (#2)
XX5H	PORT B (#2)
XX6H	PORT C (#2)
XX7H	CONTROL PORT (#2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XX8H	PORT A (#3)
XX9H	PORT B (#3)
XXAH	PORT C (#3)
XXBH	CONTROL PORT (#3)

รูปที่ 42 แสดง ตำแหน่ง การใช้งานPORT ต่างๆ

การตั้งเบอร์ DECODE PORT ได้โดยการปรับ DIP SW. ซึ่งก็มีค่าเท่ากับค่า ADDRESS นั้นๆ เช่น เราตั้งตำแหน่ง 300H จะ SET DIP SW.



ตัวอย่าง โปรแกรมควบคุมการปิดเปิด หลอด LED 4 หลอด โดยใช้ภาษาปาสคาล

PROGRAM TEST8255

USES CRT;

VAR I, A : BYTE;

CH : CHAR;

BEGIN

PORT[\$287] := \$80;

FOR I := 1 TO 255 DO

BEGIN

ASM

MOV dx , \$287

MOV dx , \$80

OUT dx , al

MOV dx , \$284

MOV al , I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUT dx , al
```

```
END;
```

```
PORT[$284] := I
```

```
DELAY (100)
```

```
END;
```

```
END.
```

4.6 โปรแกรม ควบคุมการทำงาน

```
PROGRAM operator;
```

```
USES crt;
```

```
VAR a,c,d : byte;
```

```
    b : char;
```

```
CONST pcont=$287;
```

```
pa=$284;
```

```
pb=$285;
```

```
pc=$286;
```

```
TrnR=1000;
```

```
TrnL=1000;
```

```
TwR=1000;
```

```
TwL=1000;
```

```
ThR=1000;
```

```
ThL=1000;
```

```
ArmUp=1000;
```

```
ArmDn=1000;
```

```
Beop=1000;
```

```
TrnB=1000;
```

```
PROCEDURE run1(a:byte);
```

เอก **begin** เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่า **if a=1 then** ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  port[pb]:=144; {turn right 1001_0000}
  c:=port[pb];
  writeln(a,' ',c);
  delay(TmR);
  port[pb]:=153; {straight 1001_1001}
  repeat
    c:=port[pb];
    writeln(a,' ',c);
    a:=port[pa];
  until a>15;
  port[pb]:=0; {stop}
  c:=port[pb];
end;
if (a>1) and (a<=3) then
begin
  port[pb]:=153; {straight 1001_1001}
  c:=port[pb];
  writeln(a,' ',c);
  repeat
    c:=port[pb];
    writeln(a,' ',c);
    a:=port[pa]; {get input}
  until a>15;
  port[pb]:=0; {stop}
  c:=port[pb];
end;
if (a>3) and (a<=7) then
begin
  port[pb]:=9; {turn left 0000_1001}
  c:=port[pb];

```

```

writeln(a,' ',c);
delay(TmL);
port[pb]:=153; {straight 1001_1001}
repeat
c:=port[pb];
writeln(a,' ',c);
a:=port[pa]; {get input}
until a>15;
port[pb]:=0; {stop}
c:=port[pb];
end;
end;

```

```

PROCEDURE run2(a:byte);

```

```

begin

```

```

  if a=9 then

```

```

    begin

```

```

      port[pb]:=144;

```

```

      c:=port[pb];

```

```

      writeln(a,' ',c);

```

```

      delay(TmR);

```

```

      port[pb]:=153;

```

```

      repeat

```

```

        c:=port[pb];

```

```

        writeln(a,' ',c);

```

```

        a:=port[pa];

```

```

      until a>15;

```

```

      port[pb]:=0;

```

```

      c:=port[pb];

```

```

    end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่เว้นแต่กรณีที่มีการนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  port[pb]:=153;
  c:=port[pb];
  writeln(a,' ',c);
  repeat
    c:=port[pb];
    writeln(a,' ',c);
    a:=port[pa];
  until a>15;
  port[pb]:=0;
  c:=port[pb];
end;
if (a>11) and (a<=15) then
begin
  port[pb]:=9;
  c:=port[pb];
  writeln(a,' ',c);
  delay(TmL);
  port[pb]:=153;
  repeat
    c:=port[pb];
    writeln(a,' ',c);
    a:=port[pa];
  until a>15;
  port[pb]:=0;
  c:=port[pb];
end;
end;

```

เอก **PROCEDURE** oper1(a:byte); เป็นการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
begin รมิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

port[pc]:=3; {0000_0011}
d:=port[pc];
writeln(d);
delay(TwR); {twist right}
port[pc]:=1; {0000_0001}
d:=port[pc];
writeln(d);
delay(TwL); {twist left}
port[pc]:=182; {1100_0000}
d:=port[pc];
writeln(d);
delay(ThR); {turn right}
port[pc]:=64; {0100_0000}
d:=port[pc];
writeln(d);
delay(ThL); {turn left}
port[pc]:=12; {0000_1100}
d:=port[pc];
writeln(d);
delay(ArmUp); {lift arm}
{Robot Send document to People}
port[pc]:=4; {0000_0100}
d:=port[pc];
writeln(d);
delay(ArmDn); {put down arm}
end;

```

Begin

```
clrscr;
```

```
port[pcont]:=$90;
```

```
repeat
```

เอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่
 a:=port[pa]; {get input from sensors} หางเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

writeln('a start',a);
delay(2000);
if (a>0) and (a<=7) then
  begin
    run1(a);
    port[pb]:=0;
    delay(BeOp); {delay before operation}
    oper1(a);
    port[pb]:=150; {1001_0110}
    c:=port[pb];
    writeln(c);
    delay(TrnB); {Turn Back}
  end;
if (a>8) and (a<=15) then
  begin
    run2(a);
    port[pb]:=0;
    delay(Beop); {delay before operation}
    oper1(a);
    port[pb]:=150; {1001_0110}
    c:=port[pb];
    writeln(c);
    delay(TrnB); {Turn Back}
  end;
writeln(c);
delay(1000); {delay change the way}
port[pb]:=0;
c:=port[pb];
until a=128; {1000_0000}

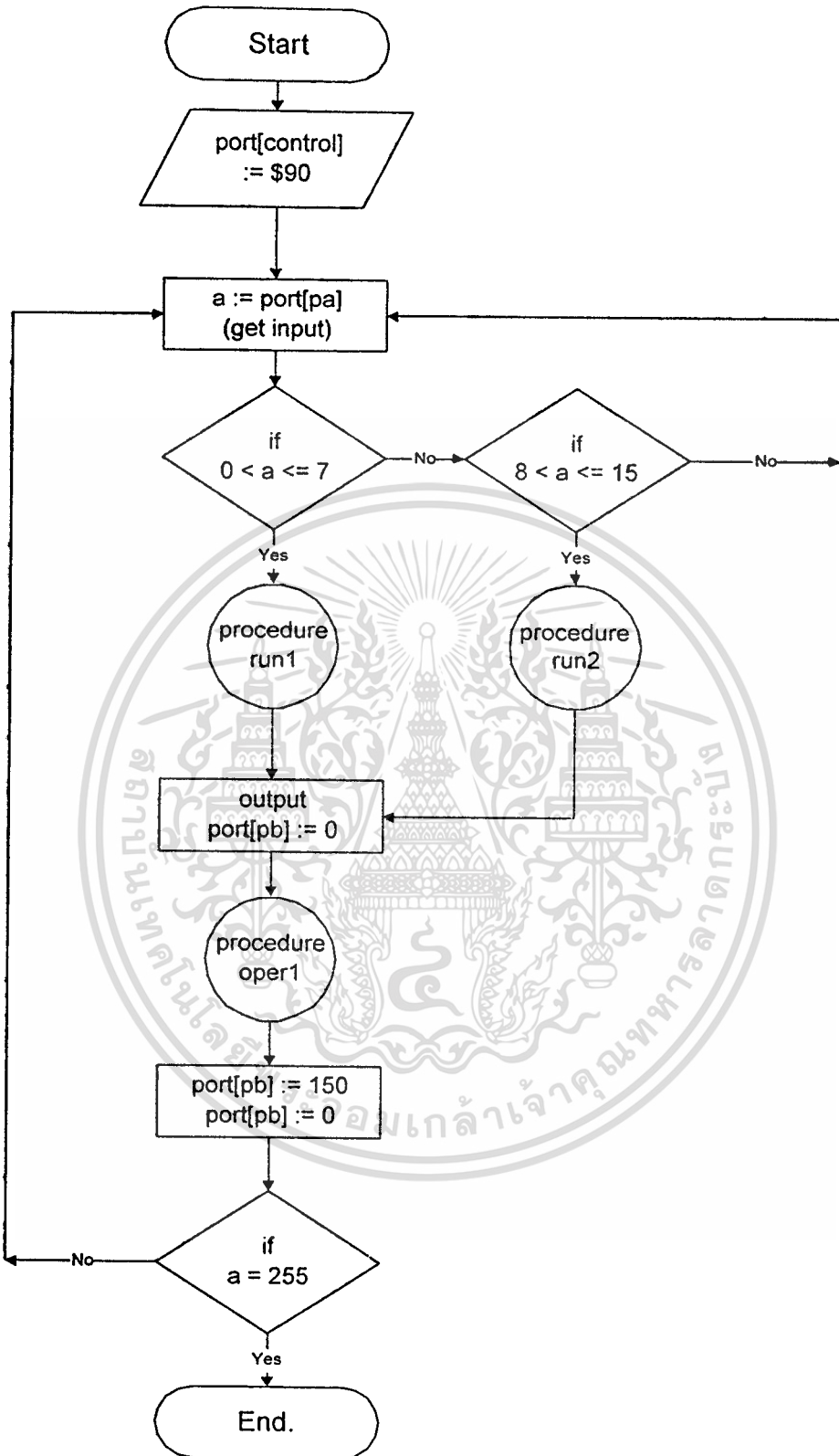
```

readln;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 การทำงานของโปรแกรมหลัก

1. ในการทำงาน IC ตัวที่ 2 ถูกนำมาใช้งานโดยการ set ค่า ให้ port\$287 เป็น port control และถูก set ค่าเท่ากับ \$90 ให้มี port\$284 เป็น port input และ port\$285, port\$286 เป็น port output
2. การ delay ในขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้การสั่งงาน motor ให้ได้ระยะตามที่ต้องการ
3. เมื่อเริ่มโปรแกรม หุ่นยนต์จะรับค่าจาก input ซึ่งเป็น sensor Ultrasonic 3 ตัว และ sensor Piroelectric 3 ตัว
4. เนื่องจาก port input ซึ่งเรียกว่า port[pa] มี 8 bit จึงให้ 4 bit แรกรับสัญญาณจาก Ultrasonic (สนใจเฉพาะ 3 bit หลัง) 4 bit หลัง รับจาก Piroelectric (สนใจเฉพาะ 3 bit หลัง)
5. จากนั้นจึงมกรการเช็คค่า a จาก port[pa] ถ้า a มีค่ามากกว่า 0 แต่ไม่เกิน 7 แสดงว่ามีสัญญาณจาก Pir. หุ่นยนต์เจอเป้าหมายแล้ว โปรแกรมจะสั่งงานต่อไปทำ procedure run1
6. เมื่อจบ run1 โปรแกรมจะหยุดการทำงานของล้อหุ่นยนต์ผ่านทาง port output ที่เรียกว่า port [pb] จากนั้นจึงไปทำงานใน procedure oper1
7. เมื่อจบการทำงาน oper1 จึงสั่งล้อหุ่นยนต์ให้หันหลังกลับจากเป้าหมาย เพื่อหาเป้าหมายใหม่ในการทำงาน
8. เช่นกันกับ ถ้า a มากกว่า 8 แต่น้อยกว่า 15 ก็จะไปทำงานที่ procedure run2 ก่อน แล้วกลับมาทำงานคล้ายกัน
9. โปรแกรมจะหยุดการทำงานเมื่อมี input เป็น 128 เป็นการปิด switch การทำงาน



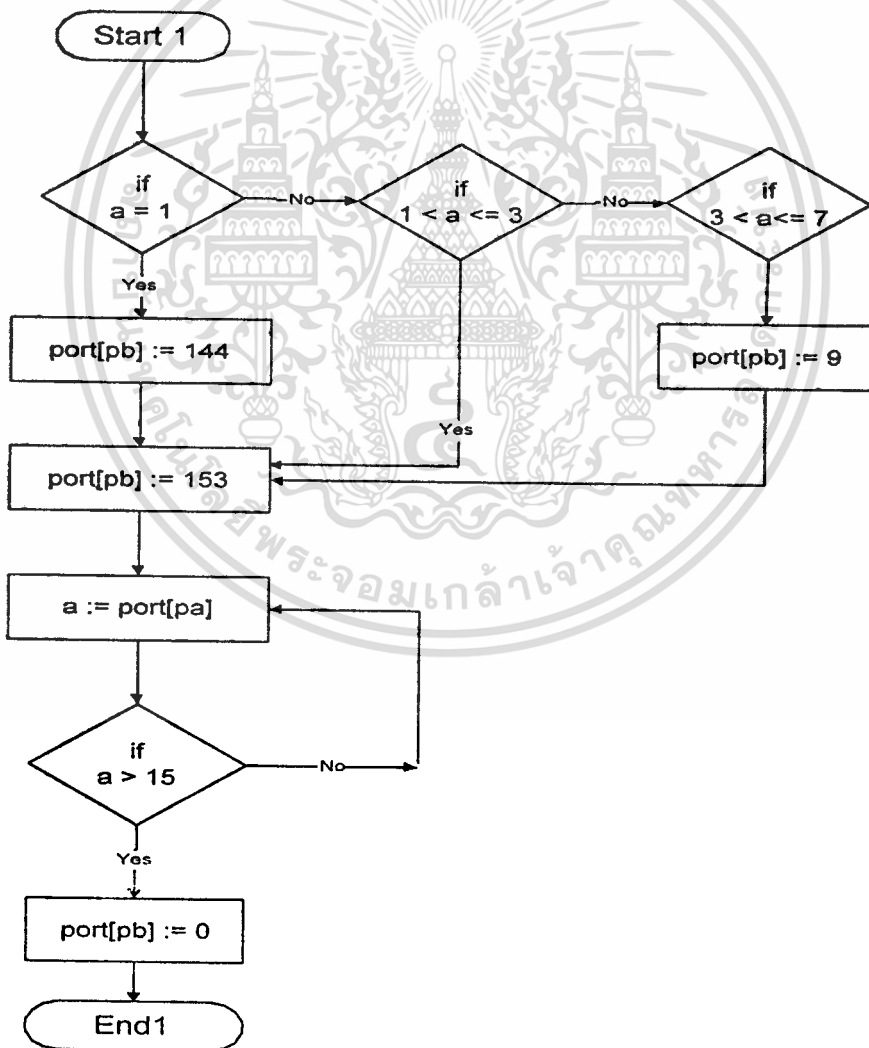
รูปที่ 43 Flow chart แสดงการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 การทำงานของprocedure run1

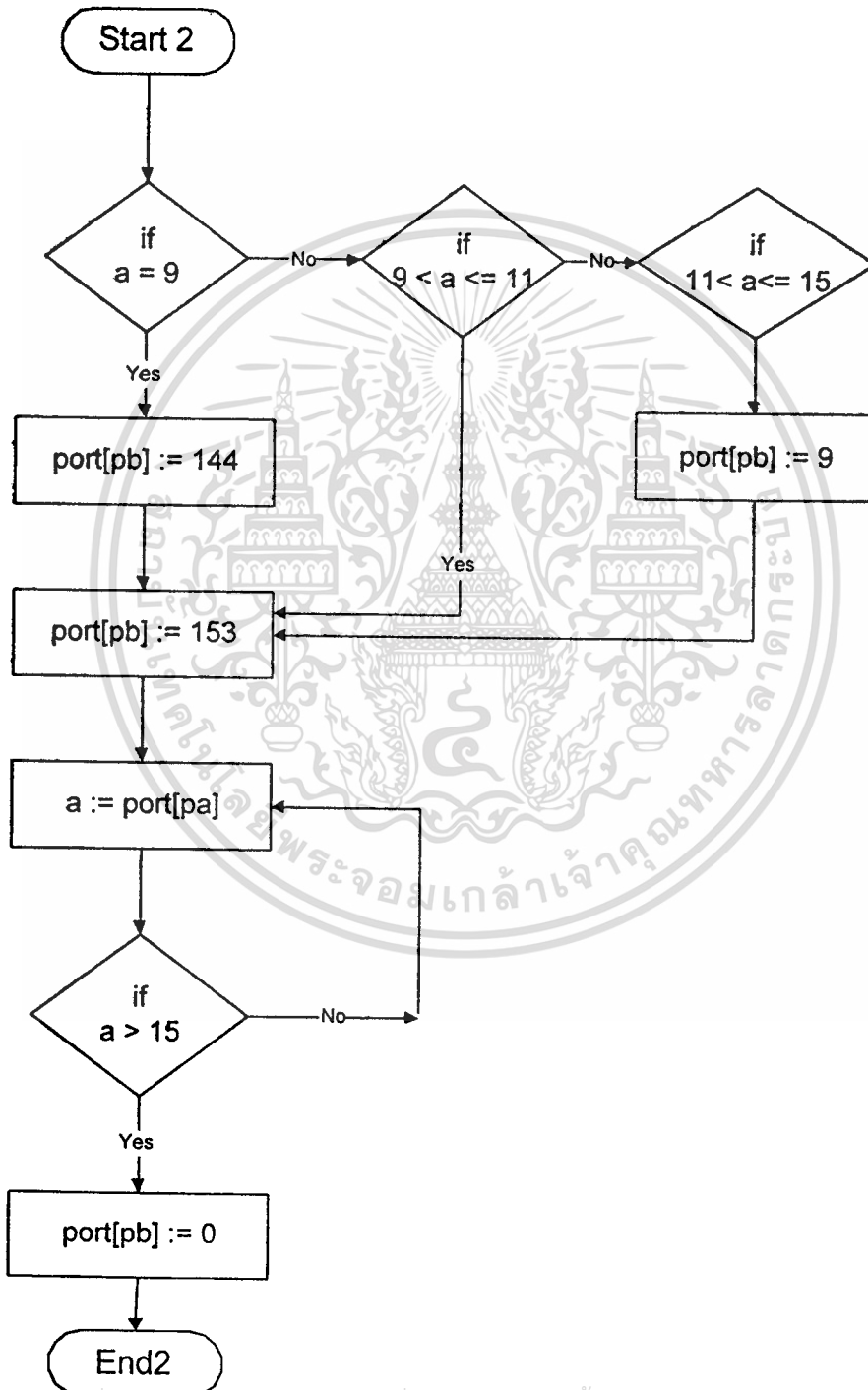
1. เป็นการตั้งเงื่อนไขในการเลี้ยว คือเมื่อ a เป็น 1 คือ sensor Pir. ตัวที่อยู่ด้านขวาติดก่อน แสดงว่ามีเป้าหมายอยู่ทางขวาของหุ่นยนต์
2. โปรแกรมจะสั่งให้ล้อซ้ายของหุ่นยนต์หมุนเป็นการเปลี่ยนทิศของหุ่นยนต์ไปทางขวาระยะหนึ่งจึงสั่งให้หุ่นยนต์วิ่งตรงเข้าหาเป้าหมาย
3. จากนั้นโปรแกรมจะไม่สนใจ 4 bit หลังอีกต่อไปจะสนใจเมื่อ a มีค่ามากกว่า 15 คือ มีสัญญาณจาก sensor Ultrasonic แสดงว่าถึงเป้าหมายแล้ว จึงสั่งให้ล้อหุ่นยนต์หยุด
4. จากนั้นจึงกลับเข้าโปรแกรมหลัก
5. เช่นเดียวกันในการทำงานเลี้ยวซ้าย และตรงไป ของหุ่นยนต์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสัญญาณที่ได้รับจาก sensor ที่จับได้ก่อน



4.6.3 การทำงานของ procedure run2

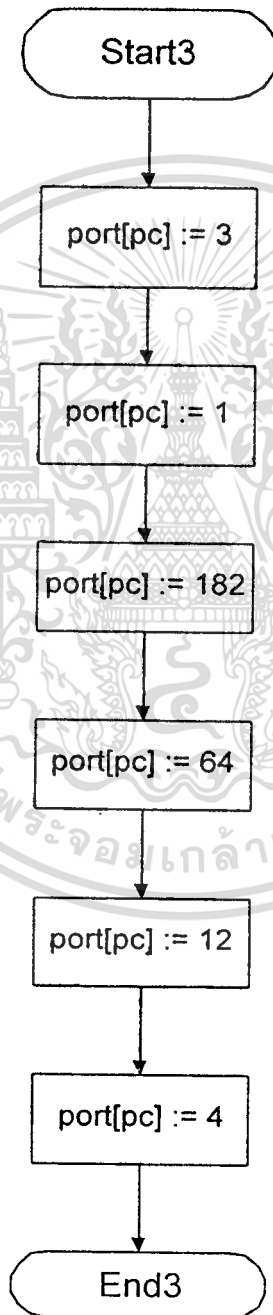
1. เป็นการทำงานที่เหมือนกับการทำงานของ procedure run1 เพียงแต่เป็นการทำงานในโอกาสที่หลักที่ 4 ของinput เป็น1 ด้วย

2. เมื่อค่า a เป็นค่าต่างๆ เนื่องจากสัญญาณจาก input sensor ด้านขวา กลาง ด้านซ้าย คมลำดับ



4.6.4 การทำงานของ procedure oper1

1. เมื่อหุ่นยนต์ได้ยืนอยู่หน้าเป้าหมาย โปรแกรมจึงสั่งให้มีการปฏิบัติงานได้ โดยผ่าน port[pc] ซึ่งเป็น port output อีก 1 port
2. ในโปรแกรมนี้ออกแบบให้มีการแสดงการหมุนเอวไปมา หมุนคอไปมา แล้วจึงยกแขนขึ้นเพื่อส่งเอกสารให้แก่เป้าหมาย วางแขนลง เป็นอันจบการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูปที่ 46 Flow chart แสดงการทำงานของ procedure oper1 ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 โปรแกรมควบคุมการแสดงผลทางหน้าจอ

ต่อไปนี้เป็นโปรแกรมตัวอย่างในการแสดงหน้าจอ จุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการนำเสนอข้อมูลที่เป็นรูปภาพ ข้อความสั้นๆ ให้เป้าหมายในการประชาสัมพันธ์เข้าใจในเรื่องที่ต้องการนำเสนอได้ง่ายขึ้น และเป็นการกระตุ้นความสนใจมากกว่าการแจกเอกสารอย่างเดียว ซึ่งโปรแกรมตัวอย่างนี้ ได้ใช้ภาษาโปรแกรมปาสคาล แสดงคำในหน้าจอ LCD ซึ่งต่อไปเมื่อมีการพัฒนาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์และติดตั้งอุปกรณ์เสริมในหุ่นยนต์ จะสามารถพัฒนาไปใช้ภาษาโปรแกรมอื่นๆบนระบบปฏิบัติการwindow และสามารถนำเสนอข้อมูลเป็นเสียงในขณะเดียวกันได้

```
PROGRAM KMITL;
```

```
USES crt;
```

```
VAR x,y,i : integer;
```

```
begin
```

```
  clrscr;
```

```
  for i:=1 to 100 do
```

```
  begin
```

```
    textcolor(7);
```

```
    y:=10;
```

```
    gotoxy(1,y); writeln(
```

```
#####
```

```
  #' );
```

```
    gotoxy(1,y+1);writeln(
```

```
#####
```

```
  #' );
```

```
    gotoxy(1,y+2);writeln(
```

```
#####
```

```
  #' );
```

```
    gotoxy(1,y+3);writeln(
```

```
#####
```

```
  #' );
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

gotoxy(1,y+4);writeln(
'#####
#');
gotoxy(1,y+5);writeln(
'#####
#');
delay(500);
clrscr;
textcolor(2);
gotoxy(1,y); writeln( '#### ##
##### ');
gotoxy(1,y+1);writeln( '##### ###
##### ');
gotoxy(1,y+2);writeln( '##### ##
##### ');
gotoxy(1,y+3);writeln( '##### ###
##### ');
gotoxy(1,y+4);writeln( '##### ####
##### ');
gotoxy(1,y+5);writeln( '#### ##
##### ');
delay(500);
clrscr;
textcolor(3);
gotoxy(1,y); writeln( '#####
##### ');
gotoxy(1,y+1);writeln( '##### # ## #
##### ');
gotoxy(1,y+2);writeln( '##### ## # ##
##### ');

```

```

gotoxy(1,y+3);writeln( '##### # # # #
#####' );
gotoxy(1,y+4);writeln( '##### #### ####
#####' );
gotoxy(1,y+5);writeln( '##### # #
#####' );
delay(500);
clrscr;
textcolor(4);
gotoxy(1,y); writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+1);writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+2);writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+3);writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+4);writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+5);writeln( '#####
#####' );
delay(500);
clrscr;
textcolor(5);
gotoxy(1,y); writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+1);writeln( '##### # # # #
#####' );
gotoxy(1,y+2);writeln( '#####
#####' );

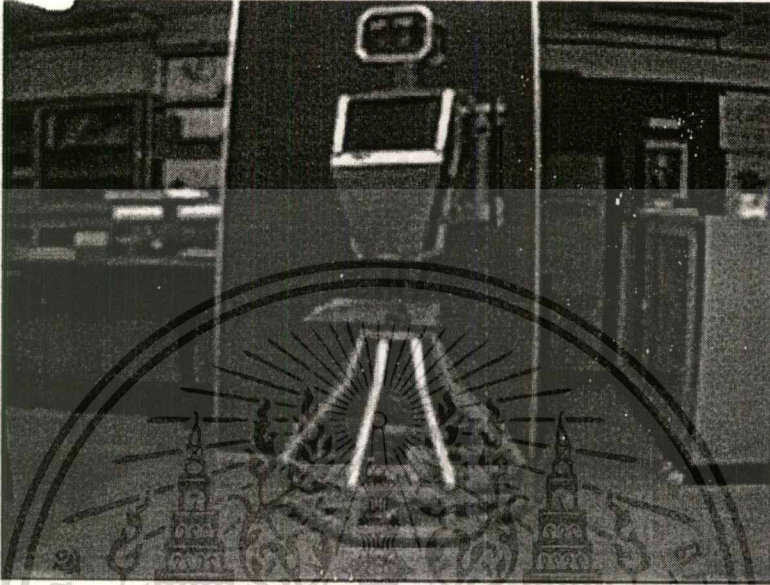
```

```

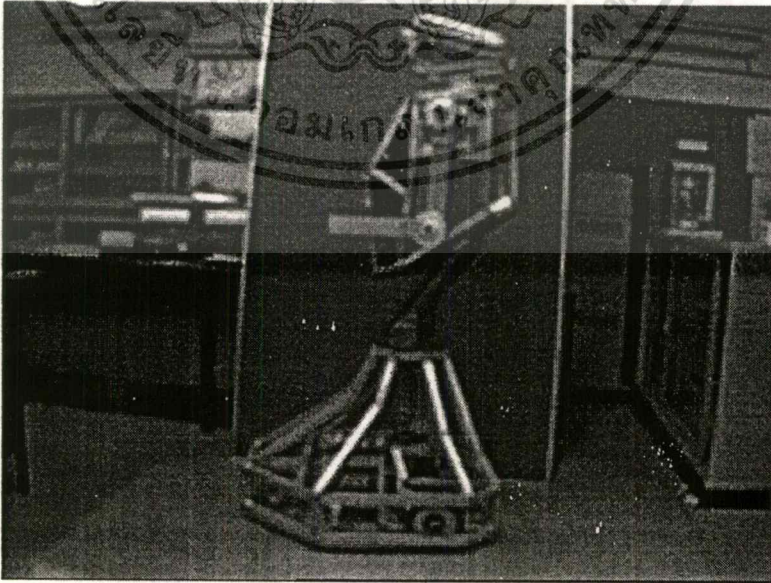
gotoxy(1,y+3);writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+4);writeln( '#####
#####' );
gotoxy(1,y+5);writeln( '#####
#####' );
delay(500);
clrscr;
textcolor(6);
gotoxy(1,y); writeln(
'#####
);
gotoxy(1,y+1);writeln(
'#####
#####' );
gotoxy(1,y+2);writeln(
'#####
#####' );
gotoxy(1,y+3);writeln(
'#####
#####' );
gotoxy(1,y+4);writeln(
'#####
#####
#####
);
gotoxy(1,y+5);writeln(
'#####
#####' );
delay(500);
clrscr;
textcolor(9);
gotoxy(1,y); writeln( '#### ## ##### ##### ##### #####
#####' );

```


บทที่ 5
รูปผลการทดลอง

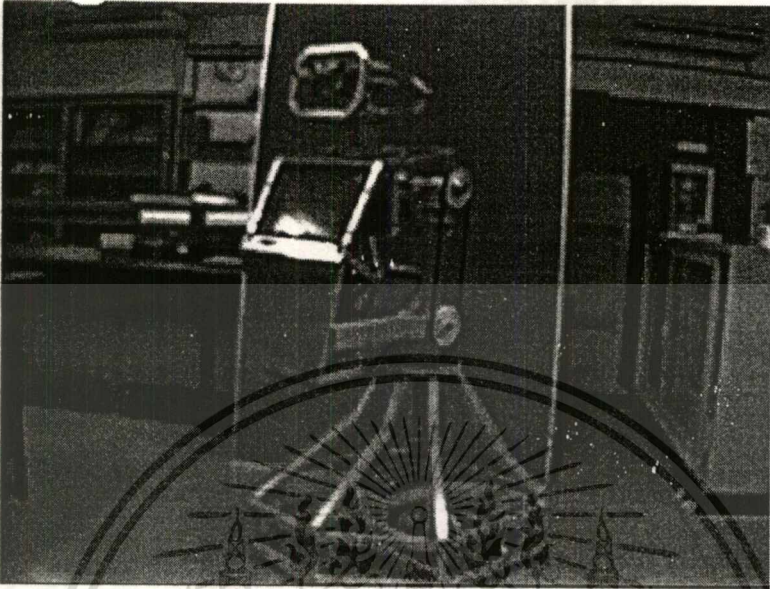


รูปที่ 47 - แสดงภาพโดยรวมของหุ่นยนต์ด้านหน้า

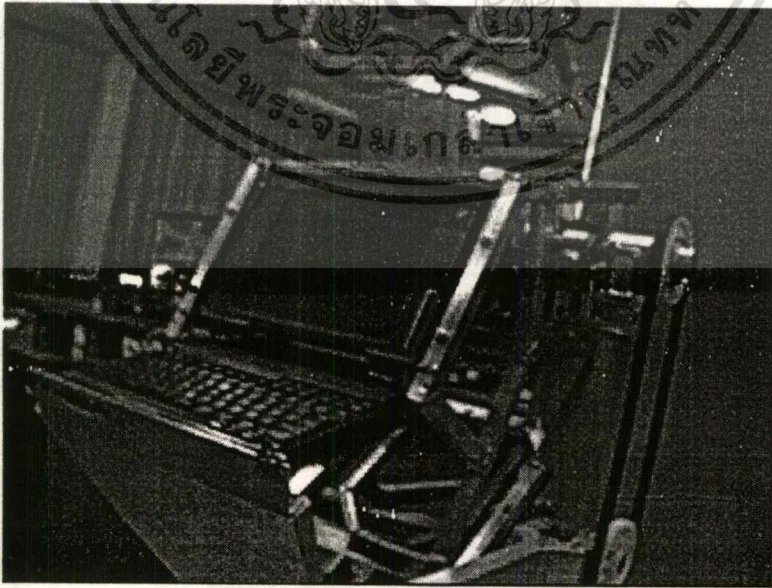


รูปที่ 48 - แสดงภาพโดยรวมของหุ่นยนต์ด้านข้าง

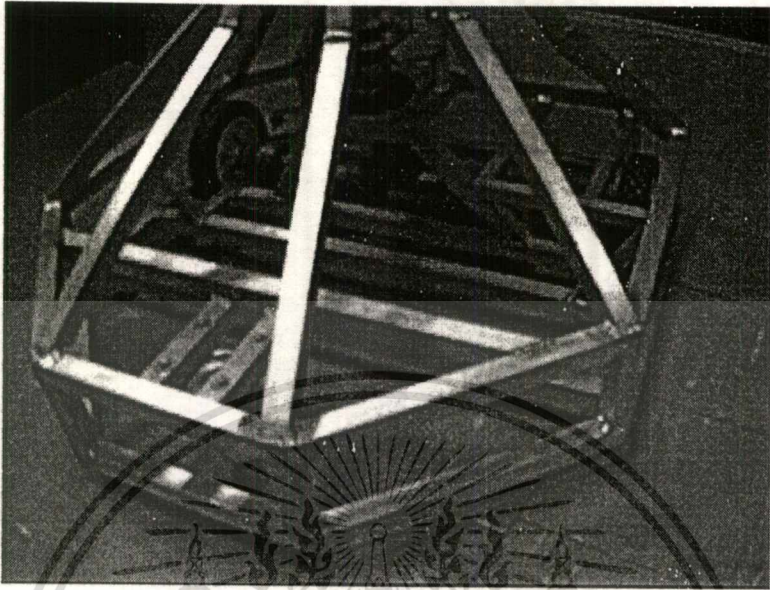
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 49 แสดงภาพโดยรวมของหุ่นยนต์ขณะย่อตัว



รูปที่ 50 แสดงภาพการเปิดคอมพิวเตอรืที่ล่าตัวเพื่อป้อนคำสั่ง
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

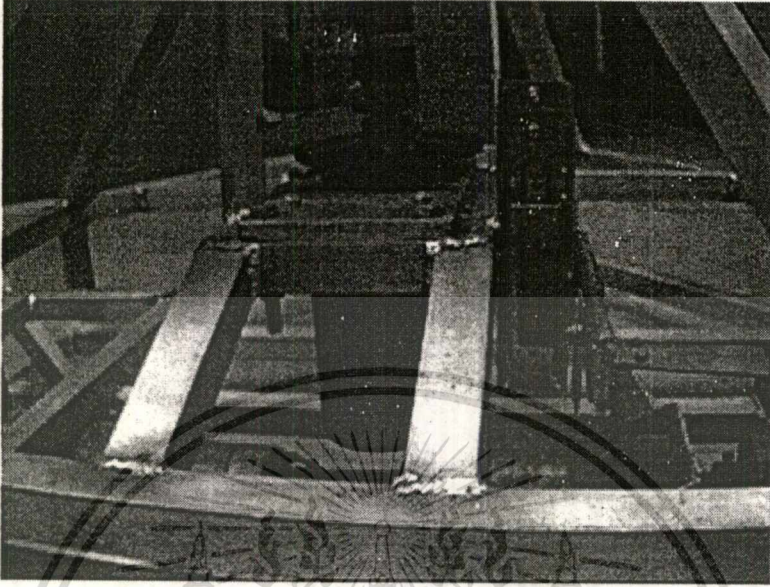


รูปที่ 51 แสดงภาพโดยรวมของฐานล่างหุ่นยนต์

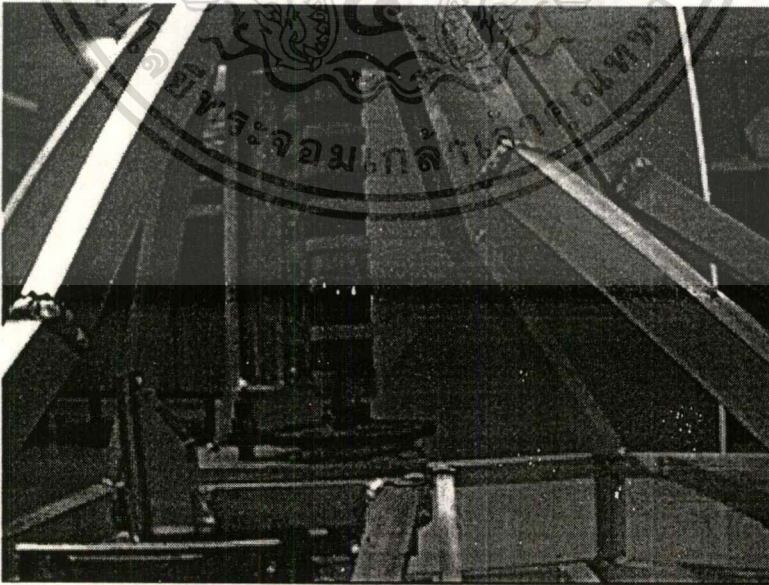


รูปที่ 52 แสดงภาพพระบิดาขับเคลื่อนของหุ่นยนต์

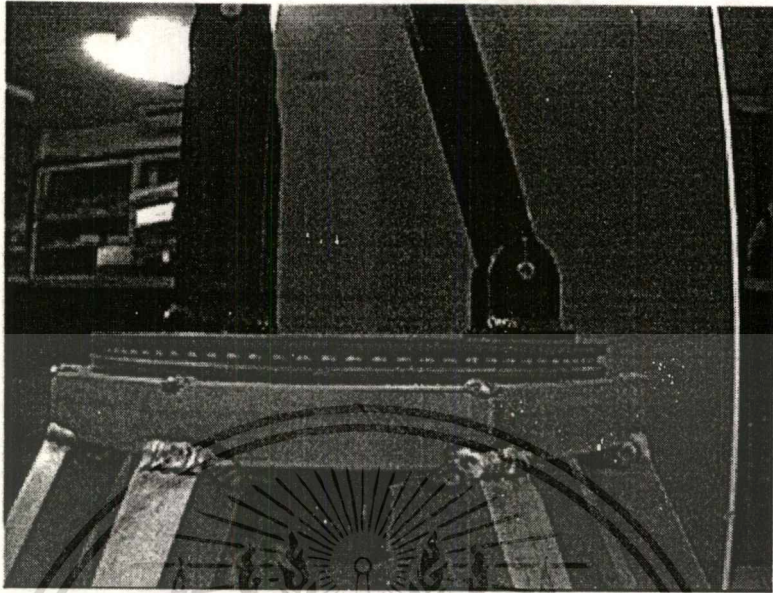
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



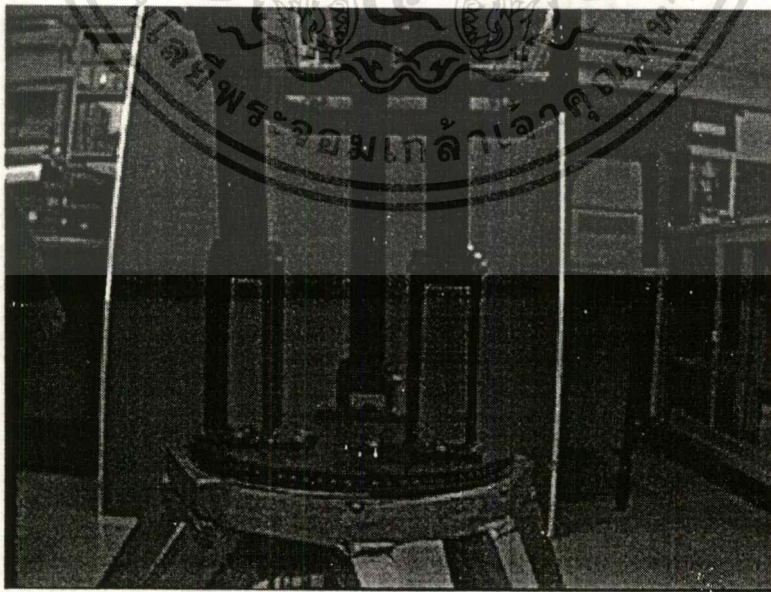
รูปที่ 53 แสดงภาพระบบส่งกำลังส่วนเอว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 54 แสดงภาพชุด Commutator. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

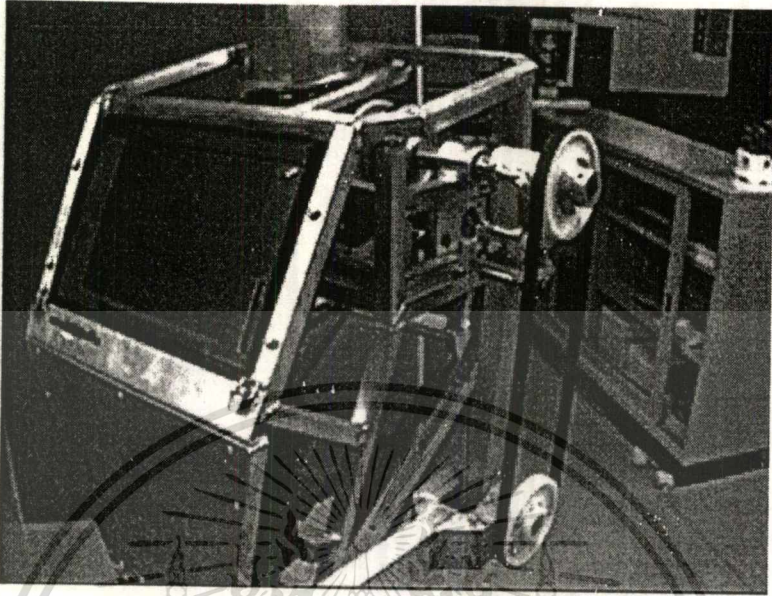


รูปที่ 55 แสดงภาพ Trust Bearing

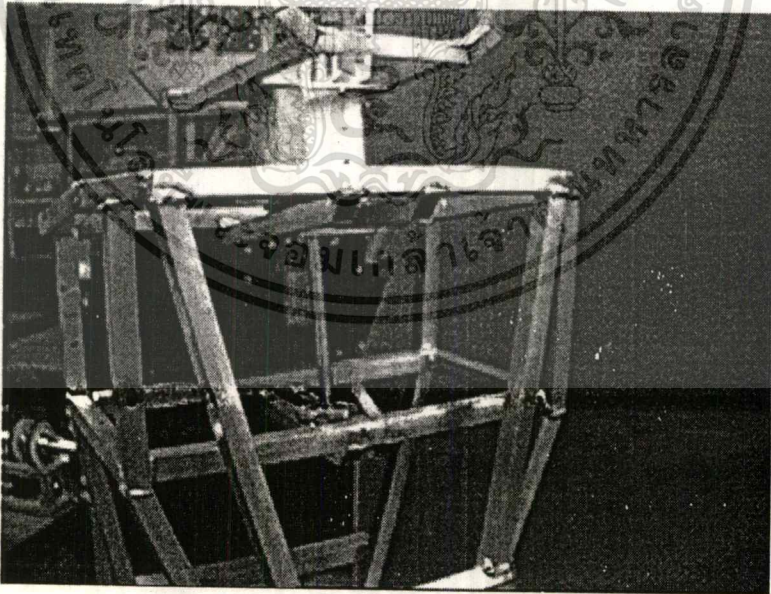


รูปที่ 56 แสดงภาพ 4 Bar linkage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

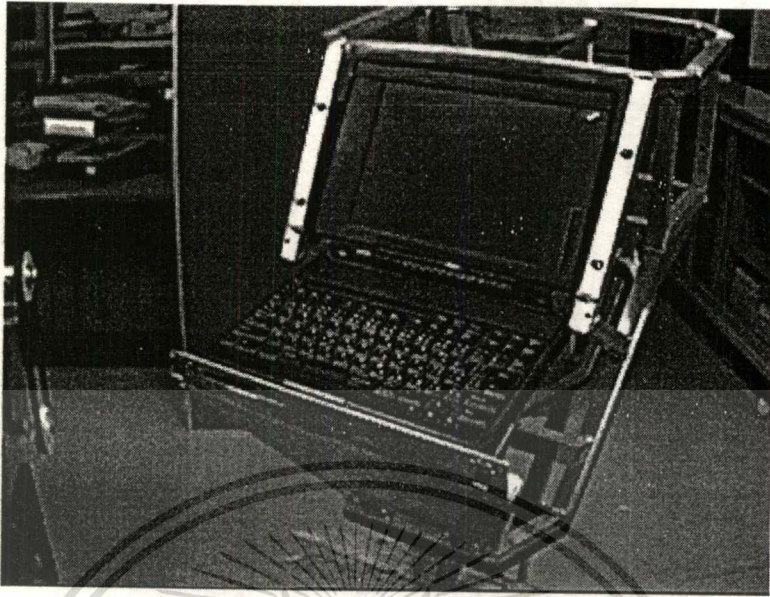


รูปที่ 57 แสดงภาพโดยรวมของลำตัว

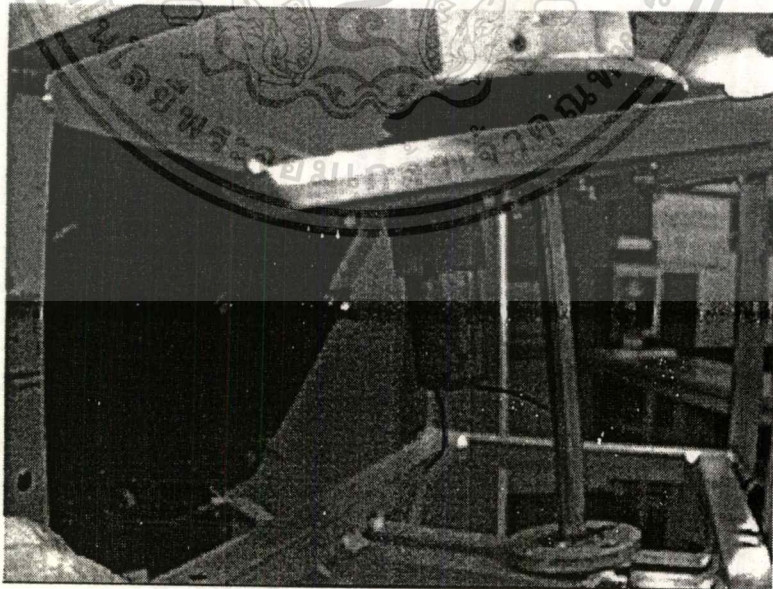


รูปที่ 58 แสดงภาพช่องใส่แขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

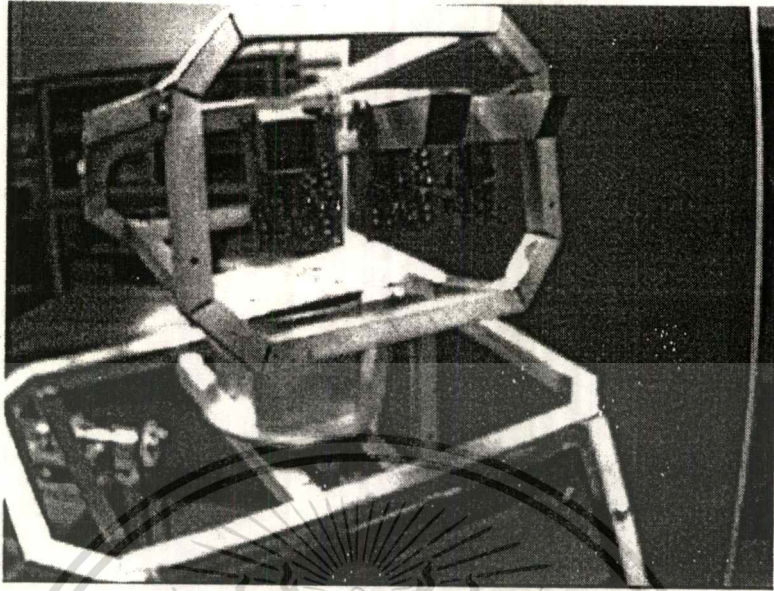


รูปที่ 59 แสดงภาพการเปิดคีย์บอร์ด

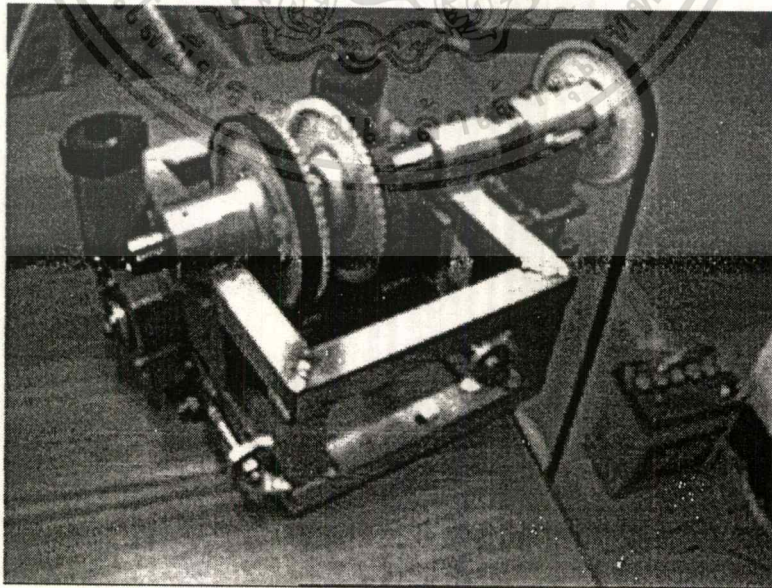


รูปที่ 60 แสดงภาพโดยรวมของระบบขับเคลื่อนส่วนคอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

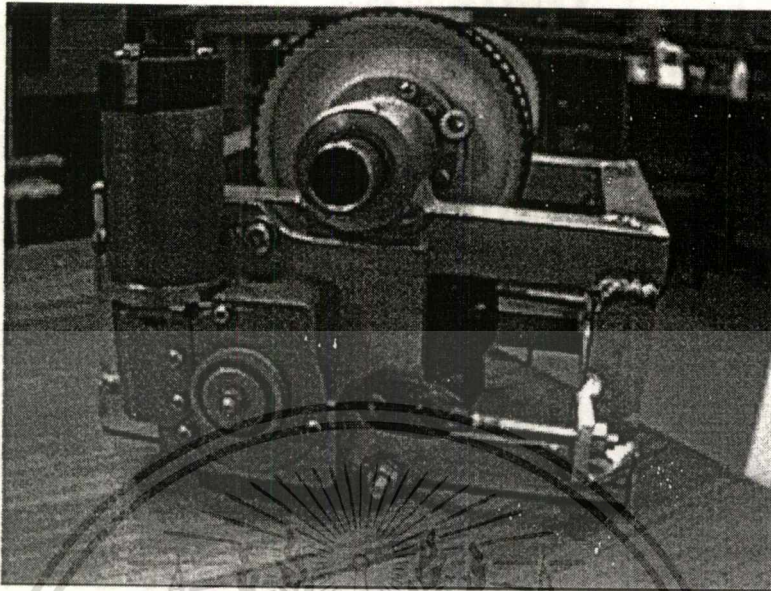


รูปที่ 61 แสดงภาพโดยรวมของส่วนหัว

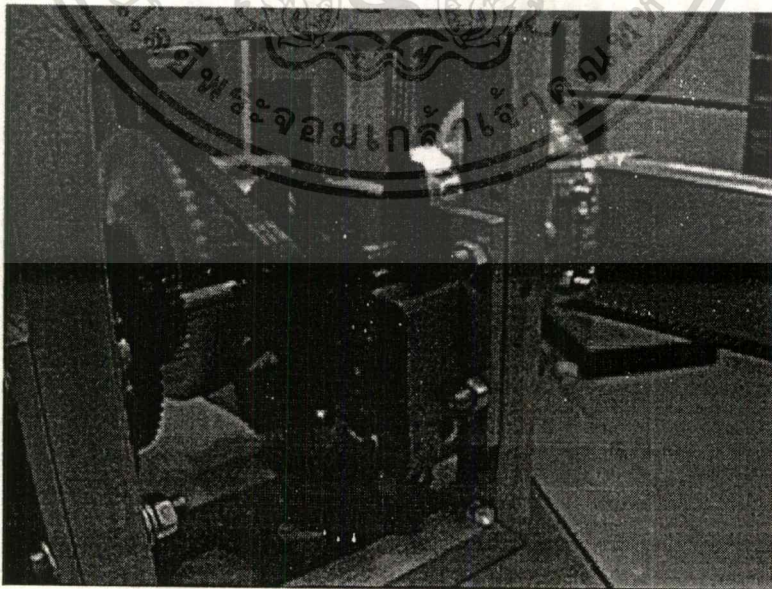


รูปที่ 62 แสดงภาพโดยรวมระบบขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

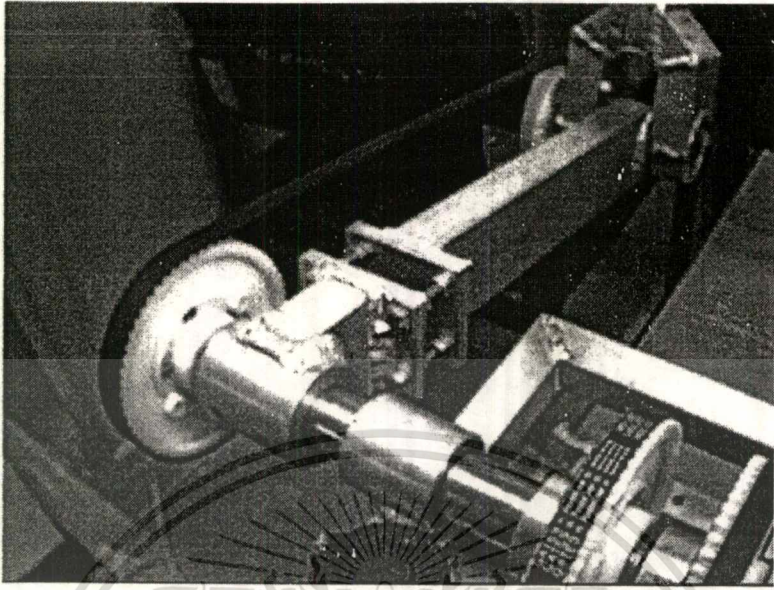


รูปที่ 63 แสดงภาพมอเตอร์ขับเคลื่อนแกน

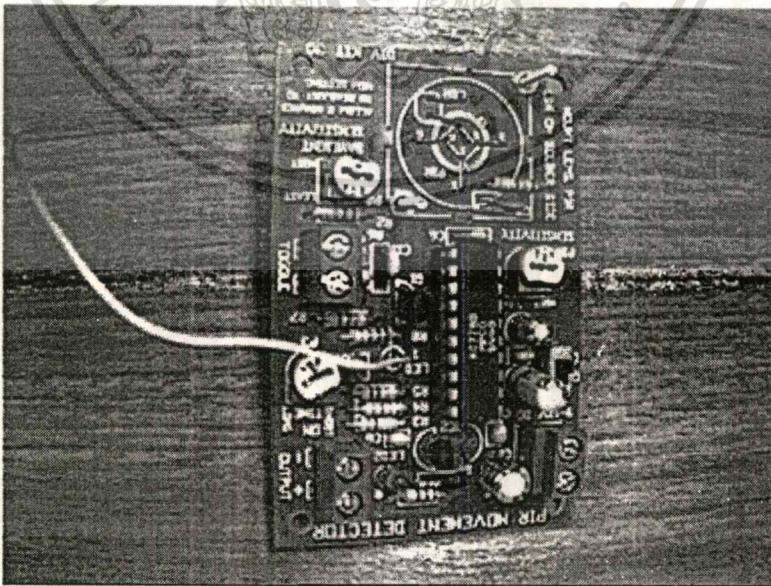


รูปที่ 64 แสดงภาพระบบส่งกำลังขับเคลื่อนแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

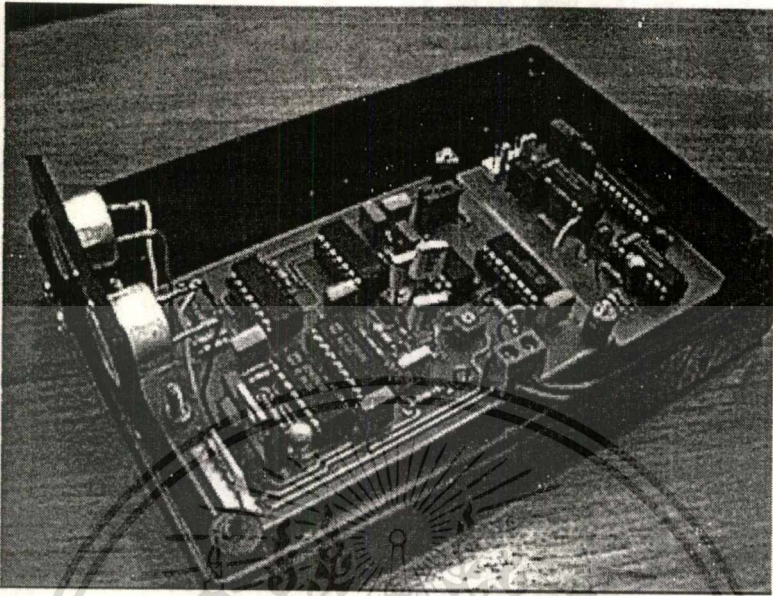


รูปที่ 65 แสดงภาพแขนท่อนบน

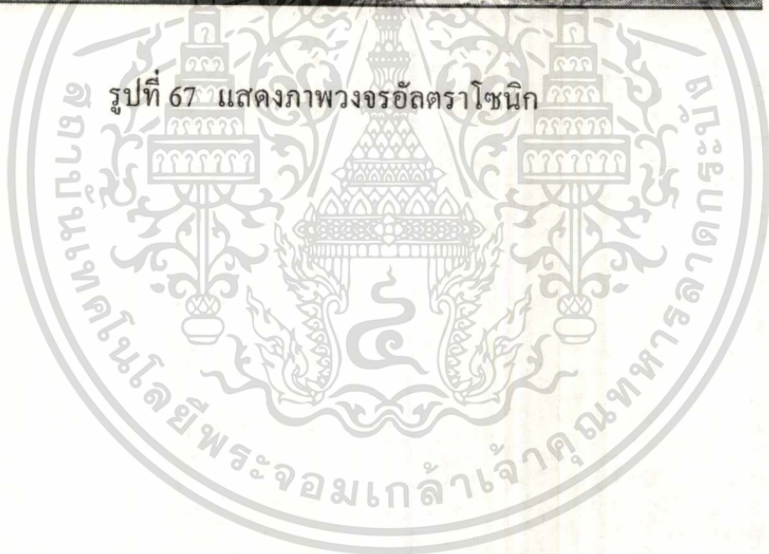


รูปที่ 66 แสดงภาพ PIR Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในองค์กรเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 67 แสดงภาพวงจรวิทยุโทรคมนาคม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- 1) วุฒิชัย กปิลกาญจน์ “กลไกและพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล” ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2) Joseph Edward Shigly “Mechanical Engineering Design” McGraw- Hill Book Co., New York 1986
- 3) Ardayflo ,D.D., And H.J. Pottinger “Computer Control of Robotic Manipulators ” Mech. Eng., Vol. 107, August 1982
- 4) Duffy, J: “Analysis of Mechanisms And robot Manipulator ” John Willey & Sons , New York 1980
- 5) Craig , John J. “ Introduction To Robotics ” Addison – Wesley , USA 1986
- 6) Fu ,. K.S. “ Robotics Control , Sensing , Vision and Intelligence ” McGraw-Hill, USA 1987

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากหลายๆฝ่าย ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ผศ. พรศักดิ์ อรรถวานิช คร. สรรพสิทธิ ถิ่นนรรค์น อาจารย์ อุดม จันทร์จรัสสุข และ อาจารย์ เอกพจน์ ตันตราภิวณิช ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ เข้ามาช่วยทำงานและให้กำลังใจตลอดมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้