ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ หุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

Wired Remote Control Robot

ชื่อนักศึกษา

1. นายนฤดล เขียวสกุณี	รหัสประจำตัว	46035320
2. นางสาวโสภิดา อินทร์สวัสดิ์	รหัสประจำตัว	46035366
3. นายนิเวศน์ อินสมบัติ	รหัสประจำตัว	46035705

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุชิน อาจหาญ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
3. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
4. อาจารย์วรวิทย์ สมหา	
5. อาจารย์พรพิมล ฉายรัศมี	พรพิมล ฉายรัศมี

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2548 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<BT4720012>

หุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

หุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

WIRED REMOTE CONTROL ROBOT

นายนฤดล เขียวสกุณี
นางสาวโสภิดา อินทร์สวัสดิ์
นายนิเวศน์ อินสมบัติ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

วพ
ร269ร
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 59495
วัน,เดือน,ปี - 6 มิ.ย. 2549

.b 11569548
.i.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง หุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

Wired Remote Control Robot

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของหุ่นยนต์
2. เพื่อออกแบบโครงสร้างและระบบการทำงานของหุ่นยนต์
3. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ตามโครงสร้างและระบบการทำงานที่ได้ทำการออกแบบ
4. เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์
5. เพื่อนำหุ่นยนต์ไปใช้ในการแข่งขันจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงหลักการทำงานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของหุ่นยนต์
2. ได้แบบโครงสร้างและระบบการทำงานของหุ่นยนต์
3. ได้หุ่นยนต์ตามโครงสร้างและระบบการทำงานที่ได้ทำการออกแบบ
4. ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์
5. ได้นำหุ่นยนต์เข้าร่วมการแข่งขัน

ชื่อหัวข้อ	หุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	
นักศึกษา	นายนฤดล	เขียวสกุณี
	นางสาวโสภิดา	อินทร์สวัสดิ์
	นายนิเวศน์	อินสมบัติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุชิน	อาจหาญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2547	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย โดยอาศัยระบบการทำงานของ มอเตอร์ รีเลย์ และหัวจับสุญญากาศ เป็นกลไกการทำงานของหุ่นยนต์ ตัวหุ่นยนต์มีขนาดความกว้าง 100 เซนติเมตร มีขนาดความยาว 90 เซนติเมตร และมีขนาดความสูง 120 เซนติเมตร โครงสร้างภายนอกทำจากอลูมิเนียม ซึ่งตัวหุ่นยนต์นั้นใช้ระบบสุญญากาศและหลักการของสปริงมาเป็นกลไกในการเก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่อง โดยชุดกลไกที่ประกอบอยู่ติดกับชุดระบบสุญญากาศหรือที่เรียกว่าชุดแขนจับนั้น สามารถที่จะยกขึ้นสูงเหนือจากพื้นประมาณ 165 เซนติเมตร และยังสามารถที่จะหมุนชุดแขนจับได้รอบตัวหุ่นยนต์ได้ถึง 270 องศา นอกจากนี้หุ่นยนต์ยังมีความสามารถที่จะเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา ได้ตามความต้องการของผู้บังคับหุ่นยนต์ โดยหุ่นยนต์ที่ออกแบบนี้สามารถเก็บกล่องขนาด 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 0.5 กิโลกรัม และชิ้นส่วนสะพานที่ใช้ในการแข่งขันรูปสี่เหลี่ยมคางหมูขนาดกว้าง 400 และ 600 มิลลิเมตร ยาว 800 และหนา 100 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 แหล่งจ่าย

Thesis Title	Wired Remote Control Robot	
Students	Mr.Narudon	Kheawsakunee
	Miss Sopida	Insawad
	Mr.Niwed	Insombut
Advisor	Mr.Suchin	Adhan
Co – Advisor	Mr.Amornchai	Chaichana
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This thesis presents Wired Remote Control Robot that employs the Motor Delay and the Pneumatics systems as the mechanism of the robot. The robot is 100-cm wide, 90-cm length, and 120-cm height. The external structure is made from aluminum. The robot uses the pneumatics system and a principle of spring as the mechanism to pick up boxes and parts of the bridge. The mechanism , that is attached to the pneumatics system or known as "arm", can lift up about 165 cm from the ground, and also can move its "arm" 270 degree around the robot itself. Moreover, the robot can move forward, backward, turn left, and right according to the controller's command. The robot can pick up 20 cm^3 sized, 0.5 kg weighed boxes, and trapeze sized 400&600x800x100 mm, 3 kg weighed trapezoid shaped parts of bridge used in the competition. It is powered by two of 12 volt direct current batteries.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิก ภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ อาจารย์สุชิน อาจหาญ , อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองรวมถึงขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล และสุดท้ายต้องขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณของสมาชิก ภายในกลุ่มทุกท่าน สำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านและเป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความเป็นมาของหุ่นยนต์	3
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	5
2.3.1 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.3.2 ชนิดของมอเตอร์	7
2.3.3 คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	8
2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	11
2.4 รีเลย์	11
2.4.1 โครงสร้างของรีเลย์	12
2.4.2 ประเภทของรีเลย์	12
2.4.3 คุณลักษณะของรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า	14
2.5 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	16
2.5.1ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไก	16
2.5.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบไฟฟ้า	17
2.5.3 การทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	19
2.6 โซลินอยด์	20

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7 หัวจับสุญญากาศ	25
2.7.1 การเดินวงจรของระบบหัวจับสุญญากาศ	25
2.7.2 การเดินท่อลม	26
2.7.3 การซีลเกลียว	26
2.8 อลูมิเนียม	27
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	29
3.1 กล่าวนำ	29
3.2 การออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	30
3.2.1 การทำงานเบื้องต้น	31
3.2.2 ชุดขับเคลื่อน	31
3.2.3 ชุดแขนจับ	32
3.2.4 ชุดหนีบชิ้นส่วนสะพาน	34
3.3 ระบบสุญญากาศ	35
3.4 ส่วนควบคุม	37
3.4.1 วงจรรีเลย์	37
3.4.2 รีโมทควบคุม	38
3.5 แหล่งจ่าย	40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 กล่าวนำ	42
4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์	42
4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อนล้อ	42
4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการหนีบชิ้นส่วนสะพาน	44
4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการหมุนแขนจับ	45
4.2.4 การทดลองชุดควบคุมการยกแขนจับขึ้นลง	46
4.2.5 การทดลองชุดควบคุมการยืดหดของแขนจับ	48
4.2.6 การทดลองชุดควบคุมหัวจับสุญญากาศ	49

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป	51
5.1 สรุป	51
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	51
5.3 แนวทางการพัฒนา	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	55
ภาคผนวก ข วงจร	58
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	60
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงาน	62
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	64
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	71
ภาคผนวก ช กฎกติกาที่ใช้ในการแข่งขัน	82
ประวัติผู้แต่ง	93

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์	13
3.1 คุณสมบัติของแบตเตอรี่	40
4.1 การทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่มีชิ้นส่วนสะพาน	43
4.2 การทดลองการขับเคลื่อนขณะมีชิ้นส่วนสะพานจำนวน 1 ชิ้น	43
4.3 การทดลองการขับเคลื่อนขณะมีชิ้นส่วนสะพานจำนวน 2 ชิ้น	43
4.4 การทดลองการขับเคลื่อนขณะมีชิ้นส่วนสะพานจำนวน 3 ชิ้น	44
ค.1 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์	61
จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น	69
จ.2 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมท	70

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ	7
2.3 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	8
2.4 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	9
2.5 ลักษณะของรีเลย์	12
2.6 โครงสร้างของรีเลย์	12
2.7 คุณสมบัติของรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า	15
2.8 ส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไก	16
2.9 ส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบไฟฟ้า	17
2.10 ปั๊มไฟฟ้า (Electric fuel pump)	18
2.11 ปั๊มลูกกลิ้ง (Roller-cell pump)	18
2.12 ปั๊มน้ำมันแบบใบพัด (Turbine pump)	20
2.13 ลักษณะโซลินอยด์วาล์วแบบต่างๆ	21
2.14 สภาวะการทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 2/2	21
2.15 สภาวะปกติของโซลินอยด์วาล์วชนิด 3/2	22
2.16 สภาวะขณะทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 3/2	22
2.17 สภาวะปกติของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2	23
2.18 สภาวะขณะทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2	23
2.19 สภาวะปกติของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2	24
2.20 สภาวะขณะทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2	24
2.21 โครงสร้างภายในของหัวพ่นลมที่ทำให้เกิดสุญญากาศ	25
2.22 วงจรพื้นฐานของระบบหัวจับสุญญากาศ	26
2.23 วงจรพื้นฐานใช้ไฟฟ้าควบคุม	26
2.24 การพันเกลียวท่อด้วยเทฟลอน	27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	29
3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์	30
3.3 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆของหุ่นยนต์	31
3.4 ชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์	32
3.5 ชุดแขนจับของหุ่นยนต์	33
3.6 ชุดหนีบชิ้นส่วนสะพาน	34
3.7 ชุดปั๊มสุญญากาศของระบบหัวจับสุญญากาศ	35
3.8 ชุดโซลินอยด์วาล์วตัดปล่อยลมของระบบหัวจับสุญญากาศ	35
3.9 ชุดหัวจับของระบบหัวจับสุญญากาศ	36
3.10 วงจรรีเลย์	37
3.11 ชุดรีโมทควบคุม	38
3.12 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง	39
3.13 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12V/5.5 A	40
4.1 การทดสอบชุดขับเคลื่อน	44
4.2 การหนีบชิ้นส่วนสะพาน	45
4.3 ชุดแขนจับในมุมขวาสุดของหุ่นยนต์	46
4.4 ชุดแขนจับในมุมซ้ายสุดของหุ่นยนต์	46
4.5 ชุดแขนจับในมุมต่ำสุด	47
4.6 ชุดแขนจับในมุมสูงสุด	47
4.7 ชุดแขนจับเมื่อยืดออกไปจนสุด	48
4.8 ชุดแขนจับเมื่อหดเข้ามาจนสุด	49
4.9 การจับชิ้นส่วนสะพานด้วยหัวจับสุญญากาศ	50
4.9 การจับกล่องด้วยหัวจับสุญญากาศ	50
ก.1 ด้านหน้าของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	56
ก.2 ด้านข้างของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	56
ก.3 ด้านหลังของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.4 ด้านบนของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	57
ข.1 วงจรรีเลย์ควบคุม	59
ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	63
จ.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	66
จ.2 ชุดรีโมทควบคุม	67
จ.3 ตำแหน่งของปุ่มรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง	68
ช.1 สนามแข่งขันด้านบน	91
ช.2 สนามแข่งขัน	92

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันโลกกำลังพัฒนาเข้าสู่ยุคแห่งเทคโนโลยี ซึ่งเป็นยุคที่เครื่องจักรกลและระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถที่จะทำงานแทนมนุษย์หรืออาจที่จะตัดสินใจแทนได้ในบางสถานการณ์ จึงสามารถที่จะกล่าวได้ว่าในปัจจุบันเครื่องจักรกลและระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่อย่างมากมายนั้นเป็นสิ่งที่อำนวยความสะดวกทั้งในการทำงานและการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์

แต่เดิมนั้นเครื่องจักรถูกควบคุมโดยมนุษย์ แต่หลังจากมนุษย์ได้สร้างคอมพิวเตอร์ ขึ้นมา มนุษย์ก็ได้เริ่มคิดสร้างเครื่องจักรที่สามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติไม่ต้องอาศัยมนุษย์ควบคุมทุกขั้นตอนและในบางครั้งสามารถที่จะตัดสินใจเองได้ในบางสถานการณ์ ซึ่งเครื่องจักรบางประเภทได้ถูกออกแบบให้ทำงานเลียนแบบการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เครื่องจักรแบบนี้จะเรียกว่า หุ่นยนต์ (Robot) หุ่นยนต์ถูกออกแบบให้เคลื่อนที่โดยการเลียนแบบการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เพื่อให้สามารถทำงานแทนมนุษย์ในงานบางประเภทโดยผ่านการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่าสมองกล และในปัจจุบันได้มีการออกแบบให้หุ่นยนต์สามารถทำงานเลียนแบบการเคลื่อนไหวและให้ใกล้เคียงมนุษย์มากยิ่งขึ้น ซึ่งในอนาคตหุ่นยนต์อาจจะเข้ามาทำงานแทนมนุษย์ก็เป็นได้

จากการจัดการประกวดและแข่งขันหุ่นยนต์ในหัวข้อ การแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2547 "OJAK สะพานแห่งความรัก" โดยมีสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) เป็นสมาคมที่ให้การสนับสนุนให้สถาบันการอาชีวศึกษาและสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ รวมถึงหน่วยงานที่สนใจส่งหุ่นยนต์เข้าร่วมการประกวดและแข่งขัน ซึ่งในการแข่งขันครั้งนี้นั้นมีจุดมุ่งหมายให้หุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นมามีความสามารถที่จะเก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องไปวางในตำแหน่งที่กำหนดได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้สร้างหุ่นยนต์ประกอบชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายขึ้นมา เพื่อเข้าร่วมการประกวดและแข่งขันหุ่นยนต์ในหัวข้อดังกล่าว

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานมีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนสะพาน รูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีขนาดกว้าง 400 และ 600 มิลลิเมตร ยาว 800 และหนา 100 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม จำนวน 2-3 ชิ้น ในครั้งเดียว

2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่ต่ำกว่า 1 เมตรต่อ 1 วินาที

3. การควบคุมระบบต่างๆ ของหุ่นยนต์จะใช้การเชื่อมต่อโดยสายเคเบิลที่มีความยาวไม่เกิน 3 เมตร เท่านั้นในการควบคุม

4. ใช้หัวจับระบบสุญญากาศ จำนวน 3 ชุด ในการจับชิ้นส่วนสะพานและกล่อง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการ เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การทำงานของรีเลย์ และระบบสุญญากาศ

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงสร้าง ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานตลอดจนการออกแบบ และการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่นแบบของหุ่นยนต์ วงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนต่างๆ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ และการทำงานในส่วนต่างๆของหุ่นยนต์

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก แสดงภาพหุ่นยนต์ต้นแบบการติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆขณะใช้งาน

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจร

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งาน

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้งานของหุ่นยนต์เบื้องต้น

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

ภาคผนวก ช กฎกติกาที่ใช้ในการแข่งขัน

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

จากที่ได้มีการกล่าวในบทนำนั้น เราสรุปได้ว่าหุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรกลที่สามารถโปรแกรมได้และควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนที่สิ่งของหรือเครื่องมือเพื่อทำงานในลักษณะงานต่างๆกันไป และหุ่นยนต์สามารถตัดสินใจโดยมีการตอบสนองกับสภาพแวดล้อมได้อย่างชาญฉลาด สามารถทำงานแทนเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์โดยมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง

โครงงานนี้เป็นงานที่ต้องนำความรู้ที่ศึกษามาเกือบทั้งหมด มาประยุกต์ใช้งานให้ออกมาเป็นรูปธรรมโดยนำเทคนิคและทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ ซึ่งหุ่นยนต์นั้นมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นส่วนประกอบหลักในการทำงานของระบบกลไกในส่วนต่างๆ ส่วนของระบบขับเคลื่อนนั้นในการออกแบบหุ่นยนต์จะใช้มอเตอร์จำนวนสองตัวในการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการได้ นอกจากนั้นการออกแบบระบบสุญญากาศยังได้นำเอาปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของระบบรถยนต์มาประยุกต์ใช้ควบคู่กับหัวจับสุญญากาศและโซลินอยด์ โดยการทำงานต่างๆนั้นได้ถูกควบคุมด้วยรีโมทที่ต่อเข้ากับวงจรรีเลย์ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นหัวใจหลักของหุ่นยนต์

2.2 ความเป็นมาของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์หรือโรบอต เกิดจากการที่คนหลายๆ คนให้ความเห็นที่ตรงกันว่าจะเรียกสิ่งนั้นว่าเป็น “หุ่นยนต์” หรือมักจะใช้คำว่า “โรโบติก (Robotic)” เพื่ออธิบายถึงเครื่องจักรที่ออกแบบมาเพื่อทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวมันเอง ถ้าหากมีรถยนต์ที่สามารถวิ่งได้เองโดยอัตโนมัติเราก็สามารถเรียกว่า “โรโบติกจิป (Robotic Jeep)” หรือหุ่นยนต์อุตสาหกรรมถูกเรียกว่าแขนกล หรือ Robotic arm ซึ่งคุณสมบัติอย่างกว้างๆ ของหุ่นยนต์ก็มีพอสังเขปดังนี้

1. ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
2. มีส่วนประกอบที่เคลื่อนที่ได้
3. มีเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นส่วนร่วมในการทำงาน
4. มียูสเซอร์อินเตอร์เฟส (User Interface) เป็นส่วนติดต่อระหว่างมนุษย์กับตัวหุ่นยนต์

5. ตัวอินเตอร์เฟส (Interface) อาจเป็นแค่ปุ่มเริ่มการทำงานหรือกุญแจเปิดปิด (Key Switch)

6. สามารถโปรแกรมใช้งานต่างๆ ได้

7. มีการตอบสนองกับสภาพรอบข้างของหุ่นยนต์โดยสัญญาณอินพุทกับเอาท์พุท

8. จับยึดหรือตรวจสอบสิ่งภายนอกบางอย่างให้กับตัวหุ่นยนต์เองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง

และหากพิจารณาจากคอมพิวเตอร์เล่นหมากรุก จะเห็นว่ามีการฉลาดในการเล่นเกมหมากรุกได้เป็นอย่างดี แต่เราไม่เรียกคอมพิวเตอร์นี้ว่าหุ่นยนต์อย่างไรก็ตาม หากติดแขนหุ่นยนต์เข้าไปและให้คอมพิวเตอร์สั่งงานให้แขนกลขยับตัวหมากรุก เกิดการทำงานอย่างต่อเนื่องถึงจะเป็นที่ยอมรับได้ว่าสิ่งนี้ คือหุ่นยนต์เล่นหมากรุกได้ นี่คือการแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่ได้ คือส่วนสำคัญในความเห็นโดยทั่วไปของการยอมรับความเป็นหุ่นยนต์ แต่บางครั้งยังเรียกระบบของการมองภาพได้ (Vision System) ว่าเป็น "ระบบหุ่นยนต์" (Robotic System) แม้ว่าจะไม่มีการเคลื่อนที่มาเกี่ยวข้องก็ตาม

Robot มาจากคำว่า Crack ซึ่งหมายถึงทาสหรือคนรับใช้ และเข้ามาในศัพท์ภาษาอังกฤษในปี ค.ศ.1921 โดยนักเขียนบทละครชื่อ KAREL KAPEX ในบทละครแนวล้อเลียน โดยละครเรื่องนี้หุ่นยนต์ก็คือ จักรกลที่คล้ายคลึงกับมนุษย์และนำมาทำงานที่น่าเบื่อแทนมนุษย์ แต่ในตอนหลังพวกหุ่นยนต์รวมตัวกันต่อต้านและทำลายมนุษย์

ในช่วงปลายปี 1940 ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 งานวิจัยหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้เกิดขึ้นซึ่งเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องจักรกลควบคุมระยะไกลสำหรับการขนถ่ายวัสดุกัมมันตภาพรังสี

ในกลางปี 1950 George C.Devol ได้พัฒนาอุปกรณ์ที่เขาเรียกว่า "Programmed Articulated Transfer Device" ซึ่งเป็นมานิพิวเลเตอร์ (Manipulator) ที่การทำงานของมันสามารถโปรแกรมได้ซึ่งแนวความคิดนี้ ต่อมาได้นำเข้ามาสู่อุตสาหกรรม โดยบริษัท Unimation Inc ในปี 1959 หัวใจสำคัญของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ การใช้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ร่วมกับมานิพิวเลเตอร์ เพื่อผลิตเรื่องจักรกลที่สามารถสั่งให้ทำงานหลากหลายได้อย่างอัตโนมัติ โดยการโปรแกรมเข้าไป

ในปี 1968 McCarty และผู้ร่วมงานของเขาที่ The Stanford Artificial Intekkigence Laboratory ได้รายงานการพัฒนาคอมพิวเตอร์กับมือ, ตา, หู (Manipulators, TV Cameras, Microphones) โดยระบบนี้จะจดจำข่าวสารในรูปแบบของเสียง และมองวัตถุที่ถูกวางกระจัดกระจายอยู่บนโต๊ะเพื่อโยกย้ายสิ่งของเหล่านั้นตามคำสั่ง

ในปี 1995 บริษัท IBM ได้พัฒนามานิพิวเลเตอร์ ซึ่งควบคุมโดยคอมพิวเตอร์กับเซนเซอร์แรง และสัมผัส

ในปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์เป็นสาขาที่มีขอบเขตกว้างมาก ซึ่งประกอบไปด้วย Kinematics, Dynamics, Planning System, Programming Languages, Machine Intekkigence

มนุษย์สนใจอย่างยิ่งที่จะทำงานให้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้แต่ให้งานทั้งหมดสำเร็จ ในการออกแบบหุ่นยนต์ขึ้นเพื่อเพิ่มลักษณะบวกและจำกัดลักษณะลบของมนุษย์ โดยส่วนใหญ่ความพยายามทั้งหมดอยู่ในทิศทางนี้ ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างเครื่องจักรอัตโนมัติปัจจุบันและอดีต คือ เครื่องจักรปัจจุบันสามารถโปรแกรมได้ ณ วันนี้สิ่งที่หุ่นยนต์ทำจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในตัวหุ่นยนต์ ในวันหน้าหุ่นยนต์จะเพิ่มความชาญฉลาดและในที่สุดจะมีความฉลาดที่ยิ่งใหญ่ หุ่นยนต์จะสามารถทำงานของตนให้ได้ประโยชน์สูงสุด และตอบสนองสิ่งที่ไม่คาดคิดและสิ่งรบกวนต่างๆ ที่คาดไม่ถึงได้อย่างหลักแหลม ซึ่งสิ่งรบกวนทั้งหลายที่คาดไม่ถึงทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยการปิดเครื่อง, ส่งเสียงเตือน, เรียกหาผู้ปฏิบัติงาน, หรือคัดชิ้นส่วนออก สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากจากวัฏจักรหนึ่งไปวัฏจักรหนึ่ง และชิ้นส่วนหนึ่งไปยังชิ้นส่วนหนึ่งนั้นยากเกินจะควบคุมได้แต่หุ่นยนต์มีความละเอียดอ่อน และแข็งแรงพอที่จะกำหนด, ตรวจจับ และตอบสนองได้อย่างเหมาะสม

หุ่นยนต์อาจแยกออกเป็นสองประเภท คือ

1) Fixed Robots คือ หุ่นยนต์ที่ถูกตรึงกับฐานที่ถูกยึดคงที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อิสระ

2) Mobile Robots คือ หุ่นยนต์ที่ไม่ถูกตรึงกับฐานที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยที่ฐานมีล้อหรือ ต้นระบบ

สรุปได้ว่าหุ่นยนต์คือ "เครื่องจักรที่สามารถโปรแกรมได้ และควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนที่สิ่งของผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือเครื่องมือเพื่อทำงาน หุ่นยนต์สามารถตัดสินใจและมีการตอบสนองกับสภาพแวดล้อมได้อย่างชาญฉลาด สามารถรับและส่งข้อมูลให้กับสิ่งรอบข้าง แต่อาจจะเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ ได้หรือไม่ได้ก็ได้"

จากทั้งสองประเภทของหุ่นยนต์คือ Fixed Robots และ Mobile Robots หุ่นยนต์ประเภทที่สองค่อนข้างจะเป็นหุ่นยนต์ที่มีความยืดหยุ่นสูงกว่าประเภทแรก ซึ่งในโครงงานนี้ก็จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับ Mobile Robot

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

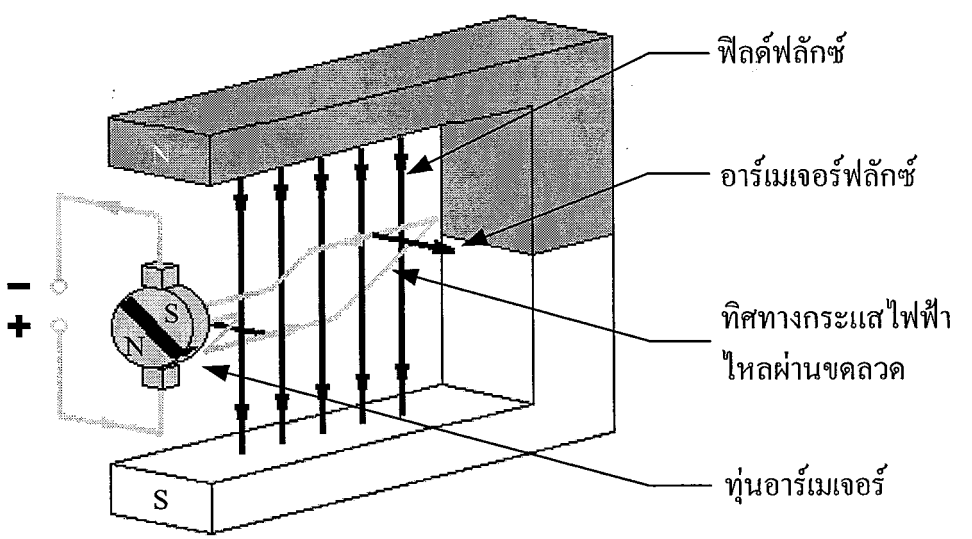
นิยามของมอเตอร์ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยอาศัยหลักการดูด และผลักของสนามแม่เหล็ก

ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ ส่วนตรงข้ามจะเป็นขั้วที่ต่างกัน เรียกว่า "โพล" (Pole) ซึ่งจะให้สนามแม่เหล็กออกมาเรียกว่า "ฟิลด์ฟลักซ์" (Field Flux)

ส่วนแท่งเหล็กที่พันรอบด้วยเส้นลวดอาบฉนวนที่ติดอยู่กับแกนหมุนหรือทุ่นอาร์เมเจอร์ (Armature) จะให้สนามแม่เหล็กออกมา เรียกว่า "อาร์เมเจอร์ฟลักซ์" (Armature Flux)

ในรูปที่ 2.1 แสดงการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยสมมติว่า จ่ายแรงดันไฟบวกให้ขั้วเหนือ (N) และแรงดันไฟลบให้ขั้วใต้ (S) ทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของเส้นลวดที่พันรอบทุ่นอาร์เมเจอร์ ทำให้เกิดอาร์เมเจอร์ฟลักซ์ส่งแรงผลักทุ่นอาร์เมเจอร์เริ่มแรกให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยมีฟิลด์ฟลักซ์ที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กทั้งสองเป็นแรงเสริมให้ทุ่นอาร์เมเจอร์หมุน

ในทางกลับกันถ้ากลับแหล่งจ่ายแรงดัน คือ จ่ายแรงดันไฟบวกให้กับขั้วใต้และแรงดันไฟลบให้ขั้วเหนือ จะทำให้เกิดอาร์เมเจอร์ฟลักซ์ส่งแรงผลักทุ่นอาร์เมเจอร์เริ่มแรก ในทิศทางตรงกันข้ามคือหมุนทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.1 การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

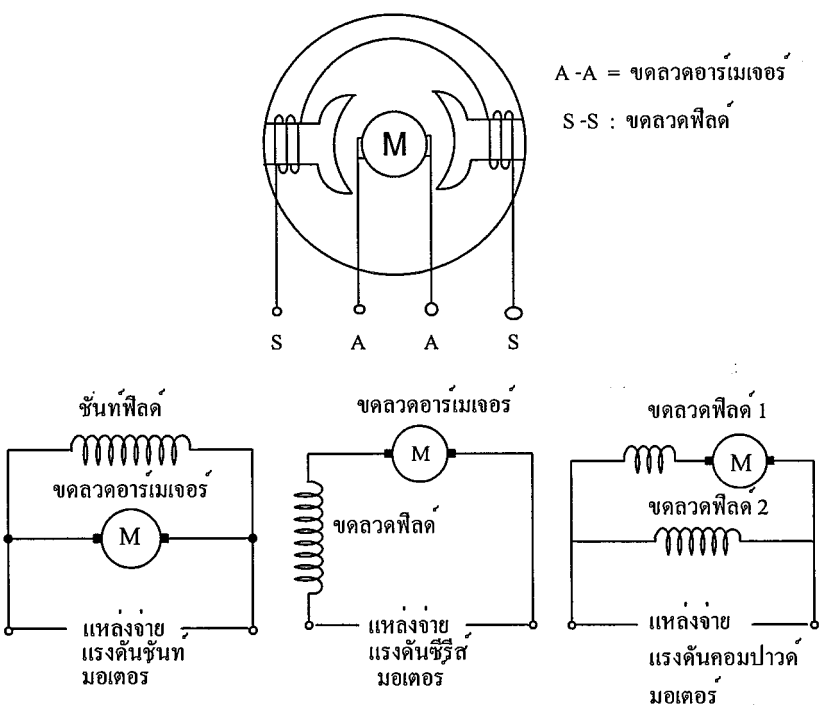
2.3.1 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า มอเตอร์ดีซี และที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟสลับเรียกว่า มอเตอร์เอซี นอกจากนั้นยังมีมอเตอร์ขนาดเล็กซึ่งอาจขับเคลื่อนได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ดีซีจะตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงโดยสิ้นเชิง แต่

สำหรับโครงสร้างแล้วจะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ทำหน้าที่ของมอเตอร์ดีซีได้

2.3.2 ชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปแยกได้เป็นสองชนิด คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยหลักการแล้วจะประกอบด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์และขดลวดฟิลด์ เมื่อเราต่อมอเตอร์ในลักษณะของขดลวดเหล่านี้ผสมกันแล้วจะได้ชนิดของมอเตอร์ไฟตรงเป็น 3 ชนิดคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) ลักษณะของมอเตอร์ทั้งสามแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.2 สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น มีข้อดีในแง่การควบคุม ซึ่งเราสามารถควบคุมความเร็วได้โดยง่าย แต่ปัญหาในแง่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และราคาของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นข้อจำกัดที่ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีผู้ใช้งานน้อยลง



รูปที่ 2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

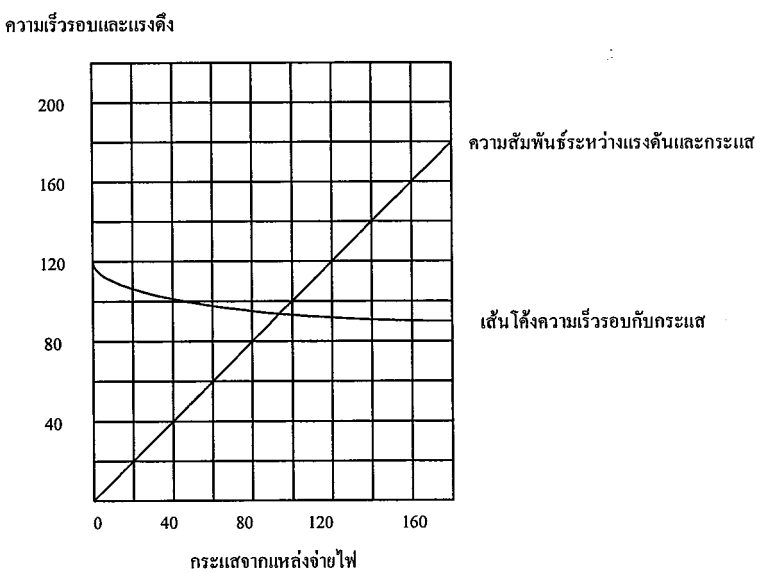
2.3.3 คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt)

สำหรับกรณีของมอเตอร์แบบขนาน เนื่องจากวงจรขนาน และวงจรอาร์เมเจอร์ซึ่งต่อขนานกันได้รับไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าชุดเดียวกัน เมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายและความต้านทานสนามที่ค่าคงที่ ถึงแม้ว่าโหลดจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงก็ตามจะได้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าคงที่ เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และกระแสจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.3

ขณะมอเตอร์ทำงานถ้าทำการลดโหลดให้มีค่าต่ำลง I_a จะมีค่าต่ำลงด้วย แต่เนื่องจาก Φ มีค่าเกือบคงที่ เมื่อ V คงที่ ดังนั้นความเร็วรอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตรงกันข้ามถ้าให้โหลดหรือกระแส I_a มีค่าลดลงความเร็วรอบจะลดลงน้อยมาก นั่นคือ การรักษาระดับความเร็ว (Speed Regulation) มีค่าน้อยมาก ดังแสดงด้วยเส้นโค้งในรูปที่ 2.3 และเส้นโค้งนี้เรียกว่า เส้นโค้งความเร็วรอบกับกระแสซึ่งมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงในระดับแนวนอน

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น เป็นกรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ (Amateur Reaction) ถ้าคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วยแล้ว สำหรับกรณีที่ I_a มีค่าน้อยๆ Φ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยกรณีที่ I_a มีค่ามากๆ Φ จะมีค่าลดลงบ้างเล็กน้อยทำให้การรักษาระดับความเร็วในภาวะการเปลี่ยนแปลงของโหลด มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์

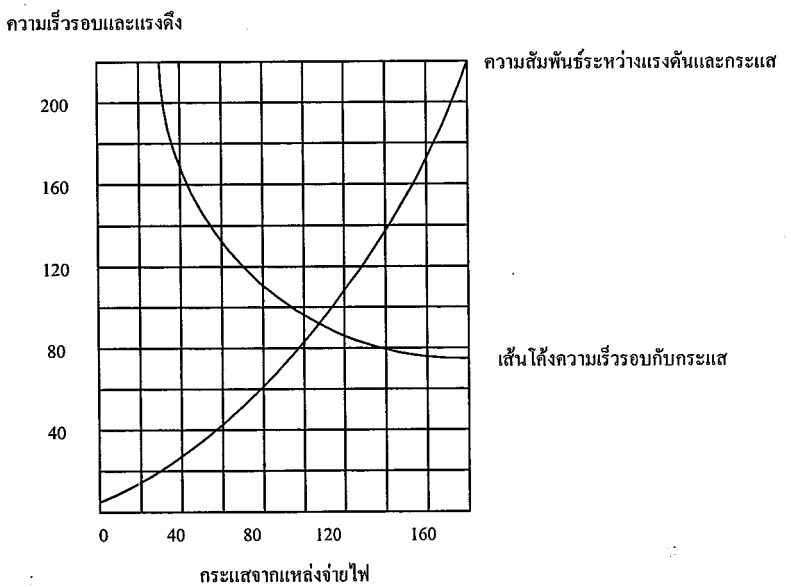


รูปที่ 2.3 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

จากคุณสมบัติอันนี้จะเห็นว่ามอเตอร์แบบขนานจะเหมาะกับงานที่ต้องการลักษณะการรักษาระดับความเร็วน้อยๆ เป็นอย่างยิ่ง เช่น งานด้านเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดึงสูงๆ

2) มอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม (Series)

มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบได้ แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของดีซีมอเตอร์แบบอนุกรม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจะต่างกับแบบขนานตรงที่ว่า Φ จะไม่คงที่ แต่จะมีค่าเพิ่มลดตามกระแส I_a และในบริเวณเส้นตรง ที่อยู่ต่ำกว่าส่วนโค้งงอของเส้นโค้งแมกเนไตเซชั่น (Magnatrization) ลงมา

โดยทั่วไปมอเตอร์จะใช้กระแส 1.3 - 1.7 เท่า ของกระแสพิกัดในการขับเคลื่อนให้หมุน ดังนั้น แรงดึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนจะมีค่ามากกว่าแรงดึงที่กระแสพิกัดมาก ยิ่งให้กระแสขับเคลื่อนมีค่ามากแรงดึงขับเคลื่อนจะยิ่งมีค่ามากขึ้นเช่นกัน นั่นคือ ถ้าใช้กระแสขับเคลื่อนในอัตราส่วนที่เท่าๆ กันมอเตอร์อนุกรมจะใช้แรงดึงขับเคลื่อนได้มากกว่า

มอเตอร์แบบขนานจัดอยู่ในประเภทความเร็วรอบคงที่ ขณะที่มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนค่าความเร็วรอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4

จากเส้นโค้ง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้ จะเห็นว่าไม่ว่าจะทำการขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดต่ออยู่น้อยมาก โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิกัดหรือจะทำการปลดโหลดออกหมด หรือเพียงบางส่วนในขณะมอเตอร์ทำงานก็ตาม ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ซึ่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า รันอะเวย์ (Run Away) และจำเป็นที่จะต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้น ดังนั้นในกรณีของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมจึงตั้งเป็นกฎห้ามไม่ให้ใช้สายพานในการหมุนขับเคลื่อนระหว่างตัวมอเตอร์กับโหลด ทั้งนี้เพราะถ้าสายพานขาดหรือหลวมคลายตัวออกจะทำให้มอเตอร์เกิดการรันอะเวย์ได้

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound)

มอเตอร์ดีซีที่อาศัยคุณสมบัติการทำงานร่วมกันของขดลวดอนุกรม (ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องสูง) และขดลวดแบบขนาน (ให้ความเร็วรอบเกือบคงที่) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ มอเตอร์ดีซีแบบผสม มอเตอร์ชนิดนี้จะให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดอนุกรมในช่วงเริ่มเดินเครื่องจึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมในช่วงนี้ กล่าวคือให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องที่สูงกว่ามอเตอร์ดีซีแบบขนานในปริมาณของกระแสเริ่มเดินเดียวกัน หลังจากนั้นมีความเร็วรอบ n สูงขึ้นเรื่อยๆ กระแส I_a ซึ่งไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะน้อยลงเรื่อยๆทำให้คุณสมบัติของ ขดลวดอนุกรมที่แสดงออกลดน้อยลง ช่วงการทำงานของมอเตอร์ชนิดนี้จะแสดงคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ดีซีแบบขนาน คือ ให้ความเร็วรอบที่เกือบคงที่มอเตอร์ดีซีแบบผสมนี้เหมาะที่จะ นำไปขับเคลื่อนโหลดในลักษณะเช่น ลิฟต์ เป็นอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมการผลิตบางชนิด ต้องการความเร็วรอบคงที่ตลอดไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตามนั้น แม้จะเลือกใช้มอเตอร์ดีซีแบบขนานก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะจากคุณสมบัติทางด้านความเร็วรอบของมอเตอร์แบบขนานนี้จะเห็นว่า เมื่อโหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนความเร็วรอบจะมีค่าไม่เท่ากัน

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้มอเตอร์ดีซีแบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์ และในช่วงการเปลี่ยนแปลงของโหลดจากสภาวะไร้โหลดจนถึงโหลดเต็มที่นั้น จะให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนในสมการความเร็วรอบเท่ากัน ดังนั้นการรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีค่าประมาณศูนย์

เนื่องจากมอเตอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์นั้นมีข้อเสียมาก จึงไม่นิยมใช้ในกรณีที่ต้องใช้มอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบที่คงที่จะหันไปใช้มอเตอร์เอซีชนิดอื่นแทน

2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้ 2 วิธี คือ

1) การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะแปรผันตรงกับแรงดันที่ใส่ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด (Base Speed) หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุดส่วนกำลังออกของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วเป็นเส้นตรง โดยจะมีกำลังออกสูงสุดความเร็วที่กำหนด การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงโดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วจะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดลง การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูงโดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นไม่เช่นนั้นจะเป็นการเกินกำลังของมอเตอร์

2.3.5 การกลับทิศทางการหมุน

การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมี 2 วิธี คือ

1. เปลี่ยนทิศทางกระแสที่ไหลผ่านอาเมเจอร์
2. เปลี่ยนทิศทางกระแสที่ไหลผ่านวงจรขดลวดฟิลด์

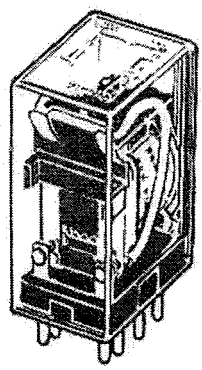
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถกลับทิศทางการหมุนได้โดยการสลับขั้วสายของมอเตอร์ทั้งนี้เพราะว่าจะทำให้กระแสที่ไหลผ่านทั้งอาเมเจอร์และขดลวดฟิลด์เปลี่ยนทิศทางพร้อมกันเป็นผลให้มอเตอร์หมุนในทิศทางเดิม

2.4 รีเลย์

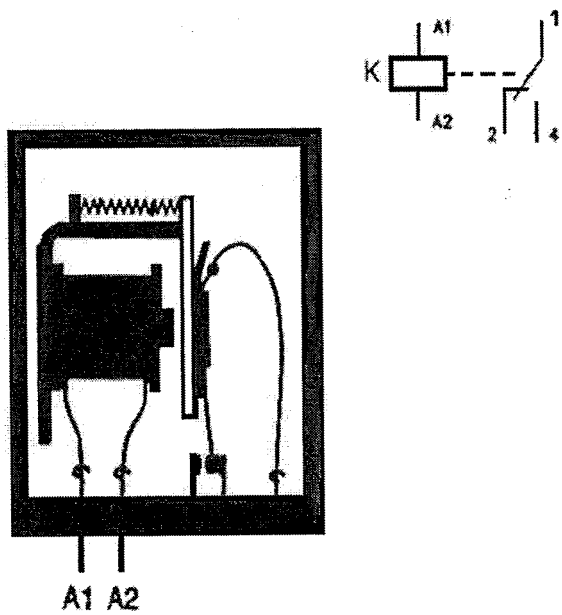
ในวงจรควบคุมที่ยุ่งยากในระบบไฟฟ้าจะไม่สามารถใช้สวิตช์เพียงอย่างเดียวในการควบคุมจำเป็นต้องนำรีเลย์เข้ามาช่วย เพราะภายในตัวของรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสจำนวนหลายชุดอยู่ภายในจึงสามารถใช้ควบคุมในงานที่ยุ่งยากได้ รีเลย์เป็นสวิทซ์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม

2.4.1 โครงสร้างของรีเลย์

โครงสร้างของรีเลย์ ประกอบด้วยแกนเหล็ก 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่โดยจะมีขดลวดพันอยู่รอบๆ เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กในกรณีที่มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดและจะทำให้เกิดแรงดูดได้ สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยแกนเหล็กชุดนี้จะมีหน้าสัมผัสยึดติดอยู่



รูปที่ 2.5 ลักษณะของรีเลย์



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของรีเลย์

2.4.2 ประเภทของรีเลย์

รีเลย์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1) แบบกลไกไฟฟ้า (Eletromachanical Relay : EMR) ที่มีขั้วต่อของขดลวดสองขั้วต่อ เพื่อเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เกิดการดูดแขนของหน้าสัมผัสของจุดต่อออกไปใช้งาน

2) แบบโซลิดเสตต (Solid-State Relay : SSR) จะเป็นการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมการทำงาน เช่น SCR เป็นต้น

3) แบบออปโตคัปเปิล (Optocouple Relay) เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เชื่อมโยงทางแสงทำให้มีประสิทธิภาพในการแยกกันอย่างเด็ดขาดของวงจรควบคุมกับวงจรทางเอาต์พุตของรีเลย์

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์

พารามิเตอร์	ออปโตคัปเปิล	กลไกไฟฟ้า	โซลิดเสตต
ความเชื่อถือได้สูง	✓		✓
ข้อจำกัดอายุการใช้งาน	✓		✓
ความเร็วในการทำงาน	✓		✓
เสถียรภาพหน้าสัมผัส 100 เปอร์เซ็นต์	✓		✓
เงียบไม่มีเสียงรบกวน	✓		✓
ไม่มีสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า	✓		✓
ความเข้มสนามแม่เหล็ก	✓		✓
ขนาดเล็กความหนาแน่นสูง	✓		✓
ตำแหน่งในการติดตั้งได้กว้างขวาง	✓		✓
คุณสมบัติในการแยกอินพุตและเอาต์พุตสูง (5000 โวลต์ ขึ้นไป)	✓	✓	
เลือกสัญญาณอนาลอก/ดิจิตอลได้	✓	✓	
ปัญหาในการทำงานกระโดดข้ามเป็นศูนย์	✓	✓	
ตัวถังบรรจุแบบ SO	✓		
การทำงานแบบขนาน	✓		
ควบคุมขอบขาขึ้นและขอบขาลงของเวลา	✓		
สวิตซ์กระแสได้ประมาณ 4 แอมป์	✓	✓	✓

จากตารางที่ 2.1 จะสังเกตเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นรีเลย์สมัยใหม่ เช่น โฟโตมอสเฟสรีเลย์ นั้นมีประสิทธิภาพการทำงาน และเป็นที่นิยมค่อนข้างมากกว่ารีเลย์แบบโซลิดเสตต และแบบกลไฟฟ้า แต่อย่างไรยังคงใช้งานกันอยู่มากเช่นกัน เนื่องจากรีเลย์แบบเก่านั้นสามารถ

รองรับโหลดที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสได้ค่อนข้างสูงกว่า โฟโตมอสเฟสรีเลย์ เพราะรีเลย์สมัยใหม่นั้นจะสามารถรองรับโหลดได้ประมาณ 1 แอมป์ นั้นถือว่ามากแล้วรวมทั้งหาซื้อได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีการสร้างรีเลย์ให้รองรับโหลดทางเอาท์พุทได้มากขึ้น เช่น ขนาด 4 แอมป์ 60 โวลต์

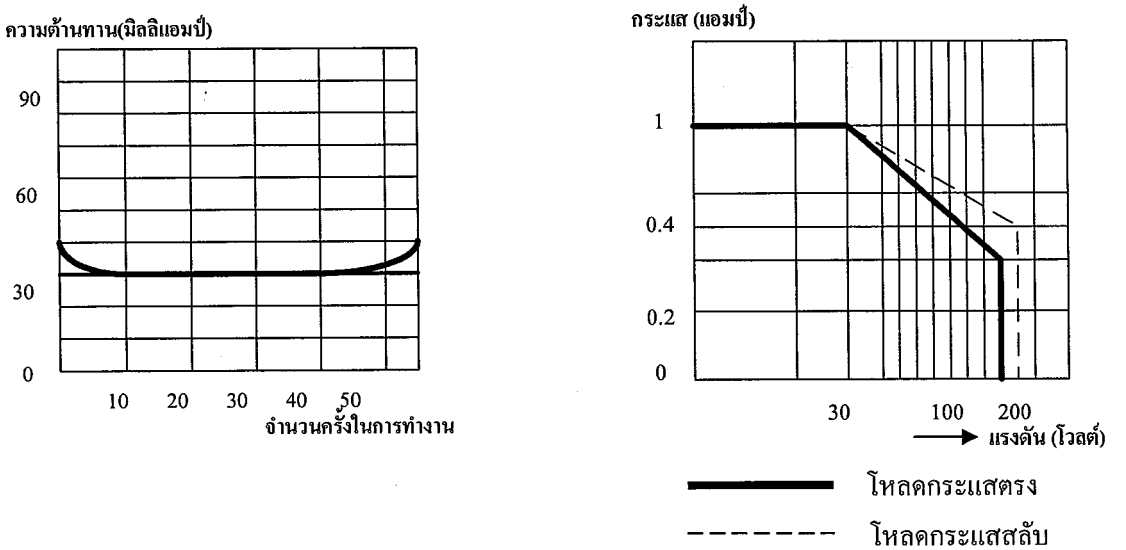
2.4.3 คุณลักษณะของรีเลย์ (แบบกลไกไฟฟ้า)

กล่าวถึงรีเลย์อันดับแรกควรพิจารณาถึงคุณลักษณะของหน้าสัมผัสโดยแรกเริ่มก่อนการใช้งานนั้น ค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสรีเลย์ จะมีค่าสูงสุดซึ่งค่าความต้านทานแรกเริ่มของหน้าสัมผัสรีเลย์ (Initial Resistance) คือ ค่าที่วัดโดยที่รีเลย์ตัวนั้นยังไม่ถูกใช้งานเลยหรือยังไม่เคยต่อใช้งานในวงจรเลย โดยปกติค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสนี้ จะสามารถวัดได้ด้วยการจ่ายกระแสผ่านเข้าไปยังหน้าสัมผัสแรกเริ่มนี้ จะต้องไม่มีค่าแรงดันตกคร่อมหน้าสัมผัส

โดยรูปที่ 2.7 (ก) จะแสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัดของค่าความต้านทานหน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ยังไม่ใช้งาน กับรีเลย์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วประมาณ 100,000 ครั้งค่าความต้านทานนี้จะลดลงตามจำนวนครั้งของการทำงานของหน้าสัมผัส อันเป็นสาเหตุเนื่องจากหน้าสัมผัสของรีเลย์ จะถูกทำให้ราบเรียบตามอายุการใช้งาน และจะทำให้มีค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสลดลงไปด้วย ลักษณะของการเสียหายของหน้าสัมผัสนี้จะพบมากในรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเป็นแผ่นทองแดง การใช้งานเริ่มต้นของหน้าสัมผัสรีเลย์นั้น ในทางปฏิบัติหากไม่มีการป้องกันที่เหมาะสมแล้วก็หมายถึงสัญญาณอันตรายต่อหน้าสัมผัสที่อาจจะเกิดการอาร์กหรือสปาร์กของหน้าสัมผัสขณะทำงานได้ ดังนั้นลักษณะของกราฟในรูปที่ 2.7 (ก) ก็จะแสดงออกมาเป็นเส้นโค้งและจะค่อยๆ โค้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดอายุการใช้งานของรีเลย์ นั่นคือเมื่อถึงที่สุดแล้วค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสก็จะยิ่งสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งไม่ได้ผลดีเลย ดังนั้นก่อนเวลานั้นมาถึงก็ต้องเปลี่ยนรีเลย์ใหม่มาแทนที่ สำหรับรีเลย์แบบโซลิดเสตตและโฟโตมอสเฟตรีเลย์จะมีรูปกราฟที่ราบเรียบตลอดอายุการใช้งาน คือ จะไม่มีผลที่เกิดจากหน้าสัมผัส

รูปที่ 2.7 (ข) จะแสดงถึงค่ากำลังงานของหน้าสัมผัสที่คิดตามผลของกระแส และแรงดันอันเป็นตัวกำหนดค่าจำกัดสูงสุดทางไฟตรง และค่าจำกัดสูงสุดทางแรงดันไฟสลับ สังเกตว่าเมื่อรีเลย์ถูกจำกัดกระแสที่หน้าสัมผัสสูงสุดไว้ที่ 1 แอมป์ทั้งไฟตรงและไฟสลับก็หมายความว่าหน้าสัมผัสขณะนั้นจะผ่านกระแสสูงสุดได้ 1 แอมป์ ที่ค่าแรงดันสูงสุด 30 โวลต์ เมื่อคิดออกมาแล้วข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสจะเท่ากับ 30 วัตต์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หน้าสัมผัสรีเลย์จะทนต่อกระแสต่ำลง เมื่อค่าแรงดันที่หน้าสัมผัสเพิ่มขึ้น และกราฟตามรูปที่ 2.7 (ข) นี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสสามารถทน หรือรองรับได้โดยไม่เกิดความเสียหาย



(ก) ความต้านทานหน้าสัมผัส (ข) อัตราทนกระแสและแรงดัน

รูปที่ 2.7 คุณสมบัติของรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า

การคาดการณ์ หรือกำหนดคุณสมบัติด้านอายุการใช้งานของรีเลย์ทางกลไกในลักษณะทำงาน และไม่ทำงานโดยปราศจากโหลดที่หน้าสัมผัสเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าและจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับนั้น สามารถประมาณอายุหรือกำหนดอายุการใช้งานของรีเลย์ได้ง่ายกว่าการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้า เนื่องจากการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้านั้น ต้องอาศัยองค์ประกอบ หรือต้องทำการทดสอบภายใต้โหลดที่ต่ออยู่ทางหน้าสัมผัสและโหลดทางไฟฟ้าที่จะนำมาทดสอบนั้นก็มีมากมายหลายชนิด เช่น ขดลวดเหนี่ยวนำ มอเตอร์ ค่าความจุหลอดไฟฟ้าและอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งโหลดเหล่านี้จะมีความต้องการทางกำลังงานไม่เท่ากันเมื่อคิดตามชนิดของโหลดที่ต่อกับหน้าสัมผัส ดังนั้นการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าจึงไม่สามารถกำหนดค่าที่แน่นอนได้

อย่างไรก็ตามการทดสอบอายุการใช้งานทางไฟฟ้าก็ยังสามารถทดสอบได้ เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพของอายุการใช้งานของรีเลย์ ด้วยการทดสอบทางไฟฟ้ากับโหลดที่เป็นตัวต้านทานบริสุทธิ์จะไม่เปลี่ยนแปลงของค่านอกจากจะมีการกำหนดค่าใหม่ แต่ตัวต้านทานนี้ก็ต้องใช้แบบไวร์วาล์ว ดังนั้นก็จะสามารถกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าได้ภายใต้ค่าความต้านทานที่กำหนด เพราะฉะนั้นอายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับชนิดของโหลดที่นำมาทดสอบและกำหนดไว้เป็นชนิดไป แต่ก็เป็นการยากที่ผู้ใช้จะทดสอบด้วยตนเอง ดังนั้นข้อมูลการทดสอบเหล่านี้จะถูกระบุหรือถูกทดสอบออกมาจากโรงงานผู้ผลิตเรียบร้อยแล้ว

คุณสมบัติของค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ โดยมาตรฐานแล้วค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์จะอยู่ในหน่วยของมิลลิวินาที เนื่องจากว่าขณะที่รีเลย์ทำงานนั้นหน้าสัมผัสจะสั่นสะเทือนหรือกระโดด ช่วงจังหวะนี้เองจึงเป็นช่วงเวลาที่คลุมเครืออยู่ว่าจะกำหนดค่าเวลาการทำงานรีเลย์จริงๆที่ช่วงเวลาใดหรือสภาวะหน้าสัมผัสขณะทำงานหรือก่อนเริ่มทำงานได้อย่างต่อเนื่องมากกว่ารีเลย์แบบโซลิดเสตดเพราะแบบหลังนี้จะไม่มีส่วนกลไกที่เคลื่อนไหวเลย

ดังนั้นค่าระยะเวลาในการทำงานของโซลิดเสตดรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า ค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ที่เป็นมาตรฐานระบุไว้ คือ 30 มิลลิวินาที

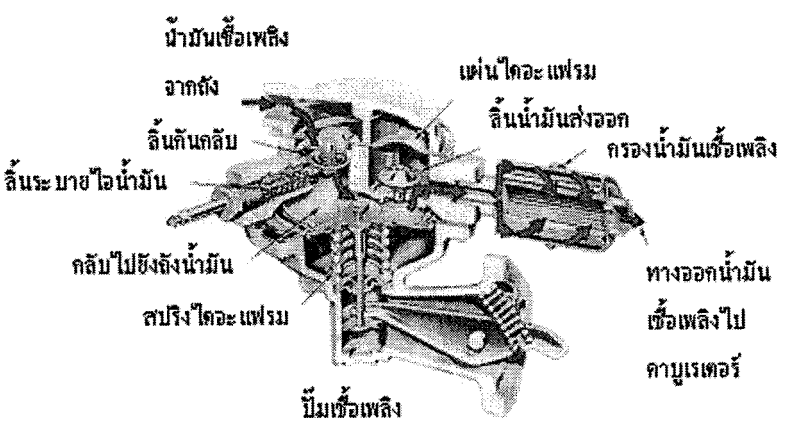
2.5 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ในระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยแรงดัน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำหน้าที่ดูดน้ำมันจากถังแล้วส่งไปยังคาร์บูเรเตอร์ ทั้งนี้เป็นเพราะถังน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกติดตั้งให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าคาร์บูเรเตอร์

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์มีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไกและแบบไฟฟ้า

2.5.1 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไก

จะถูกติดตั้งอยู่ด้านข้างของเครื่องยนต์ ปั๊มจะทำงานได้โดยอาศัยลูกเบี้ยวที่เพลาลูกเบี้ยวกดกระเดื่องของปั๊ม เพื่อทำให้แผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนตัวขึ้นลงดูดน้ำมันผ่านลิ้นกันกลับทั้งสองซึ่งทำหน้าที่ให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลผ่านในตำแหน่งที่แตกต่างกัน รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบกลไก



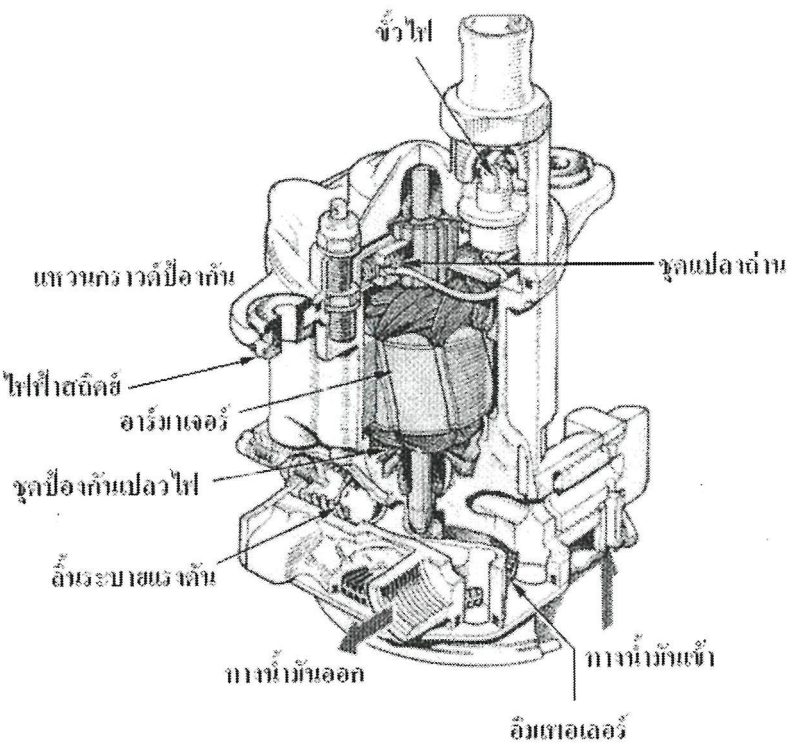
รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไก

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.2 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบไฟฟ้า

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบไฟฟ้าดีกว่าปั๊มน้ำมันแบบกลไกอย่างมากเนื่องจากปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบไฟฟ้าสามารถจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังคาร์เรเตอร์ได้อย่างทันทีที่ผู้ขับขี่เปิดสวิตช์เพื่อสตาร์ทเครื่องยนต์และยังสามารถปรับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ได้อย่างแน่นอน

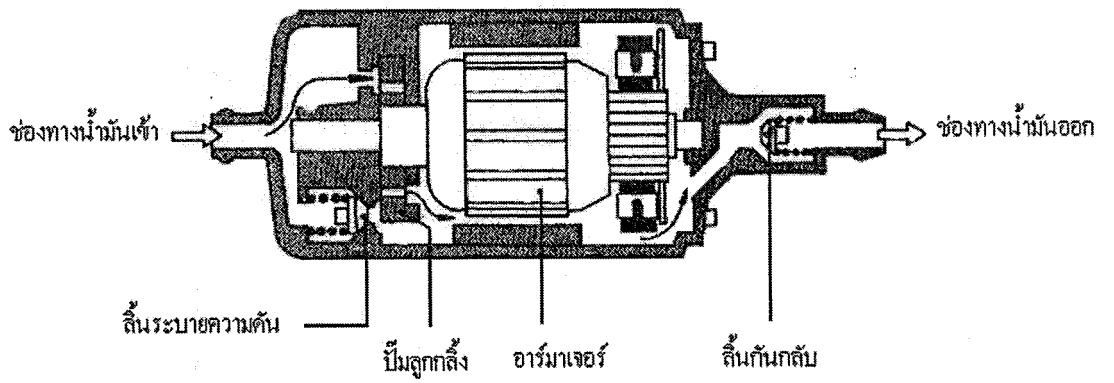
ปั๊มไฟฟ้าไม่จำเป็นที่จะต้องติดตั้งกับเครื่องยนต์โดยตรง แต่โดยทั่วไปจะถูกติดตั้งอยู่ภายในถังน้ำมันในรูปที่ 2.9 เป็นปั๊มน้ำมันแบบไฟฟ้า



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของปั๊มน้ำมันแบบไฟฟ้า

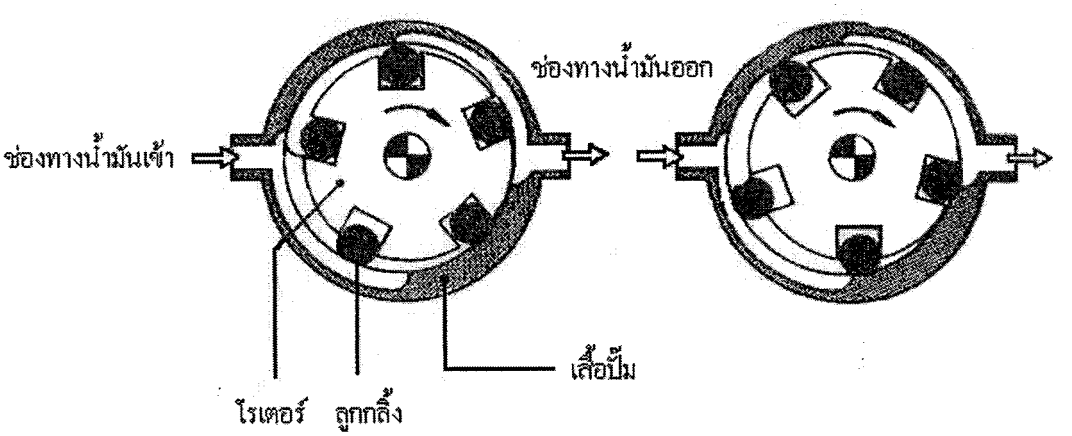
ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงมีหน้าที่ปั๊มน้ำมันจากถังส่งไปยังหัวฉีด (Injector) และหัวฉีดสตาร์ทเย็น (Cold Start Injector) ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการสูงสุดของเครื่องยนต์ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นปั๊มแบบลูกกลิ้ง (Roller Cell Pump) หรือในเครื่องยนต์บางรุ่นอาจเป็นแบบใบพัด (Turbine Pump) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงนี้จะได้รับกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งประกอบรวมเป็นชุดเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.10

59495



รูปที่ 2.10 ปั๊มไฟฟ้า (Electric Fuel Pump)

ส่วนในรูปที่ 2.11 จะเป็นลักษณะของปั๊มลูกกลิ้ง ซึ่งจัดเป็นปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ลักษณะการทำงานของโรเตอร์ และลูกกลิ้งในการจ่ายน้ำมันเข้าและออก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปั๊มไฟฟ้า



รูปที่ 2.11 ปั๊มลูกกลิ้ง (Roller-Cell Pump)

2.5.3 การทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

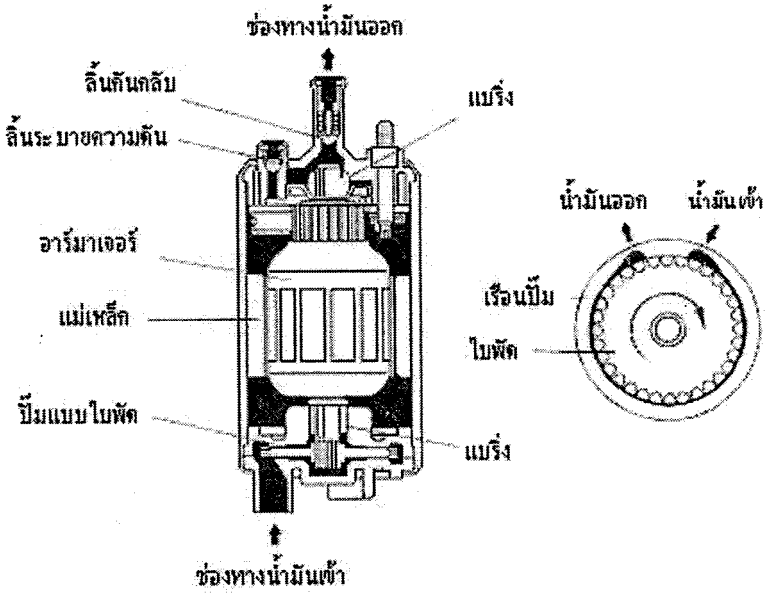
ปั๊มลูกกลิ้งประกอบด้วยเสื้อปั๊ม ซึ่งภายในมีตัวโรเตอร์สวมอยู่ในลักษณะเยื้องศูนย์กัน เมื่อโรเตอร์หมุน ลูกกลิ้ง (Roller) ที่อยู่ในร่องของโรเตอร์จะเคลื่อนที่ออกมาสัมผัสกับผนังภายในของเสื้อปั๊มด้วยแรงหนีศูนย์กลาง จากการทำงานนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งกับผนังของเสื้อปั๊มรอบๆตัวโรเตอร์อยู่ตลอดเวลาน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกดูดเข้าในส่วนที่มีปริมาตรมาก แล้วถูกอัดออกไปในส่วนที่มีปริมาตรเล็กลงที่ช่องทางออกของปั๊ม

ตัวโรเตอร์ของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกทำให้หมุนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งได้รับกระแสไฟฟ้ามาจากแบตเตอรี่เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ ปั๊มจะเริ่มทำงาน น้ำมันจากถังจะถูกดูดเข้ามาทางช่องทางเข้า ปั๊มลูกกลิ้งจะจ่ายน้ำมันผ่านตัวอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าไปยังลิ้นกันกลับที่บริเวณช่องทางออก เพื่อส่งต่อไปยังหัวฉีด

ลิ้นกันกลับ (Check Valve) จะทำหน้าที่รักษาความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อทางของระบบไว้ในขณะที่เครื่องยนต์หยุดทำงาน ลิ้นกันกลับจะปิดช่องทางน้ำมันออกด้วยแรงดันของสปริง ไม่ให้น้ำมันที่อยู่ในท่อทางไหลย้อนกลับลงถังเมื่อปั๊มหยุดทำงาน ดังนั้น น้ำมันในระบบจึงยังคงมีความดันตกค้างอยู่ หากน้ำมันในระบบไม่มีความดัน จะทำให้เกิดฟองอากาศในท่อทาง โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูง ซึ่งจะเป็นเหตุให้สตาร์ทเครื่องยนต์ในครั้งต่อไปติดยาก

ลิ้นระบายความดัน (Pressure Relief Valve) จะทำหน้าที่ป้องกันความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องปั๊มสูงเกินไป เช่น ในกรณีที่มีการอุดตันที่กรองหรือท่อทางน้ำมัน ความดันของน้ำมันภายในห้องปั๊มจะสูงขึ้นกว่าปกติหากความดันของน้ำมันสูงถึงค่าที่กำหนด (จากแรงดันของสปริง) ลิ้นระบายความดันจะปิดให้น้ำมันไหลกับสู่ด้านน้ำมันเข้าปั๊ม ทำให้ความดันของน้ำมันภายในห้องปั๊มลดลง

จากการที่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงประกอบรวมเป็นชุดเดียวกันกับมอเตอร์ไฟฟ้า และให้น้ำมันไหลผ่านตัวมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้มีข้อดีหลายประการคือ ไม่มีปัญหาเรื่องการรั่วหรือการหล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ พร้อมทั้งยังเป็นการระบายความร้อนไปในตัวอีกด้วย สำหรับการไหลของน้ำมันผ่านตัวมอเตอร์ไฟฟ้านั้น จะไม่ทำให้เกิดการระเบิดเนื่องจากประกายไฟจากแปลงถ่าน แม้ว่าภายในห้องปั๊มจะมีน้ำมันบรรจุอยู่ไม่เต็มก็ตาม ทั้งนี้เพราะว่าการเผาไหม้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าที่เหมาะสม แต่ภายในห้องปั๊มมีปริมาณน้ำมันไหลผ่านมากเมื่อเปรียบเทียบกับอากาศซึ่งมีอยู่เพียงเล็กน้อย ดังนั้นอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงจึงหนาเกินจะที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ได้



รูปที่ 2.12 ปั๊มน้ำมันแบบใบพัด (Turbine Pump)

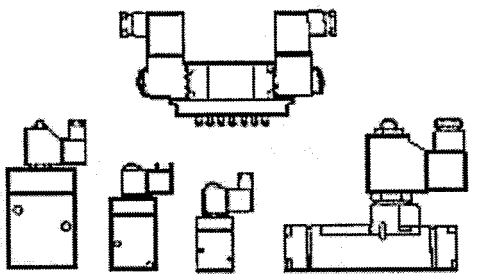
สำหรับปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบใบพัด (Turbine Pump) จะมีลักษณะโครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบนี้มีขนาดค่อนข้างเล็กกะทัดรัดและติดตั้งไว้ในถังน้ำมัน

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานเฉพาะตอนที่เครื่องยนต์มีการทำงานเท่านั้น หากเครื่องยนต์ดับปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะหยุดทำงาน แม้ว่าสวิตซ์จุดระเบิดจะยังเปิดอยู่ (Switch On) ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเครื่องยนต์ดับ เช่น กรณีรถยนต์เกิดอุบัติเหตุ

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของระบบฉีดนี้จะถูกปิดสนิท ไม่สามารถทำการถอดแยกชิ้นส่วนได้ หากมีการขัดข้องหรือชำรุดเสียหายจะต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งชุด

2.6 โซลินอยด์

ในการควบคุมอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ให้ทำงานตามที่ต้องการนั้นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานเปลี่ยนตำแหน่งได้ก็คือ วาล์ว ซึ่งในการเลื่อนวาล์วควบคุมนั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การเลื่อนวาล์วโดยใช้กล้ามเนื้อ การเลื่อนโดยใช้กลไก การเลื่อนโดยใช้ลมควบคุม การเลื่อนโดยใช้ไฟฟ้าควบคุม หรือการเลื่อนโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่งร่วมกัน ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงวาล์วที่ใช้ไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมในการเปลี่ยนตำแหน่ง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โซลินอยด์วาล์ว

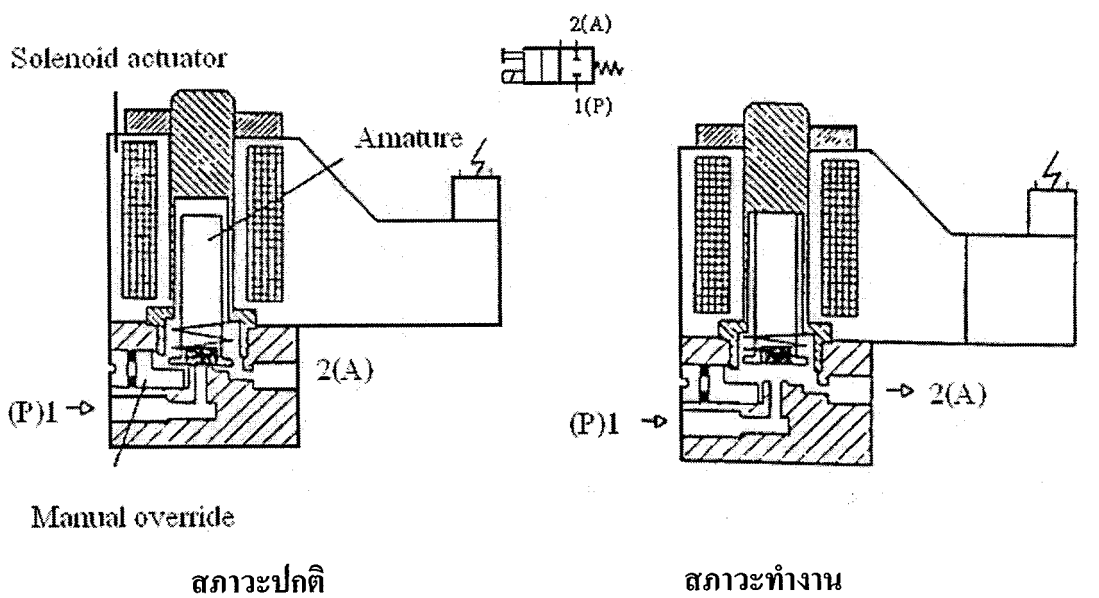


รูปที่ 2.13 ลักษณะโซลินอยด์วาล์วแบบต่างๆ

1) โครงสร้างและหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

โครงสร้างของวาล์วควบคุมโดยทั่วไปซึ่งในที่นี้จะหมายรวมถึง โซลินอยด์วาล์วด้วย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ด้วยกัน คือ วาล์วแบบนั่งบ่า และวาล์วแบบลูกสูบเลื่อน โดยที่วาล์วแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

วาล์ว 2/2 ปกติปิดเลื่อนด้วยโซลินอยด์กลับสู่สภาพเดิมด้วยแรงสปริง

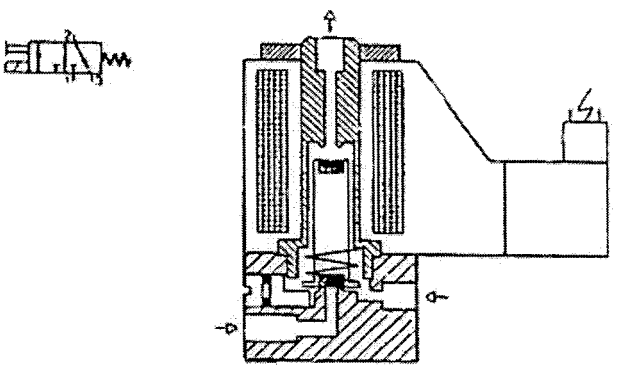


รูปที่ 2.14 สภาวะการทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 2/2

สภาวะปกติ : เมื่อยังไม่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดโซลินอยด์ โซลินอยด์จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็ก แรงสปริงจะดันให้ลิ้นของวาล์วปิดทางลมจาก P ไม่ให้ผ่านไปยัง A

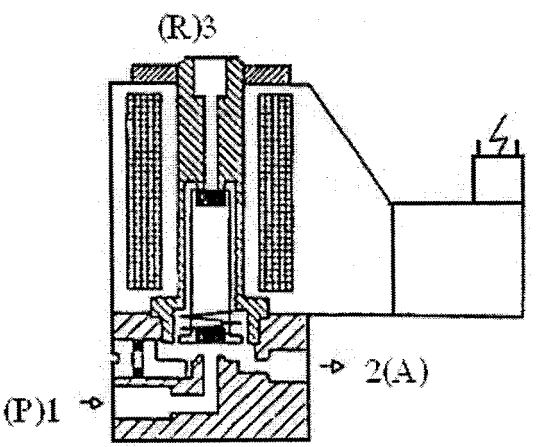
สภาวะการทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็ก เลื่อนลิ้นของวาล์วให้เคลื่อนที่ขึ้นปิดทางลมเป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง A ได้

วาล์ว 3/2 ปกติปิดเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์กลับสู่สภาพเดิมโดยแรงสปริง



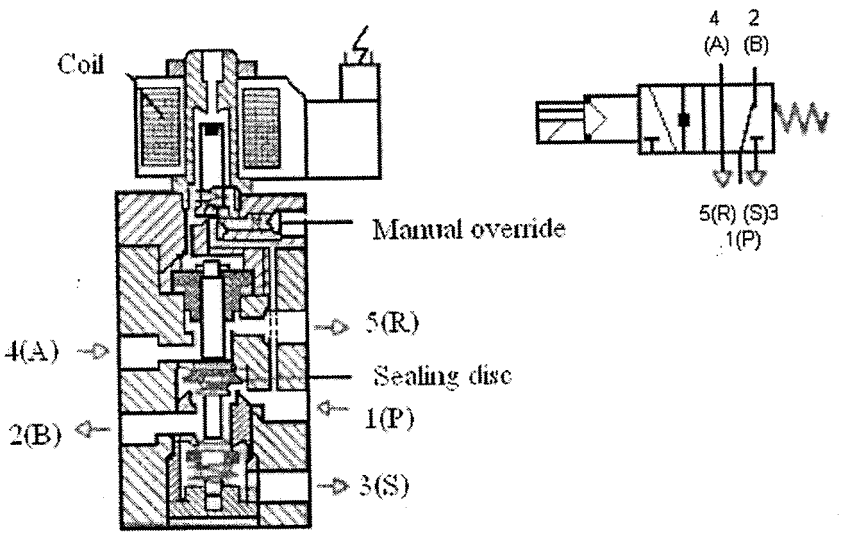
รูปที่ 2.15 สภาวะปกติของโซลินอยด์วาล์วชนิด 3/2

สภาวะปกติ : เมื่อยังไม่มีกระแสไฟไหลเข้าขดลวดโซลินอยด์ โซลินอยด์จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็ก ดังนั้นสปริงจะดันให้ลิ้นของวาล์วปิดทางลมที่มาจากรู P ส่วน A ต่อถึง R



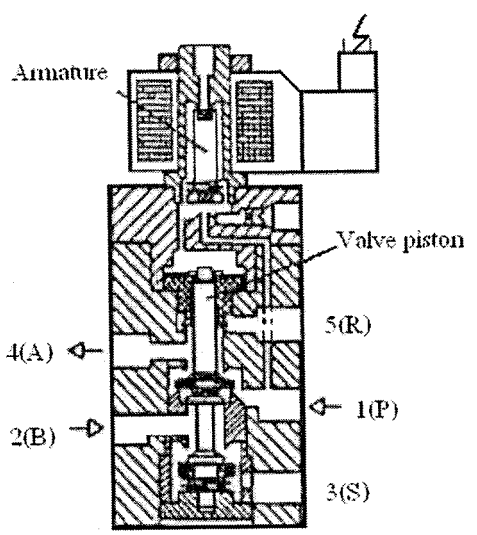
รูปที่ 2.16 สภาวะขณะทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 3/2

สภาวะทำงาน : เมื่อกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ เป็นผลทำให้เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นของวาล์วให้เคลื่อนที่ขึ้น ทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง A ส่วนรู R จะถูกปิด วาล์ว 5/2 ใช้โซลินอยด์และลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วกลับสู่สภาพเดิมด้วยแรงสปริง



รูปที่ 2.17 สภาวะปกติของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2

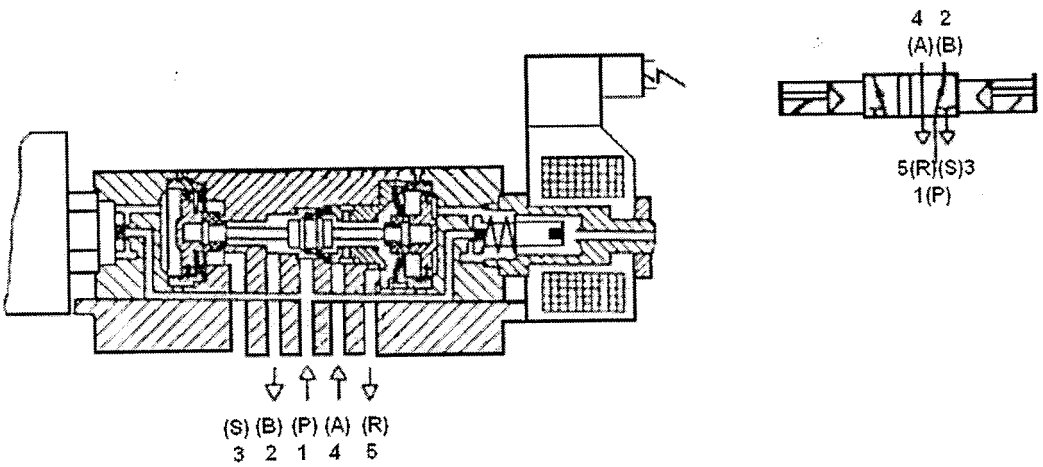
สภาวะปกติ : เมื่อยังไม่มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ โซลินอยด์จะยังไม่มีอำนาจแม่เหล็กแรงสปริงจะดันลิ้นเล็กด้านบนปิดทางลมจาก P ลิ้นใหญ่จะไม่ถูกเลื่อนเป็นผลทำให้รู P ต่อถึงรู B รู A จะต่อถึงรู R ส่วนรู S จะถูกปิด



รูปที่ 2.18 สภาวะขณะทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2

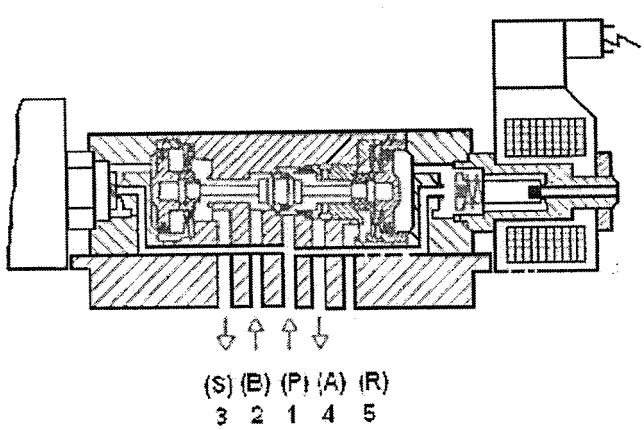
สภาวะปกติ : เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ จะทำให้โซลินอยด์ เกิดอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นเล็กด้านบนให้เปิดทางลม ลมจากรู P จะผ่านลิ้นเล็กด้านบนไปเลื่อนลิ้นใหญ่ ทำให้แรงดันลมจาก P เปลี่ยนทิศทางคือ รู P จะต่อรู A รู B จะต่อรู S ส่วนรู R จะถูกปิด

วาล์ว 5/2 โซลินอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้งสองด้าน



รูปที่ 2.19 สภาวะปกติของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2

สภาวะการทำงาน : เมื่อกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านซ้ายมือ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นเล็กด้านซ้ายมือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางขวามือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง B และ A จะต่อถึง R ส่วนรู S จะถูกปิด

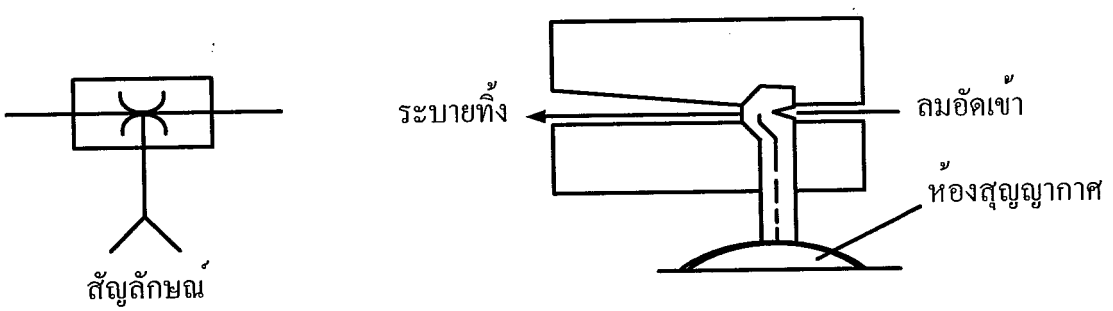


รูปที่ 2.20 สภาวะขณะทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2

สภาวะการทำงาน : เมื่อกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านขวามือ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นเล็กด้านขวามือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางซ้ายมือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P เปลี่ยนทิศทางการไหลคือรู P ต่อถึงรู A รู B ต่อถึงรู S ส่วนรู R จะถูกปิด

2.7 หัวจับสุญญากาศ

หัวจับสุญญากาศจะอาศัยหลักการเอาลมอัดเป่าผ่านคอคอดดังรูปที่ 2.21 เพื่อทำให้บริเวณดังกล่าวเกิดสุญญากาศขึ้น อากาศในหัวจับจะถูกดูดออกมาด้วย ดังนั้นในบริเวณดังกล่าวจึงเกิดสุญญากาศขึ้นเช่นกัน ความดันบรรยากาศภายในก็จะดันให้หัวจับ จับชิ้นงานนั้นได้แน่น ระดับของสุญญากาศจะมีค่ามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเร็วและปริมาณของลมอัดที่พ่นผ่านคอคอดนั้น นอกจากนั้นแรงของหัวจับจะมีค่ามากถ้ามีพื้นในการจับมากขึ้นด้วยเช่นกัน

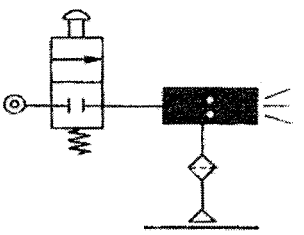


รูปที่ 2.21 โครงสร้างภายในของหัวพ่นลมที่ทำให้เกิดสุญญากาศ

2.7.1 การเดินวงจรของระบบหัวจับสุญญากาศ

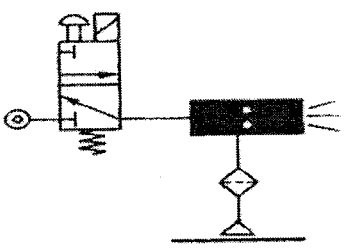
ในชุดอุปกรณ์ทำงานของระบบหัวจับสุญญากาศจะประกอบด้วยหัวพ่นลม และหัวจับสุญญากาศ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการทำมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น ยาง ซิลิกอน สำหรับวงจรที่ใช้เดินในระบบสุญญากาศมีอยู่หลายแบบด้วยกันแล้วแต่ลักษณะงานที่จะนำไปใช้ซึ่งมีอยู่ดังนี้

1. วงจรพื้นฐาน วงจรนี้เป็นวงจรที่ใช้เดินกับหัวจับพื้นฐานทั่วไปคือ วาล์ว 2/2 ลมจะผ่านหัวพ่น ลมออกไปทำให้ที่หัวจับเกิดสุญญากาศขึ้นจับชิ้นงานยกขึ้นมาได้



รูปที่ 2.22 วงจรพื้นฐานของระบบหัวจับสุญญากาศ

2. วงจรพื้นฐานใช้ไฟฟ้าควบคุม วงจรนี้การทำงานเหมือนกับวงจรพื้นฐาน แต่ใช้ไฟฟ้าควบคุมการทำงาน



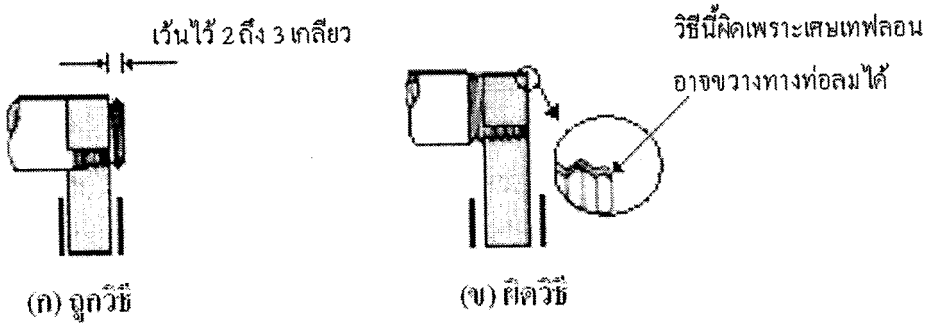
รูปที่ 2.23 วงจรพื้นฐานใช้ไฟฟ้าควบคุม

2.7.2 การเดินท่อลม

ท่อลมที่ใช้เดินในระบบควรจะเป็นท่อลมที่ทำจากไนล่อน สามารถทนแรงดึงได้ถึง 30 kgf/cm^2 ความยาวระหว่างหัวพ่นลมถึงหัวจับสุญญากาศไม่ควรเกิน ½ เมตร เพราะถ้ายาวเกินไปจะทำให้หัวจับสุญญากาศทำงานช้าและอาจได้แรงในการจับไม่ได้ถึงตามที่กำหนดไว้ ส่วนข้อต่อที่ใช้เพื่อต่อเข้ากับอุปกรณ์ควรเป็นชิ้นเดียวกันทั้งหมด ไม่ควรใช้ข้อต่อลมแบบเสียบเพราะในขณะที่เกิดสุญญากาศขึ้นจะทำให้ท่อลมยุบตัวได้

2.7.3 การซีลเกลียว

มีการซีลเกลียวคล้ายกับวงจรนิวแมติกทั่วไป คือจะใช้เทฟล่อนหรือน้ำยาซีลเกลียวเหมือนกัน การพันเกลียวท่อควรเว้นไว้ 2 ถึง 3 เกลียว แล้วจึงพันเกลียวลงไปดังรูปที่ 2.24 หากใช้น้ำยาซีลเกลียวก็ไม่ควรใช้มากจนเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดการขวางทางลมได้



รูปที่ 2.24 การพันเกลียวท่อด้วยเทฟลอน

2.8 อะลูมิเนียม

อะลูมิเนียม (Aluminium หรือ Aluminum) เป็นโลหะที่พบในชีวิตประจำวันและใช้ในงานต่าง ๆ รองจากเหล็กและทองแดง เช่น ใช้ทำภาชนะในครัวเรือน ของใช้อื่นๆ และวัสดุก่อสร้าง อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่นำไปใช้แทนเหล็กและทองแดงมากขึ้นทุกที ข้อดีของอะลูมิเนียมคือเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบากว่าเหล็กและทองแดง (เหล็กมีความหนาแน่น 7,852 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร อะลูมิเนียมมีความหนาแน่น 2,643 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) มีราคาถูกและเนื่องจากน้ำหนักเบา จึงใช้อะลูมิเนียมทำลำตัวของเครื่องบินและอากาศยานแต่เดิมอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงต่ำ แต่ปัจจุบันมีอะลูมิเนียมผสมโดยผสมกับทองแดง แมกนีเซียม แมงกานีส หรือซิลิคอน ซึ่งโลหะผสมเหล่านี้ มีความแข็งแรง และความแข็ง (Hardness) สูงกว่าอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มาก เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไวต่อการรวมตัวกับออกซิเจนมาก แร่อะลูมิเนียมจึงมีอะลูมิเนียมในรูปออกไซด์ทั้งสิ้นทำให้การถลุงอะลูมิเนียมไม่สามารถใช้เตาต่าง ๆ ที่ใช้ถลุงเหล็กหรือทองแดงหรือโลหะอื่นได้ เพราะอะลูมิเนียมเมื่อถลุงออกมาได้จะกลายเป็นออกไซด์ทันที อะลูมิเนียมปนอยู่ทั่วไปบนผิวโลกในรูปของดินเหนียว แร่ที่ใช้ผลิตอะลูมิเนียมคือแร่บอกไซด์ สูตรทางเคมีคือ Al_2O_3 $X(H)_2O$ โดยปนอยู่กับออกไซด์ของเหล็ก ซิลิคอน และไทเทเนียม (Titanium) ออกไซด์ของอะลูมิเนียมมีชื่อเรียกว่า อะลูมินา (Alumina) แร่อะลูมิเนียมจึงเป็นแร่ที่มีราคาถูกเพราะหาได้ง่าย

การผลิตอะลูมิเนียมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนแรกเป็นการแยกให้ได้ออกไซด์อะลูมีเนียมอย่างเดียว (Pure Al_2O_3) จากแร่ออกไซด์ โดยอะลูมินาได้มาจากการแปรสภาพของสินแร่บอกไซท์ (Bauxite) ด้วยโซดาไฟภายใต้สภาวะไฮโดรเทอร์มอลปานกลาง (Hydrothermal Condition) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแยก Al_2O_3 ออกจากสินแร่ ความสามารถในการละลายของ Al_2O_3 ในโซดาไฟขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

องค์ประกอบทั้งหมดที่อยู่ในสินแร่อะลูมิเนียมเป็นสารค่อนข้างทำปฏิกริยาได้ยาก และซิลิกาที่ละลายในโซดาไฟกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการฟอร์มตัวของสารละลายโซเดียมอะลูมิเนตที่สามารถแยกเอาสิ่งปนเปื้อนออก และการตกตะกอนของ $Al(OH)_3$ บริสุทธิ์ในสารละลายหลังจากที่เย็นตัวลงแล้ว

กระบวนการแปรสภาพของสินแร่บอกไซท์ เริ่มจากการเตรียมสินแร่บอกไซท์ โดยการผสมองค์ประกอบให้ได้ส่วน และนำไปบดเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน สินแร่บอกไซท์ถูกบดในขณะที่แขวนลอยอยู่ในสารละลายที่ใช้กระบวนการ เกิดเป็นส่วนผสมของแข็งกับของเหลวที่ข้น นำไปผสมกับสารละลายโซดาไฟที่ได้รับความร้อนในระดับที่เหมาะสม และนำไปปรับสภาพในถังย่อย ณ ความดันมากกว่าหนึ่งบรรยากาศ

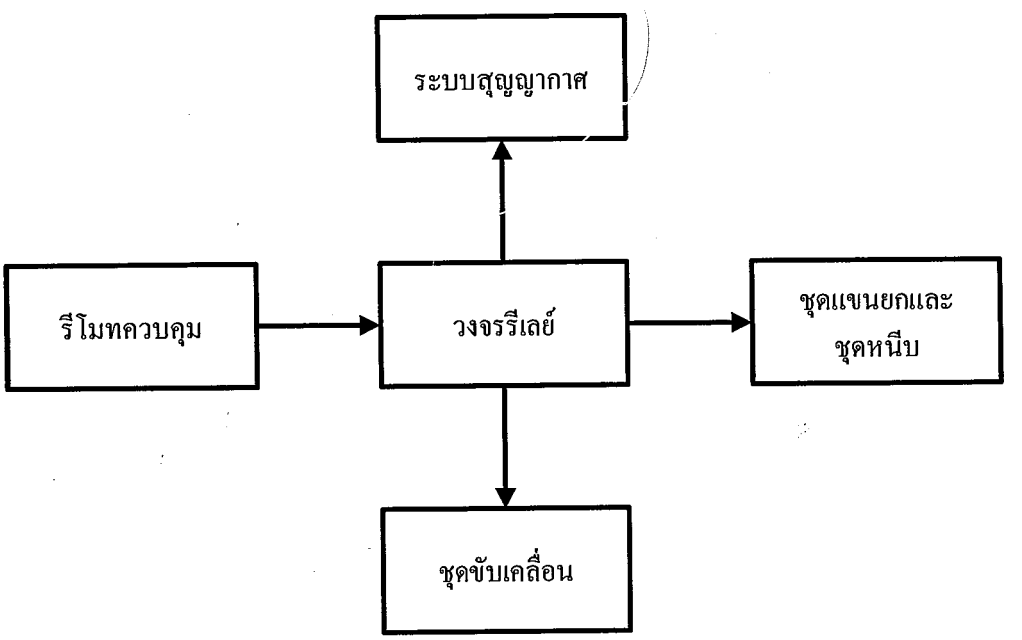
ส่วนผสมของแข็งกับของเหลวข้นที่ได้นี้ถูกนำออกจากถังย่อย และสินแร่ที่ตกค้างถูกแยกออกจากสารละลายโซเดียมอะลูมิเนต ในสองขั้นตอนเพื่อดำเนินการส่วนที่หยาบแยกกับส่วนที่ละเอียด เศษที่เหลือทั้งสองส่วนนี้ถูกล้าง และทิ้งออกไป หลังจากผ่านอีกหลายขั้นตอนแล้ว จึงเกิดเป็นอะลูมินา Al_2O_3 ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอะลูมิเนียม ใน Hall-Heroult Electrolysis Cell

ขั้นตอนที่สองผลิตอะลูมิเนียมโดยการแยกอะลูมิเนียมที่หลอมละลายด้วยไฟฟ้า การแยกอะลูมิเนียมจากแร่ใช้กรรมวิธีของไบเยอร์ (Bayer Process) คือล้างแร่บอกไซด์ให้สะอาด ตากแห้งบดละเอียด ทำปฏิกิริยากับโซดาไฟ (NaOH) ในตู้อบ ได้สารละลายโซเดียมอะลูมิเนต (Sodium Aluminate; $NaAlO_2$) สารที่เจือปนในแร่บอกไซด์ เช่น เหล็ก ซิลิกาจะไม่ทำปฏิกิริยากับโซดาไฟและตกเป็นตะกอนสีแดง (red mud) กรองสารละลายออกแล้วทิ้งสารละลายไว้จนเกิดตะกอนของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Aluminium Hydroxide; $Al(OH)_3$ ก รองเอาตะกอนอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ออก แล้วนำไปเผากับหินปูนในเตาเผาแบบหมุนชนิดเดียวกับที่ใช้เผาซีเมนต์ (Rotary Kiln) จะได้ออกไซด์อะลูมิเนียมที่บริสุทธิ์

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายนี้ สามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนสำคัญหลักๆ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของชุดขับเคลื่อน ระบบสุญญากาศ ชุดแขนจับ ชุดหนีบ และชุดรีโมทควบคุม ซึ่งแต่ละส่วนนั้นแสดงเป็นผังการทำงานรวมของหุ่นยนต์ดังในรูป 3.1

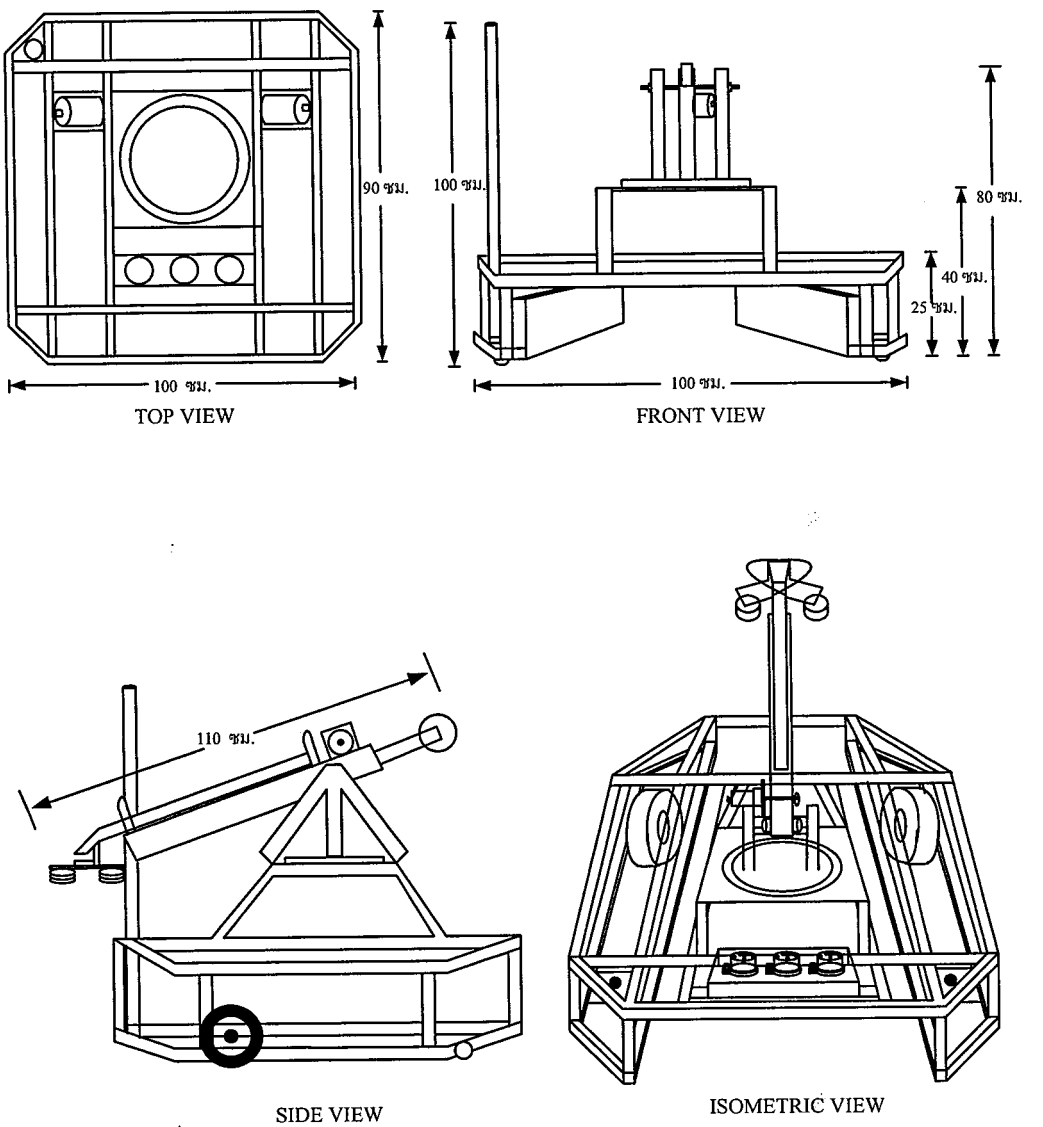


รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

เมื่อมีการกดสวิตช์ที่รีโมทควบคุมแล้ว ก็จะส่งผลให้เกิดการครบวงจรของรีเลย์ที่เป็นตัวควบคุมการทำงานส่วนต่างๆ คือ ชุดขับเคลื่อน ระบบสุญญากาศ ชุดแขนจับและชุดหนีบ ให้ทำงานตามที่ผู้บังคับหุ่นยนต์ต้องการ

3.2 การออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

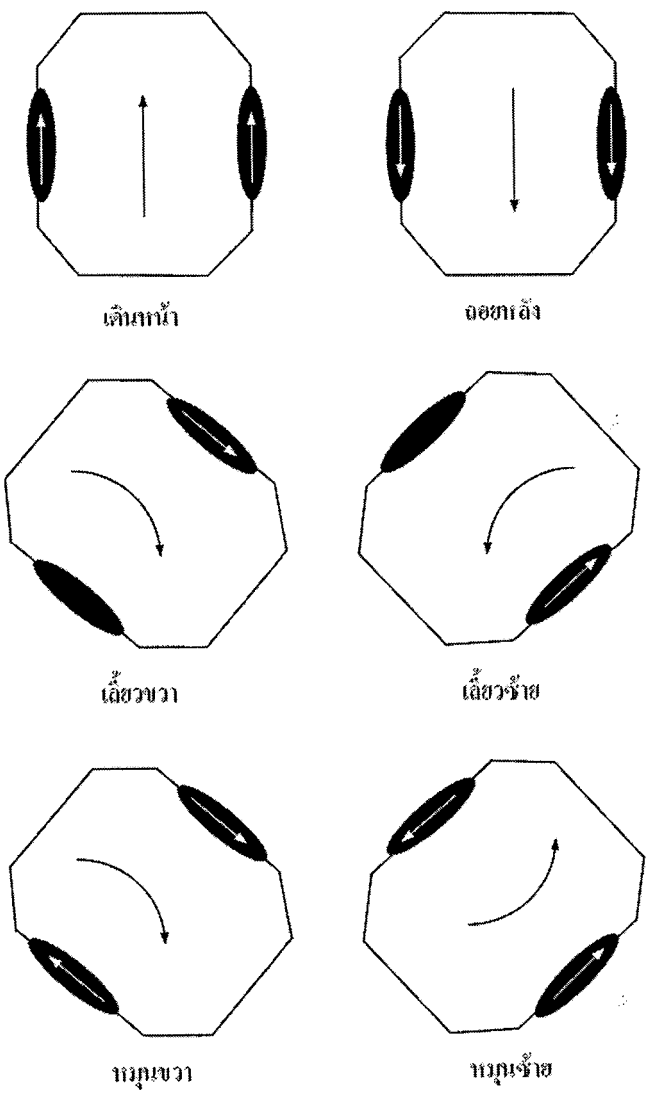
ตามที่ได้ออกแบบหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์

3.2.1 การทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์

มอเตอร์กระแสตรงสำหรับระบบขับเคลื่อนหุ่นยนต์

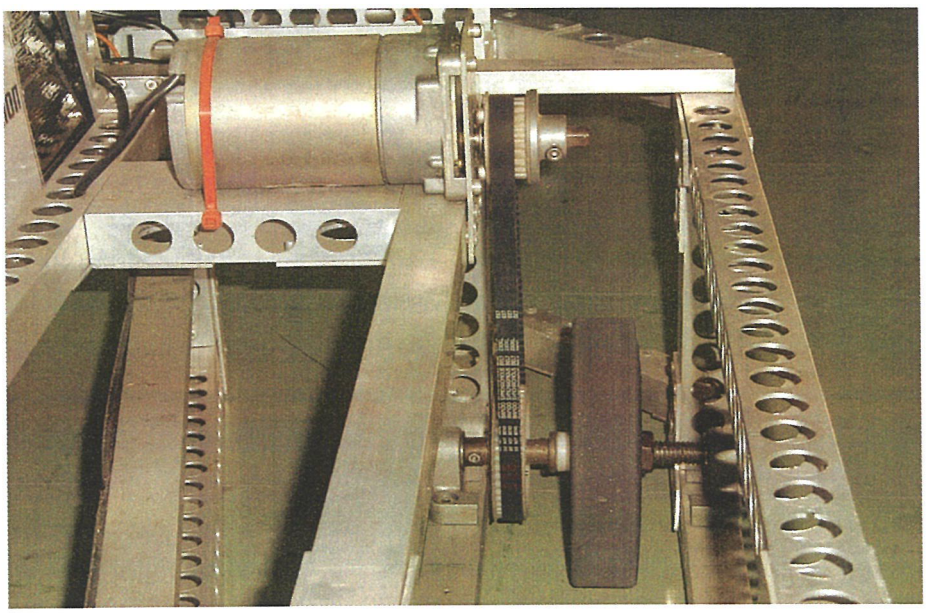


รูปที่ 3.3 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของหุ่นยนต์

3.2.2 ชุดขับเคลื่อน

ในส่วนของการขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรงจำนวน 2 ตัว โดยใช้หลักการของสายพานเข้าทำชุดขับเคลื่อน ซึ่งต่อระหว่างมอเตอร์กับล้อจำนวน 2 ล้อ ที่มีเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร และใช้ล้อฟรีในการพยุงตัวหุ่นอีกจำนวน 2 ล้อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ด้วยมอเตอร์และล้อที่ต่อระหว่างกันด้วยระบบสายพานนี้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 8 รูปแบบ คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า เลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง เลี้ยวขวาแบบเดินหน้า เลี้ยวขวาแบบถอยหลัง หมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางตามเข็มนาฬิกา และหมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.4 ชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์

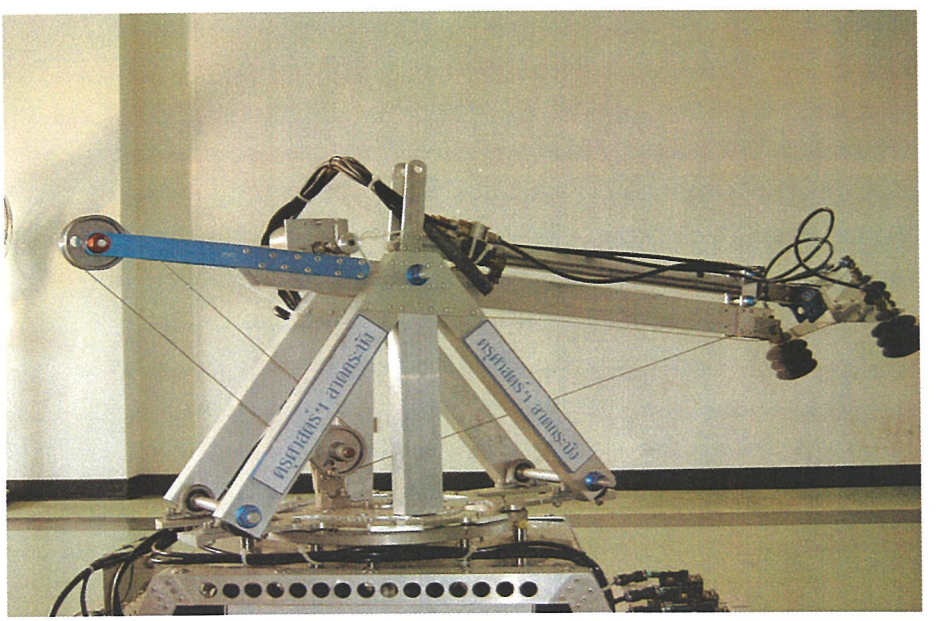
3.2.3 ชุดแขนจับ

ชุดแขนจับชิ้นส่วนสะพานและกล่องนั้น ถูกออกแบบขึ้นเพื่อทำหน้าที่ในการเก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่อง โดยใช้วัสดุคืออลูมิเนียมเนื่องจากมีคุณสมบัติที่เบา มีความแข็งแรงและใช้หลักการของรอก(Pully)ในการยกแขนขึ้นหรือลงรอกประกอบด้วยวงล้อและเส้นเชือกหรือเส้นลวด ถ้ามีล้อเดียวเรียกว่า " รอกเดี่ยว" ตัวล้อหรือรอกตรึงอยู่กับที่พาดเส้นเชือกหรือลวดลงไปในร่องของล้อ ปลายข้างหนึ่งยกติดกับน้ำหนักบรรทุกที่ต้องการยกขึ้นแล้วออกแรงดึงที่ปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง ถ้าไม่คิดถึงความเสียดทาน แรงพยายามที่ใช้ดึงเชือกจะเท่ากับน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นระหว่างทางที่ทั้งสองเคลื่อนที่ก็เท่ากัน เพียงแต่เคลื่อนที่สวนทางกันอย่างหนึ่งขึ้นอีกอย่างหนึ่งลง ถึงแม้รอกเดี่ยวจะไม่ทนแรงแต่ถ้าเป็นการอำนวยความสะดวกในการทำงาน ถ้าจะใช้รอกช่วยยกของที่หนักมากโดยใช้แรงน้อยก็ทำได้โดยใช้รอกมากกว่าหนึ่งตัว รอกเป็นชุดอย่างนี้เรียกว่า "รอกพวง" ใช้เชือกหรือลวดเส้นเดียวเท่านั้นคล้องวนผ่านรอกทุกตัว ในระบบที่มีรอกเพียงสองตัว รอกตัวบนตรึงอยู่

กับที่ตัวล่างลอย และเป็นตัวรับน้ำหนักบรรทุกเชือกที่ใช้ดึงพาดผ่านรอกตัวบนลงมาข้างล่างพันรอบรอกตัวล่างแล้วไปยึดติดที่รอกตัวบนคราวนี้เมื่อออกแรงดึงเชือกก็จะไม่เพิ่มแรงยกน้ำหนักบรรทุกได้มากเป็นสองเท่าแต่ทว่าระยะทางที่น้ำหนักบรรทุก เคลื่อนที่สูงขึ้นจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางที่เชือกถูกดึงลง

รอกที่ใช้กับโครงงานชิ้นนี้เป็นชนิดรอกเดี่ยวตัวรอกตรึงอยู่กับปลายแขนส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์ โดยปลายสลิงค์ข้างหนึ่งผูกติดอยู่กับแขนที่ทำหน้าที่เป็นชุดจับชิ้นส่วนสะพานและกล่องปลายอีกข้างหนึ่งผูกติดอยู่กับรอก อีกหนึ่งตัวซึ่งอยู่บริเวณแป้นหมุนชุดแขนจับโดยยึดอยู่กับแกนมอเตอร์กระแสตรงเพื่อทำหน้าที่ดึงสลิงค์เข้าและออก ซึ่งมอเตอร์ตัวนี้ทำหน้าที่ยกแขนจับและหดแขนจับ ด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกนี้เท่ากับ 6 เซนติเมตร จึงทำให้สามารถดึงสลิงค์ได้เร็วขึ้นพอสมควร

ถึงแม้ว่าการใช้รอกเพียงตัวเดียวจะไม่สามารถทุ่นแรงได้ แต่เป็นการอำนวยความสะดวกและเหมาะสมในการติดตั้งที่ต้องการรับน้ำหนักของชุดแขนจับ โดยที่ประสิทธิภาพการทำงานยังคงเดิม คือยังสามารถดึงให้ชุดแขนยกขึ้นหรือลดลงได้



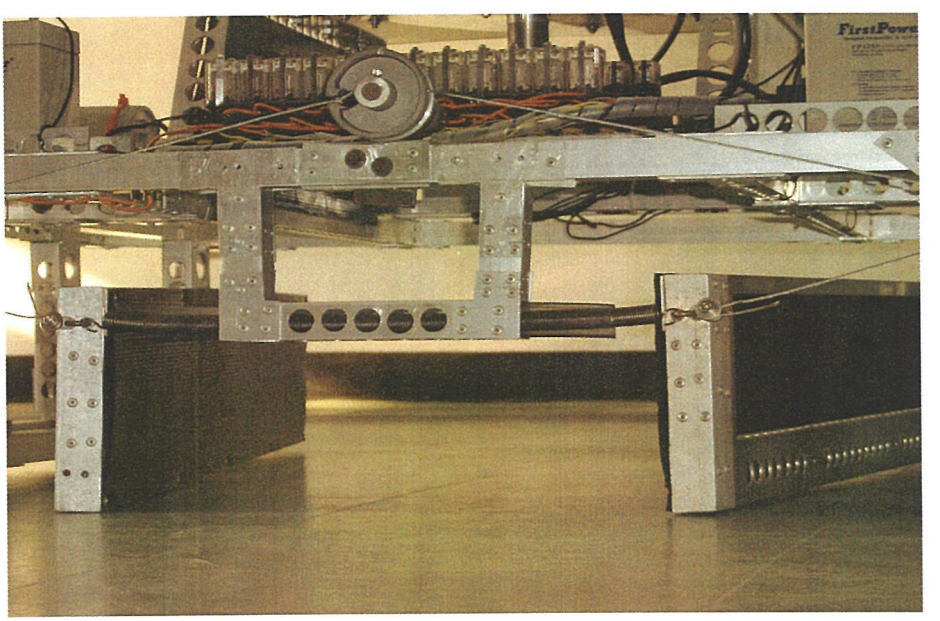
รูปที่ 3.5 ชุดแขนจับของหุ่นยนต์

ส่วนการยึดแขนและหดแขนนั้นใช้การผูกเส้นเอ็นเข้ากับแกนของมอเตอร์ ซึ่งตัวมอเตอร์นั้นยึดติดอยู่ที่ตำแหน่งต้นแขนชุดจับ โดยเมื่อมอเตอร์เกิดการหมุนก็จะทำให้เกิดการยืดและหดของแขนชุดจับ และอีกส่วนหนึ่งของชุดแขนจับก็คือ ชุดหมุนแขนซึ่งใช้วิธีการต่อแป้นหมุนเข้ากับ

แกนของมอเตอร์ ซึ่งการออกแบบชุดนี้จำเป็นที่ต้องออกแบบให้อยู่ตรงจุดศูนย์กลางของตัวหุ่นยนต์ เพราะถ้าไม่อยู่ตรงจุดศูนย์กลางแล้วการหมุนของแขนจะเกิดการติดขึ้น และตัวหุ่นยนต์ก็จะเกิดการเสียสมดุลตามไปด้วย

3.2.4 ชุดหนีบชิ้นส่วนสะพาน

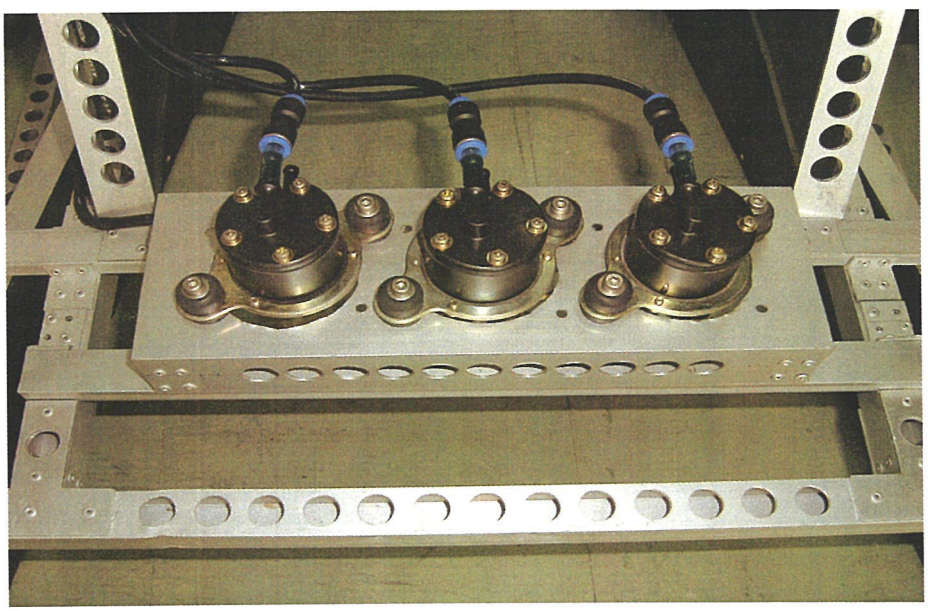
ชุดหนีบชิ้นส่วนสะพานนั้นได้ถูกออกแบบให้อยู่ในตำแหน่งใต้ตัวของหุ่นยนต์ ซึ่งชุดหนีบดังกล่าวประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ โครงที่สร้างจากอลูมิเนียมมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีความกว้างเท่ากับ 16.5 เซนติเมตร และมีความยาวเท่ากับ 90 เซนติเมตร และแต่ละข้างนั้นได้ติดแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดตลอดความยาวของโครงอลูมิเนียมลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังกล่าวอีกด้วย ชุดหนีบชิ้นส่วนสะพานชุดนี้ทำงานโดยอาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์และคุณสมบัติการคืนสภาพของสปริงมาเป็นกลไกที่ใช้ในการหนีบชิ้นส่วนสะพาน โดยมีสลิงค์ยึดติดอยู่กับปลายด้านท้ายของโครงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าส่วนด้านหน้าของโครงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าถูกยึดติดอยู่กับบานพับที่เสาหน้าของตัวหุ่นยนต์ และสลิงค์ที่ถูกยึดติดอยู่กับปลายด้านท้ายของโครงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะถูกเดินผ่านชุดรอกหมุนที่ติดอยู่กับแกนของมอเตอร์ที่อยู่ในตำแหน่งด้านท้ายของตัวหุ่นยนต์ จากการออกแบบดังกล่าวนั้นการทำงานของชุดหนีบชิ้นส่วนสะพานนี้นั้นจะขึ้นอยู่กับมอเตอร์และสปริงที่ยึดติดกับปลายด้านท้ายของโครงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งสองข้างเข้าไว้ด้วยกัน



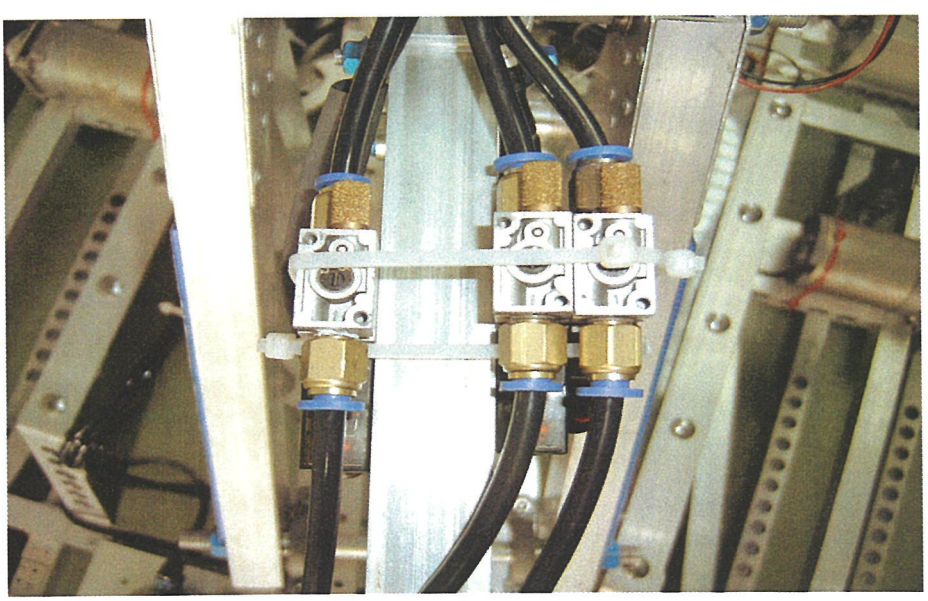
รูปที่ 3.6 ชุดหนีบชิ้นส่วนสะพาน

3.3 ระบบสุญญากาศ

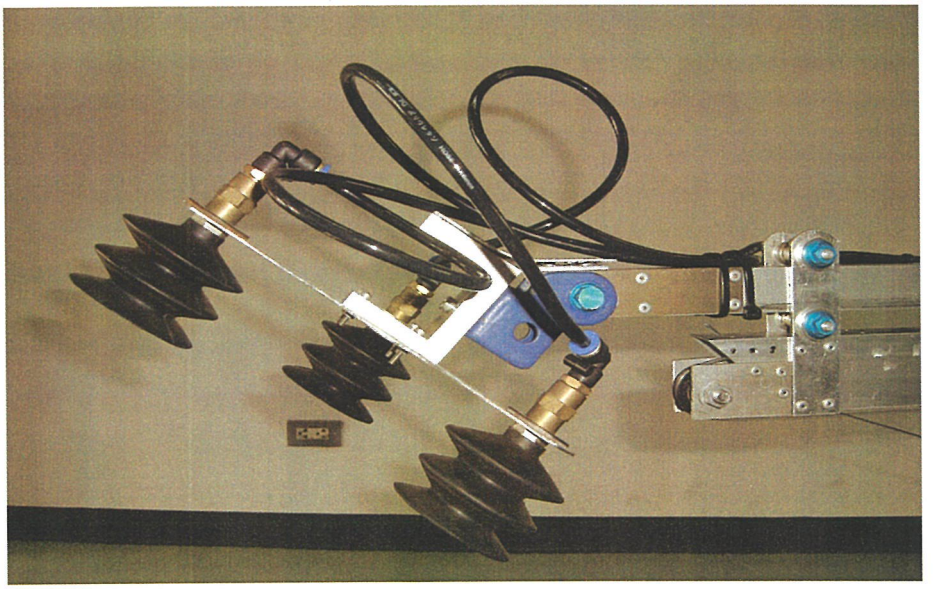
การออกแบบระบบสุญญากาศของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายนั้นมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนซึ่งประกอบไปด้วย ปั๊มลม วาล์วลม และหัวจับสุญญากาศดังที่แสดงไว้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ชุดปั๊มสุญญากาศของระบบหัวจับสุญญากาศ



รูปที่ 3.8 ชุดโซลินอยด์วาล์วตัดปล่อยลมของระบบหัวจับสุญญากาศ



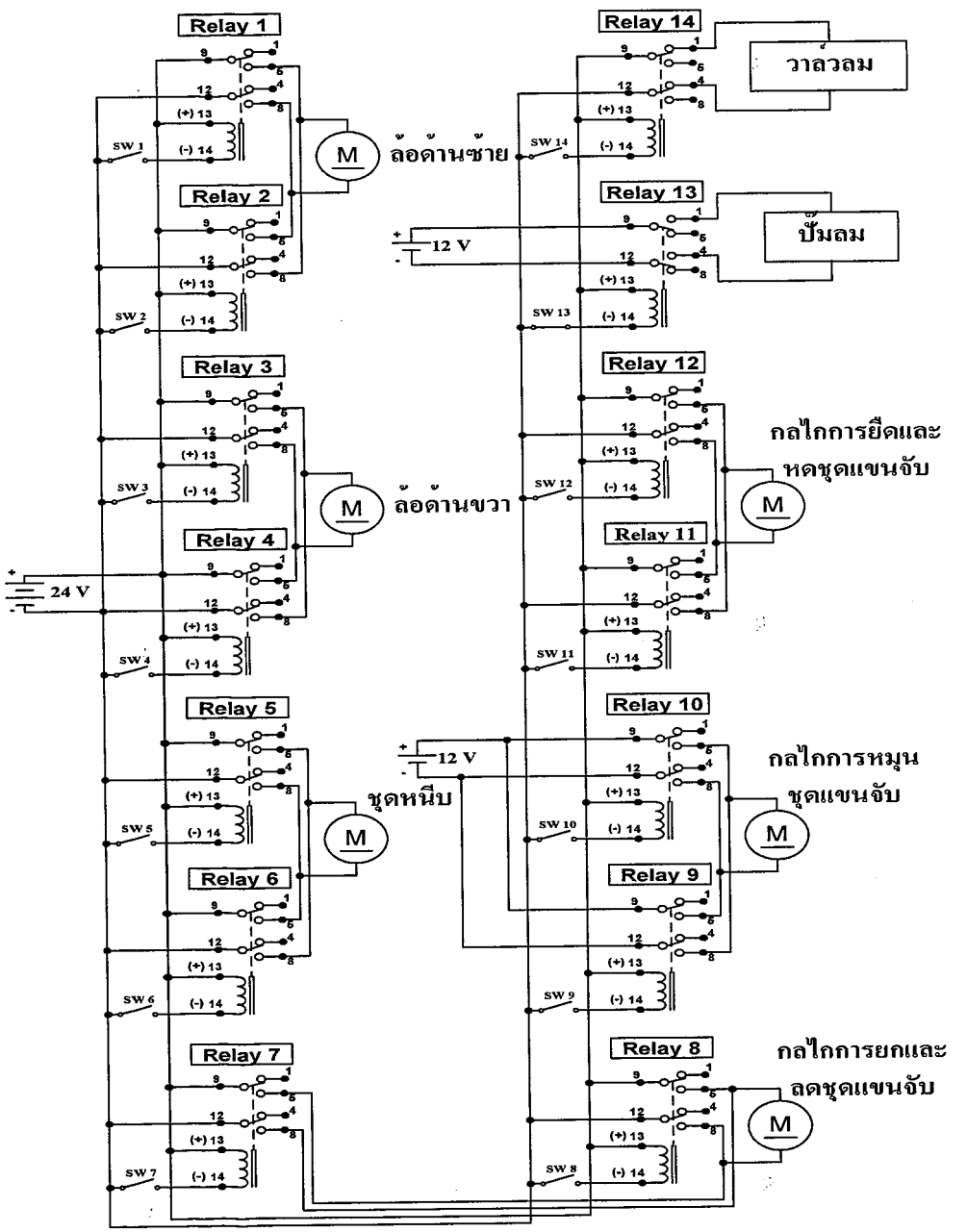
รูปที่ 3.9 ชุดหัวจับของระบบหัวจับสุญญากาศ

การทำงานของระบบสุญญากาศจะอาศัยหลักการโดยการดูดลมภายในท่อลมที่ต่อไปยังชุดหัวจับสุญญากาศออก ซึ่งในการที่จะดูดลมออกนั้นจะอาศัยการทำงานของปั๊มลมเป็นอุปกรณ์หลักเพื่อให้เกิดสุญญากาศขึ้น จากหลักการดังกล่าวจุดที่จะเกิดสุญญากาศนั้นก็คือด้านในของหัวจับสุญญากาศแต่ละชุด และเมื่อต้องการปล่อยวัตถุที่ถูกจับโดยระบบสุญญากาศนั้นสามารถทำได้ 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีแรกโดยการหยุดจ่ายไฟให้แก่ปั๊มลม และวิธีที่สองคือการใช้การเปลี่ยนทิศทางการไหลของลมซึ่งวิธีดังกล่าวจะต้องใช้โซลินอยด์มาเป็นอุปกรณ์ที่มาทำหน้าที่ดังกล่าว การทำงานของระบบสุญญากาศจะแบ่งแหล่งจ่ายเป็น 2 แหล่งคือ แรงดันขนาด 12 โวลต์เป็นแหล่งจ่ายที่ใช้กับปั๊มลม และแรงดันขนาด 24 โวลต์เป็นแหล่งจ่ายที่ใช้กับโซลินอยด์ ระบบสุญญากาศของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วยสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายมีการออกแบบให้ใช้ด้วยกัน 3 ชุด ซึ่งเหตุผลที่ใช้ระบบสุญญากาศจำนวน 3 ชุดก็เนื่องมาจากชิ้นส่วนสะพานมีน้ำหนักต่อชิ้นคือ 3 กิโลกรัม และเพื่อให้การจับชิ้นส่วนสะพานมีความรวดเร็วและมีความแน่นอนมากกว่าหัวจับสุญญากาศเพียงชุดเดียว โดยปั๊มลมของระบบสุญญากาศนั้นได้นำเอาปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงมาทำการประยุกต์ใช้ สาเหตุที่ต้องนำเอาปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงมาใช้แทนปั๊มลมนั้นก็คือ ปั๊มลมของระบบสุญญากาศนั้นมีน้ำหนักที่มากและราคาสูงจึงไม่เหมาะแก่การนำมาใช้ในการออกแบบของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการแข่งขันที่มีการจำกัดน้ำหนัก แต่การนำเอาปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์มาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ที่ใช้แข่งขันนั้นมีความเหมาะสมคือ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์มีน้ำหนักที่เบาและราคาไม่สูงนั่นเอง

3.4 ส่วนควบคุม

3.4.1 วงจรรีเลย์

การออกแบบวงจรรีเลย์ของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายนี้อาศัยหลักการของรีเลย์ก็คือรีเลย์นั้นเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ

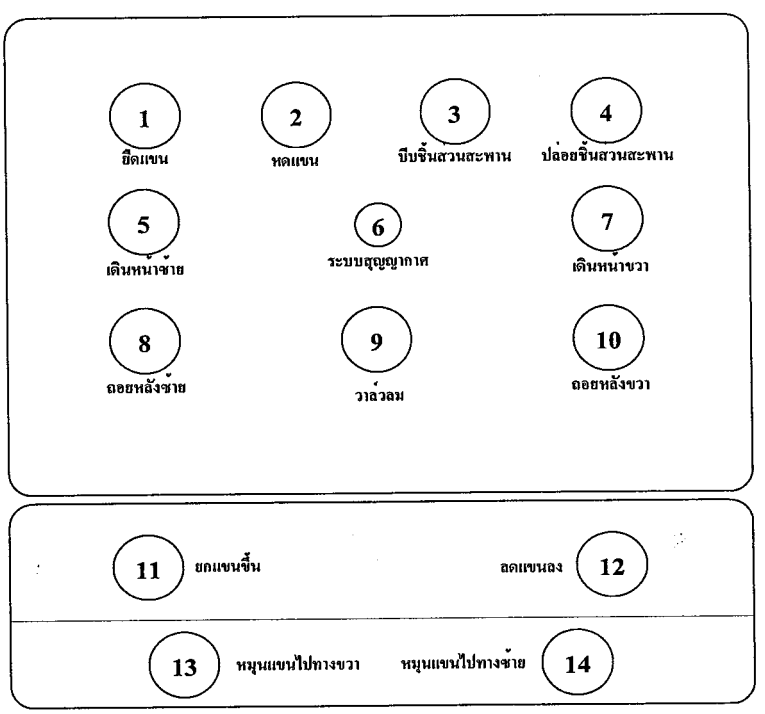


รูปที่ 3.10 วงจรรีเลย์

โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดเพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการทำงานของหุ่นยนต์ได้ทำการออกแบบใช้รีเลย์ในการควบคุมกลไกส่วนต่างๆทั้งหมดเป็นจำนวน 14 ตัว รีเลย์ที่ใช้มีคุณสมบัติคือทำงานที่ระดับแรงดัน 24 V และสามารถทนกระแสสูงสุด 5 A ซึ่งในการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ที่ควบคุมกลไกแต่ละส่วนนั้นจะใช้รีเลย์จำนวน 2 ตัวต่อมอเตอร์ 1 ตัว ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมกลไกของหุ่นยนต์มีจำนวน 6 ตัว โดยจะมีอุปกรณ์เพียง 2 ชุดที่ใช้รีเลย์ในการควบคุมการทำงานเพียง 1 ตัวได้แก่ วาล์วลมและปั๊มลม และการต่อใช้งานรีเลย์จะเป็นแบบสภาวะ NC (Normally Closed) จำนวน 13 ตัว แต่จะมี 1 ตัวที่การต่อใช้งานจะเป็นแบบสภาวะ NO (Normally Open) คือ รีเลย์ที่ควบคุมการทำงานของปั๊มลม ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.10

3.4.2 รีโมทควบคุม

การออกแบบรีโมทควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายนั้น โดยมีอุปกรณ์หลักที่ใช้คือสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับจำนวน 13 สวิตช์และสวิตช์แบบโยกอีกจำนวน 1 สวิตช์ ซึ่งมีตำแหน่งของสวิตช์และหน้าที่การทำงานของสวิตช์แต่ละตำแหน่งดังที่แสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ชุดรีโมทควบคุม

1) กดปุ่มหมายเลข 1 กลไกของชุดแขนจับจะทำการยืดแขนออกไป

2) กดปุ่มหมายเลข 2 กลไกของชุดแขนจับจะทำการหดแขนเข้า

3) กดปุ่มหมายเลข 3 กลไกของชุดหนีบจะทำการบีบเข้า

4) กดปุ่มหมายเลข 4 กลไกของชุดหนีบจะถ่างออก

5) กดปุ่มหมายเลข 5 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหน้าซ้าย

6) กดปุ่มหมายเลข 7 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหน้าขวา

7) กดปุ่มหมายเลข 5 และ 7 พร้อมกันหุ่นยนต์จะเดินหน้า

8) กดปุ่มหมายเลข 6 ระบบสุญญากาศจะทำงาน

9) กดปุ่มหมายเลข 8 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหลังซ้าย

10) กดปุ่มหมายเลข 10 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหลังขวา

11) กดปุ่มหมายเลข 8 และ 10 หุ่นยนต์จะถอยหลัง

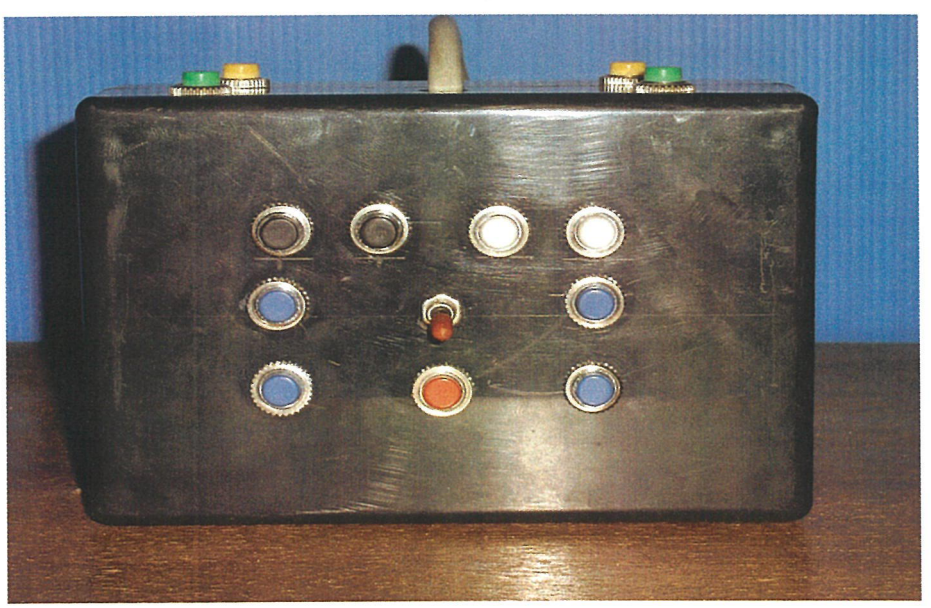
12) กดปุ่มหมายเลข 9 วาล์วของระบบสุญญากาศจะทำการปล่อยลมออก

13) กดปุ่มหมายเลข 11 กลไกของชุดแขนจับจะทำการยกแขนขึ้น

14) กดปุ่มหมายเลข 12 กลไกของชุดแขนจับจะทำการลดแขนลง

15) กดปุ่มหมายเลข 13 กลไกของชุดแขนจับจะหมุนแขนทั้งชิ้นไปทางขวา

16) กดปุ่มหมายเลข 14 กลไกของชุดแขนจับจะหมุนแขนทั้งชิ้นไปทางซ้าย



รูปที่ 3.12 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง

3.5 แหล่งจ่าย (Power Supply)

แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายที่ใช้นั้นมีขนาดแรงดัน 12 V / 5.5 A เป็นแบตเตอรี่ชนิดแห้งจำนวน 2 ก้อน โดยในการต่อใช้งานได้ทำการต่อแบบอนุกรมระหว่างแบตเตอรี่ทั้ง 2 ก้อนเข้าด้วยกัน ในการต่ออนุกรมแบตเตอรี่นั้น

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของแบตเตอรี่

คุณสมบัติของแบตเตอรี่	
ความจุของแบตเตอรี่	12 V
อุณหภูมิที่ใช้งาน	-20 องศา ถึง +45 องศา
แรงดันที่ใช้ชาร์ตแบตเตอรี่	14.6-15.0V
ระยะเวลาในการชาร์ตแบตเตอรี่	24 ชั่วโมง
น้ำหนักของแบตเตอรี่	1.5 กิโลกรัม
ควรชาร์ตแบตเตอรี่	< 0.8 % ของแบตเตอรี่

รูปที่ 3.13 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12 V / 5.5 A

เพื่อให้เกิดมีขนาดแรงดัน 24 V / 5.5 A ไว้สำหรับจ่ายให้แก่ระบบขับเคลื่อนระบบสุญญากาศ ชุดกลไกสำหรับหนีบชิ้นส่วนสะพาน และชุดกลไกแขนจับ แต่จะมีเพียง 2 ส่วนเท่านั้นที่ใช้ไฟขนาดแรงดัน 12 V / 5.5 A ก็คือกลไกที่ทำงานสำหรับการหมุนแขนจับทั้งชุดและปั๊มลม โดยคุณสมบัติต่างๆ ของแบตเตอรี่แสดงไว้ดังตารางที่ 3.1 และรูปของแบตเตอรี่แสดงไว้ดังรูปที่ 3.13

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของส่วนต่างๆ ของโครงงานหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานบังคับด้วยรีโมทมีสายที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นภาพการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งได้ทราบผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ สามารถทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นตัวหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำให้หาสาเหตุของปัญหาได้ยาก โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองวงจรออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ชุดควบคุมการขับเคลื่อนล้อ ชุดควบคุมการหนีบชิ้นส่วนสะพาน ชุดควบคุมการหมุนแขนจับ ชุดควบคุมการยกแขนจับขึ้นลง ชุดควบคุมการยืดหดแขนจับ ชุดหัวจับ ระบบสุญญากาศ

4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์

4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อนล้อ

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบชุดล้อเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

1.2) ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว

1.3) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.4) ทำการทดสอบการวิ่งของล้อพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่มีชิ้นส่วนสะพาน

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.33	2.38	2.33	2.346
5 เมตร	2.81	2.80	2.81	2.806
8 เมตร	3.76	3.76	3.80	3.773

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะมีชิ้นส่วนสะพานจำนวน 1 ชิ้น

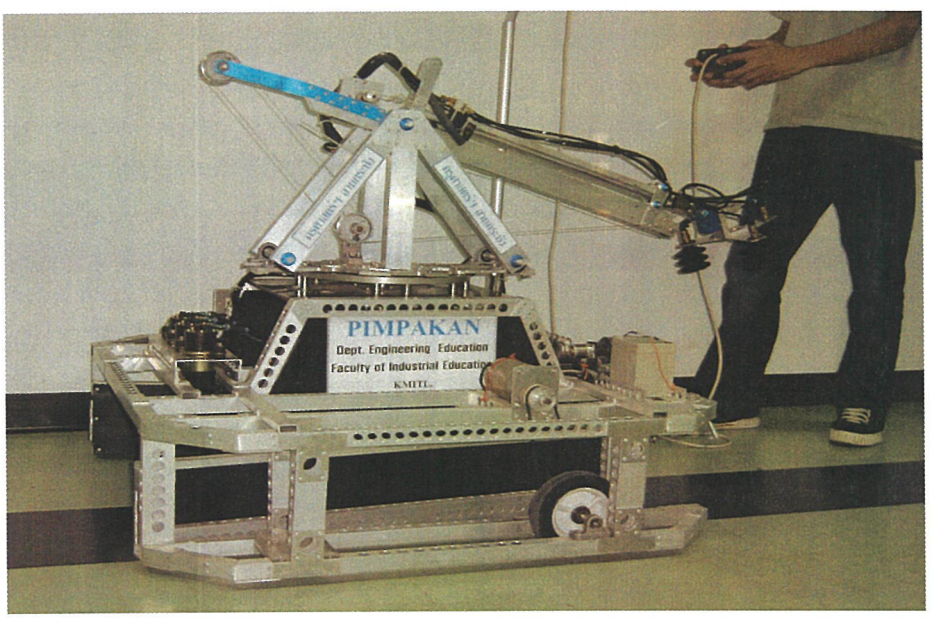
ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.90	2.80	2.46	2.720
5 เมตร	3.12	3.42	3.32	3.286
8 เมตร	4.68	4.51	4.62	4.603

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะมีชิ้นส่วนสะพานจำนวน 2 ชิ้น

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.97	3.38	3.20	3.18
5 เมตร	4.15	3.89	4.13	4.056
8 เมตร	5.38	5.59	5.32	5.430

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะมีชิ้นส่วนสะพานจำนวน 3 ชิ้น

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	3.18	3.41	3.35	3.313
5 เมตร	4.66	4.54	4.62	4.606
8 เมตร	6.38	6.54	6.34	6.420



รูปที่ 4.1 การทดสอบชุดขับเคลื่อน

4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการหนีบชิ้นส่วนสะพาน

1) ลำดับการทดลอง

1.1) ประกอบกอบชุดหนีบชิ้นส่วนสะพานเข้ากับตัวหุ่นยนต์ตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้

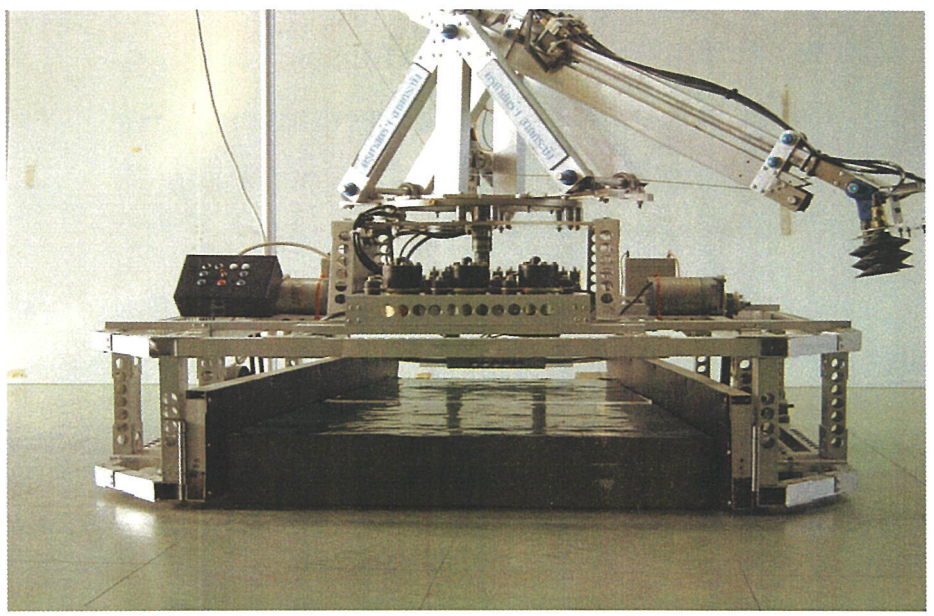
1.2) ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ของชุดหนีบชิ้นส่วนสะพาน

1.3) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.4) นำชิ้นส่วนสะพานมาทดสอบการหนีบพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบการหนีบชิ้นส่วนสะพานใช้เวลาในการหนีบส่วนสะพาน 1.8 วินาที และใช้เวลาในการปล่อยชิ้นส่วนสะพานออก 2.8 วินาที



รูปที่ 4.2 การหนีบชิ้นส่วนสะพาน

4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการหมุนแขนจับ

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบชุดหมุนมือจับเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

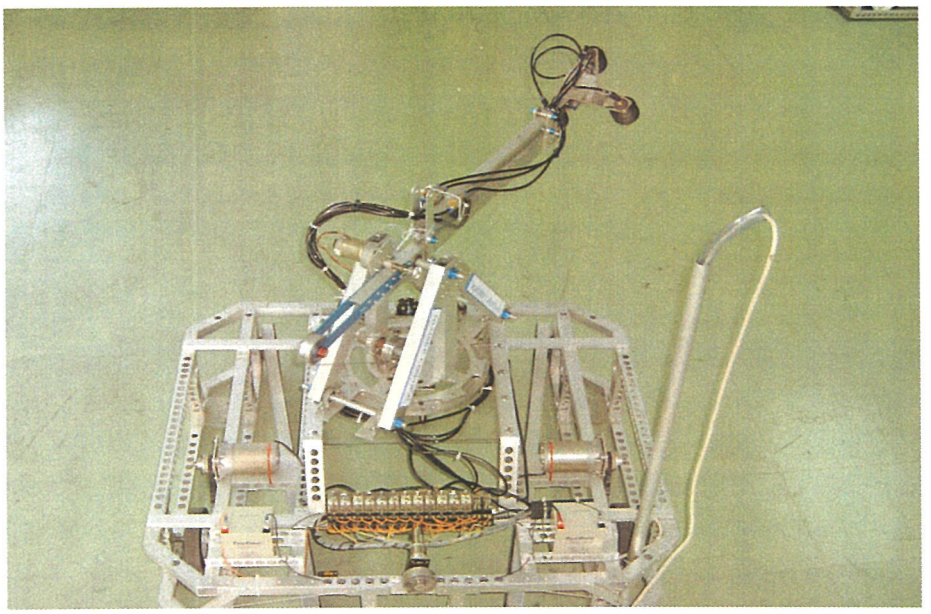
1.2) ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ชุดหมุนแขนจับ

1.3) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

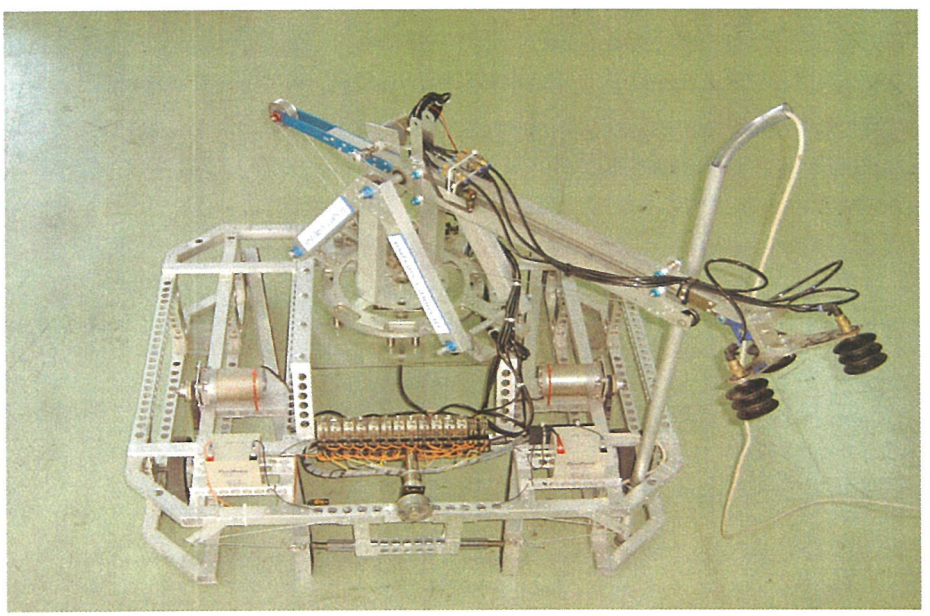
1.4) ทำการทดสอบการหมุนแขนจับพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการหมุนชุดแขนจับจากมุมขวาสุดของหุ่นยนต์ลักษณะดังรูปที่ 4.3 หมุนไปยังมุมซ้ายสุดของหุ่นยนต์ลักษณะดังรูปที่ 4.4 ใช้เวลาทั้งหมด 4.3 วินาที



รูปที่ 4.3 ชุดแขนจับในมุมขวาสุดของหุ่นยนต์



รูปที่ 4.4 ชุดแขนจับในมุมซ้ายสุดของหุ่นยนต์

4.2.4 การทดลองชุดควบคุมการยกแขนจับขึ้นลง

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบชุดยกแขนจับขึ้นลงเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

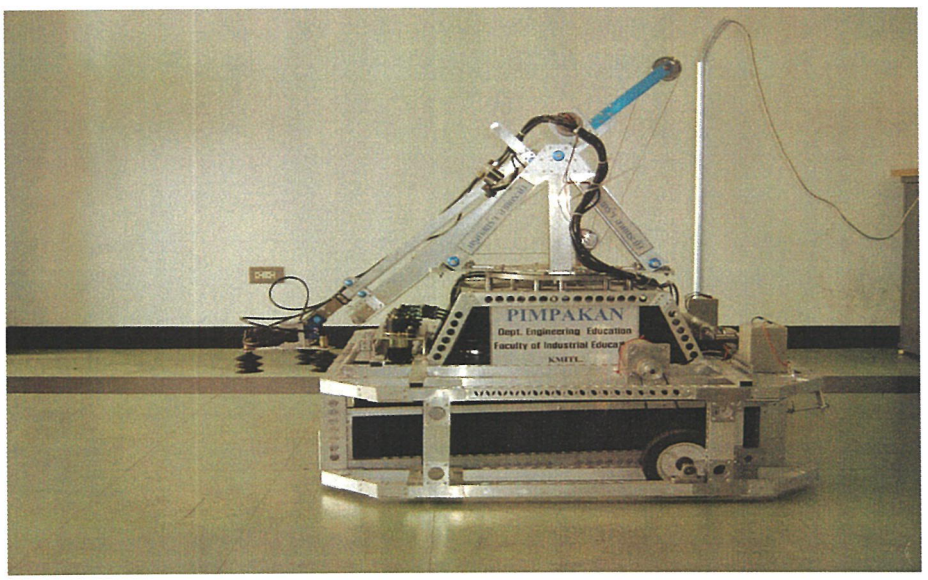
1.2) ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ชุดยกแขนจับขึ้นลง

1.3) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

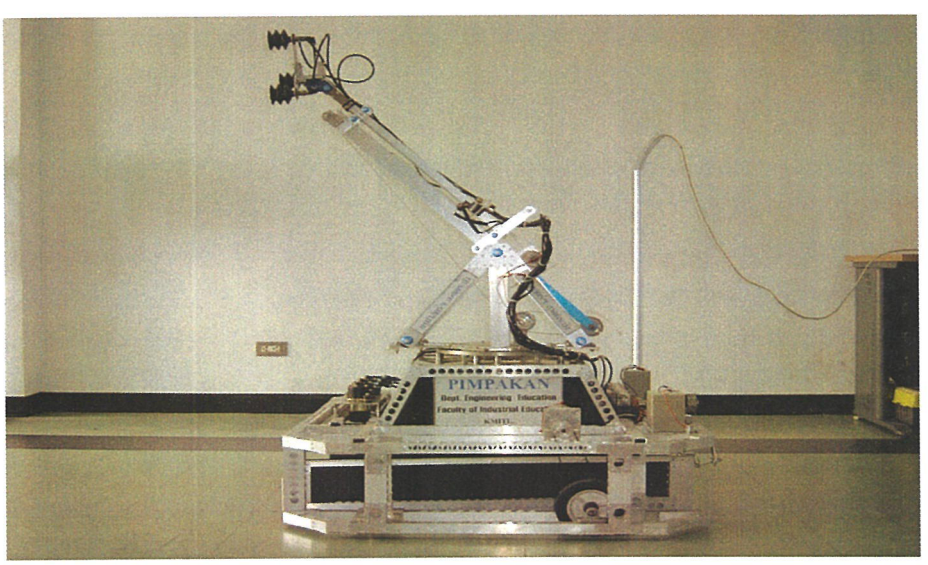
1.4) ทำการทดสอบการยกแขนจับขึ้นลงพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการยกชุดแขนจับขึ้นลงจากมุมต่ำสุดของหุ่นยนต์ลักษณะดังรูปที่ 4.5 ขึ้นไปยังมุมสูงสุดของหุ่นยนต์ลักษณะดังรูปที่ 4.6 ใช้เวลาทั้งหมด 6.1 วินาที



รูปที่ 4.5 ชุดแขนจับในมุมต่ำสุด



รูปที่ 4.6 ชุดแขนจับในมุมสูงสุด

4.2.5 การทดลองชุดควบคุมการยืดหดของแขนจับ

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบชุดยืดหดมือจับเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

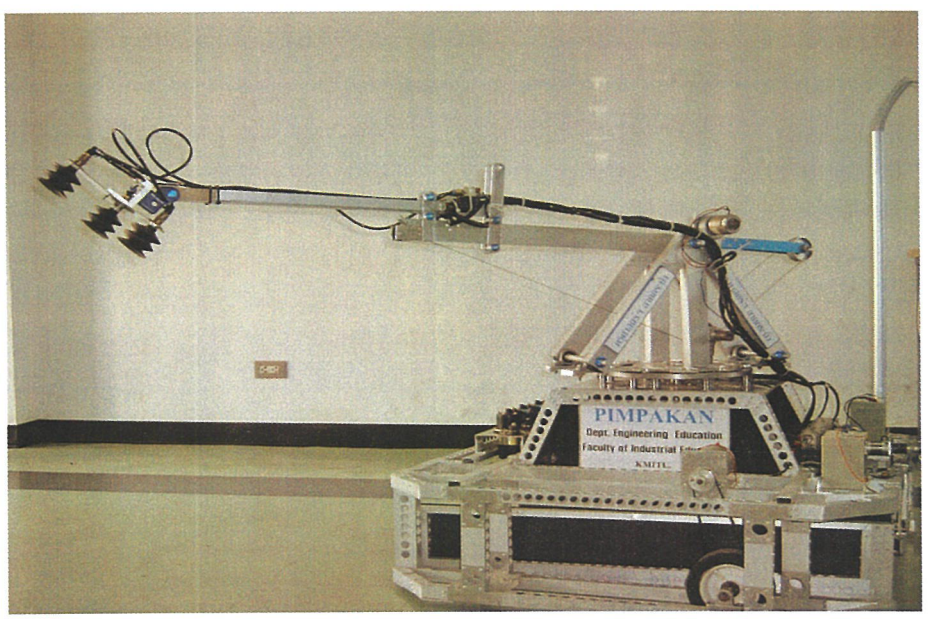
1.2) ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ชุดยืดหดแขนจับ

1.3) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

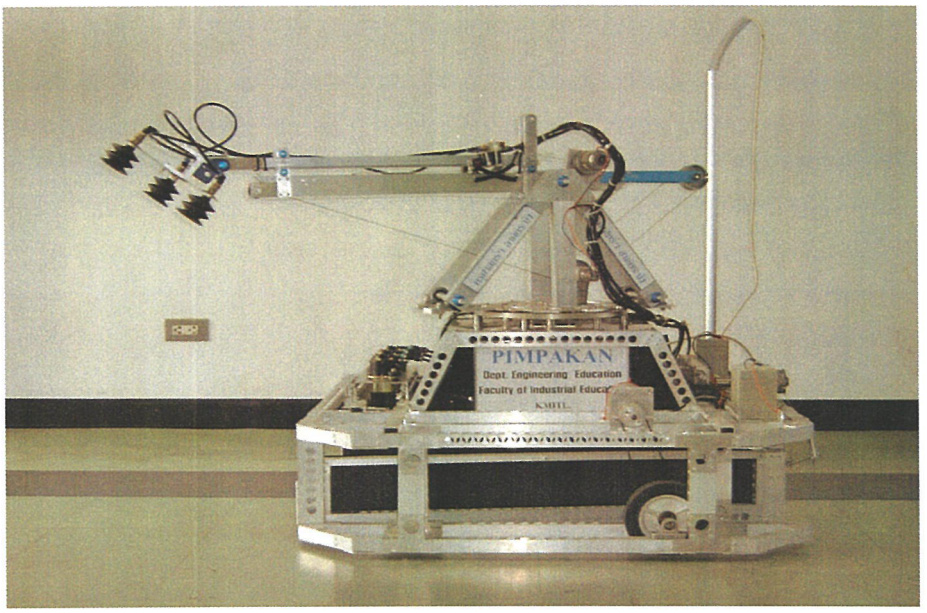
1.4) ทำการทดสอบการยืดหดแขนจับเข้าออกพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการยืดแขนจับออกไปจนสุดให้อยู่ในลักษณะดังรูปที่ 4.7 ใช้เวลา 3.9 วินาที เมื่อเราทำยืดแขนจับออกไปจนสุดแล้วทำการหดแขนจับเข้าให้อยู่ในลักษณะดังรูปที่ 4.8 ใช้เวลาทั้งหมด 3.7 วินาที



รูปที่ 4.7 ชุดแขนจับเมื่อยืดออกไปจนสุด



รูปที่ 4.8 ชุดแขนจับเมื่อหดเข้ามาจนสุด

4.2.6 การทดลองชุดควบคุมหัวจับสุญญากาศ

1) ลำดับการทดลอง

1.1) ประกอบกอบชุดหัวจับสุญญากาศเข้ากับแขนจับตัวหุ่นยนต์ตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้

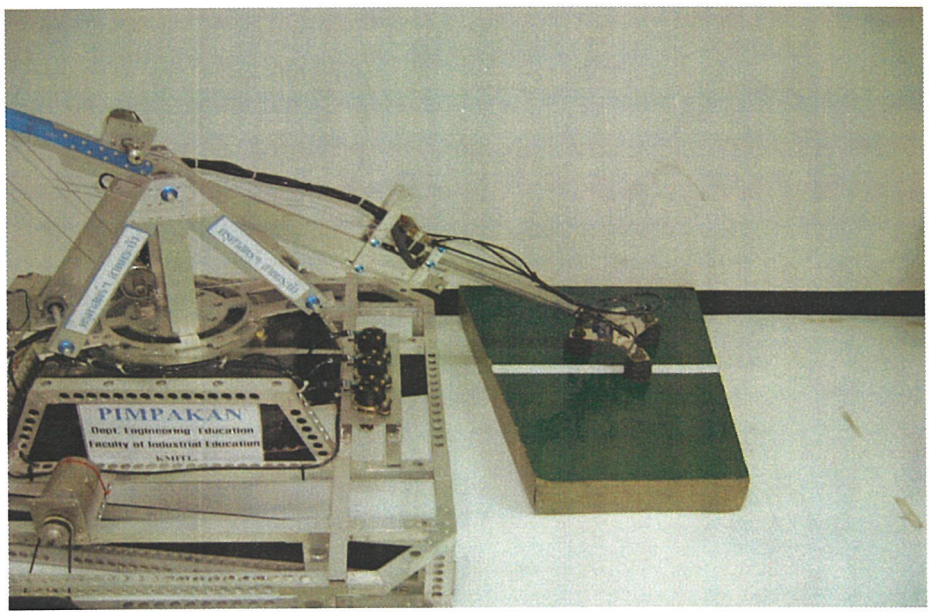
1.2) ต่อชุดควบคุมการปล่อยลมเข้ากับหัวจับสุญญากาศ

1.3) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

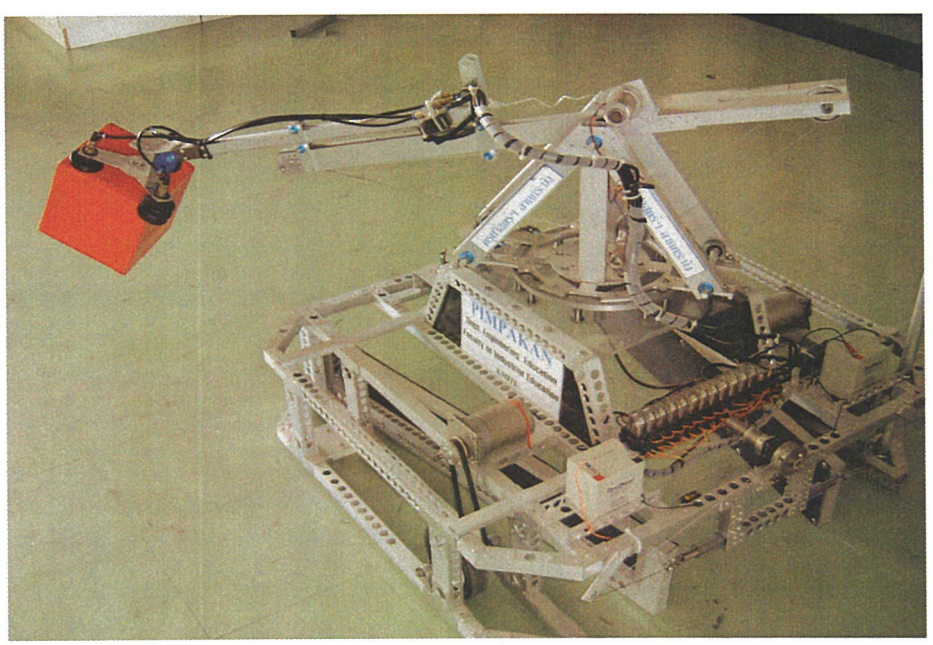
1.4) นำชิ้นส่วนสะพานมาทดสอบการจับด้วยหัวจับสุญญากาศพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการการทดสอบจับชิ้นส่วนสะพานด้วยหัวจับสุญญากาศลักษณะดังรูปที่ 4.9 ใช้เวลาในการจับชิ้นส่วนสะพาน 2.52 วินาที



รูปที่ 4.9 การจับชิ้นส่วนสะพานด้วยหัวจับสุญญากาศ



รูปที่ 4.10 การจับกล่องด้วยหัวจับสุญญากาศ

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการศึกษาการทดลองออกแบบการสร้างหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานบังคับด้วยรีโมทมีสาย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน เมื่อโครงสร้างนี้เสร็จสมบูรณ์สามารถนำไปใช้งานเป็นเครื่องต้นแบบในการสร้างหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานที่สามารถใช้งานได้จริง

จากการสร้างหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานนี้ทำให้รู้และเข้าใจรายละเอียดคุณสมบัติและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ปั๊มลมสุญญากาศ ชุดขับเคลื่อน หลักการทำงานของคานดีดคานงัด หลักการทำงานของรีเลย์ 2 หน้าสัมผัสที่ใช้ในวงจรควบคุม และสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานชิ้นนี้คือ ได้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ในระหว่างลงมือทำโครงงาน เมื่อพบปัญหาก็ต้องหาวิธีแก้ไขปัญหา และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้โครงงานชิ้นนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้คือ สามารถเก็บชิ้นส่วนสะพานรูปสี่เหลี่ยมคางหมูขนาดกว้าง 400 และ 600 มิลลิเมตร ยาว 800 และหนา 100 มิลลิเมตร น้ำหนัก 3 กิโลกรัม ได้และสามารถนำไปวางต่อเป็นสะพานที่สมบูรณ์ได้ และถ้าเวลาเหลือก็จะสามารถเก็บกล่องสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม นำไปวางในจุดที่กำหนดไว้ได้ โดยขีดความสามารถของโครงงานชิ้นนี้ คือ สามารถวิ่งด้วยความเร็ว 0.8 วินาทีต่อเมตร ขณะไม่มีชิ้นส่วนสะพานและวิ่งด้วยความเร็ว 1.1 วินาทีต่อเมตร ขณะมีชิ้นส่วนสะพานจำนวน 3 ชิ้น

อย่างไรก็ตามหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานด้วยรีโมทมีสายที่ได้มีการจัดทำขึ้นมานี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ทางคณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข และแนวทางการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง ทดสอบ และนำโครงงานเข้าร่วมการแข่งขันพบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นหลายประการ และได้ดำเนินการแก้ไขไปแล้ว ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา เมื่อมีการหมุนหรือยืดหดชุดแขนจับเข้าออกสายของปั๊มลมสุญญากาศที่ต่อไปยังชุดหัวจับปั๊มลมสุญญากาศมักจะไปพันหรือเกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของตัวหุ่นยนต์ทำให้การหมุนหรือยืดหดชุดแขนจับเกิดการติดขัด

แนวทางแก้ไข ทำการเก็บสายของปั๊มลมสุญญากาศที่ต่อไปยังชุดหัวจับสุญญากาศรวมกันให้เป็นระเบียบด้วยเข็มขัดรัดสายและใช้เข็มขัดรัดสาย รัดสายที่เก็บเป็นระเบียบแล้วกับตัวหุ่นยนต์ในจุดที่เมื่อทำการหมุนหรือยืดหดแขนจับแล้วไม่ให้เกิดการพัน หรือยืดหดชุดแขนจับแล้วไม่เกิดการติดขัด

2. ปัญหา เมื่อหุ่นยนต์มีการปะทะหรือการกระแทกแรงๆ แบตเตอรี่ของหุ่นยนต์มีการเคลื่อนออกจากจุดที่วางแบตเตอรี่ ทำให้ขั้วต่อแบตเตอรี่หลุดออกจากขั้วของแบตเตอรี่

แนวทางแก้ไข ทำการทำที่วางแบตเตอรี่ของตัวหุ่นยนต์ใหม่ให้มีขนาดพอดีกับแบตเตอรี่ และเมื่อนำหุ่นยนต์ไปเข้าร่วมการแข่งขันก็ให้นำเข็มขัดมารัดแบตเตอรี่กับที่วางแบตเตอรี่อีกด้วยเพื่อความแน่นไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ของแบตเตอรี่

3. ปัญหา กระแสจากแหล่งจ่ายแบตเตอรี่ไม่เพียงพอเมื่อชุดขับเคลื่อนและชุดปั๊มลมของหัวจับสุญญากาศทำงานพร้อมกันทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ช้าลง

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนแหล่งจ่ายจากเดิมที่ใช้แบตเตอรี่ ขนาด 12 V 4.5 A จำนวน 2 ก้อน เป็นแบตเตอรี่ขนาด 12 V 5.5 A จำนวน 2 ก้อนแทน

4. ปัญหา ลูกปืนชุดหนุนแขนจับมักมีเศษอลูมิเนียมหรือเศษวัสดุอื่นเข้าไปขัดทำให้ในบางครั้งการหมุนเกิดการสะดุดหรือในบางครั้งก็ไม่สามารถหมุนได้

แนวทางแก้ไข เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขณะนำหุ่นยนต์ไปทำการเข้าร่วมแข่งขัน ก่อนการนำหุ่นยนต์ไปแข่งจึงได้มีการแกะลูกปืนของชุดหนุนแขนจับออกมาล้างทำความสะอาดเพื่อให้การหมุนของชุดแขนจับไม่เกิดการติดขัดขณะทำการแข่งขัน

5. ปัญหา สายพานของชุดขับเคลื่อนล้อ ใช้งานไปแล้วนานๆ เกิดการยืดตัวของสายพานทำให้สายพานหย่อนและเมื่อสายพานหย่อนก็จะทำให้เกิดการฟรีของล้อของชุดขับเคลื่อน

แนวทางแก้ไข ก่อนนำหุ่นยนต์ไปร่วมในการแข่งขันได้มีการขยับตำแหน่งของการวางมอเตอร์ของชุดขับเคลื่อนไปจากตำแหน่งเดิมเพื่อให้สายพานของชุดขับเคลื่อนไม่เกิดการฟรี

6. ปัญหา สปริงของชุดเก็บชิ้นส่วนสะพานมักไปเกี่ยวกับคานที่ป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนสะพานหลุดออกทางด้านหลังของตัวหุ่นยนต์ขณะเข้าไปทำการหนีบชิ้นส่วนสะพานทำให้เกิดการค้างของสปริงทำให้หนีบหรือปล่อยชิ้นส่วนสะพานไม่ได้ในบางครั้ง

แนวทางแก้ไข นำสปริงของชุดหนีบไปร้อยในท่อยางแล้วร้อยเข้าไปในคานที่ใช้ป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนสะพานหลุดออกทางด้านหลังของตัวหุ่นยนต์ขณะไปทำการหนีบชิ้นส่วนสะพานเพื่อป้องกันการค้างของสปริงทำให้ไม่เกิดปัญหาในการหนีบและปล่อยชิ้นส่วนสะพาน

7. ปัญหา ปลายท่อของเสาคอนโทรลมีความคมทำให้บาดสายคอนโทรลเมื่อมีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

แนวทางแก้ไข นำสายคอนโทรลร้อยเข้าไปในท่อยางแล้วสอดเข้าไปที่ปลายของเสาคอนโทรล เพื่อป้องกันปลายเสาคอนโทรลที่มีการควบคุมไม่ให้บาดสายคอนโทรล

8. ปัญหา น้ำหนักโดยรวมของทีมมีน้ำหนักเกิน 50 กิโลกรัม มากกว่าที่กติกากำหนดไว้

แนวทางแก้ไข ได้ทำการเจาะรูตามโครงสร้างของชิ้นส่วนต่างๆ ของตัวหุ่นยนต์เพื่อลดน้ำหนักโดยรวมให้พอดีกับกติกาที่กำหนดไว้

9. ปัญหา ล้อของชุดขับเคลื่อนที่ซื้อมามีดอกยางทำให้เมื่อไปวิ่งบนพื้นสนามที่ใช้แข่งขันจริงจะเกิดการฟรีขึ้นทำให้การขับเคลื่อนไม่ได้เต็มความสามารถของหุ่นยนต์ที่ได้ตั้งไว้คือ 0.8 เมตร/วินาที

แนวทางแก้ไข ได้ทำการนำล้อยางของชุดขับเคลื่อนไปกลึงเอาดอกยางออกเพื่อเพิ่มหน้าสัมผัสระหว่างล้อกับพื้นสนามแข่งขันทำให้การขับเคลื่อนในการแข่งขัน กันไม่ให้เกิดการฟรีของล้อทำให้การขับเคลื่อนเป็นไปตามความสามารถของหุ่นยนต์ตามที่ตั้งไว้ คือ 0.8 เมตร/วินาที

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นหรือหรือนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

1. ทำการเพิ่มหัวจับปั๊มลมสุญญากาศและปั๊มลมสุญญากาศอีก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจับให้มีความแน่นและจับวัสดุอื่นที่มีน้ำหนักมากกว่าชิ้นส่วนสะพาน เมื่อนำหุ่นยนต์ไปใช้ในกิจกรรมอื่น

2. เปลี่ยนล้อของชุดขับเคลื่อนให้ใหญ่ขึ้นยกให้ตัวหุ่นยนต์สูงขึ้น ทำให้หุ่นยนต์สามารถเข้าไปในที่ที่มีความขรุขระได้ เมื่อนำหุ่นยนต์ไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

3. เปลี่ยนชุดควบคุมของรีโมทมีสายไปใช้เป็นชุดควบคุมจากรีโมทมีสาย ไปใช้เป็นชุดควบคุมแขนไร้สาย แล้วพัฒนาตัวหุ่นยนต์ให้เป็นหุ่นยนต์กู้ภัย เสี่ยงภัยโดยนำไปใช้ในด้านการกู้ภัยเสี่ยงภัยและอันตรายต่างๆ แทนมนุษย์ เพื่อป้องกันภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์

บรรณานุกรม

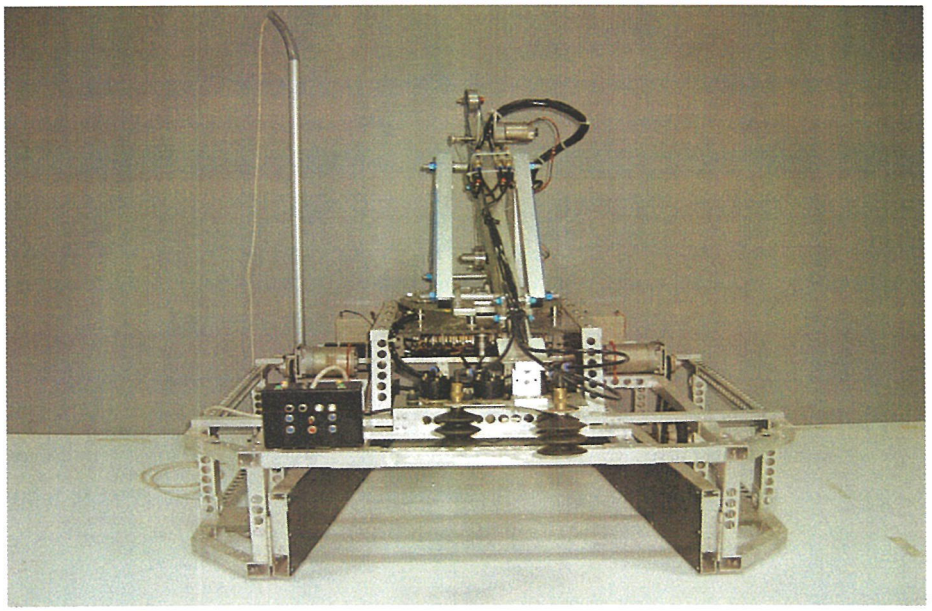
นพดล เวชวิฐาน. **เครื่องยนต์หัวฉีด EFI** . กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี่(ไทยญี่ปุ่น). 2535

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ. **งานเครื่องยนต์**. กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2546

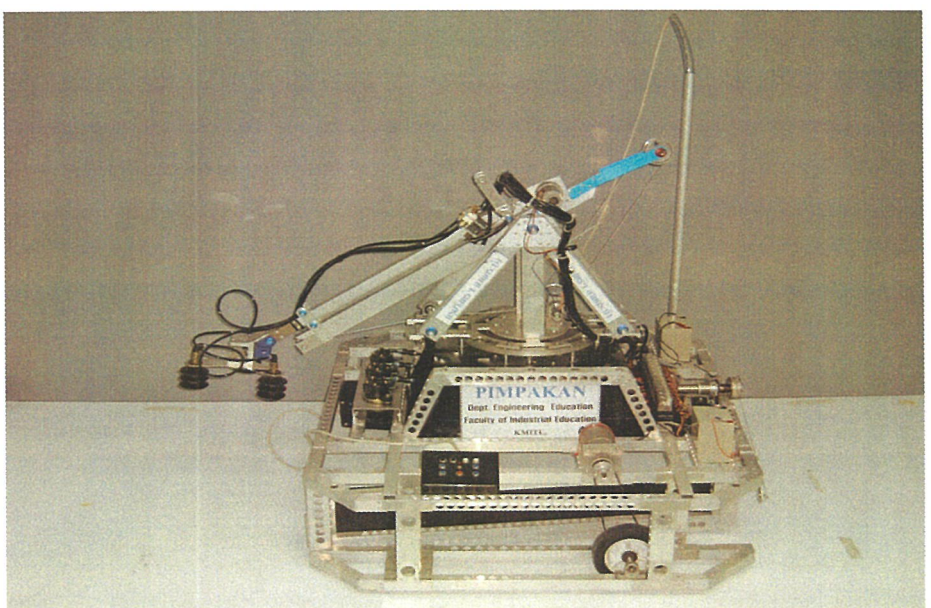
ปานเพชร ชินินทรและขวัญชัย สินทิพย์สมบรูณ์. **นิวแมติกอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2545

พรจิต ประทุมสุวรรณ. **การควบคุมนิวแมติกส์**. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์. 2521

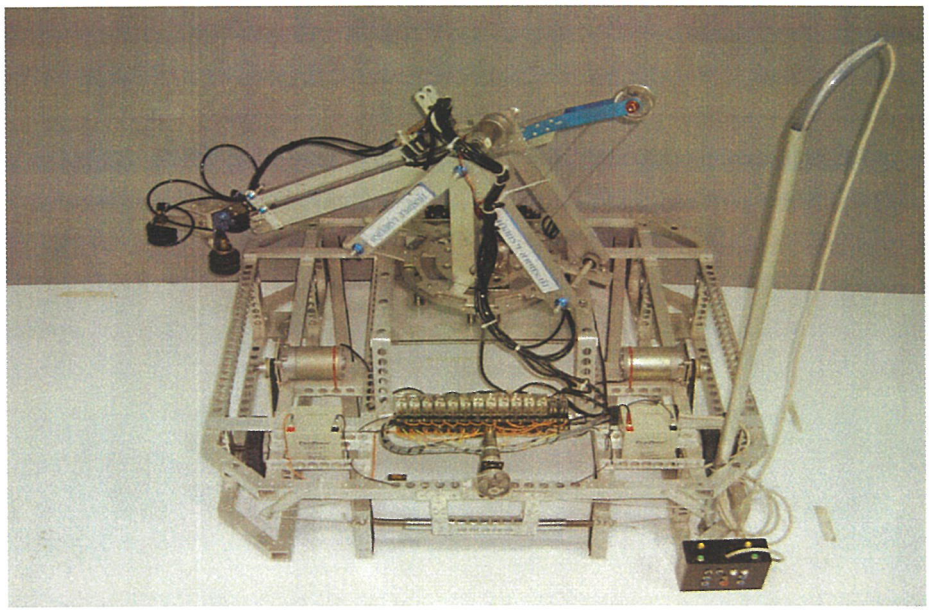
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ



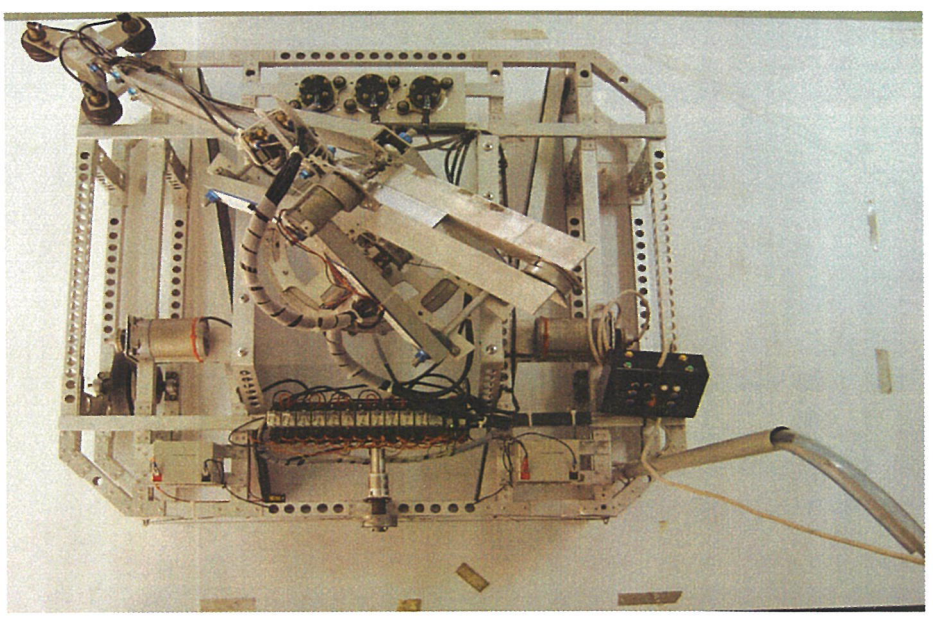
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย



รูปที่ ก.2 ด้านข้างหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย



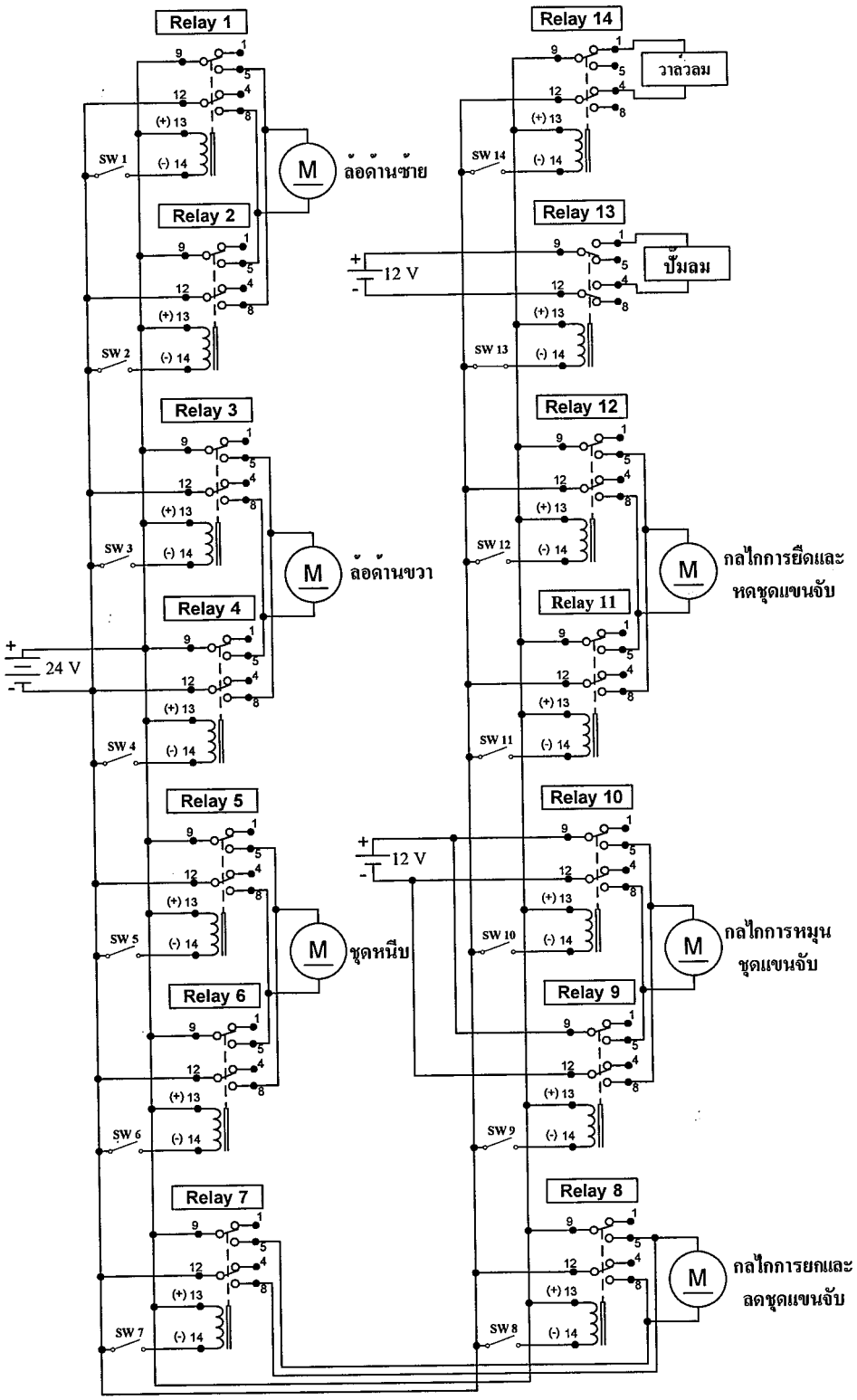
รูปที่ ก.3 ด้านหลังหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย



รูปที่ ก.4 ด้านบนหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

ภาคผนวก ข

วงจร



รูปที่ ข.1 วงจรรีเลย์ควบคุม

ภาคผนวก ค

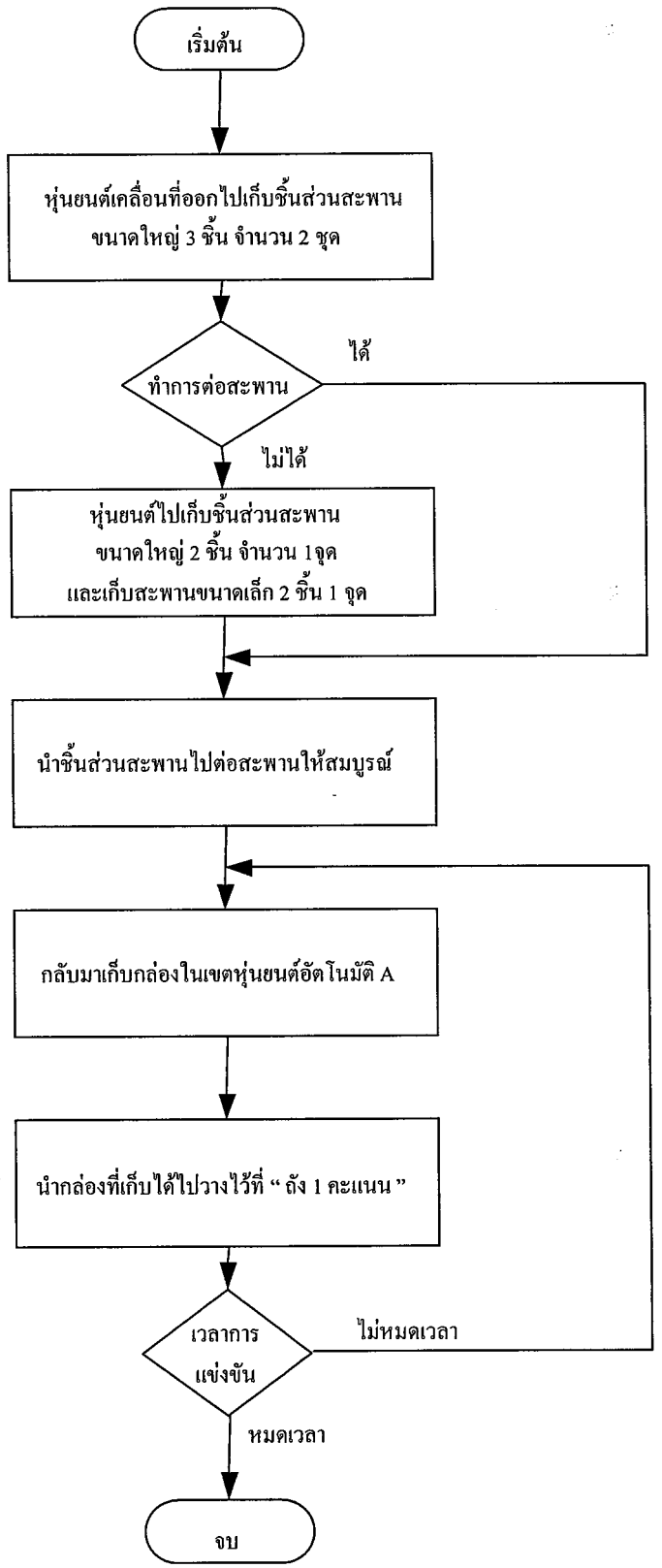
รายการอุปกรณ์

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
สวิตช์		
	สวิตช์กดติดปล่อยดับ	13 ตัว
	ดิฟสวิตช์	2 ตัว
กล่องควบคุมการทำงาน		
	กล่องเอนกประสงค์ขนาด กว้าง 4 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว หนา 2.5 นิ้ว	1 กล่อง
รีเลย์		
	รีเลย์ 28 VDC 5 A	12 ตัว
	รีเลย์ 30 VDC 5 A	2 ตัว
ปั๊มลม		
	ปั๊มลม 12 VDC	3 ตัว
โซลินอยด์		
	โซลินอยด์ 24 VDC	3 ตัว
มอเตอร์		
	ดีซีมอเตอร์ 24 V	6 ตัว
แหล่งจ่าย		
	แบตเตอรี่แห้ง 12 V 5.5 AH	2 ก้อน

ภาคผนวก ง

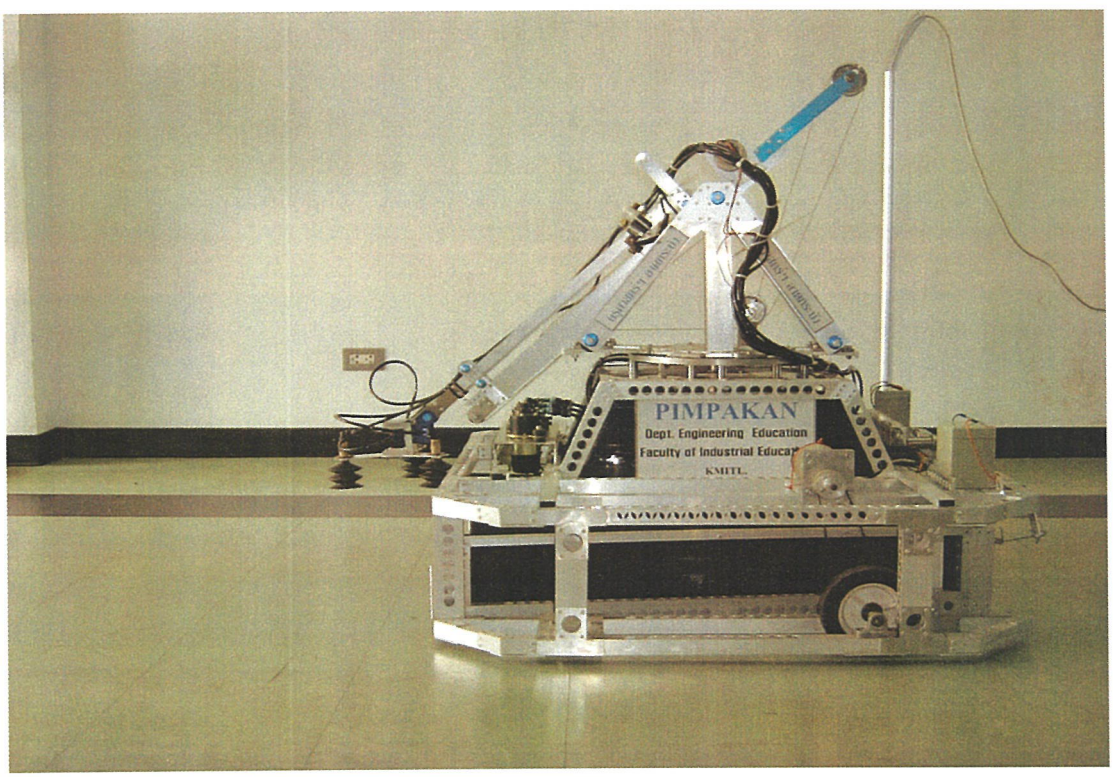
แผนผังการทำงาน



รูปที่ ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

คู่มือการใช้งาน
หุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานบังคับด้วยรีโมทมีสาย

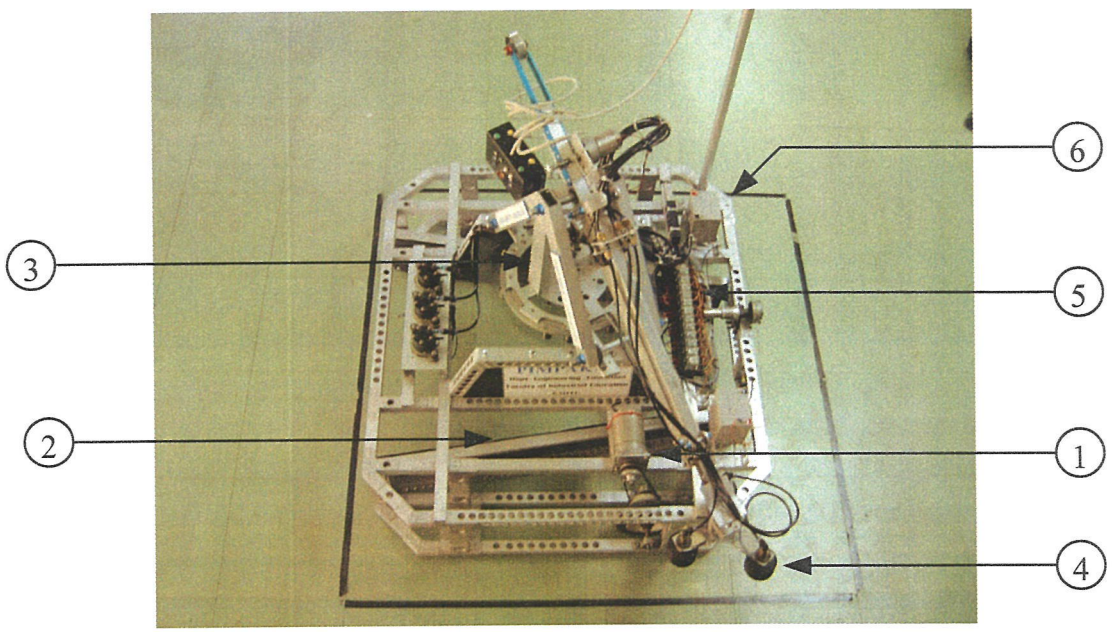


ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่ใช้งานหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานบังคับด้วยรีโมทมีสายควรที่จะศึกษาคู่มือการใช้งานวิธีการบังคับหุ่นยนต์พร้อมทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟของหุ่นยนต์และตรวจสอบกลไกลของหุ่นยนต์เพื่อจะทำให้การใช้งานหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานบังคับด้วยมีรีโมทมีสาย

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

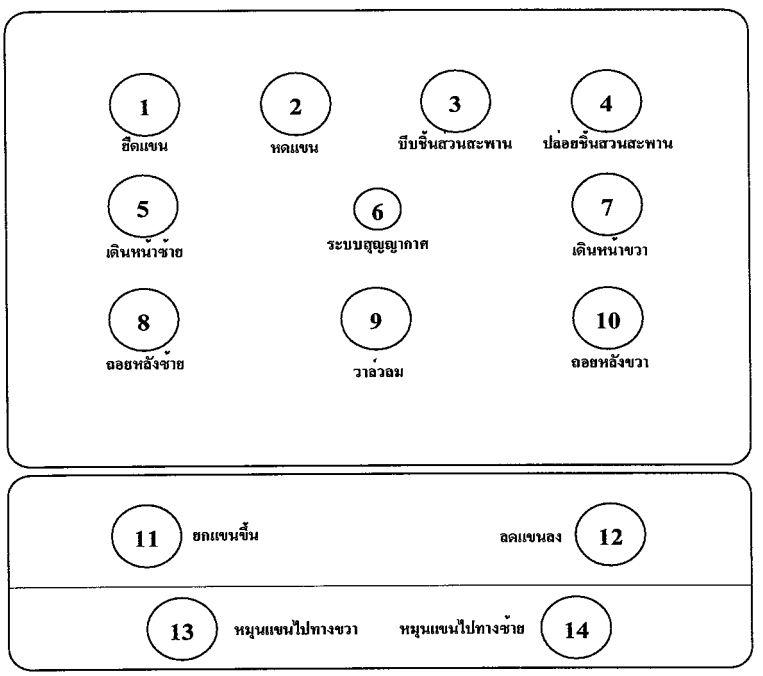
1. ชุดขับเคลื่อน
2. ชุดหนีบชิ้นส่วนสะพาน
3. ชุดแขนจับ
4. ชุดหัวจับระบบสุญญากาศ
5. ชุดวงจรควบคุม
6. ชุดแหล่งจ่าย

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 ทำการตรวจแหล่งจ่ายไฟและกลไกให้พร้อมใช้งาน

3.2 เปิดสวิตซ์การทำงานของหุ่นยนต์

3.3 กดปุ่มควบคุมการทำงานของรีโมทเพื่อบังคับให้หุ่นยนต์ทำงานดังนี้



รูปที่ จ.2 ชุดรีโมทควบคุม

1) กดปุ่มหมายเลข 1 กลไกของชุดแขนจับจะทำการยืดแขนออกไป

2) กดปุ่มหมายเลข 2 กลไกของชุดแขนจับจะทำการหดแขนเข้า

3) กดปุ่มหมายเลข 3 กลไกของชุดหนีบจะทำการบีบเข้า

4) กดปุ่มหมายเลข 4 กลไกของชุดหนีบจะถ่างออก

5) กดปุ่มหมายเลข 5 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหน้าซ้าย

6) กดปุ่มหมายเลข 7 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหน้าขวา

7) กดปุ่มหมายเลข 5 และ 7 พร้อมกันหุ่นยนต์จะเดินหน้า

8) กดปุ่มหมายเลข 6 ระบบสุญญากาศจะทำงาน

9) กดปุ่มหมายเลข 8 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหลังซ้าย

10) กดปุ่มหมายเลข 10 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปทางด้านหลังขวา

11) กดปุ่มหมายเลข 8 และ 10 หุ่นยนต์จะถอยหลัง

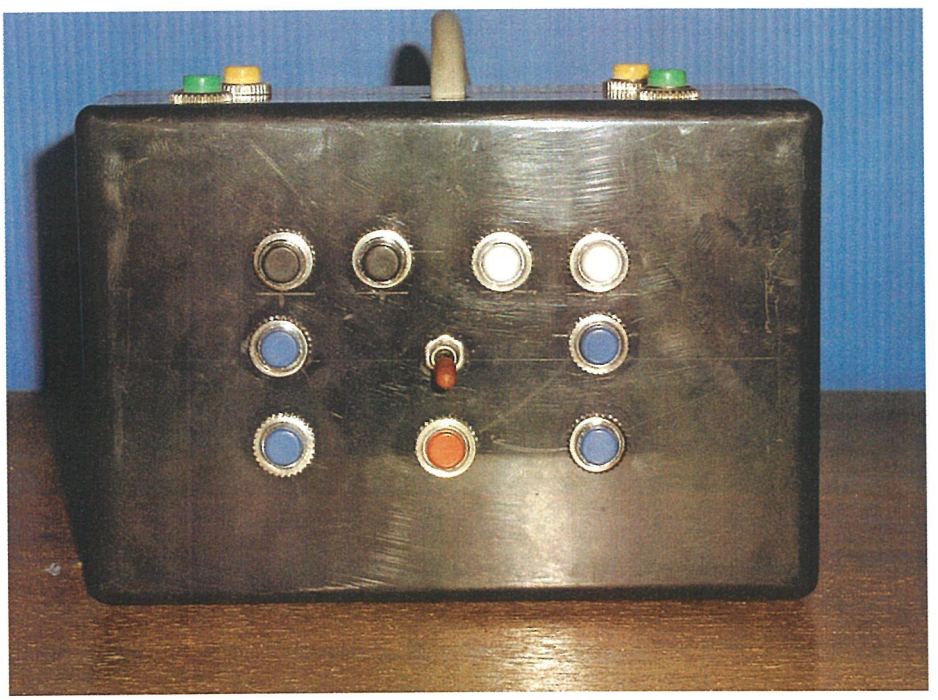
12) กดปุ่มหมายเลข 9 วาล์วของระบบสุญญากาศจะทำการปล่อยลมออก

13) กดปุ่มหมายเลข 11 กลไกของชุดแขนจับจะทำการยกแขนขึ้น

14) กดปุ่มหมายเลข 12 กลไกของชุดแขนจับจะทำการลดแขนลง

15) กดปุ่มหมายเลข 13 กลไกของชุดแขนจับจะหมุนแขนทั้งชิ้นไปทางขวา

16) กดปุ่มหมายเลข 14 กลไกของชุดแขนจับจะหมุนแขนทั้งชิ้นไปทางซ้าย



รูปที่ จ.3 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานหุ่นยนต์ควรตรวจสอบแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางที่ จ.1

ตารางที่ จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
หุ่นยนต์ไม่ทำงานในทุกๆคำสั่ง	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ วิธีแก้ไขเปิดสวิตซ์หรือเสียบขั้วต่อแบตเตอรี่ใหม่
ชุดแขนจับหมุนแล้วหมุนไม่ไป	สายที่ต่อไปยังหัวจับสุญญากาศว่าไปเกี่ยวกับส่วนอื่นหุ่นยนต์ วิธีแก้ไขทำการจัดสายใหม่ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
หับจับสุญญากาศจับไม่ได้	ตรวจสอบสายจากปั๊มลมที่ต่อไปยังหัวจับสุญญากาศ วิธีแก้ไขเปลี่ยนสายลมใหม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1) ตรวจสอบระบบกลไกต่างๆให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

2) ตรวจวัดขนาดความจุของแรงดันแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 12 โวลต์

5.2 ข้อควรระวัง

1) ไม่ควรนำหุ่นยนต์ไปใช้งานในบริเวณเปียกชื้นเพราะจะมีผลต่อวงจรควบคุม

2) ไม่ควรนำหุ่นยนต์ไปใช้งานในบริเวณที่มีพื้นผิวขรุขระ

3) ไม่ควรใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดเกิน 24 โวลต์

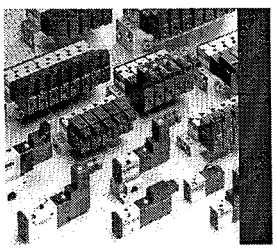
6.ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.2 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมท

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ระบบไฟฟ้า	ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
ขนาด	กว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร สูง 90 เซนติเมตร
น้ำหนัก	27 กิโลกรัม
ควบคุม	ใช้รีโมทมีสายยาว 300 เซนติเมตร

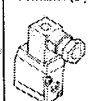
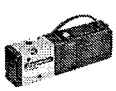
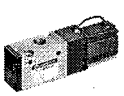
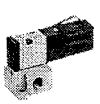
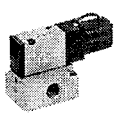
ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์



3 Port Solenoid Valve
Rubber Seal
VZ100/300/500

Solenoid Valve Variations

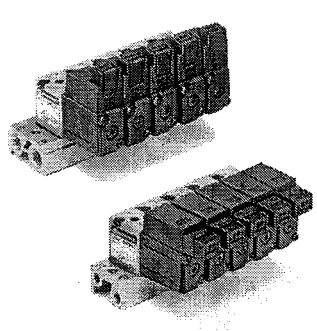
	Series	Port Size	Effective Area mm² (Cv)	Actuation	Voltage	Electrical Entry	Option/light and surge voltage suppressor	Manual Override
Body Ported	VZ100	M5 X 0.8	N.C. P→A: 0.6 (0.034) A→R: 0.9 (0.05) N.O. R→A: 0.6 (0.034) A→P: 0.6 (0.034)	N.C. N.O.	(Standard) 100V AC 50/60Hz 200V AC 50/60Hz 24V DC (Option) 24V AC 50/60Hz 48V AC 50/60Hz 110V AC 50/60Hz 220V AC 50/60Hz 6V DC 12V DC 48V DC	●Grommet (G) ●L Plug Connector (L) ●M Plug Connector (M) ●DIN Terminal (D) 	●Surge voltage suppressor (G)(L)(M)(D) ●Indicator light and surge voltage suppressor (L)(M)(D)	●Non-locking push style
Body Ported	VZ300 	M5 X 0.8	3.6 (0.2)					●Non-locking push style ●Locking slotted style ●Locking knob style
Body Ported	VZ500 	Rc(PT)1/8	9.0 (0.5)					
Base Mounted	VZ300 	Rc(PT)1/8	4.5 (0.25)					
Base Mounted	VZ500 	Rc(PT) 1/8, 1/4	9.0 (0.5)					

VZ100/300/500

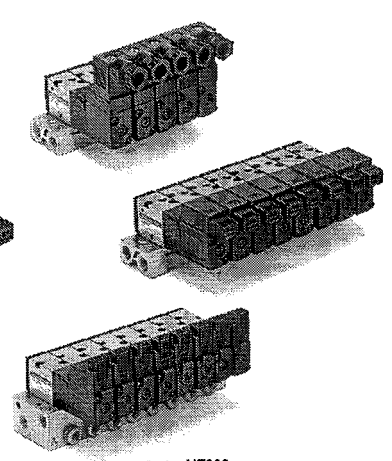
Manifold Variations

	Valve Series	A port position	P/R port size	A port size				
				M5	Rc(PT) 1/8	With one-touch fitting Applicable tube O.D. ø4	ø6	ø8
Body Ported	VZ100	Top	M5 X 0.8	●	—	—	—	—
			Rc(PT)1/8	●	—	—	—	—
	VZ300	Top	Rc(PT)1/8	●	—	—	—	—
	VZ500	Top	Rc(PT)1/8	—	●(1)	—	—	—
			Rc(PT)1/4	—	●	—	—	—
Base Mounted	VZ300	Bottom	Rc(PT)1/8	●	●	—	—	—
		Side		●	●	●	●	—
	VZ500	Bottom	Rc(PT)1/8	—	●(1)	—	—	—
			Rc(PT)1/4	—	●	—	—	—
		Side	Rc(PT)1/4	—	●	—	●	●

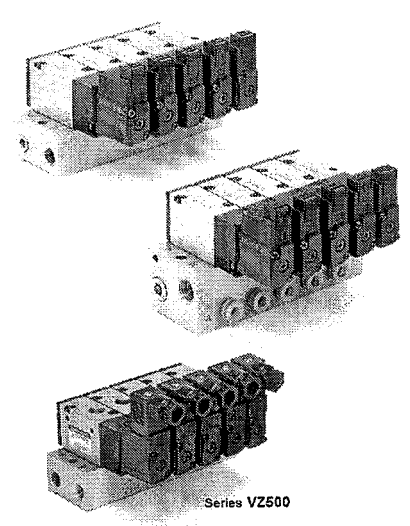
Note 1) Internal pilot



Series VZ100



Series VZ300



Series VZ500

⚠ Precautions

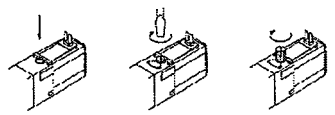
Be sure to read before handling. Refer to p.0-33 to 0-36 for Safety Instructions and common precautions.

⚠ Warning
Manual Override

•Manual override is capable in 2 ways, non-locking push style and locking style. (Locking style is for VZ300, VZ500 only)

■The non-locking push style must be pressed in the direction of the arrow. The locking style must be turned in the direction of the arrow.

–: Non-locking push style | B: Locking slotted style | C: Locking knob style

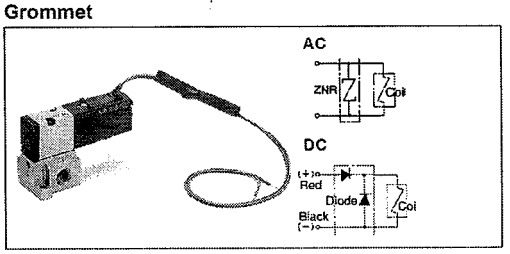


When operating the locking style manually, apply torque of 0.2Nm or less.

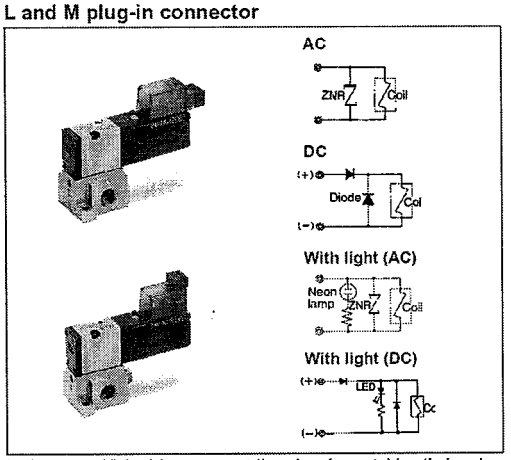
•During manual operation, the equipment that is connected will operate. Therefore, make sure there are no hazardous conditions before operation.

⚠ Caution
Indicator Light and Surge Voltage Suppressor

Grommet

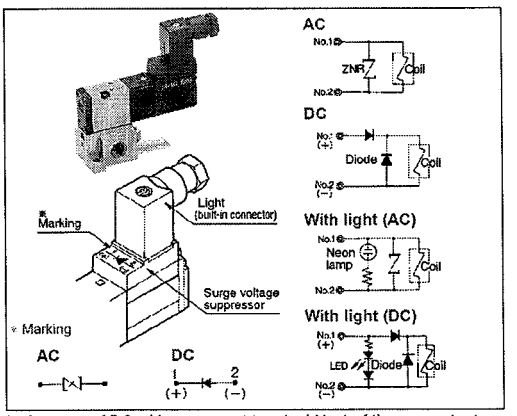


L and M plug-in connector



In the case of DC wiring, connect the wires by matching their polarities to the [+] and [–] marks on the connector. If the lead wires are connected beforehand, the red wire is [+], and the black wire is [–].

DIN terminal



In the case of DC wiring, connect terminal No. 1 of the connector to the positive [+] side, and terminal No. 2 to the negative [–] side. (Refer to the marks on the terminal board.)

Common Exhaust for Main Valve & Pilot Valve

VZ3□$^{2}_{4}$M, VZ5□$^{2}_{4}$M

Exhaust air from the pilot valve will flow to the main valve exhaust port.

•For use in an environment in which exhaust from the pilot valve is undesirable.

•For use when the intrusion of dust from the surroundings must be prevented. Also, make sure the piping will not restrict the flow from the exhaust port.

How to Use Plug Connector

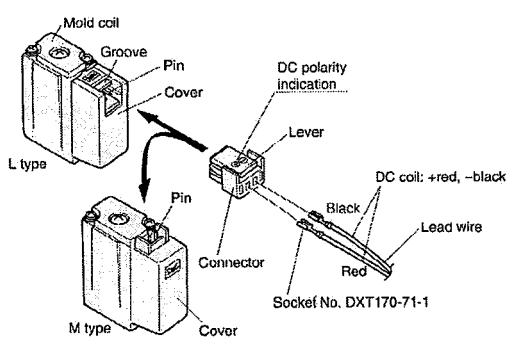
Connection/Disconnection of connector

1) Connection:

Push the connector straight on to the pins of the solenoid, making sure the lip of the lever is securely positioned in the groove on the solenoid cover.

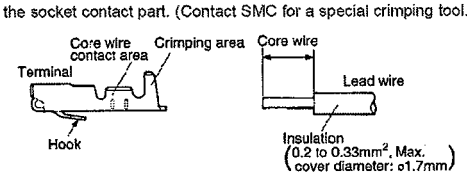
2) Disconnection:

Press the lever against the connector housing and pull it outward from the solenoid.



Crimping connection of lead wire and socket

Strip 3.2 to 3.7mm of the lead wire ends, insert each stripped wire into a socket and crimp contact it using special crimping tool. Be careful that the outer insulation of the lead wires does not interfere with the socket contact part. (Contact SMC for a special crimping tool.)



VZ100/300/500

⚠ Caution

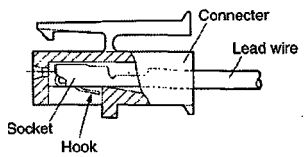
Connection/Disconnection of Socket with Lead Wire

1) Connection

Insert a socket into the square hole (Indicated as +, –) of connector, push the lead wire in and lock it by hanging the hook of socket to the seat of connector. (Pushing-in can open the hook and lock it automatically.) Then confirm the lock by lightly pulling on the lead wire.

2) Disconnection

For pulling-out the socket from the connector, pull out the lead wire by pushing the hook on the socket with a stick with a fine point (approx. 1mm). If the socket is to be re-used, spread the hook to the outside.



How to Use DIN Connector

Connection

1) Loosen set screw and pull out connector from the terminal block of solenoid.
2) Pull out screw and insert a screwdriver into the slit area near the bottom of terminal block to separate block and housing.
3) Loosen the terminal screw of the terminal block, place bare end of lead wire into terminal in accordance with the wiring method, and affix it securely with the terminal screw.
4) Tighten ground nut to secure the wire.

Change of electrical entry (orientation)

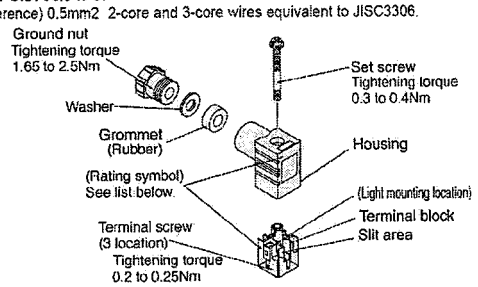
After separating the terminal block and housing, mount the housing at any position (total 4 directions, per 90 degrees), therefore changing electrical entry.
•In the case of indicator light, avoid damaging the light with lead wire.

Precautions

Plug the connector in or out vertically, never at an angle.

Applicable cable

Cable O.D. ø3.5 to ø7
(Reference) 0.5mm2 2-core and 3-core wires equivalent to JISC3306.



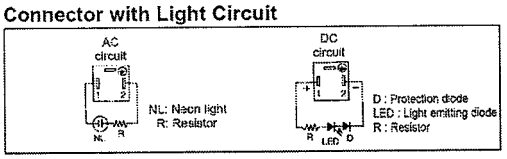
Connector Part No.

Without light	DXT170-176-1

With light

Rated voltage	Symbol	Part No.
100V AC	100V	DXT170-176-2-01
200V AC	200V	DXT170-176-2-02
110V AC	110V	DXT170-176-2-03
220V AC	220V	DXT170-176-2-04
240V AC	240V	DXT170-176-2-07
6V DC	6VD	DXT170-176-3-51
12V DC	12VD	DXT170-176-3-06
24V DC	24VD	DXT170-176-3-05
48V DC	48VD	DXT170-176-3-53

Connector with Light Circuit



Plug Connector Lead Wire Length

Standard length is 300mm, but the followings are also available.

How to Order Connector Assembly

DXT170-80-□ A-□

Color of lead wire

Symbol	Lead wire with socket	Note
—	Socket only (2pcs.)	Without lead wire
1	Blue (2 pcs.)	100V AC
2	Red (2 pcs.)	200V AC
3	Gray (2 pcs.)	AC others
4	Red: +, Black: –	DC

Length of lead wire

Symbol	Length L mm
—	300
6	600
10	1000
15	1500
20	2000
25	2500
30	3000

How to Order

When ordering both the valve and connector assembly, include both the valve and connector assembly part no. (Example) 2000mm lead wire length
VZ312-5M0-M5·····2 pcs.
DXT170-80-4A-20·····2 pcs.

Connector Assembly with Cover

Connector assembly cover is dustproof.

•Effective to prevent short-circuit accident due to penetration of foreign matter into the connector section.
•The material is chloroprene rubber for electricity which has excellent weathering and electrical insulating properties. But don't splash cutting oil.
•Trim appearance by use of circular cord.

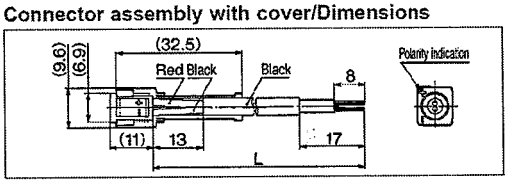
How to Order

DXT170-123-A-□

Length of lead wire

Symbol	Length L mm	Symbol	Length L mm
–	300	20	2000
6	600	25	2500
10	1000	30	3000
15	1500		

Connector assembly with cover/Dimensions



How to Order Solenoid Assembly

DXT170-C-5-L-□

Applicable model

A	VZ110
C	VZ300 / VZ500 Series
E	VZ120

Coil rated voltage

1	100V AC 50/60Hz
2	200V AC 50/60Hz
3*	200V AC 50/60Hz
4*	220V AC 50/60Hz
5*	24V DC
6*	12V DC
9*	Others

*Option

Indicator light and surge suppressor

–	None
Z*	Indicator light and surge suppressor
S	Surge voltage suppressor

*Indicator light is not available for grommet style.

Electrical entry

G	Grommet (300mm lead wire)	
H	Grommet (600mm lead wire)	
L	L plug connector	With lead wire
LN		Without lead wire
LO		Without connector
M	M plug connector	With lead wire
MN		Without lead wire
MO		Without connector
D	DIN terminal	With connector
DO		Without connector

Flow rate

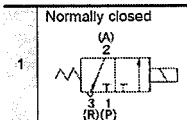
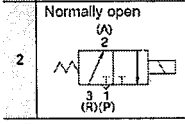
Refer to the p.0-36 for flow rate

3 Port Body Ported Rubber Seal
Series VZ100

How to Order

Body Ported VZ1 [Actuation] 0 — [Rated voltage] [Electrical entry] [Indicator light and surge voltage suppressor] — [Port size] M5 — [Option]

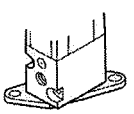
Actuation

1	Normally closed	
2	Normally open	

Regarding VZ120, R port is a supply port.

Option

F: With foot style bracket



Note) Bracket is not assembled.

Port size

M5	M5 X 0.8

Indicator light and surge voltage suppressor

–	None
Z*	With indicator light and surge voltage suppressor
S	With surge voltage suppressor

*It is not available for GZ, HZ, DOZ.

Rated voltage

1	100V AC 50/60Hz
2	200V AC 50/60Hz
3*	110V AC 50/60Hz
4*	220V AC 50/60Hz
5	24V DC
6*	12V DC
9*	Others

*Option

Electrical entry

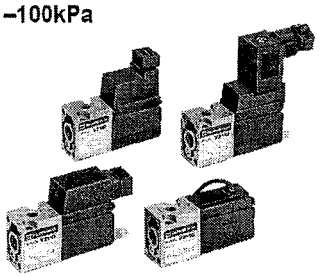
Grommet	L plug connector	M plug connector		DIN terminal
G: 300mm lead wire	L: 300mm lead wire	M: 300mm lead wire	MN: Without lead wire	D: With connector
H: 600mm lead wire	LN: Without lead wire	LO: Without connector	MO: Without connector	DO: Without connector

*LN, MN style: with 2 sockets

VZ100

Low Power Consumption: 1.8WDC

Applicable for Vacuum Use −100kPa



Refer to the p.2.4-8 to 2.4-10 for manifold use.

Order Made P.2.4-45

Specifications

Fluid	Air
Operating pressure range	See below
Ambient and fluid temperature (°C)	Max. 50
Response time (ms)[1]	15 or less
Max. operating frequency (Hz)	15
Effective area	See below
Manual override	Non-locking push style
Lubrication	Non-lube
Mounting position	Free
Impact/Vibration resistance (m/s²) [2]	300/50
Protection structure	Dust proof

Note 1) According to dynamic performance test of JIS B8374-1981.(Coil temperature 20°C, rated voltage, without surge voltage suppressor)
Note 2) Impact resistance: No malfunction from test using drop impact tester, to axis and right angle directions of main valve and armature, each one time when energized and de-energized. (Value in the initial stage.)
Vibration resistance: No malfunction from test with 45 to 1000Hz 1 sweep, to axis and right angle directions of main valve and armature, each one time when energized and de-energized. (Value in the initial stage.)

Solenoid specifications

※Option

Electrical entry			Grommet(G)/(H), L plug connector(L), M plug connector(M), DIN terminal(D)
Coil rated voltage V	AC50/60Hz		100, 200, 24※, 48※, 110※, 220※
	DC		24, 6※, 12※, 48※
Allowable voltage			15 to +10% rated voltage
Power consumption W Note) [Current mA]	DC		1.8(with light 2.1) [24V DC:75(with light 87.5)]
Apparent power VA Note) [Current mA]	AC	Inrush	4.5/50Hz,4.2/60Hz [100V AC: 45/50Hz, 42/60Hz; 200V AC: 22.5/50Hz, 21/60Hz]
		Holding	3.5/50Hz,3/60Hz [100V AC: 35/50Hz, 30/60Hz; 200V AC: 17.5/50Hz, 15/60Hz]
Surge voltage suppressor			DC: diode, AC: ZNR
Indicator light			DC: LED(Red), AC: Neon light

Note) At rated voltage

Option

Description		Model No.	Note
Foot style bracket		DXT170-34-1A	With mounting screw (M3 X 6)
Silencer	M5	AN120-M5 (ø8 X 17ℓ)	For valve unit (R port), Noise reduction: 21dB or more. Effective orifice 5mm²

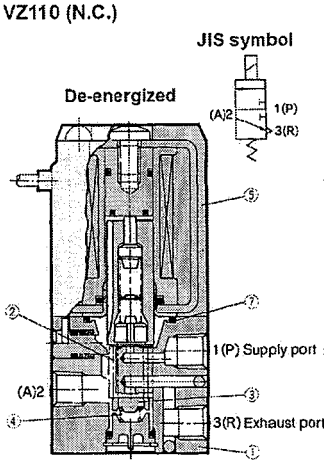
Operating Pressure Range and Effective Area

Valve		Actuation	Operating press. range (MPa)	Vacuum specification MPa		Port size	Effective area (mm²)	Weight (g)
				P port	R port			
Construction	VZ110	N.C.	0 to 0.7	−27kPa to0.6	−100kPa to 0	M5 X 0.8	P→A:0.5 (0.034) A→R:0.9 (0.05)	70
	VZ120	N.O.	0 to 0.5	−100kPa to 0	−100kPa to 0.4		R→A:0.8 (0.034) A→P:0.6 (0.034)	

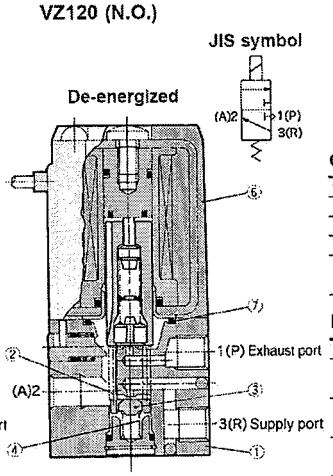
Note) Regarding VZ120, R port is a supply port.

Construction

VZ110 (N.C.)



VZ120 (N.O.)

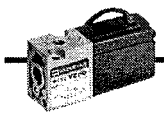


Component Parts

No.	Description	Material	Note
①	Body	ZDC	Platinum silver
②	Push rod	Resin	
③	EXH poppet	NBR	
④	N.C. Back up spring N.O. poppet spring	SUS	

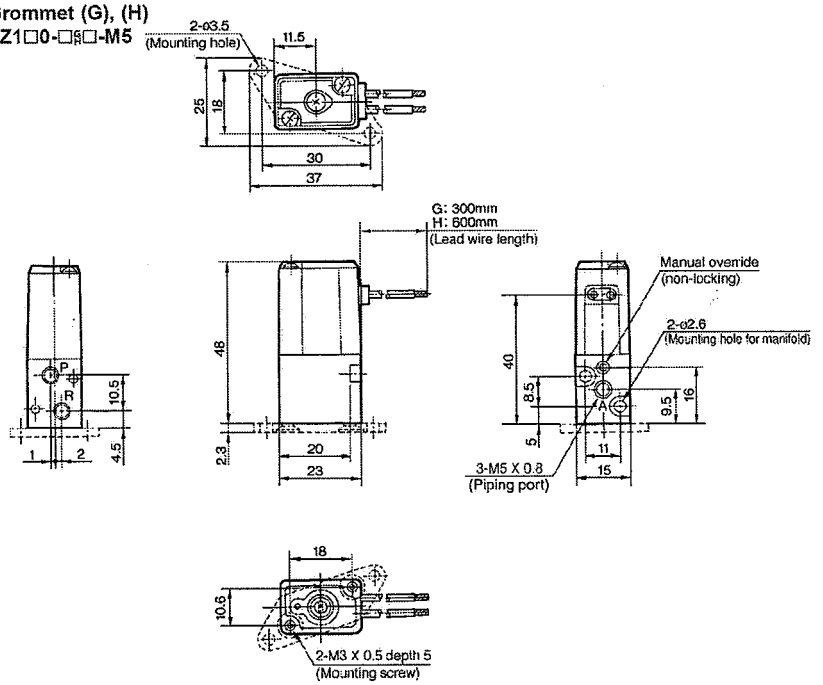
Replacement Parts

No.	Description	Part No.	Material	Note
⑤	Solenoid Ass'y	DXT170-A-□□□	Epoxy, Stainless steel	VZ110
⑥	Solenoid Ass'y	DXT170-B-□□□	Epoxy, Stainless steel	VZ120
⑦	O ring	13 X 11 X 1	NBR	Common with VZ300



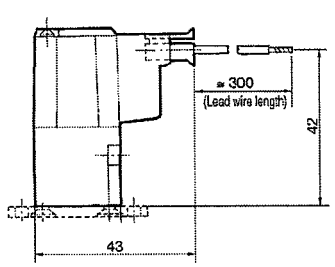
Body Ported

Grommet (G), (H)
VZ1□0-□§□-M5

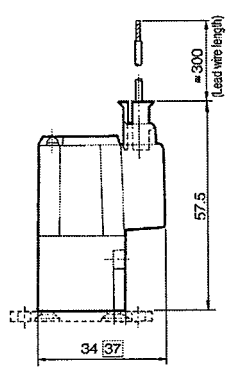


SY
SYJ
VK
VZ
VT
VT
VP
VG
VP
VQ
VQZ
VZ
VS

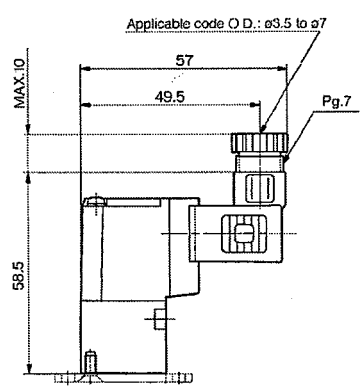
L plug connector (L)
VZ1□0-□L□-M5



M plug connector (M)
VZ1□0-□M□-M5

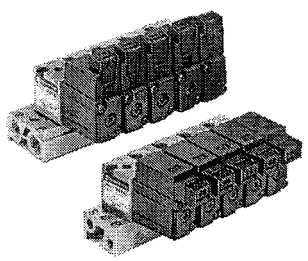


DIN terminal (D)
VZ1□0-□D□-M5



: with indicator light and surge voltage suppressor

Series VZ100
Manifold



Manifold Specifications

Model		VV3Z1-01-□1	VV4Z1-20-□1
Manifold		Single base/B mount	
P(SUP)/R(EXH)style		Common SUP and EXH type	
Valve stations		2 to 20 stations [1]	
A port piping	Position	Valve	
	Direction	Top	
Port size	P/R port	M5 X 0.8	Rc(PT)1/8
	A port	M5 X 0.8	
Valve effective area mm² (Cv)[2]	VZ110	P→A: 0.5 (0.028) A→R: 0.86 (0.048)	
	VZ120	R→A: 0.56 (0.031) A→P: 0.5 (0.028)	
Page on How to Order		p.2.4-9	p.2.4-10

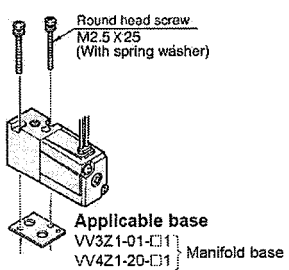
Note 1) If there are more than 10 stations, exhaust from both sides of manifold.
Note 2) Value at manifold base mounted
Note 3) Not able to use VZ120 and VZ110 on the same manifold base.
Note 4) In case of VZ120, supply air to R port and exhaust from P port.

How to Order Manifold Base

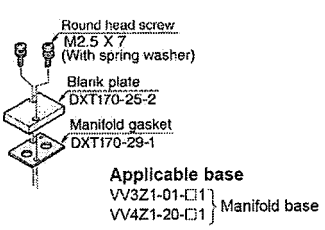
To order valves and blank plate assembly mounted onto the manifold, list valves and blank plate assembly with manifold base.
(Sample)
VV3Z1-01-031 ·····1 pc. (Manifold base)
VZ110-5LZ-M5·····2 pcs. (Valve)
DXT170-25-1A·····1 pc. (Blank plate assembly)

Option

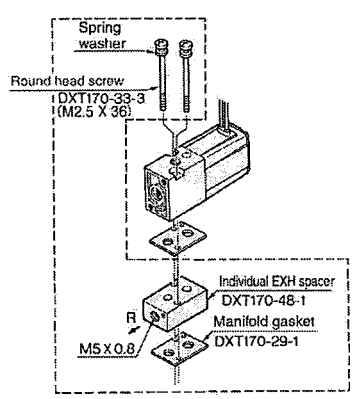
Combinations of solenoid valve, gasket and manifold base



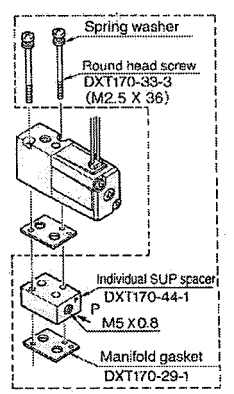
Blank plate assembly DXT170-25-1A

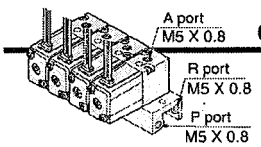


Individual EXH spacer assembly DXT170-48-1A



Individual SUP spacer assembly DXT170-44-1A





01 Type Manifold Base: Top Ported

How to Order

VV3Z1 – 01 – 05 1 – □

Stations

02	2 stations
⋮	⋮
20	20 stations

Option

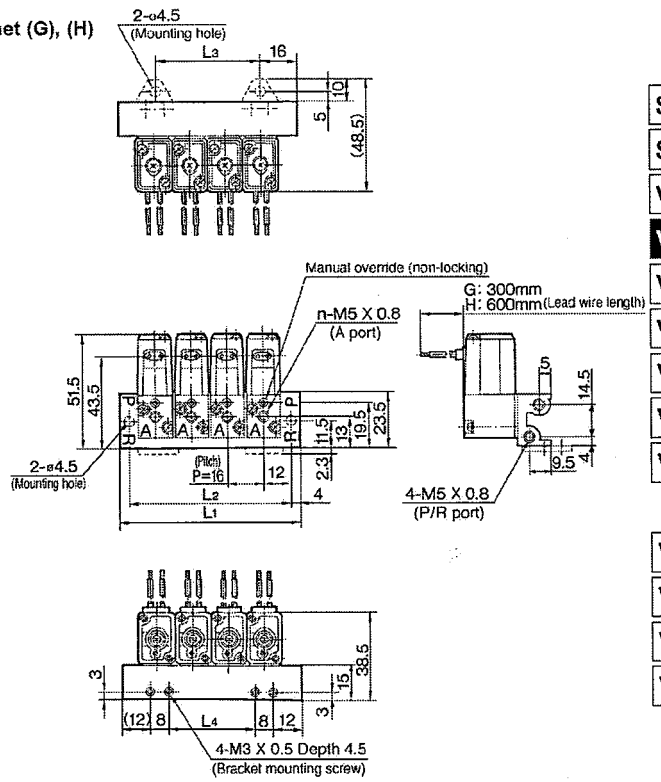
F: With foot bracket

* The bracket is not assembled.

Note) ● If there are more than 10 stations, exhaust from both sides manifold.
● It is not able to use VZ110 and VZ120 on the same manifold base.

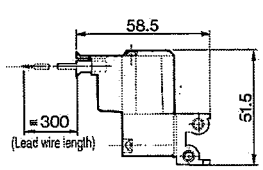
Applicable solenoid valve
VZ110-□□□-M5
VZ120-□□□-M5
Applicable blank plate assembly
DXT170-25-1A
Individual EXH spacer assembly
DXT170-48-1A
Individual SUP spacer assembly
DXT170-44-1A

Grommet (G), (H)

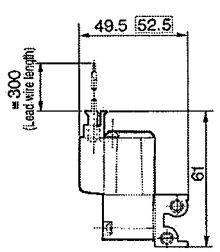


Station	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L1	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	241	256	272	288	304	320	336
L2	40	56	72	88	104	120	136	152	168	184	200	216	232	248	264	280	296	312	328
L3	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288	304
L4	8	24	40	56	72	88	104	120	136	152	168	184	200	216	232	248	264	280	296

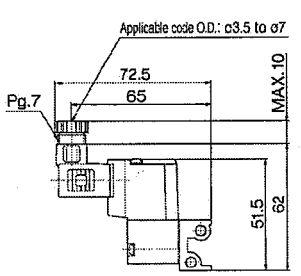
L plug connector (L)



M plug connector (M)

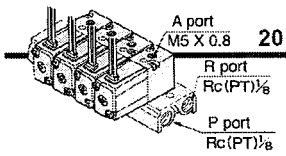


DIN terminal (D)



□: with indicator light and surge voltage suppressor

VZ100



20 Type Manifold Base: Top Ported

How to Order

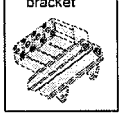
VV4Z1 – 20 – 05 1 –

Stations

02	2 stations
:	:
20	20 stations

Option

F: With foot bracket

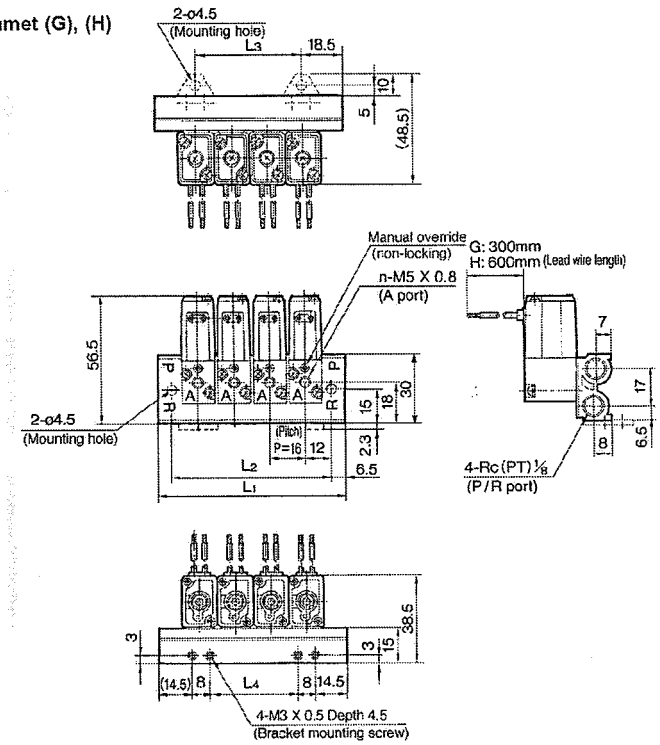


*The bracket is not assembled.

Note) ● If there are more than 10 stations, supply air to SUP port on both sides of the manifold and exhaust from EXH port on both sides of the manifold.
● It is not able to use VZ110 and VZ120 on the same manifold base.

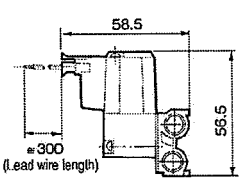
Applicable solenoid valve
VZ110-□□□-M5
VZ120-□□□-M5
Applicable blank plate assembly
DXT170-25-1A
Individual EXH spacer assembly
DXT170-48-1A
Individual SUP spacer assembly
DXT170-44-1A

Grommet (G), (H)

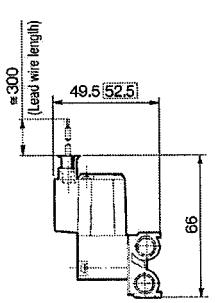


Station	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L1	53	69	85	101	117	133	149	165	181	197	213	229	245	261	277	293	309	325	341
L2	40	56	72	88	104	120	136	152	168	184	200	216	232	248	264	280	296	312	328
L3	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288	304
L4	8	24	40	56	72	88	104	120	136	152	168	184	200	216	232	248	264	280	296

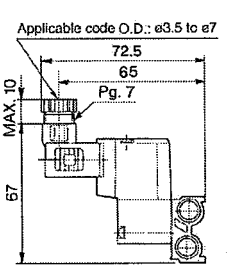
L plug connector (L)



M plug connector (M)



DIN terminal (D)



□: with indicator light and surge voltage suppressor

ภาคผนวก ช
กฎกติกาที่ใช้ในการแข่งขัน

การแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2547

TPA Robot Contest Thailand Championship 2004

" Reunion of Separated Lovers"

"OJAK สะพานตำนานแห่งความรัก"

การแข่งขัน

เป้าหมายของการแข่งขันหุ่นยนต์นี้ คือ การสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติและหุ่นยนต์ควบคุมด้วยมือตนเองจากแบบที่คิดค้นขึ้นมา เพื่อที่จะแข่งกันต่อชิ้นส่วนของสะพานให้สมบูรณ์ แล้วใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติเท่านั้นนำกล่องของขวัญสีทองลำเลียงไปตามสะพานและนำกล่องของขวัญสีทองไปวางบนแท่นที่อยู่ปลายทางของสะพานได้จะเป็นผู้ชนะ การแข่งขันแต่ละคู่มีกำหนดเวลา 3 นาที

1. สนามแข่งขัน

1.1 พื้นสนามปูด้วยแผ่นวินีล(Vinyl)หนา 2 มิลลิเมตร และตรงรอยต่อของแผ่นวินีลเชื่อมต่อด้วยเทปวินีลชนิดผิวไม่มันวาว

1.2 สนามล้อมรอบด้วยรั้วทำด้วยเหล็กสูง 150 มิลลิเมตรหนา 5 มิลลิเมตร

1.3 พื้นสนามประกอบไปด้วย "เขตหุ่นยนต์อัตโนมัติ A" "เขตหุ่นยนต์อัตโนมัติ B" "เขตทางช้างเผือก" และ "เขตหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ"

1.4 "เขตอัตโนมัติ A"

ก. พื้นที่สี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 5,000 มิลลิเมตร ยาว 10,000 มิลลิเมตร

ข. ด้านซ้ายและขวาของเขตนี้กั้นด้วยรั้วเหล็กสูง 100 มิลลิเมตร และหนา 50 มิลลิเมตร

ค. เขตนี้แบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 ส่วนเท่าๆ กัน ด้านหนึ่งสำหรับทีมสีน้ำเงินและอีกด้านสำหรับทีมสีแดง ซึ่งจะแบ่งเขตด้วยรั้วเหล็กสูง 100 มิลลิเมตร และหนา 50 มิลลิเมตร

ง. "เขตสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติ" ขนาด กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 1,200 มิลลิเมตร อยู่ในเขตนี้บริเวณกึ่งกลางด้านล่างของแต่ละเขต

จ. ในเขตนี้มี กล่องสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ 20 กล่องและกล่องของขวัญทอง 1 กล่อง วางอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ 13 จุด โดยมีการจัดเรียงดังนี้

1. กล่องของขวัญทอง 1 จุด

2. กล่อง 1 กล่อง 7 จุด

3. กล่อง 2 กล่องซ้อนกัน 2 จุด

4. กล่อง 3 กล่องซ้อนกัน 3 จุด

ฉ. "ถัง 1 คะแนน" สำหรับนำกล่องมาใส่ทำคะแนน อยู่ทางด้านขวาของทีมสีน้ำเงิน และทางด้านซ้ายของทีมสีแดง ถังมีขนาด กว้าง 1,000 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร ล้อมรอบด้วยรั้วเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร

ช. อนุญาตให้เพียงหุ่นยนต์อัตโนมัติทำงานในเขตนี้ และมีเส้นเทปนำทางสีขาวกว้าง 30 มิลลิเมตร สำหรับนำทางเพื่อค้นหากล่องและสะพาน

ซ. รายละเอียดต่าง ๆ สามารถดูได้จากแบบสนาม

1.5 "เขตอัตโนมัติ B"

ก. พื้นที่วงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2,000 มิลลิเมตร

ข. "ถัง 2 คะแนน" สำหรับนำกล่องมาใส่ทำคะแนนอยู่ที่ศูนย์กลางของ "เขตหุ่นยนต์อัตโนมัติ B" มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,400 มิลลิเมตร ล้อมรอบด้วยรั้วเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร

ค. มีแท่นสำหรับวางกล่องของขวัญทองที่ตรงกลางของถัง 2 คะแนน แท่นประกอบด้วยจานกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ยึดอยู่บนยอดของแท่งทรงกระบอกสูง 490 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร

ง. อนุญาตให้เพียงหุ่นยนต์อัตโนมัติของทั้ง 2 ทีม ผ่านเข้าไปในเขตนี้

1.6 "เขตทางช้างเผือก"

ก. "เขตทางช้างเผือก" คือ บริเวณที่มีสะพานของแต่ละทีม และ "เขตสตาร์ทหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ" ของแต่ละทีมตั้งอยู่

ข. "เขตทางช้างเผือก" แบ่งเป็น 2 ส่วนที่กึ่งกลางเขตนี้โดยเส้นเทปสีขาวขนาดกว้าง 30 มิลลิเมตร โดยแยกด้านหนึ่งสำหรับทีมสีแดงและอีกด้านสำหรับทีมสีน้ำเงิน

ค. "สะพาน" ซึ่งเชื่อมต่อ "เขตอัตโนมัติ A" และ "เขตอัตโนมัติ B" อยู่ในเขตนี้ ซึ่งอยู่ในลักษณะที่ยังสร้างไม่เสร็จสมบูรณ์

ง. "เขตสตาร์ทหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ" ขนาดกว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 1,200 มิลลิเมตร ตั้งอยู่ที่มุมด้านล่างของ "เขตทางช้างเผือก" ของแต่ละทีม

จ. รายละเอียดต่างๆ สามารถดูได้จากแบบสนาม

1.7 "เขตหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ"

ก. "เขตหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ" อยู่ด้านบนของ "เขตทางช้างเผือก" ประกอบด้วยเขตสีแดงและเขตสีน้ำเงินทั้งสองเขตนี้แยกออกจากกันโดยเส้นวีนิลชนิดไม่สะท้อนแสงสีขาวกว้าง 30 มิลลิเมตร

ข. "ชิ้นส่วนสะพาน" 9 ชิ้น สำหรับนำไปสร้างสะพานให้เสร็จสมบูรณ์วางอยู่ในเขตนี้

ค. "ชิ้นส่วนสะพาน" ประกอบด้วย ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ 5 ชิ้น, ขนาดเล็ก 2 ชิ้น และขนาดเล็กที่สุด 2 ชิ้น โดยชิ้นส่วนขนาดใหญ่ที่วางอยู่ด้านซ้ายและขวาสุดของเขตจะวางซ้อนกัน 2 ชั้น

ง. ชิ้นส่วนของสะพานขนาดใหญ่ 1 ชิ้น สามารถใส่ลงในช่องว่างของสะพาน 1 ช่องได้พอดี

จ. ชิ้นส่วนของสะพานขนาดเล็ก 1 ชิ้นต้องต่อกับชิ้นส่วนของสะพานขนาดเล็กที่สุดอีก 1 ชิ้น จึงสามารถใส่ลงในช่องว่างของสะพาน 1 ช่องได้พอดี

ฉ. อนุญาตให้หุ่นยนต์บังคับด้วยมือของทั้ง 2 ทีมทำงานได้ในเขตนี้ แต่ต้องไม่ยื่นส่วนใดของหุ่นยนต์เข้าไปใน"เขตทางช้างเผือก" ของฝ่ายตรงข้าม

ช. รายละเอียดต่าง ๆ ของตำแหน่งและรูปร่างของส่วนประกอบของสะพานสามารถดูได้จากแบบสนาม

2. สมาชิกในทีม

2.1 แต่ละทีมประกอบด้วยสมาชิก 4 คน (นักศึกษา 3 คน และอาจารย์ที่ปรึกษา 1 คน) จากมหาวิทยาลัย/วิทยาลัย เดียวกัน โดยในการแข่งขันจะอนุญาตให้นักศึกษา 3 คนเท่านั้นเข้าในสนามแข่งขันได้

2.2 ในขณะการแข่งขัน สมาชิกในทีมต้องยังเป็นนักศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัย/วิทยาลัยนั้น (ผู้แข่งขันควรเป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ไม่เกินปี 3)

2.3 นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาไม่อนุญาตให้เข้าร่วมการแข่งขัน

3.หุ่นยนต์

แต่ละทีมสามารถสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติหรือหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ หรือสร้างหุ่นยนต์ทั้งสองแบบในการแข่งขัน โดยไม่จำกัดจำนวนของหุ่นยนต์อัตโนมัติ แต่อนุญาตให้แต่ละทีมมีหุ่นยนต์บังคับด้วยมือเพียงตัวเดียว

3.1 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือ

1. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือต้องถูกควบคุมผ่านรีโมทคอนโทรลโดยใช้เคเบิลต่อเข้าโดยตรงกับหุ่นยนต์ หรือควบคุมโดยใช้รังสีอินฟราเรด หรือ คลื่นเสียง ไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นวิทยุในการควบคุม และผู้ควบคุมต้องไม่นั่งขับขี่หุ่นยนต์บังคับด้วยมือ

2. การควบคุมหุ่นยนต์บังคับด้วยมือโดยกล่องควบคุมผ่านสายเคเบิลนั้น จุดเชื่อมต่อของสายเคเบิลเข้าที่หุ่นยนต์ต้องสูงเหนือพื้น 1,000 มิลลิเมตรเป็นอย่างน้อย และความยาวของสายเคเบิลจากหุ่นยนต์ถึงกล่องควบคุมต้องไม่เกินกว่า 3,000 มิลลิเมตร

3. ไม่อนุญาตให้ควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้สายเคเบิลสัมผัสวัสดุต่าง ๆ ที่วางอยู่บนสนามแข่งขัน

4. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือหรือผู้ควบคุมไม่สามารถสัมผัสพื้นสนามของ "เขตอัตโนมัติ A" หรือยื่นล้ำเข้าไปใน "เขตอัตโนมัติ B"

5. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือไม่สามารถสัมผัสเส้นแบ่งเขตหรือยื่นล้ำเข้าไปเหนือบริเวณ "เขตทางช้างเผือก" ของฝ่ายตรงข้ามได้

6. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือไม่สามารถสัมผัสหุ่นยนต์อัตโนมัติของฝ่ายตนเองได้

7. ผู้บังคับหุ่นยนต์ไม่สามารถแตะต้องหุ่นยนต์บังคับด้วยมือได้หลังจากที่เริ่มการแข่งขันแล้ว

3.2 หุ่นยนต์อัตโนมัติ

1. หุ่นยนต์อัตโนมัติต้องทำงานอย่างอัตโนมัติด้วยตัวหุ่นยนต์เอง

2. ทุกสิ่งที่แยกออกมาจากหุ่นยนต์อัตโนมัติถือเป็นหุ่นยนต์อัตโนมัติ ดังนั้นต้องทำงานอย่างอัตโนมัติด้วยตัวหุ่นยนต์เอง

3. หุ่นยนต์อัตโนมัติสามารถเข้าไปได้ทุกเขตของสนาม ยกเว้น "เขตอัตโนมัติ A" ของฝ่ายตรงข้าม

4. ไม่จำกัดเวลาในการสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติ สามารถสตาร์ทหุ่นยนต์แต่ละตัวเมื่อไหร่ก็ได้หลังเริ่มเกมส์การแข่งขัน

5. หลังจากสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติแล้ว ผู้แข่งขันจะไม่สามารถสัมผัสหุ่นนั้นได้อีก แต่สามารถที่จะขอ Retry โดยต้องขออนุญาตจากกรรมการตัดสินในสนามก่อน การสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติใหม่จะต้องสตาร์ทจากเขตสตาร์ทหุ่นอัตโนมัติเท่านั้น

6. แต่ละทีมสามารถขอ Retry ได้ทีมละ 1 ครั้ง

3.3 วิธีการควบคุม

1. อนุญาตให้มีผู้ควบคุมหุ่นยนต์บังคับด้วยมือเพียงทีมละ 1 คนเท่านั้น

2. หุ่นยนต์อัตโนมัติแต่ละตัวต้องสตาร์ทโดยการกระทำเพียงครั้งเดียว (one operation)

3.4 แหล่งพลังงาน

3. แต่ละทีมจะต้องจัดหาและเตรียมแหล่งพลังงานสำหรับหุ่นยนต์ทุกตัวให้พร้อมในระหว่างทำการแข่งขัน

4. แรงดันไฟฟ้าที่เป็นแหล่งพลังงานของหุ่นยนต์ต้องไม่เกิน DC 24 V

5. แหล่งพลังงานที่กรรมการถือว่าอันตรายหรือไม่เหมาะสมจะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้

3.5 น้ำหนัก

1. น้ำหนักโดยรวมของหุ่นยนต์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 50 กิโลกรัม

2. น้ำหนักโดยรวม รวมถึง น้ำหนักของ แหล่งพลังงาน, สายเคเบิล, รีโมทคอนโทรล และส่วนประกอบอื่นๆ ของหุ่นยนต์

3.6 ขนาด

1. ขนาดรวมของหุ่นยนต์อัตโนมัติทุกตัวที่วางที่จุดสตาร์ทต้องไม่เกินขนาด กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 1,200 มิลลิเมตร และสูง 1,500 มิลลิเมตร

2. หลังจากเริ่มเกมส์การแข่งขัน หุ่นยนต์อัตโนมัติสามารถแยกตัว และเปลี่ยนแปลงขนาดได้อย่างอิสระ

3. ขนาดของหุ่นยนต์บังคับด้วยมือวางที่จุดสตาร์ทต้องไม่เกินขนาด กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 1,200 มิลลิเมตร และสูง 1,500 มิลลิเมตร

4. หลังจากเริ่มเกมส์การแข่งขัน หุ่นยนต์บังคับด้วยมือสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้อย่างอิสระ แต่ไม่สามารถแยกตัวได้

4.วัตถุ (กล่อง/กล่องทอง/สะพาน)

4.1 กล่องทำจาก EPS (Expandable Polystyrene) ขนาดกว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร และหนัก 0.5 กิโลกรัม โดยผิวของกล่องทาด้วยสีโพลียูรีเทน (Poly Urethane)

4.2 กล่องของขวัญทองทำจาก EPP (Expanded Polypropylene) ขนาดกว้าง 400 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร สูง 400 มิลลิเมตร และหนัก 3 กิโลกรัม โดยผิวของกล่องทาด้วยสีโพลียูรีเทน (Poly Urethane)

4.3 ชิ้นส่วนสะพานขนาดใหญ่ ทำจาก EPP (Expanded Polypropylene) รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดกว้าง 400 และ 600 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร หนา 100 มิลลิเมตร และหนัก 3 กิโลกรัม

4.4 การต่อชิ้นส่วนสะพานขนาดเล็กและชิ้นส่วนสะพานขนาดเล็กที่สุดเข้าด้วยกันจะได้ขนาดเท่ากันกับชิ้นส่วนสะพานขนาดใหญ่

4.5 พื้นผิวด้านบนของสะพาน และพื้นผิวด้านบนกับด้านล่างของชิ้นส่วนสะพานทำจากวัสดุเดียวกันกับพื้นสนาม และมีเส้นเทปนำทางสีขาวกว้าง 30 มิลลิเมตรอยู่ด้วย

5.การแข่งขัน

5.1 เกมส์การแข่งขัน

แบ่งสายการแข่งขัน และผู้ชนะในแต่ละสายเข้ารอบเพื่อแข่งขันต่อไป

5.2 ระยะเวลาการแข่งขัน

ก. เกมส์การแข่งขันใช้เวลาทั้ง 3 นาที อย่างไรก็ตามเกมส์การแข่งขันจะจบทันทีหากมีทีมใดสามารถวางกล่องทองบนแท่นได้

ข. การเซ็ตหุ่นยนต์ต้องเสร็จสิ้นภายใน 1 นาที หลังจากได้รับสัญญาณให้เริ่มเซ็ต

ค. สัญญาณที่ใช้ในการเริ่มเกมส์และสิ้นสุดเกมส์ใช้สัญญาณลักษณะเดียวกัน

5.3 คะแนนที่ได้จากการแข่งขัน

คะแนนคิดจากแต่ละ "กล่อง" และ "สะพาน"เมื่อการแข่งขันสิ้นสุดลง

ก. เมื่อทุกส่วนของ "กล่อง" อยู่ภายใน (ของด้านในกล่อง) "ถังคะแนน" (โดยกล่องต้องไม่ถูกสัมผัสโดยหุ่นยนต์) ถือว่าได้คะแนน โดยคะแนนสำหรับแต่ละถังเป็นดังนี้

1) 1 กล่องใน "ถัง 1 คะแนน" ได้ 1 คะแนน

2) 1 กล่องใน "ถัง 2 คะแนน" ได้ 2 คะแนน

3) 1 กล่องทองใน "ถัง 2 คะแนน" ได้ 5 คะแนน (กรณีกล่องทองตกจากแท่นที่วาง)

ข. ถ้าทีมใดนำชิ้นส่วนสะพานไปเติมใส่ช่องว่างของ "สะพาน" ได้สำเร็จ ทีมนั้นจะได้รับ 3 คะแนนสำหรับแต่ละช่อง โดยจะถือว่าการเติมใส่นั้นได้คะแนนก็ต่อเมื่อวางชิ้นส่วนสะพานอยู่ภายในเส้นของช่อง และผิวส่วนที่สุดของแต่ละชิ้นส่วนสะพานต้องสัมผัสกับพื้น

ค. เมื่อหุ่นยนต์อัตโนมัตินำกล่องของขวัญมาวางบนแท่นใน "เขตอัตโนมัติ B" ได้และสามารถวางอยู่ได้เกินกว่า 3 วินาที โดยปราศจากการช่วยเหลือจากหุ่นยนต์อัตโนมัติ ถือว่า "ส่งของขวัญได้สำเร็จ" โดยกล่องทองจะต้องถูกนำมาโดยหุ่นยนต์อัตโนมัติซึ่งเคลื่อนที่ข้ามผ่าน "สะพาน" ที่ก่อสร้างได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว

ง. ทีมที่ "ส่งของขวัญ" ได้สำเร็จจะเป็นผู้ชนะทันที

5.4 การตัดสินผู้ชนะ

การตัดสินผู้ชนะ จะตัดสินตามเงื่อนไขดังนี้

ก. ทีมที่ "ส่งของขวัญ" ได้สำเร็จเป็นผู้ชนะทันที

ข. ในกรณีที่ไม่มีทีมใดส่งของขวัญได้สำเร็จ ทีมที่ชนะ คือ ทีมที่ได้รับคะแนนมากกว่า โดยคิดจากคะแนนรวมทั้งหมดลบด้วยคะแนนที่ถูกหัก

ค. ในกรณีที่คะแนนเท่ากัน จะตัดสินจากเงื่อนไขตามลำดับดังนี้

1. ทีมที่สามารถต่อ "สะพาน" ได้เสร็จสมบูรณ์จะเป็นผู้ชนะ
2. ทีมที่ได้รับคะแนนจาก "ถัง 2 คะแนน" มากกว่าเป็นผู้ชนะ
3. ทีมที่ได้รับคะแนนจาก "ถัง 1 คะแนน" มากกว่าเป็นผู้ชนะ
4. ทีมซึ่งเติมใส่ช่องว่างของ "สะพาน" ได้มากกว่า เป็นผู้ชนะ

ง. ในกรณีที่ไม่สามารถหาผู้ชนะจากเงื่อนไขที่กล่าวมาได้ คณะกรรมการตัดสินการแข่งขันจะเป็นผู้ตัดสินหาผู้ชนะ

6. การทำผิดกติกาและการหักคะแนน

การกระทำดังต่อไปนี้ ถือว่าเป็นการผิดกติกา และจะถูกหัก 1 คะแนน และถ้าถูกหักครบ 3 คะแนน จะถือว่าทีมนั้นถูกตัดสินให้แพ้การแข่งขัน

6.1 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือสัมผัสพื้นสนามของ "อัตโนมัติ A"

6.2 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือยื่นล้ำเข้าไปใน "เขตอัตโนมัติ B"

6.3 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือยื่นล้ำเข้าไปใน "เขตทางช้างเผือก" ของฝ่ายตรงข้าม

6.4 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือสัมผัสหุ่นยนต์อัตโนมัติของทีมตนเอง

6.5 ถ้ามีการทำผิดกฎข้อที่ 6.2, 6.3 หรือ 6.4 ต่อเนื่องอีกหลังจากหักคะแนนแล้ว จะถูกตัดคะแนน 1 คะแนนอีกทุกๆ 3 วินาที (ยกเว้นในกรณีหุ่นยนต์ไม่ทำงาน)

6.6 หุ่นยนต์อัตโนมัติยื่นล้ำเข้าไปใน "เขตอัตโนมัติ A" ของฝ่ายตรงข้าม

6.7 ถ้ามีการทำผิดกฎข้อที่ 6.6 ต่อเนื่องต่อถึง 3 วินาทีแล้ว หุ่นยนต์จะถูกยกออกจากสนามแข่งขันโดยคณะกรรมการ

6.8 ถ้ามีการทำผิดกฎข้อที่ 6.7 ต่อเนื่องต่อถึง 3 วินาทีแล้ว หุ่นยนต์จะถูกยกออกจากสนามแข่งขันโดยคณะกรรมการ

7.การหมดคุณสมบัติในฐานผู้เข้าร่วมการแข่งขัน

การกระทำต่อไปนี้จะถือว่าเป็นการผิดกติกา และทีมนั้นมีสิทธิจะถูกตัดสินให้แพ้

7.1 พยายามทำให้เกิดความเสียหายกับสนามแข่งขัน, อุปกรณ์ต่างๆ (เช่น กล่อง) หรือหุ่นยนต์ฝ่ายตรงข้าม

7.2 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือทำการสัมผัสหุ่นยนต์อัตโนมัติของฝ่ายตรงข้ามใน "เขตสะพาน" "เขตอัตโนมัติ A" และ "เขตอัตโนมัติ B"

7.3 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือสัมผัสกล่องของขวัญทองของฝ่ายตรงข้าม

7.4 การกระทำใด ๆ ที่ไม่เป็นไปตามกฎ กติกา และขาดน้ำใจนักกีฬา

8.ความปลอดภัย

8.1 ผู้ประดิษฐ์ต้องประดิษฐ์หุ่นยนต์ที่มีความปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อผู้แข่งขัน คณะกรรมการ และผู้ชม

8.2 เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัย เมื่อมีการใช้แสงเลเซอร์ ต้องใช้เลเซอร์ที่ถูกจัดไว้ต่ำกว่าชั้น 2 (Class 2 laser) และใช้ในทิศทางที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้แข่งขัน คณะกรรมการ และผู้ชม

9.ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนการสร้างหุ่นยนต์

9.1 เงินสนับสนุนในการสร้างหุ่น ทุกทีมที่ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการในการแข่งขันรอบคัดเลือก จะได้รับเงินสนับสนุนในการสร้างหุ่นยนต์จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ทีมละ 20,000บาท

9.2 ผู้แข่งขันรับผิดชอบค่าใช้จ่าย ในการขนส่งหุ่นยนต์มาที่สนามแข่งขันเอง

10.อื่นๆ

10.1 สำหรับการกระทำอื่นที่ไม่ได้ระบุไว้ในกติกา กรรมการตัดสินจะเป็นผู้พิจารณาชี้ขาด ขาด และถือว่าการตัดสินใด ๆ ของกรรมการเป็นที่สิ้นสุด

10.2 การแก้ไขกฎใดๆ จะถูกประกาศโดยคณะกรรมการจัดการแข่งขัน

10.3 ทีมที่เข้าแข่งขันทั้งหมดควรตกแต่งหุ่นยนต์ด้วยสัญลักษณ์ประจำจังหวัดหรือสถาบัน เพื่อความสวยงาม

10.4 อนุญาตให้ใช้เพียงหุ่นยนต์ที่ประดิษฐ์ขึ้นเองในการแข่งขันเท่านั้น

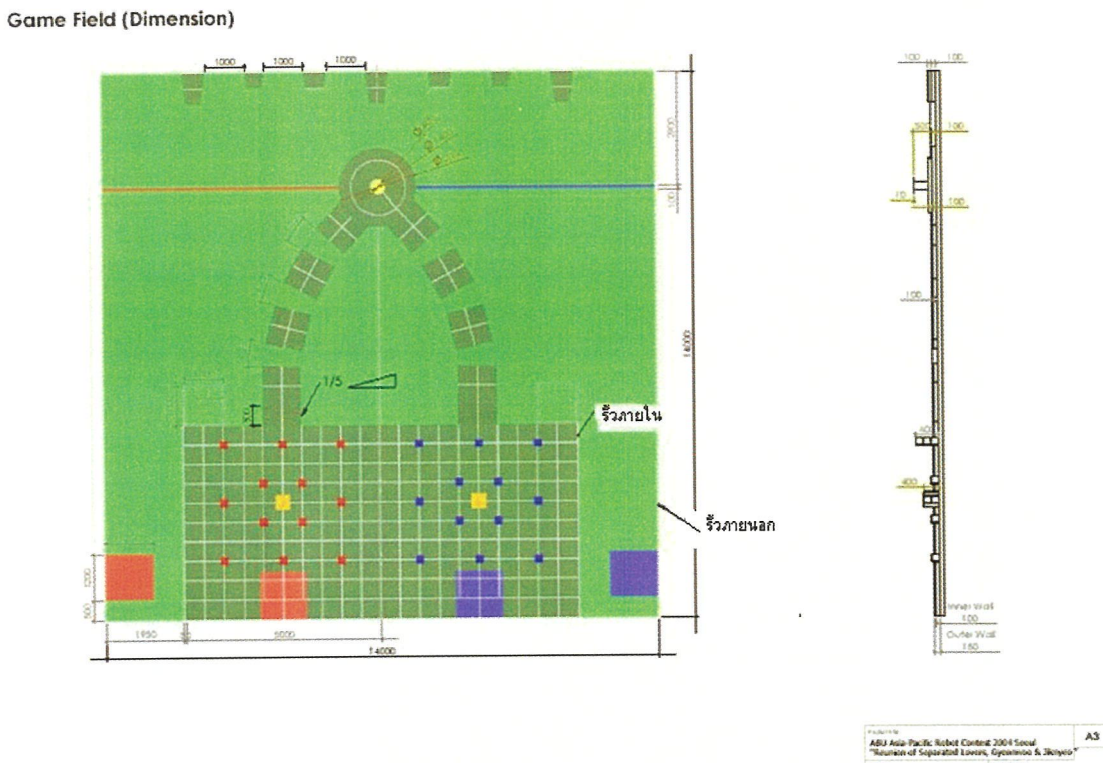
11.รางวัล

รางวัลในการแข่งขัน ได้แก่ รางวัลชนะเลิศ, รางวัลรองชนะเลิศ, รางวัลเทคนิคยอดเยี่ยม, รางวัลความคิดสร้างสรรค์ และ รางวัลออกแบบสวยงาม

12.ข้อควรคำนึงในการออกแบบสร้างหุ่นยนต์

ข้อควรระวังต่อไปนี้คือประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างหุ่นยนต์ ไม่ว่าในกรณีใดๆ ก็ตาม ผู้สร้างและผู้พัฒนาหุ่นยนต์พึงระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

12.1 แต่ละทีมควรหลีกเลี่ยงการกระทำที่ซึ่งอาจทำให้หุ่นยนต์สร้างความเสียหายแก่สนามแข่งขันหรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น กล่อง, กล่องทองและสะพาน



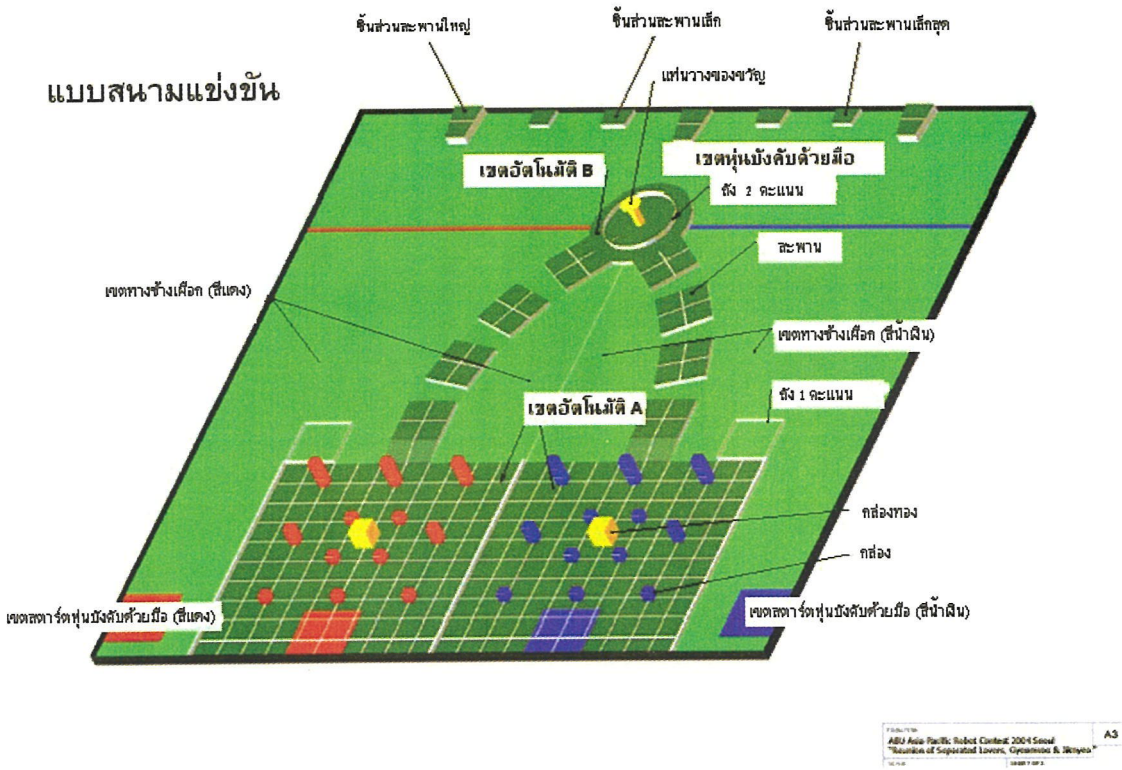
รูปที่ ช.1 สนามแข่งขันด้านบน

13.ติดต่อคณะกรรมการและส่งคำถาม

13.1 สำหรับข้อมูลเสริมของกฎการแข่งขันอย่างเป็นทางการ คณะกรรมการจัดการแข่งขันจะจัดไว้ใน FAQ

13.2 เมื่อมีคำถามเกี่ยวกับกติกาการแข่งขัน ให้ส่งคำตอบมาที่คณะกรรมการได้ที่ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) หรือส่งผ่านทาง E-mail มาที่ robot@tpa.or.th

13.3 web ของ ABU Robot Contest 2004 Seoul



รูปที่ ช.2 สนามแข่งขัน

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายนฤดล เขียวสกุณี
วัน เดือน ปีเกิด	3 เมษายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	6/87 หมู่ที่ 8 ตำบลประตูชัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000 โทรศัพท์ 0-6605-3698

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนประตูชัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครูภาคเหนือ จังหวัดลำพูน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.
คติพจน์	การชนะที่ยิ่งใหญ่ที่สุดไม่ใช่การชนะผู้อื่น แต่การชนะที่ยิ่งใหญ่และน่าภูมิใจที่สุดคือการชนะใจตนเอง

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวโสภิดา อินทร์สวัสดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	4 มีนาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	810/288 หมู่ที่ 1 ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 20180 โทรศัพท์ 0-9885-0685

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนนาวิกโยธินบรูณะ จังหวัดชลบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.
คติพจน์	คนที่ไม่เคยทำผิด คือคนที่ไม่เคยทำอะไรเลย

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายนิเวศน์ อินสมบัติ
วัน เดือน ปีเกิด	27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	77 หมู่ที่ 3 ตำบลบ้านโคน อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ 53120 โทรศัพท์ 0-9179-0722

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดเซิงหวาย จังหวัดพิษณุโลก
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.
คติพจน์	ความสุขของคนเราอยู่ที่ตัวเราอย่าเอาเราไปเปรียบเทียบกับใคร