

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปฏิญญาสิทธิบัตร

หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

MANUAL TOWER BUILDING ROBOT



๑/๗
๒๕๕๖
๒๕๕๙

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 75158
วัน,เดือน,ปี..... 24 ต.ค. 2550

b. 118 15316
i.

ปฏิญญาสิทธิบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม และสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

MANUAL TOWER BUILDING ROBOT



ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม และสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ
Manual Tower Building Robot

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากลไกและการทำงานของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ
2. เพื่อออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ
3. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือที่สามารถใช้งานได้จริง
4. เพื่อทดสอบการทำงานและหาข้อบกพร่องของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ
5. เพื่อนำหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือเข้าแข่งขัน หุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2549

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับกลไกและการทำงานของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ
2. ได้แบบของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ
3. ได้หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือที่สามารถใช้งานได้จริง
4. ได้ทดสอบหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือและแก้ไขข้อบกพร่องของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ
5. ได้นำหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือที่ประดิษฐ์ขึ้นเข้าแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ	
นักศึกษา	นายมานะ	แพรวสุวรรณ
	นายอภิสิทธิ์	คำรณ
	นายธนิต	เชียงสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วรวีทย์	สมหา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.สุชิน	อาจหาญ
หลักสูตร	วิศวกรรมอุตสาหการบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม และวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือที่อาศัยการทำงานของซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ ตัวหุ่นยนต์นี้มีโครงสร้างที่ทำจากอะลูมิเนียม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 40 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร และความกว้าง 55 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร และสูง 210 เซนติเมตร โดยมีกลไกการทำงานที่สามารถควบคุมผ่านรีโมทหมีสาย หุ่นยนต์นี้สามารถเคลื่อนที่ไปจับบล็อกที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร หนา 300 มิลลิเมตร และมีน้ำหนัก 500 กรัม เพื่อไปวาง ณ จุดที่กำหนด โดยการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 แหล่งจ่าย

ความสามารถของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือสามารถเคลื่อนที่ได้ถึง 8 รูปแบบสามารถเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า เลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง เลี้ยวขวาแบบเดินหน้า เลี้ยวขวาแบบถอยหลัง หมุนตัวอยู่กับที่ทิศทางตามเข็มรนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาได้ 360 องศา สามารถหมุนขึ้นงานในแนวระนาบได้ 270 องศา จับบล็อกแล้วนำไปปล่อยได้จำนวน 3 บล็อกต่อครั้ง โดยมีช่วงในการยกขึ้นยกลงขึ้นงานสูงจากพื้นได้ไม่เกิน 300 เซนติเมตร ชุดเคลื่อนเข้าเคลื่อนออก ชุดจับปล่อยขึ้นงาน การทำงานส่วนต่างๆทำงานโดยใช้มอเตอร์กระแสตรง ควบคุมการทำงานโดยใช้รีโมทหมีสายส่งงานผ่านสวิทซ์เข้าวงจรของรีเลย์ เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

Thesis Title	Manual Tower Building Robot	
Students	Mr.Mana	Phraengsuwan
	Mr.Apisit	Khamrun
	Mr.Thanit	Cheangsorn
Advisor	Asst.Prof.Worawit	Somha
Co-Advisor	Asst.Prof.Suchin	Adhan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Instrumentation and Electronic Engineering	
Academic Year	2006	

ABSTRACT

This thesis applies a manual tower building robot topic which is used hardware and software function principle. The structure of robot is made of aluminums. Diameters of robot are 40 centimeters, 55 centimeters, length is 90 centimeters and height is 210 centimeters. Mechanism of robot can be controlled via wired remote controller. This robot can move to hold cylindrical blocks by placement at score point which diameter is 450 millimeters, thick is 300 millimeters and weight is 500 grams. Robot supplies DC energy from 2 pieces of battery which electricity contains 12 volts.

The capability of this robot can move in 8 ways; forward, backward, turn left and forward, turn left and backward, turn right and forward, turn right and backward, rotate and clockwise, rotate and anticlockwise. Moreover, robot can spin blocks in 270 degree in level; hold blocks to let 3 pieces of blocks in 1 time and lift blocks up and down from floor are not greater than 300 centimeters. Each of robot structure works by DC electrical motor which is regulated by wired remote controller via relay circuit to control the movement of robot.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ผศ.วรวิทย์ สมทา ผศ.สุชิน อาจหาญ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ และในการจัดทำปริญญาโทฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะศึกษาศาสตร์ และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ และผู้มีอุปการะคุณ ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงการ	2
1.4 ซีดความสามารถของโครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการทำโครงการ	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ความเป็นมาของหุ่นยนต์	4
2.3 ประเภทของหุ่นยนต์	6
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.4.1 หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์	6
2.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	7
2.4.3 แรงบิดของมอเตอร์	8
2.4.4 กำลังของมอเตอร์	10
2.5 รีเลย์	11
2.5.1 รีเลย์กำลัง	11
2.5.2 รีเลย์ควบคุม	12
2.5.3 คอนแทคเตอร์	12
2.5.4 หน้าสัมผัสหลัก	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.5 หน้าสัมผัสช่วย	13
2.6 สวิทช์และหลักการทำงาน	14
2.7 อะลูมิเนียม	15
2.7.1 คุณสมบัติทั่วไปของโลหะอะลูมิเนียม	15
2.7.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์	16
2.7.3 คุณสมบัติเชิงกล	16
2.7.4 การใช้งานโลหะอะลูมิเนียม	17
2.7.5 การจำแนกของโลหะผสมของอะลูมิเนียม	17
2.8 แบตเตอรี่	17
2.8.1 ประเภทของแบตเตอรี่	18
2.8.2 ระดับของแบตเตอรี่	20
2.8.3 ค่าความต่างศักย์	20
2.9 ทฤษฎีการออกแบบตัวจับวัตถุ	22
2.9.1 ตัวจับแบบเคลื่อนที่เข้าหากัน	22
2.9.2 ตัวจับแบบตะเกียบ	23
2.9.3 นิ้วมือจับแบบยึดหยุ่นได้	23
2.9.4 ชุดขับเคลื่อน	23
2.9.5 การทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์	24
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	26
3.1 กล่าวนำ	26
3.2 การออกแบบโครงสร้าง	27
หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ	
3.2.1 การทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์	29
3.2.2 ชุดขับเคลื่อน	30
3.2.3 ชุดยกขึ้น ยกลงขึ้นงาน	31
3.2.4 ชุดเคลื่อนเข้า เคลื่อนออก	32
3.2.5 ชุดจับ - ปลดปล่อยชิ้นงาน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 ส่วนควบคุม	34
3.3.1 รีโมทควบคุม	34
3.3.2 วงจรรีเลย์	36
3.4 แหล่งจ่าย (Power Supply)	38
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	40
4.1 กล่าวนำ	40
4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์	40
4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อนล้อ	40
4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการเคลื่อนเข้า เคลื่อนออก	42
4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการยกขึ้น ยกลง	43
4.2.4 การทดลองชุดควบคุมการจับ ปลดปล่อยล็อกชิ้นงาน	44
บทที่ 5 บทสรุป	46
5.1 สรุป	46
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	46
5.3 แนวทางการพัฒนา	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	50
ภาคผนวก ข วงจรควบคุม	54
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	56
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงาน	58
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	60
ภาคผนวก ฉ กติกาที่ใช้ในการแข่งขัน	66
ประวัติผู้แต่ง	80

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะลูมิเนียม	16
2.2 คุณสมบัติเชิงกลของอะลูมิเนียม	16
3.1 คุณสมบัติของแบตเตอรี่	39
4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่จับชิ้นงาน	40
4.2 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะจับชิ้นงาน 1 ชั้น	41
4.3 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะจับชิ้นงาน 3 ชั้น	41
4.4 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะจับชิ้นงาน 2 ชั้น	41
ค.1 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์	57
จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น	64
จ.2 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมท	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การดูดและการผลัดกันของหัวแม่เหล็ก	6
2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์	7
2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิด	8
2.4 แรงบิดของมอเตอร์และล้อขับเคลื่อนสำหรับหมุนชั้นงาน	8
2.5 แรงบิดของมอเตอร์	9
2.6 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของรีเลย์	12
2.7 ลักษณะโครงสร้างภายในของรีเลย์	13
2.8 การทำงานของสวิตช์แบบปกติเปิด (Normally Open)	14
2.9 การทำงานของสวิตช์แบบปกติปิด (Normally Close)	14
2.10 แบตเตอรี่แบบ Lead-Acid จะให้กำลังงาน 12 โวลต์	20
2.11 ตัวจับแบบเคลื่อนที่เข้าหากัน (Clapper)	22
2.12 ตัวจับแบบตะเกียบ (Two-pincher Grippe)	23
2.13 ชุดขับเคลื่อนล้อ	24
2.14 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของหุ่นยนต์	24
3.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ และกล่องควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล	26
3.2 ด้านหน้าของหุ่นยนต์	27
3.3 ด้านข้างของหุ่นยนต์	28
3.4 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของหุ่นยนต์	29
3.5 ชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์	30
3.6 ขนาดชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์	30
3.7 ขนาดของชุดยกขึ้น ยกลงชิ้นงาน	31
3.8 ชุดเลื่อนเข้า เลื่อนออก	32
3.9 ขนาดของชุดเลื่อนเข้า เลื่อนออก	32
3.10 ชุดจับ - ปลอ่ยชิ้นงาน	33
3.11 ขนาดของชุดจับ - ปลอ่ยชิ้นงาน	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.12 ชุดรีโมทควบคุม	35
3.13 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง	36
3.14 วงจรรีเลย์	37
3.15 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12 V / 5.5 A	38
4.1 การทดสอบชุดขับเคลื่อน	42
4.2 ตำแหน่งการเลื่อนเข้าสุด	42
4.3 ตำแหน่งการเลื่อนออกสุด	43
4.4 ตำแหน่งในการยกขึ้นสุด	43
4.5 ตำแหน่งในการยกต่ำสุด	44
4.6 การการทำงานของชุดจับ ปลดปล่อยล็อกขึ้นงาน	45
ก.1 ด้านหน้าหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ	51
ก.2 ด้านข้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ	52
ก.3 ด้านหลังหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ	53
ข.1 วงจรรีเลย์ควบคุม	55
ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ ควบคุมด้วยรีโมทมีสาย	59
จ.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ยิงลูกบอล	62
จ.2 ชุดรีโมทควบคุม	63
จ.3 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง	64
ฉ.1 รายละเอียดของสนามแข่งขัน	77
ฉ.2 รายละเอียดของ Twin Tower	78
ฉ.3 รายละเอียดของ SKY BRIDGE	78
ฉ.5 รายละเอียดของ BUILDER BLOCK	79

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโลกกำลังพัฒนาเข้าสู่ยุคแห่งเทคโนโลยี ซึ่งเป็นยุคที่เครื่องจักรกลและระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถที่จะทำงานแทนมนุษย์หรืออาจที่จะตัดสินใจแทนได้บางสถานการณ์ จึงสามารถที่จะกล่าวได้ว่าปัจจุบันเครื่องจักรกลและระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่อย่างมากมายนั้น เป็นสิ่งที่อำนวยความสะดวกทั้งในการทำงานและการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์

แต่เดิมนั้นเครื่องจักรถูกควบคุมโดยมนุษย์ แต่หลังจากมนุษย์ได้สร้างคอมพิวเตอร์ขึ้นมามนุษย์ก็ได้ริเริ่มคิดสร้างเครื่องจักรที่สามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติไม่ต้องอาศัยมนุษย์ควบคุมทุกขั้นตอนและในบางครั้งสามารถที่จะตัดสินใจเองได้สถานการณ์ ซึ่งเครื่องจักรบางประเภทได้ถูกออกแบบให้ทำงานเลียนแบบการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เครื่องจักรแบบนี้เรียกว่า **หุ่นยนต์ (Robot)** หุ่นยนต์ถูกออกแบบให้เลียนแบบการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เพื่อให้สามารถทำงานแทนมนุษย์ในงานบางประเภทโดยผ่านการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่าสมองกล และปัจจุบันได้มีการออกแบบให้หุ่นยนต์สามารถทำงานเลียนแบบการเคลื่อนไหวและให้ใกล้เคียงมนุษย์มากยิ่งขึ้น ซึ่งในอนาคตหุ่นยนต์อาจจะเข้ามาทำงานแทนมนุษย์ก็เป็นได้

จากการจัดการประกวดและแข่งขันหุ่นยนต์ในหัวข้อ การแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2549 “**Building The World’s Tallest Twin Tower**” หรือ “**พิชิตตึกแฝด มหัศจรรย์สูงสุดแห่งโลก**” โดยมีสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) เป็นสมาคมที่ให้การสนับสนุนให้สถาบันการอาชีวศึกษาและสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศถึงหน่วยงานที่สนใจส่งหุ่นยนต์เข้าร่วมการประกวดและแข่งขัน ซึ่งในการแข่งขันครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายให้สร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาให้มีความสามารถในการหยิบจับวัสดุก่อสร้าง (Builder Blocks) แล้วนำไปวางที่เสาหอคอย (Twin Tower) โดยวางให้ครบตามจำนวนที่กำหนดได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้สร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยควบคุมด้วยรีโมทที่มีสายขึ้นมาเพื่อเข้าร่วมการประกวดหุ่นยนต์ในหัวข้อดังกล่าว

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ

เนื่องจากในแต่ละปีมีการจัดการแข่งขันหุ่นยนต์ของ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ซึ่งในปีนี้มีจัดการจัดการแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท.ชิงแชมป์ประเทศไทยประจำปี 2549 ระดับอุดมศึกษา เพื่อหาตัวแทนไปแข่งขันในระดับ **ABU ROBOT CONTEST THAILAND CAMPIOMSHIP 2006** ไปแข่งขันในระดับชาติ **ABU Robot Contest 2006 Kuala Lumpur** ณ กรุงกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย กลุ่มผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะนำหุ่นยนต์ไปร่วมแข่งขันในรายการดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการจัดทำโครงการ

เมื่อทำการสร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือขึ้นมาแล้ว ผู้จัดทำจะสามารถมีความรู้ทางด้านกลไกต่างๆ และระบบการทำงานของหุ่นยนต์และนำหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือไปแข่งขันจริง

1.4 ขีดความสามารถของโครงการ

1. หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือสามารถจับชิ้นงานรูปทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 40 เซนติเมตรถึง 50 เซนติเมตร และมีความสูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตรถึง 70 เซนติเมตร
2. หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือสามารถยกชิ้นงานสูงจากพื้นได้ไม่เกิน 300 เซนติเมตร
3. หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือยกชิ้นงานที่มีน้ำหนักไม่เกิน 1.5 กิโลกรัม
4. หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือสามารถหมุนชิ้นงานในแนวราบได้ 270 องศา
5. หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือสามารถหมุนชิ้นงานในแนวตั้งได้ 360 องศา
6. หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในทิศทาง ซ้าย ขวา หน้า และหลังได้

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงการ

โครงการนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งการกระทำงานระยะแรกจะต้องมีการทดสอบและทดลองให้ได้ตามขีดความสามารถที่ได้ตั้งไว้ในระดับหนึ่งแล้ว ทำการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์เพิ่มเติม และเมื่อทำโครงการเสร็จเรียบร้อยแล้วจะให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปฏิญานีพจน์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานีพจน์ ขีดความสามารถของโครงการและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การทำงานของรีเลย์ หลักการสวิตช์ปุ่มกด ระบบการเคลื่อนขึ้นเคลื่อนลงในการยกและวัสดุช่าง

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับแผนผังการทำงานของโครงสร้างผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ตลอดจนการออกแบบ และการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น แบบของหุ่นยนต์ วงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ และการทำงานในส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงานปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก ภาพหุ่นยนต์ต้นแบบติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งาน

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจร

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ที่ใช้งาน

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้งานของหุ่นยนต์เบื้องต้น

ภาคผนวก ฉ กติกาที่ใช้ในการแข่งขัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

จากที่ได้กล่าวในบทหน้านั้นสามารถสรุปได้ว่าหุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรกลที่สามารถโปรแกรมได้และควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนที่สิ่งของหรือเครื่องมือเพื่อทำงานในลักษณะงานต่างๆ กันไปและหุ่นยนต์สามารถตัดสินใจโดยมีการตอบสนองกับสภาพแวดล้อมได้อย่างฉลาด สามารถทำงานแทนเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์โดยมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง

โครงการนี้เป็นงานที่ต้องนำความรู้ที่ศึกษามาเกือบทั้งหมด มาประยุกต์ใช้งานให้ออกมาเป็นรูปธรรม โดยนำเทคนิคและทฤษฎีต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ ซึ่งหุ่นยนต์นั้นมีมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงเป็นส่วนประกอบหลักในการทำงานของระบบกลไกในส่วนต่างๆ ส่วนของระบบขับเคลื่อนนั้นในการออกแบบหุ่นยนต์จะใช้มอเตอร์จำนวนสองตัวในการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการได้ นอกจากนั้นการออกแบบระบบจับวัตถุมาประยุกต์ในการเก็บวัสดุก่อสร้าง (Builder Block) โดยการทำงานต่างๆ นั้นได้ถูกควบคุมด้วยรีโมทที่ต่อเข้ากับวงจรรีเลย์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นหัวใจของหุ่นยนต์

2.2 ความเป็นมาของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ หรือโรบอท เกิดจากการที่คนหลายๆ คนให้ความเห็นตรงกันว่า จะเรียกสิ่งนั้นว่าเป็น "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. มียูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (User Interface) เป็นส่วนติดต่อระหว่างมนุษย์กับตัวหุ่นยนต์
5. ตัวอินเตอร์เฟซ (Interface) อาจเป็นปุ่มเริ่มการทำงานหรือกุญแจเปิดปิด (Key Switch)
6. สามารถโปรแกรมใช้งานต่างๆ ได้
7. มีการตอบสนองกับสภาพรอบข้างของหุ่นยนต์โดยสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุต
8. จับยึดหรือตรวจสอบสิ่งภายนอกบางอย่างให้กับตัวหุ่นยนต์เองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากพิจารณาจากคอมพิวเตอร์เล่นหมากรุก จะเห็นว่ามีการฉลาดในการเกมหมากรุกได้เป็นอย่างดี แต่จะไม่เรียกคอมพิวเตอร์นี้ว่าหุ่นยนต์ อย่างไรก็ตามหากติดแขนกลหุ่นยนต์เข้าไป และให้คอมพิวเตอร์สั่งงานให้แขนกลขยับตัวหมากรุก เกิดการทำงานอย่างต่อเนื่องถึงจะเป็นที่ยอมรับได้ว่าสิ่งนี้ คือ หุ่นยนต์เล่นหมากรุกได้ นี่คือการแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่ได้ คือ ส่วนสำคัญในความเห็นโดยทั่วไปของการยอมรับความเป็นหุ่นยนต์ แต่บางครั้งยังเรียกระบบการมองเห็นได้ (Vision System) ว่าเป็นระบบหุ่นยนต์ (Robotic System) แม้ว่าจะไม่มีการเคลื่อนที่มาเกี่ยวข้องก็ตาม

Robot มาจากคำว่า Crack ซึ่งหมายถึง ทาสหรือคนรับใช้ และเข้ามาในศัพท์ภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1921 โดยมีนักเขียนบทละครชื่อ KAREL KAPEX ในบทละครแนวล้อเลียนโดยละครเรื่องนี้หุ่นยนต์ก็คือจักรกลที่คล้ายคลึงกับมนุษย์ และนำมาทำงานที่หน้าเบือแทนมนุษย์แต่ในตอนหลังพวกหุ่นยนต์รวมตัวกันต่อต้านและทำลายมนุษย์

ในช่วงปลายปี ค.ศ.1940 ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 งานวิจัยหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้เกิดขึ้น ซึ่งเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องจักรกลควบคุมระยะไกลสำหรับการขนถ่ายวัสดุที่มันตภาพรังสี

ในกลางปี 1950 George C.Devol ได้พัฒนาอุปกรณ์ที่เขาเรียกว่า "Programmed Articulated Transfer Device" ซึ่งเป็นมานิปิวเลเตอร์ (Manipulator) ที่การทำงานของมันเป็นโปรแกรมได้ ซึ่งแนวคิดนี้ต่อมาได้นำเข้ามาสู่อุตสาหกรรมโดยบริษัท Unimation Inc ในปี 1959 หัวใจสำคัญของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ การใช้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ร่วมกับมานิปิวเลเตอร์ เพื่อผลิตเครื่องจักรกลที่สามารถสั่งให้ทำงานหลากหลายได้อย่างอัตโนมัติ โดยการโปรแกรมเข้าไป

ในปี ค.ศ.1968 McCarty และผู้ร่วมงานของเขาที่ The Stanford Artificial Intekelligence Laboratory ได้รายงานการพัฒนาคอมพิวเตอร์กับมือ ตา หู (Manipulatores, TV, Cameras Microphones) โดยระบบนี้จะจดจำข่าวสารในรูปแบบของเสียง และมองวัตถุที่ถูกวางกระจัดกระจายอยู่บนโต๊ะเพื่อโยกย้ายสิ่งของเหล่านั้นตามคำสั่ง

ในปี ค.ศ.1995 บริษัท IBM ได้พัฒนามานิปิวเลเตอร์ ซึ่งควบคุมโดยคอมพิวเตอร์กับเซนเซอร์แสงและสัมผัส ในปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์เป็นสาขาที่มีขอบเขตกว้างมาก ซึ่งประกอบด้วย Kinematics Dynamics, Planning System, Programming Languages, Machine Intekelligence

มนุษย์สนใจอย่างยิ่งที่จะทำงานให้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้แต่ให้งานทั้งหมดสำเร็จ ในการออกแบบหุ่นยนต์ขึ้นเพื่อเพิ่มลักษณะบวกและจำกัดลักษณะลบของมนุษย์ โดยส่วนใหญ่ความพยายามทั้งหมดอยู่ในทิศทางนี้ ณ วันนี้สิ่งที่หุ่นยนต์ทำจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในตัวหุ่นยนต์ ในวันข้างหน้าหุ่นยนต์จะเพิ่มความสามารถและในที่สุดจะมีความฉลาดที่ยิ่งใหญ่ หุ่นยนต์จะสามารถทำงานของตนให้ได้ประโยชน์สูงสุด และตอบสนองสิ่งที่ไม่คาดคิดและสิ่งรบกวนต่างๆ ที่คาดไม่ถึงได้อย่างหลักแหลม ซึ่งสิ่งรบกวนทั้งหลายที่คาดไม่ถึงทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยการปิดเครื่อง ส่งเสียงเตือน เรียกผู้ปฏิบัติงาน หรือคัดชิ้นส่วนออกสำหรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงที่น้อยมากจาก และขึ้นส่วนหนึ่งไปยังขึ้นส่วนหนึ่งไปยังขึ้นส่วนหนึ่งนั้นยากเกินจะควบคุมได้แต่หุ่นยนต์มีความละเอียดอ่อนและแข็งแรงพอที่จะกำหนด ตรวจสอบ และตอบสนองได้อย่างเหมาะสม

2.3 ประเภทของหุ่นยนต์แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Fixed Robots คือ หุ่นยนต์ที่ถูกตรึงกับฐานที่ถูกยึดคงที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อิสระ
2. Mobile Robots คือ หุ่นยนต์ที่ไม่ตรึงกับฐานที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยที่ฐานมีล้อหรือ

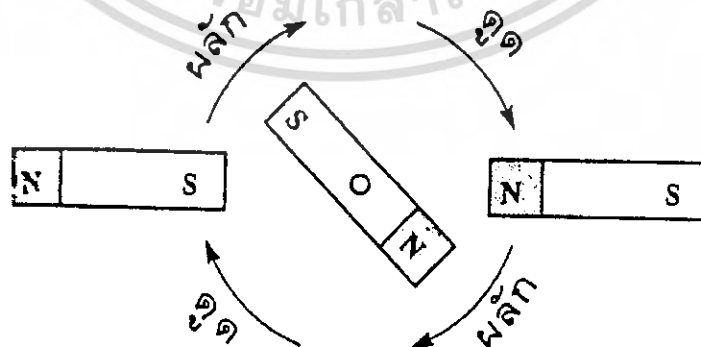
ต้นระบบ

สรุปได้ว่าหุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรที่สามารถโปรแกรมได้ และควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนที่สิ่งของผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือเครื่องมือเพื่อทำงาน หุ่นยนต์สามารถตัดสินใจและมีการตอบสนองกับสภาพแวดล้อมได้อย่างชาญฉลาด สามารถรับและส่งข้อมูลให้กับสิ่งรอบข้าง แต่อาจจะเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ ได้หรือไม่ก็ได้ก็ได้ จากทั้งสองประเภทของหุ่นยนต์คือ Fixed Robots และ Mobile Robots หุ่นยนต์ประเภทที่สองค่อนข้างจะเป็นหุ่นยนต์ที่มีความยืดหยุ่นสูงกว่าประเภทแรก ซึ่งโครงการนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับ Mobile Robots

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

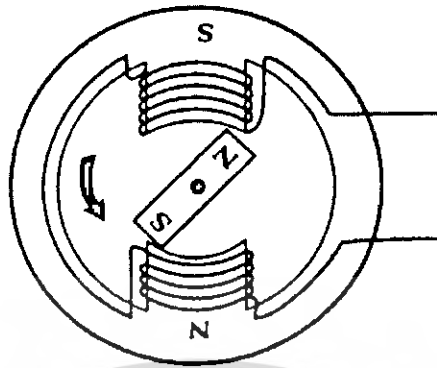
2.4.1 หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์

มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าเปรียบเสมือนต้นกำลังในงานอุตสาหกรรมทั่วไป โดยมีลักษณะการทำงานเป็นแบบเชิงมุม หรือในลักษณะของการหมุนซึ่งหลักการหมุนในมอเตอร์นั้นเกิดจากการดูดและผลักกันของขั้วแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การดูดและผลักกันของขั้วแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์

คุณสมบัติของขั้วแม่เหล็ก คือ ขั้วเหมือนกันจะผลักกัน และขั้วต่างกันจะดูดกัน จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าแม่เหล็กถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ แม่เหล็กที่อยู่กับที่กับแม่เหล็กที่สามารถหมุนได้

จากหลักการดังกล่าว จึงทำให้มอเตอร์มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) และส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor) โดยขั้วแม่เหล็กอาจใช้เป็นแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ แสดงดังรูปที่ 2.1 จากโครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์มีอยู่หลายมีอยู่หลายแบบหลายชนิดด้วยกันโดยในที่นี้จะแบ่งมอเตอร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

มีโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) และส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor) ซึ่งส่วนนี้เรียกว่าอาร์มาเจอร์ (Armature) ขดลวดที่บรรจุในช่องสลิตของแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ ด้านปลายของขดลวดจะถูกนำไปต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ซึ่งเป็นส่วนที่รับไฟฟ้าจากภายนอกโดยแปรงถ่าน (Brushes) เข้ามาเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก

2.4.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series)

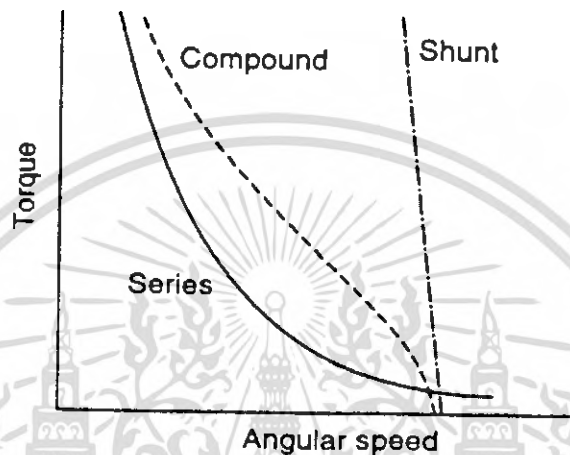
มอเตอร์แบบนี้ขดลวดของอาร์มาเจอร์จะต่ออนุกรมกับขดลวดที่สเตเตอร์ (Field) ข้อดีของมอเตอร์แบบนี้คือ ให้แรงบิดขณะเริ่มเดินสูงและมีความเร็วรอบต่ำ เมื่อโหลดมากๆ และความเร็วสูงเมื่อโหลดน้อยๆ ซึ่งอาจจะทำให้มอเตอร์ได้รับอันตรายได้จึงควรต่อ (Coupling) โดยตรงกับโหลด

2.4.2.2 มอเตอร์กระแสไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt)

มอเตอร์แบบนี้ขดลวดอาร์มาเจอร์จะต่อขนานกับขดลวดที่สเตเตอร์โดยให้ความเร็วที่ค่อนข้างคงที่ และแรงบิดขณะเริ่มเดินไม่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์แบบอนุกรม

2.4.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound)

มอเตอร์แบบนี้จะมีขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุด และต่อเป็นแบบผสมร่วมกับขดลวดที่อาร์เมเจอร์ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ การนำมอเตอร์แบบอนุกรมและแบบขนานมารวมไว้ในตัวเดียวกัน จึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์แบบนี้อยู่ระหว่างมอเตอร์ทั้ง 2 แบบ

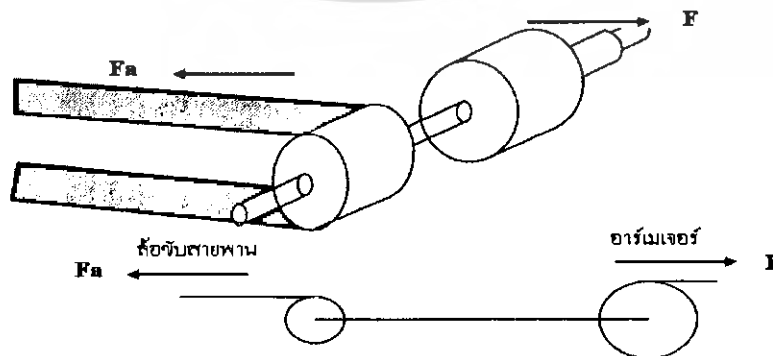


รูปที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิด

รูปที่ 2.3 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (Speed) และแรงบิด (Torque) ของมอเตอร์ทั้ง 3 แบบเปรียบเทียบกัน แรงบิด กำลังและประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.4.3 แรงบิด (Torque)

คือ โมเมนต์หรือแรงบิด เป็นผลคูณระหว่างแรงกับแขนแรง ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แรงบิดของมอเตอร์และข้อจับสายพานสำหรับหมุนขั้วงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.4 มอเตอร์มีขนาดรัศมีของอาร์เมเจอร์เท่ากับ $D/2 = R$ หมุนข้อล้อยายพานขนาดรัศมี r ด้วยแรงผลักตัวนำ F และแรงดึงสายพานสำหรับหมุนขั้วงาน F_A โดย

กำหนดให้	T	=	แรงบิด, โมเมนต์ หน่วย [Nm]
	F	=	แรงจุดหรือแรงผลักตัวนำ [N]
	R	=	รัศมีของอาร์เมเจอร์ : เซนแรง [m]
	F_A	=	แรงดึงสายพานสำหรับหมุนขั้วงาน [N]
	R	=	รัศมีของข้อล้อยายพาน : เซนแรง [m]

แรงบิดตัวนำ

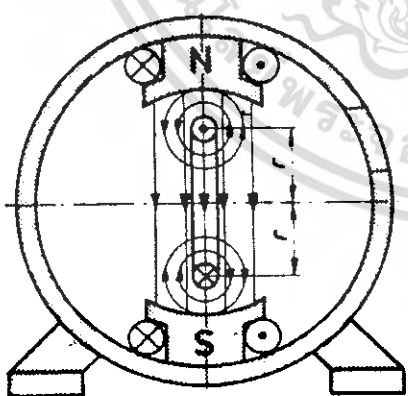
$$T = F.R \quad [Nm]$$

แรงบิดของข้อล้อยายพาน

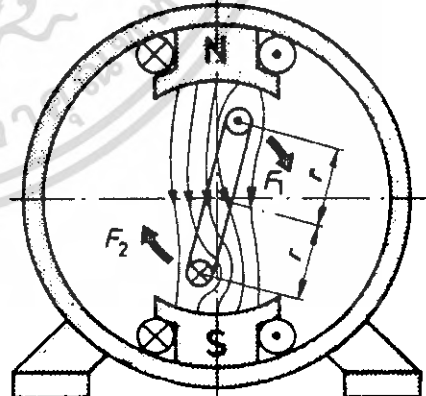
$$T = F_A.r \quad [Nm]$$

เนื่องจากข้อล้อยายพานต่อแกนร่วมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ แรงบิดจึงเท่ากัน

$$T = F.R = B.l.I.Z.R \quad [Nm]$$



เส้นแรงแม่เหล็กที่ล้อมรอบตัวนำของอาร์เมเจอร์



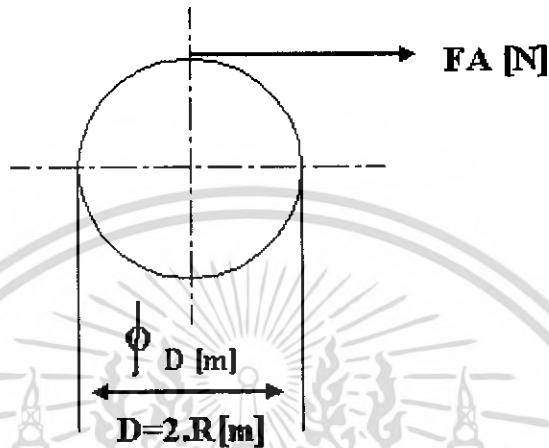
เส้นแรงแม่เหล็กของขั้วเหนือ ขั้วใต้

รูปที่ 2.5 แรงบิดของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 กำลังของมอเตอร์

กำลังขับของมอเตอร์สามารถคำนวณได้จากแกนอาร์เมเจอร์ตามสมการไฟฟ้าต่อไปนี้



กำหนดให้	D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของอาร์เมเจอร์	[m]
	F_A	=	แรงผลัктตัวนำที่เกิดขึ้นบนอาร์เมเจอร์	[N]
	T	=	แรงบิดของมอเตอร์	[Nm]
	n	=	จำนวนรอบที่อาร์เมเจอร์หมุน	[rpm]
	P	=	กำลังหมุนขับของมอเตอร์	[W]
	R	=	รัศมีของอาร์เมเจอร์ = $D/2$	[m]
			ดังนั้น อาร์เมเจอร์หมุน 1 รอบ ให้ระยะทางเท่ากับ $\pi \cdot D$	[m]
			อาร์เมเจอร์หมุน $n/60$ [รอบ/นาที] เท่ากับ $\pi \cdot D \cdot n/60$	[ms ⁻¹]
			ถ้าให้ v = อัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ของอาร์เมเจอร์หน่วย เมตร/วินาที	[m/s = ms ⁻¹]
			$v = \pi \cdot D \cdot n/60$	[ms ⁻¹]
			$P = F_A \cdot v$	[N \cdot ms ⁻¹ = Nms ⁻¹ = W]
			$P = F_A \cdot \pi \cdot D \cdot n/60$	
			$= 2 \cdot \pi \cdot F \cdot R \cdot n/60$	
			$= \tau \cdot n \cdot T / 30$	[W]
			$P_w =$ กำลังหมุนขับของมอเตอร์เป็น วัตต์	[W]
			$P_{kw} =$ กำลังหมุนขับของมอเตอร์เป็น กิโลวัตต์	[kW]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P_w = \tau n T / 30 = 0.104 . T$$

$$P_{kw} = \tau n T / 30000 = 0.104 \times 10^{-3} . n . T$$

2.5 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือ โซลินอยด์ (Solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท คือ รีเลย์กำลัง (Power Relay) และรีเลย์ควบคุม (Control Relay)

รีเลย์ป้องกัน (Protective Relay) คือ รีเลย์ที่จะทำงานเมื่อเกิดภาวะผิดปกติ ในระบบกำลังงานไฟฟ้า และจะไปควบคุมกักตวงจรเพื่อให้ตัดวงจรแยกส่วนที่เสีย (คือ ส่วนที่มีการลัดวงจร) ออกจากระบบ โดยให้มีการขาดหายในด้านบริการของระบบ (Service) น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ระบบคอนแทคของรีเลย์ (Relay Contact Systems) ในรีเลย์แบบไฟฟ้า-กล ทั่วไปที่ใช้ทำงานจะเป็นตัวไปทำให้คอนแทคของรีเลย์ปิดหรือเปิด และเมื่อพูดว่ารีเลย์ทำงานจะหมายความว่า รีเลย์ปิดหรือเปิดคอนแทคแล้วแต่กรณีรีเลย์ส่วนใหญ่จะมีสปริงดึงไว้ หรือใช้น้ำหนักตัวเองถ่วงไว้ แล้วจะกลับสู่สภาวะเดิม เมื่อค่าเปลี่ยนแปลง ที่ทำให้มันทำงานนั้นหมดไป

คอนแทคในรีเลย์มี 2 ชนิด คือ คอนแทคชนิดที่โดยปกติเปิดอยู่ (เรียกว่า Normally Open or Make Contact หรือคอนแทคแบบ a) และคอนแทคชนิดที่โดยปกติปิดอยู่ (เรียกว่า Normally Closed or Break Contact หรือคอนแทคแบบ b)

เมื่อรีเลย์ทำงานโดยปิดคอนแทคแบบ a หรือเปิดคอนแทคแบบ b จะเรียกว่า รีเลย์ทำงาน หรือพิกอัพ (Picks Up) และค่าต่ำสุดที่จะทำให้รีเลย์ทำงาน (เมื่อค่อยๆ เพิ่มค่าจากศูนย์ขึ้นไป) เรียกว่า ค่าการทำงาน หรือ "ค่าพิกอัพ" ของรีเลย์

เมื่อรีเลย์ทำงานโดยคอนแทคแบบ a เปิดกลับไปยังตำแหน่งหยุดหรือรีเซท (Reset) หรือคอนแทคแบบ b ปิดเรียกว่ารีเลย์ คืนสู่ตำแหน่งเดิม และค่าสูงสุดที่จะทำให้รีเลย์ทำเช่นนั้น (เมื่อค่อยๆ ลดค่าพิกอัพลงมา) จะเรียกกลับสู่ตำแหน่งเดิมของรีเลย์

เมื่อรีเลย์เปิดคอนแทคแบบ a แต่ไม่คืนสู่ตำแหน่งเดิมจะเรียกว่ารีหลุด (Drop-Out) และค่าสูงสุดที่ทำให้เกิดสภาวะเช่นนี้จะเรียกว่า ค่าหลุด หรือ ค่าดรอปเอาท์

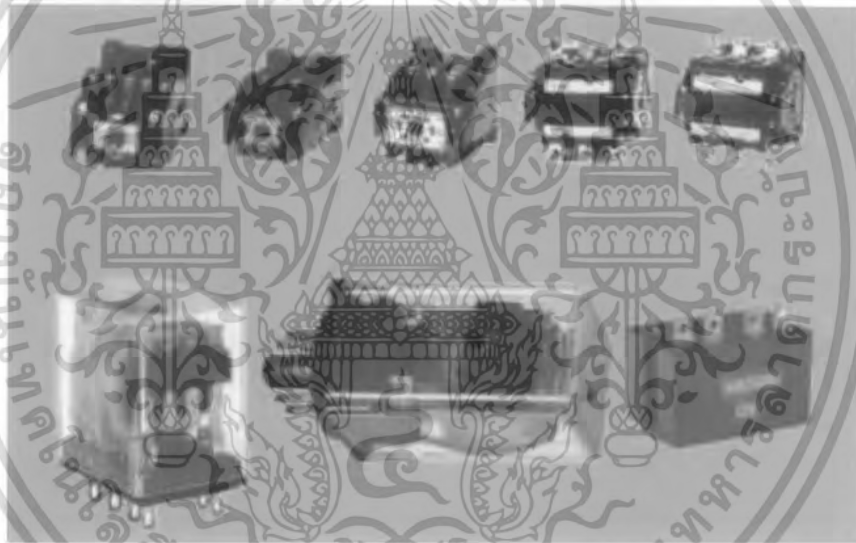
2.5.1 รีเลย์กำลัง (Power Relay)

หรือมักเรียกกันว่าคอนแทคเตอร์ (Contactor or Magnetic Contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.5.2 รีเลย์ควบคุม (Control Relay)

มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุม รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางที่เรียกกันง่ายๆ ว่า "รีเลย์"

หน้าที่ของคอนแทคเตอร์ คือ การใช้กำลังไฟฟ้าจำนวนน้อยเพื่อไปควบคุมการตัดต่อกำลังไฟฟ้าจำนวนมาก คอนแทคเตอร์ ทำให้เราสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าในตำแหน่งอื่นๆ ของระบบไฟฟ้าได้ สายไฟควบคุมให้รีเลย์กำลังหรือคอนแทคเตอร์ทำงานเป็นสายไฟฟ้าขนาดเล็กต่อเข้ากับสวิตช์ควบคุมและคอยล์ของคอนแทคเตอร์ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าคอยล์อาจจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบการใช้คอนแทคเตอร์ทำให้สามารถควบคุมวงจรจากระยะไกล (Remote) ได้ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมกำลังไฟฟ้า



รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของรีเลย์ (Relay)

2.5.3 คอนแทคเตอร์ (Contactors)

นอกจากจะมีหน้าสัมผัสทั้งส่วนเคลื่อนที่ และหน้าสัมผัสส่วนที่อยู่กับที่แล้วหน้าสัมผัสภายในของคอนแทคเตอร์ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามลักษณะของการทำงานซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ

2.5.4 หน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts)

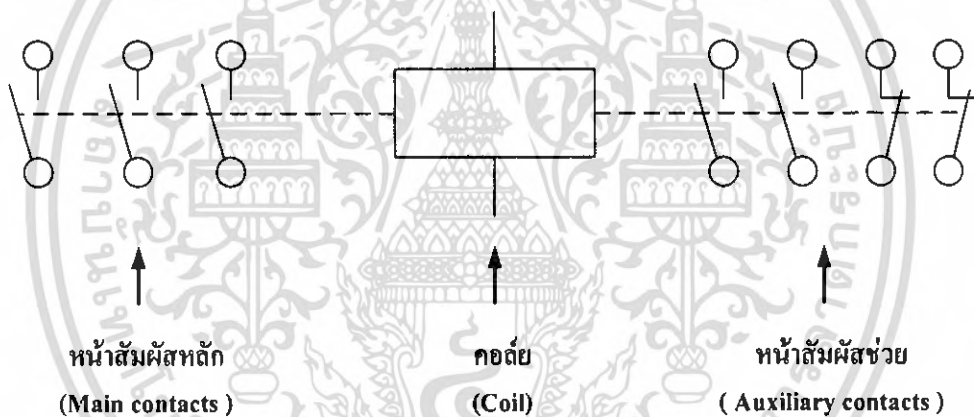
โดยปกติแล้วหน้าสัมผัสหลักมี 3 อัน สำหรับส่งผ่านกำลังไฟฟ้า 3 เฟสเข้าไปสู่มอเตอร์ หรือโหลดที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส หน้าสัมผัสหลักของคอนแทคเตอร์มีขนาดใหญ่ทนแรงดันและกระแสได้สูง หน้าสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักเป็นชนิดปกติเปิด (Normally Open; N.O. Contact) อักษรกำกับหน้าสัมผัสด้านแหล่งจ่ายคือ 1, 3, 5 หรือ L1, L2, L3 และด้านโหลดคือ 2, 4, 6 หรือ T1, T2, T3 ดังรูปที่ 2.7

2.5.5 หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts)

หน้าสัมผัสชนิดนี้ติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของตัวคอนแทคเตอร์ มีขนาดเล็กทนกระแสได้ต่ำกว่า หน้าสัมผัสที่ช่วยการทำงานของวงจร เช่น เป็นหน้าสัมผัสที่ทำให้คอนแทคเตอร์ทำงานได้ตลอดเวลา หรือเรียกว่า "Holding" หรือ "Maintaining Contact" หน้าสัมผัสช่วยนี้จะเป็นหน้าสัมผัสแบบโยกได้สองทาง โดยจะถูกดึงขึ้น-ลงไปตามจังหวะการดูด-ปล่อยของคอนแทคเตอร์ อักษรกำกับหน้าสัมผัสช่วย จะเป็น 13, 14 สำหรับคอนแทคเตอร์ที่มีหน้าสัมผัสช่วยแบบปกติเปิด 1 ชุด ถ้ามี N.O. ชุดที่ 2 จะเป็น 23, 24 และหน้าสัมผัสช่วยแบบปกติปิดจะมีอักษรกำกับเป็น 31, 32 และ 41, 42



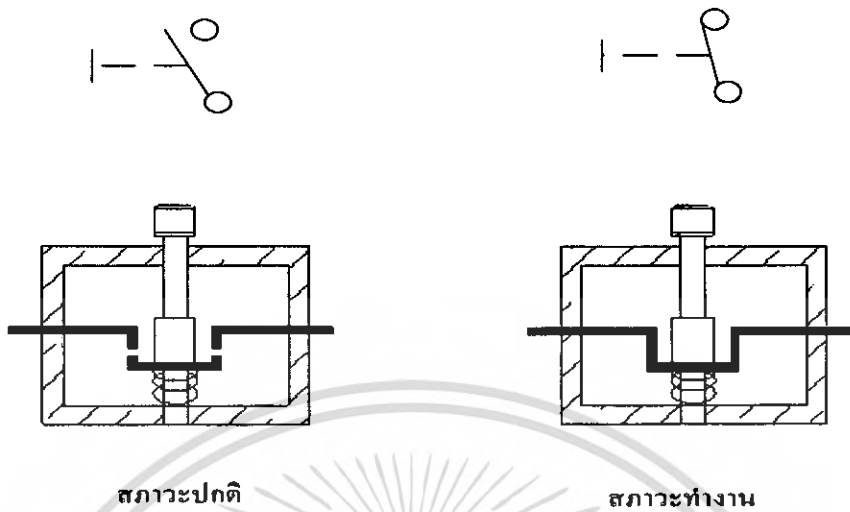
รูปที่ 2.7 ลักษณะโครงสร้างภายในของรีเลย์ (Relay)

2.6 สวิตช์และหลักการทำงาน

สวิตช์ไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรมทั่วไปใช้สำหรับการเริ่ม (Start) หรือหยุด (Stop) การหยุดฉุกเฉิน การเลือกฟังก์ชันการทำงาน การรีเซ็ตระบบการทำงานใหม่ เป็นต้น

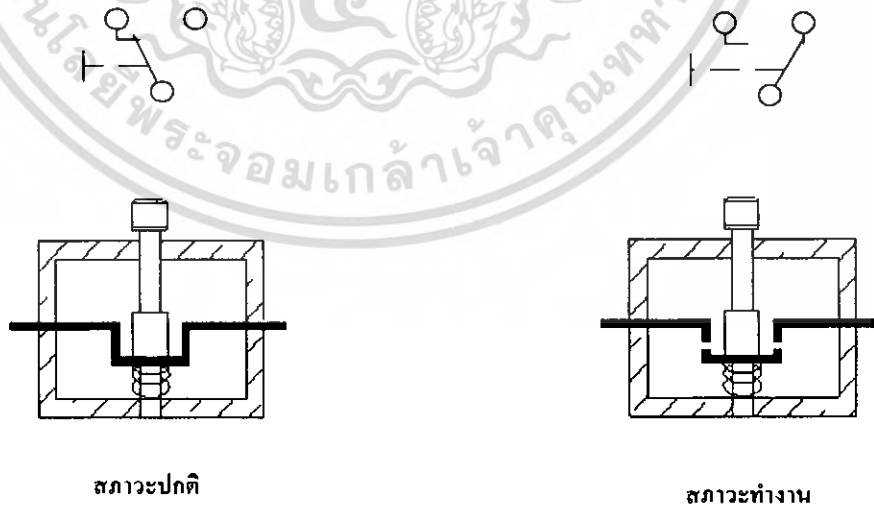
สวิตช์ปุ่มกดโดยทั่วไปจะมีหน้าสัมผัส 2 ลักษณะ คือ ปกติเปิด (Normally Open; N.O.) และปกติปิด (Normally Close; N.C.) ซึ่งสามารถแสดงการทำงานได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การทำงานของสวิตช์แบบปกติเปิด (Normally Open)

สวิตช์ปุ่มกดแบบปกติเปิด (N.O.) สวิตช์แบบนี้ในสภาวะปกติหน้าสัมผัสจะตัดวงจร กระแสไฟไม่สามารถไหลจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งได้ แต่เมื่อสวิตช์ถูกกดจากภายนอกจะทำให้หน้าสัมผัสต่อถึงกับกระแสไฟฟ้าจึงสามารถไหลผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ และหากสวิตช์ไม่ถูกกดสปริงจะดันให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกันสู่สภาพเดิม



รูปที่ 2.9 การทำงานของสวิตช์แบบปกติปิด (Normally Close)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ปุ่มกดแบบปกติเปิด (N.C.) สวิตช์แบบนี้จะมีลักษณะการทำงานที่ตรงข้ามกับแบบปกติเปิด (N.C.) นอกจากนี้สวิตช์ปุ่มกดยังมีแบบที่มีหน้าสัมผัสทั้งสองลักษณะรวมอยู่ในตัวเดียวกันก็ได้

2.7 อะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมจัดเป็นธาตุที่พบมากชนิดหนึ่งบนผิวโลก (Earth's Crust) ประมาณ 8% จะพบกระจายอยู่ทั่วไป ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของออกไซด์ (Al_2O_3) ซึ่งจะปะปนอยู่กับออกไซด์ของซิลิคอน (SiO_2) และเหล็ก แร่อะลูมิเนียมที่สามารถนำลงเพื่อผลิตโลหะอะลูมิเนียมจะเป็นแร่ที่มีปริมาณซิลิคอนออกไซด์ต่ำ ได้แก่ แร่บอกไซต์ (Bauxite) นอกจากนี้ยังมีแร่เคโอลินไนต์ (Kaolinite) และที่มีปริมาณอะลูมิเนียมออกไซด์ต่ำที่ยังพอนำมาผลิตโลหะอะลูมิเนียมในเชิงพาณิชย์ได้ เช่น Nepheline และ Alunite

ประเทศที่พบแหล่งแร่อะลูมิเนียมที่สำคัญได้แก่ สหรัฐอเมริกา อิตาลี และฝรั่งเศส สำหรับประเทศไทยไม่ปรากฏพบแร่บอกไซต์ แต่ในประเทศใกล้เคียง เช่น มาเลเซีย และเวียดนาม ปรากฏพบแร่บอกไซต์

แร่บอกไซต์ จะประกอบด้วยอะลูมินา (Al_2O_3) 30-5% ซิลิกา (SiO_2) 3-13% ไททาเนียมออกไซด์ (TiO_2) 10-18% ที่เหลือเป็นน้ำ แร่ที่มีปริมาณซิลิกาต่ำจะเป็นแร่ที่มีคุณภาพสูงเหมาะสำหรับการนำมาถลุง

ดินเคอลิน หรือ Kaolinite ประกอบด้วยอะลูมินา ประมาณ 30-32% ส่วนที่เหลือจะเป็น SiO_2 กับน้ำ แร่ Nepheline เป็นแร่ที่ประกอบด้วย อะลูมินา ประมาณ 30% ซิลิกา ประมาณ 40% และที่เหลือเป็นออกไซด์ของโพแทสเซียมและโซเดียม ($Na_2O + K_2O$) ประมาณ 20%

แร่ทุกชนิดก่อนที่จะนำไปถลุงเพื่อโลหะอะลูมิเนียมจะต้องถูกนำมาบดให้ละเอียด และทำการแยกเอาอะลูมิเนียมออกไซด์บริสุทธิ์ออกมาก่อน การสกัดอะลูมินาจากแร่มีวิธีที่ใช้กันหลายวิธีขึ้นอยู่กับปริมาณของอะลูมินาในแร่

วิธีการแยก อะลูมินา จากแร่บอกไซต์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตโลหะอะลูมิเนียมจะใช้กระบวนการ Bayer โดยชาวออสเตรเลียชื่อ **K.I.Bayer** ซึ่งประสบความสำเร็จเป็นครั้งแรกในการแยกอะลูมิเนียมบริสุทธิ์จากแร่บอกไซต์ และภายหลังกระบวนการแยกอะลูมิเนียมของ Bayer ได้ขยายตัวกว้างขวางมากขึ้นในอุตสาหกรรม

2.7.1 คุณสมบัติทั่วไปของโลหะอะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมจัดเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา มีความต้านทานต่อการเป็นสนิม มีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แต่มีความเหนียวสูงสามารถนำไปใช้งานได้กว้างขวางแทนเหล็ก และทองแดงได้ในหลายๆ ด้านของงานวิศวกรรมและอุตสาหกรรม อะลูมิเนียมมีคุณสมบัติทางด้านหล่อหลอมที่ดี โดยมีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ สามารถรวมตัวกับโลหะอื่นๆ เป็นโลหะผสมได้ง่ายมีความสามารถในการไหลอยู่ในเกณฑ์สูง สามารถหล่อหลอมได้ง่าย ข้อเสียของอะลูมิเนียมมีอยู่บ้างเหมือนกัน โดยเฉพาะอะลูมิเนียมมีขอบเขตการยืดหยุ่นต่ำ (Elastic Limit) ทำให้การใช้งานถูกจำกัดขอบเขตไม่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะลูมิเนียม

น้ำหนักอะตอม	26.97 kg/mm ²
ระบบผลึก (Crystal Structure)	FCC (a=b=c= 4.041 Å)
ความหนาแน่น (20°C)	2.70 g/cm ³
อุณหภูมิหลอมเหลว	658 °C
จุดเดือดกลายเป็นไอ (Boiling Point)	1800°C
ความร้อนจำเพาะ (0-100°C)	0.2259 Cal/g°C
ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย	93 Cal/g
อัตราการหดตัวจากสภาพหลอมเหลว (Solidification Shrinkage)	6.6%
สัมประสิทธิ์การขยายตัว (20°C)	23.8 10 ⁻⁶ / °C
ความต้านทานจำเพาะ (20°C)	2.699 microhm.cm
สภาพตัวนำความร้อน (20°C)	0.52 Cal.cm/cm ² .°C.sec

2.7.3 คุณสมบัติเชิงกล

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติเชิงกลของอะลูมิเนียม

ความแข็งแรง (Tensile Strength)	8-10 kg/mm ²
พิกัดความยืดหยุ่น (Elastic Limit)	3 kg/mm ²
อัตราการยืดตัว (Percent Elongation)	40-45%
ความแข็ง (Hardness)	16-20 H _v
โมดูลัสของการยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)	7800 kg/mm ²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 การใช้งานโลหะอะลูมิเนียม

เนื่องจากโลหะอะลูมิเนียม มีความต้านทานต่อการเป็นสนิม อันเนื่องมาจากฟิล์มของ Al_2O_3 ที่เกิดจากการรวมตัวของอะลูมิเนียมกับออกซิเจน มีความเหนียวมากช่วยป้องกันมิให้ออกซิเจนสามารถแทรกซึมลงไปทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมใต้ฟิล์มของ Al_2O_3 ได้ ทำให้โลหะอะลูมิเนียมเกิดภูมิต้านทานต่อการเป็นสนิมได้ด้วยตัวเอง (Passive State) และ คุณสมบัติที่ยืดตัวได้ง่ายของอะลูมิเนียม จึงทำให้สามารถขึ้นรูปได้ง่ายด้วยการรีดเป็นแผ่น หรืออัดขึ้นรูปให้มีรูปร่างได้สะดวกทำให้การใช้งานอะลูมิเนียมมีขอบเขตกว้างขวางมากขึ้น เช่น การทำกรอบประตูหน้าต่าง ทำท่อ ทำเป็นเส้นลวดแทนลวดทองแดง เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ปกติอะลูมิเนียมที่ใช้กันถึงแม้จะอยู่ในประเภทบริสุทธิ์ก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติจะยอมให้มีโลหะเจือปนได้บ้าง โดยเฉพาะธาตุเหล็ก ซิลิกอน และทองแดงยอมให้มีได้ไม่เกิน 0.5 ซึ่งธาตุเหล่านี้มีผลทำให้คุณสมบัติด้านความเหนียวและความต้านทานการกัดกร่อนลดลง การผ่านงานขึ้นรูปเย็นมีผลทำให้ความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น แต่จะให้ความเหนียวลดลงมาก ดังปรากฏในภาพแสดงผลของความแข็งแรง ความแข็งแรง และอัตรายืดตัว ที่มีต่อปริมาณการรีดเย็น (% Reduction Cold Rolling)

2.7.5 การจำแนกประเภทของโลหะผสมอะลูมิเนียม

โลหะอะลูมิเนียมสามารถผสมกับโลหะอื่นๆ ได้หลายชนิด เช่น โลหะผสมอะลูมิเนียม-ทองแดง อะลูมิเนียม-ซิลิกอน, อะลูมิเนียมแมกนีเซียม, อะลูมิเนียม-สังกะสี หรืออาจจะมีโลหะผสมอะลูมิเนียมหลายๆ ธาตุร่วมกัน ดังเช่น อะลูมิเนียม-ทองแดง-ซิลิกอน และแมกนีเซียม ซึ่งโลหะผสมแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน สามารถเลือกใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โลหะผสมอะลูมิเนียมจำแนกออกได้เป็นสองประเภทที่สำคัญคือ

1. โลหะผสมประเภทขึ้นรูปเย็น (Wrought) เป็นโลหะผสมที่จะผ่านการขึ้นรูปด้วยการรีดการอัดขึ้นรูปออกมาเป็นแผ่น หรือเป็นแท่ง ซึ่งจะมีทั้งที่สามารถอบชุบแข็งด้วยความร้อนได้ (Heattreatable) และที่อบชุบแข็งไม่ได้ ส่วนใหญ่จะมีทองแดง ซิลิกอน และแมกนีเซียมเป็นธาตุผสม
2. โลหะผสมประเภทหล่อหลอม (Castable) เป็นโลหะที่มีคุณสมบัติพิเศษมีความสามารถในการไหลดี ช่วยให้การหล่อเป็นรูปพรรณกระทำได้ง่าย ส่วนใหญ่ของโลหะผสมประเภทนี้สามารถอบชุบแข็งด้วยความร้อนได้ โลหะผสมที่สำคัญได้แก่ซิลิกอน ซึ่งเป็นโลหะอะลูมิเนียมผสมซิลิกอนประมาณ 10-20% โดยมีชื่อทางการค้าว่า Silumin รายละเอียดของโลหะผสมอะลูมิเนียม และการใช้งานจะปรากฏในตารางดังนี้

2.8 แบตเตอรี่

หุ่นยนต์ในนิยายวิทยาศาสตร์นั้นจะไม่ค่อยเหมือนหุ่นยนต์ ที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวันใน เรื่องของแหล่งจ่ายพลังงานในภาพยนตร์นั้น หุ่นยนต์มักจะใช้แหล่งจ่ายพลังงานมาจากตัวจ่ายพลังงาน นิวเคลียร์ที่ทันสมัย หรือบางครั้งก็ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถนำมาใช้ในระยะเวลา 2-3 วัน แต่ในความเป็นจริงหุ่นยนต์นั้นมีแหล่งจ่ายพลังงานมาจากแบตเตอรี่ ชนิดเดียวกับแบตเตอรี่ ที่ให้พลังงานแก่วิทยุ ไฟฉาย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 75158 ไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรืออุปกรณ์ฟ้าโดยทั่วไป และในการออกแบบหุ่นยนต์นั้นจะต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่ใช้บรรจุแบตเตอรี่ด้วย ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการออกแบบโครงสร้างมอเตอร์ และสมองกลของหุ่นยนต์ และเป็นส่วนที่เรานึกถึงเวลาที่เราเปิด สวิตช์ ให้กับหุ่นยนต์ สำหรับหุ่นยนต์นั้น แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดของชีวิต ถ้าไม่แบตเตอรี่ หุ่นยนต์ก็ไม่สามารถทำงานได้

ในขณะที่การพัฒนาในด้านอิเล็กทรอนิกส์ก้าวหน้าไปมากในช่วง 30 ปี ที่ผ่านมา แต่การพัฒนาของแบตเตอรี่นั้นกลับเป็นไปอย่างช้าๆ ในด้านของขนาดและน้ำหนัก รวมถึงระยะเวลาของการอัดประจุเพื่อนกลับไปใช้ใหม่นั้นต้องใช้เวลาหลายชั่วโมง ถึงแม้ว่าเราจะเคยได้ยินเกี่ยวกับแบตเตอรี่ ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะใช้ในห้องทดลองหรืองานที่ใช้งบประมาณสูง เช่น งานด้านอวกาศ หรือวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นต้น ดังนั้นเราจึงต้องหันมาใช้แบตเตอรี่ที่ใช้ในชีวิตประจำวันซึ่งหาง่ายละมีราคาถูก เพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าให้กับหุ่นยนต์ที่เราสร้าง

หากเรามีการวางแผนอย่างถูกวิธีและมีเหตุผล ประกอบกับการเรียนรู้ การออกแบบบนพื้นฐานของข้อจำกัดทางอุปกรณ์ต่างๆ แล้วจะเห็นว่าแบตเตอรี่ที่ใช้ในชีวิตประจำวันนี้ก็เพียงพอแล้วสำหรับการออกแบบหุ่นยนต์ของเรา

2.8.1 ประเภทของแบตเตอรี่

ประเภทของแบตเตอรี่นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ซึ่งแตกต่างกันไปตามรูปร่าง ขนาดและส่วนประกอบ

2.8.1.1 สังกะสี (Zinc)

แบตเตอรี่ประเภทนี้มีความสำคัญในวงการอุตสาหกรรม ตัวอย่างของแบตเตอรี่ประเภทนี้คือ ถ่านไฟฉายเราสามารถแบ่งถ่านไฟฉายได้เป็น 2 ชนิดตามกระบวนการทางเคมี คือ คาร์บอน-สังกะสี (Carbon Zinc) Carbon Zinc หรือถ่านไฟฉายธรรมดาจะมีอายุการใช้งานสั้นและเร็ว จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานของหุ่นยนต์ส่วน Zinc Chloride นั้นจะใช้พลังงานมากกว่า Carbon Zinc ประมาณ 20-50% และมีอายุการใช้งานนานกว่า แต่ก็ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับหุ่นยนต์

แบตเตอรี่ทั้งสองประเภทนี้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เล็กน้อย รายละเอียดให้ดูในส่วนของ การอัดประจุแบตเตอรี่ที่จะกล่าวต่อไป แบตเตอรี่แบบนี้จะมีขายอยู่ตามท้องตลาดในรูปแบบของถ่านไฟฉาย (D, C, A, AA และ AAA)

2.8.1.2 อัลคาไลน์ (Alkaline)

แบตเตอรี่ประเภทอัลคาไลน์ เป็นสารประกอบอัลคาไลน์ แมงกานีสไดออกไซด์ ซึ่งมีอายุการใช้งานมากกว่าแบบสังกะสีประมาณ 300-500% ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่นำไปใช้สำหรับงานด้านหุ่นยนต์ ซึ่งมีอายุการใช้งานประมาณ 450-550% แบตเตอรี่แบบอัลคาไลน์ในปัจจุบันนี้มีขนาดเท่ากับถ่านไฟฉายปกติ ถึงแม้ว่าจะมีราคามากกว่าแบตเตอรี่ แต่พลังงานที่ได้รวมทั้งอายุการใช้งานนั้นคุ้มกว่าอย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่ประเภทนี้

จะไม่สามารถอัดประจุเพื่อนำกลับมาใช้ได้อีก และไม่เหมาะสมอย่างยิ่งหากจะนำมาอัดประจุ เพราะจะทำให้แบตเตอรี่ร้อนและระเบิดได้

2.8.1.3 นิกเกิล - แคดเมียม

เมื่อเราคิดถึงการอัดประจุแบตเตอรี่หรือถ่านไฟฉาย จะนึกถึงแบบนิกเกิล-แคดเมียม หรือ "Ni-Cad" แม้ว่า นิกเกิล-แคดเมียม นี้จะไม่ใช้แบตเตอรี่ที่สามารถอัดประจุได้เพียงชนิดเดียวในงานด้านวิศวกรรม แต่แบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถหาซื้อได้ง่าย และราคาไม่แพงนักจึงเหมาะที่จะใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ของหุ่นยนต์ ยกเว้นมอเตอร์นั้นมีขนาดใหญ่

แบตเตอรี่แบบนิกเกิล-แคดเมียม มีหลายขนาด เพราะมีการนำไปใช้กับงานหลายๆ ประเภท ระยะเวลาในการใช้งานแบตเตอรี่ประเภทนี้จะน้อยกว่าแบตเตอรี่ประเภทสังกะสี และอัลคาไลน์แต่สามารถอัดประจุและนำไปใช้ได้ใหม่ โดยส่วนใหญ่แล้วสามารถอัดประจุได้มากกว่า 1000 ครั้งและปัจจุบันนี้ได้มีแบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมียม แบบใหม่ที่สามารถให้พลังงานได้ยาวนานกว่าแบบธรรมดาถึง 2-3 เท่า แต่ก็มีความแพงมากกว่าปกติเช่นกัน

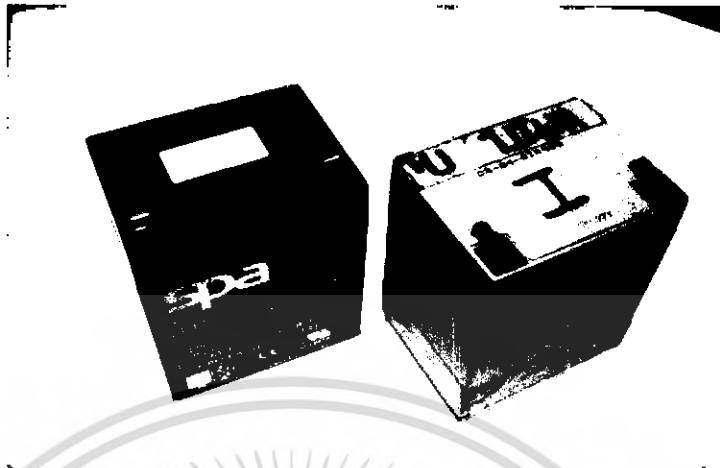
2.8.1.4 Lead-Acid

แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์นี้เรียกว่า "Lead-Acid Battery" โดยนำแผ่นตะกั่วใส่ลงไปในภาชนะที่บรรจุกรดซัลฟิวริก หรืออิเล็กโทรไลต์

เมื่อแบตเตอรี่หมดสามารถที่จะอัดประจุใหม่ได้ เช่นเดียวกับแบบ นิกเกิล-แคดเมียม นอกจากแบตเตอรี่แบบ (Lead-Acid) ที่มีขนาดใหญ่ที่ใช้กับรถยนต์แล้ว เราสามารถใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาด 6 โวลต์ ที่เป็นแบตเตอรี่ขนาดเล็กซึ่งมีการห่อหุ้มพิเศษ ทำให้กรดที่อยู่ภายในไม่สามารถรั่วซึมออกมาได้ในการอัดประจุนั้นเกิดก๊าซขึ้นภายในตัวแบตเตอรี่ ซึ่งจะมีการระบายออกรูเล็กๆ ถ้าไม่มีการระบายก๊าซนี้ออก จะทำให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหายได้หลังจากใช้งานหมด หรือเมื่อนำมาอัดประจุใหม่

แบตเตอรี่แบบ (Lead-Acid) ที่มีขายอยู่จะเป็นลักษณะที่มีการห่อหุ้มสารภายในอย่างมิดชิด และแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ จะมีขายมากที่สุด แต่ก็สามารถหาซื้อแบบ 12 หรือ 24 โวลต์มาใช้ก็ได้ การผลิตจะใช้การเชื่อมเซลล์เล็กๆ เข้าด้วยกันจนได้แรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ โดยปกติแล้วแต่ละเซลล์จะให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 2 โวลต์ ดังนั้นถ้าต้องการที่จะแยกเซลล์เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำลงก็สามารถทำได้เช่นกัน

ถึงแม้ว่าแบตเตอรี่แบบ (Lead-Acid) จะให้พลังงานมากกว่า แต่จะมีน้ำหนักค่อนข้างมาก แบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ จะมีน้ำหนัก 4-5 ปอนด์ และหากเราต้องการขนาด 12 โวลต์ ก็จะต้องนำแบตเตอรี่ถึงสองก้อนมารวมกัน ซึ่งจะมีน้ำหนักรวมประมาณ 10 ปอนด์ หุ่นยนต์ของเราก็จะมีน้ำหนักมากขึ้น



รูปที่ 2.10 แบตเตอรี่แบบ Lead-Acid จะให้กำลังไฟ 12 โวลต์

แบตเตอรี่ (Lead-Acid) มักจะถูกนำมาใช้เป็นแหล่งไฟฟ้าสำรอง ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ ไฟฉุกเฉิน หรือโทรศัพท์ สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป และมีอายุการใช้งานนาน แบตเตอรี่ที่ใช้กับมอเตอร์ไซด์นั้นเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับหุ่นยนต์ เพราะหาได้ง่ายมีขนาดเล็กกะทัดรัด น้ำหนักเบา ถ้าหากหุ่นยนต์มีขนาดใหญ่และแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักมากๆ ก็สามารถนำแบตเตอรี่ของรถยนต์มาใช้ได้ ซึ่งจะมีน้ำหนักประมาณ 20 ปอนด์

2.8.1.5 Gel-Cell

แบตเตอรี่แบบ (Gel-Cell) จะใช้อิเล็กโทรไลต์แบบพิเศษ คือ มีลักษณะเป็นวุ้นสามารถอัดประจุได้ และให้กระแสไฟฟ้าสูง เหมาะสมกับการใช้งานกับหุ่นยนต์แบตเตอรี่แบบ (Gel-Cell) นั้นมีลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับแบตเตอรี่แบบ (Lead-Acid) ซึ่งเราสามารถทราบว่าเป็นแบตเตอรี่แบบ (Gel-Cell) ได้โดยดูฉลากที่ปิดไว้ที่ภาชนะบรรจุ แบตเตอรี่ประเภทนี้จะมีราคาสูงกว่าแบบอื่นๆ

แบตเตอรี่แบบ (Gel-Cell) ขนาด 12 โวลต์ มีราคาประมาณ 35 เหรียญสหรัฐ แต่ถ้าเทียบต่อน้ำหนักแล้วจะให้พลังงานสูงกว่าแบตเตอรี่ประเภทอื่นๆ แบตเตอรี่ (Gel-Cell) แบตเตอรี่จะมีทั้งขนาด 6 และ 12 โวลต์ ยกเว้นบางรุ่นที่มีการออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ได้ขนาดและแรงดันไฟฟ้าที่ต่างออกไป เป็นการเปรียบเทียบอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ประเภทต่างๆ

2.8.2 ระดับของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่นั้นมีหลายประเภท แต่คุณลักษณะที่สำคัญของแบตเตอรี่มี 2 อย่างคือ ค่าความต่างศักย์ และค่าของกระแสในหน่วยแอมแปร์-ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.8.3 ค่าความต่างศักย์

แบตเตอรี่จะให้ความต่างศักย์ค่อนข้างคงที่และเท่ากับค่าที่ระบุไว้ เช่น แบตเตอรี่ก้อนหนึ่งมีค่าความต่างศักย์ 1.5 โวลต์ ก็จะทำให้ความต่างศักย์ทั้งให้และรับเท่ากับ 1.5 โวลต์ ซึ่งแบตเตอรี่จะให้ความต่างศักย์คงที่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ที่สามารถอัดประจุได้ส่วนใหญ่จะนำมาอัดประจุให้มีค่าความต้านต่างศักย์มากกว่าค่าที่กำหนดประมาณ 20-30%

ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ที่ใช้ในรถยนต์จะต้องนำมาอัดประจุให้มีค่าความต่างศักย์เท่ากับ 13.8 โวลต์ เป็นต้น

ขนาดของแบตเตอรี่ประเภทสังกะสี และอัลคาไลน์โดยทั่วไปจะมีขนาดความต่างศักย์ 1.5 โวลต์ ก่อนที่จะนำมาใช้นั้นแบตเตอรี่จะมีค่าความต่างศักย์ประมาณ 1.65 โวลต์ แต่เมื่อใช้ไปแล้วจะมีค่าความต่างศักย์เท่ากับ 1.2 โวลต์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือมอเตอร์สามารถที่จะทำงานได้ในช่วงความต่างศักย์นี้

แบตเตอรี่ส่วนใหญ่ที่ใกล้จะหมดอายุการใช้งานนั้นจะมีกำลังประมาณ 80% ของความต่างศักย์ แบตเตอรี่ เช่น ถ้าหากมีแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ เมื่อใกล้จะหมดอายุการใช้งาน แบตเตอรี่จะเหลือกำลังเพียง 4.8 โวลต์ แต่อุปกรณ์บางส่วนนั้นยังสามารถทำงานได้แต่ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่จะลดลง หลังจากแบตเตอรี่มีกำลังน้อยกว่า 80% แบตเตอรี่จะไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้นาน และถ้าหากแบตเตอรี่ประเภทที่นำมาอัดประจุใหม่ได้ ก็อาจทำให้แบตเตอรี่นั้นเสีย ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีกในขณะที่กำลังทดลองระบบของหุ่นยนต์ ควรใช้เครื่องมือวัด เช่น โวลต์-โอมมิเตอร์คอยตรวจสอบแบตเตอรี่ตลอดเวลาโดยให้ตรวจสอบในขณะที่ทำการทดลองอยู่ เพราะเราจะได้ค่าของความต่างศักย์ที่ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

การตรวจสอบแบตเตอรี่จะช่วยให้ทราบถึงเงื่อนไขของแบตเตอรี่ขณะที่มีการใช้งานโดยใช้โวลต์-โอมมิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์อยู่ตลอดเวลาแน่นอนจะไม่สะดวก ดังนั้นควรที่จะสร้างวงจรที่แสดงค่าความต่างศักย์ของแบตเตอรี่ติดไว้กับตัวหุ่นยนต์ การแสดงนั้นอาจจะใช้ไดโอดเปล่งแสง (LED) ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงระดับความต่างศักย์ได้

ถ้าหุ่นยนต์มีคอมพิวเตอร์บรรจุอยู่ ควรหลีกเลี่ยงการทำงานจนกระทั่งแบตเตอรี่หมดพลังงาน ในขณะที่หุ่นยนต์กำลังทำงานอยู่ ซึ่งไม่เพียงพอบแต่จะทำให้ข้อมูลสูญหายไปหรือจะต้องทำการบันทึกข้อมูลไปใหม่เท่านั้น อาจส่งผลให้หุ่นยนต์เสียหายได้ถ้าหากคอมพิวเตอร์นั้นถูกปิดอย่างรวดเร็ว

ค่าของกระแสไฟฟ้าในหน่วย แอมแปร์-ชั่วโมง เป็นค่าของหน่วยแอมแปร์ หรือมัลติแอมแปร์ที่ แบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด ค่ากระแสไฟฟ้านี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายไฟแบบกระแสสลับ แตกต่างกันที่กระแสไฟสลับนั้นจะถูกใช้ตลอดทั้งวัน แต่กระแสไฟฟ้าที่จ่ายโดยแบตเตอรี่ นี้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในเวลาจำกัดตามความจุของแบตเตอรี่

อัตราการปล่อยกระแสไฟฟ้านี้มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าอัตราการให้ความต่างศักย์เนื่องจาก แบตเตอรี่จะไม่สามารถให้กำลังไฟฟ้าได้เพียงพอที่จะขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนได้หรือทำให้วงจรที่อยู่ภายในหุ่นยนต์ทำงานได้

อะไรคือความหมายที่แท้จริงของคำว่า แอมแปร์-ชั่วโมง โดยพื้นฐานแล้วแบตเตอรี่จะสามารถให้กระแสไฟฟ้าภายในหนึ่ง ชั่วโมงก่อนที่แบตเตอรี่นั้นจะไม่มีพลังงานไฟฟ้าเหลืออยู่ ถ้าแบตเตอรี่นั้นมีความจุ

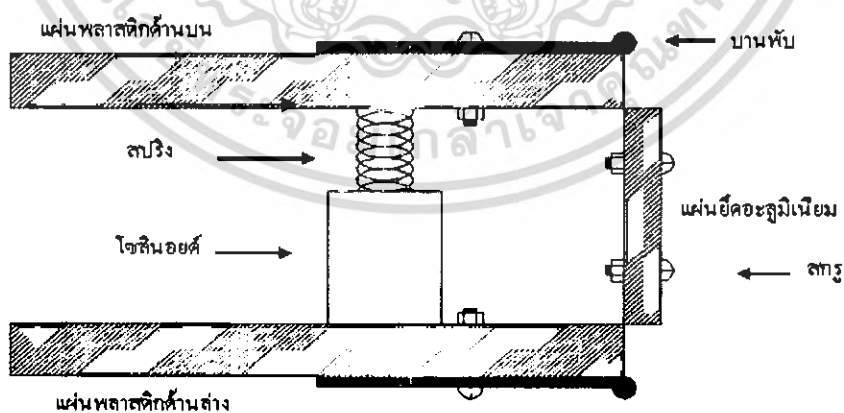
เท่ากับ 5 แอมแปร์-ชั่วโมง (ใช้สัญลักษณ์ Ah) จะสามารถให้กระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 5 แอมแปร์-ชั่วโมง ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหนึ่งชั่วโมง

2.9 ทฤษฎีการออกแบบตัวจับวัตถุ

ตามที่ได้มีการออกแบบหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือเนื่องจากยังไม่มีส่วนของมือจับในโลกของหุ่นยนต์นั้นเราจะไม่เรียก "มือ" แต่จะเรียกว่า "ตัวจับวัตถุ (Grippers)" เนื่องจากในการทำงานนั้น เราจะหยิบหรือจับวัตถุ จึงมีชื่อเรียกตามลักษณะการทำงานอย่างไรก็ตาม เราจะใช้คำว่า "มือ" และ "ตัวจับวัตถุ" ตัวจับวัตถุนี้ได้มีการออกแบบไว้หลายโครงสร้างด้วยกัน ซึ่งแต่ละแบบนั้นเราสามารถนำมาใช้ได้เหมือนกัน

2.9.1 ตัวจับแบบเคลื่อนที่เข้าหากัน (Clapper)

ตัวจับแบบเคลื่อนที่เข้าหากัน (Clapper) นั้นเป็นแบบที่นิยมมากแบบหนึ่งเนื่องจากมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน สามารถสร้างได้ง่ายโดยใช้โลหะพลาสติก ไม้ หรือนำวัสดุหลายชนิดมาประกอบกันได้ ประกอบด้วยส่วนของข้อมือ ซึ่งเราจะนำส่วนนี้ไปเชื่อมต่อกับแขนกล หลักการของมือจับแบบนี้จะใช้แผ่นวัสดุสองแผ่น โดยแผ่นล่างนั้นจะยึดให้ติดกับข้อต่อส่วนข้อมือ และแผ่นด้านบนนั้นจะยึดกับข้อมือเช่นเดียวกัน แต่จะสามารถขยับได้เนื่องจากยึดติดด้วยบานพับ ระหว่างแผ่นทั้งสองนั้นจะมีขดลวดโซลินอยด์อยู่ข้างใน เมื่อขดลวดโซลินอยด์ไม่ทำงานก็จะดันให้แผ่นทั้งสองออกจากกัน และเมื่อขดลวดโซลินอยด์ทำงานก็จะดึงแผ่นทั้งสองเข้าหากัน จึงสามารถหนีบจับวัตถุได้ การเคลื่อนที่ของแผ่นยึดจับจะเป็นไปได้น้อยมาก

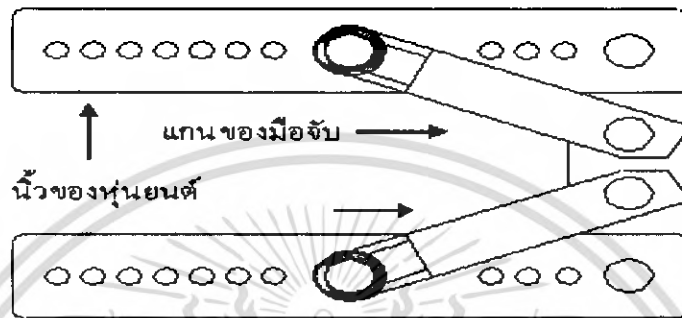


รูปที่ 2.11 ตัวจับแบบเคลื่อนที่เข้าหากัน (Clapper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ตัวจับแบบตะเกียบ (Two-pincher Gripper)

ตัวจับแบบตะเกียบ (Two-pincher Gripper) นี้จะประกอบด้วยนิ้วที่เคลื่อนที่ได้สองอันที่มีลักษณะเหมือนก้ามปู และสามารถออกแบบได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการใช้งาน



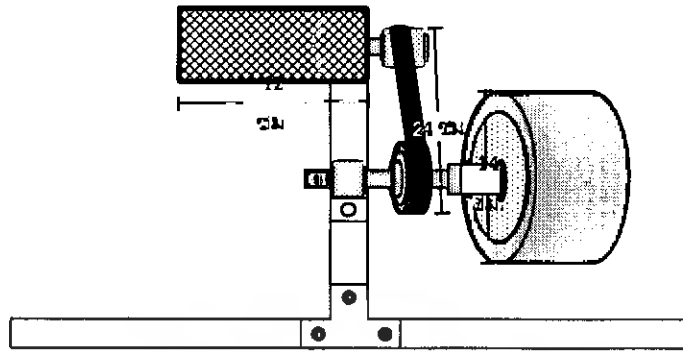
รูปที่ 2.12 ตัวจับแบบตะเกียบ (Two-pincher Gripper)

2.9.3 นิ้วมือจับแบบยืดหยุ่นได้

นิ้วมือของตัวจับที่เราสร้างขึ้นทั้งสองแบบนี้จะแตกต่างจากนิ้วมือของมนุษย์ เนื่องจากนิ้วมือของมนุษย์นั้นสามารถที่จะปรับตามโครงสร้างของรูปทรงวัตถุได้ ซึ่งจะแตกต่างจากนิ้วมือของแขนกล แต่เราก็สามารถออกแบบให้ใกล้เคียงกับนิ้วมือของมนุษย์ให้มากที่สุด โดยสร้างให้นิ้วมือของแขนกลมีโครงสร้างเป็นข้อต่อหลายอันยึดติดกัน เช่น มือจับของเล่นที่ทำจากพลาสติก เมื่อเราต้องการใช้งานก็สามารถจับวัตถุด้วยนิ้วมือทั้งห้า ซึ่งเราสามารถที่จะสร้างมือจับให้กับแขนกลของเราได้โดยออกแบบให้มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับแขนกลชนิดนี้

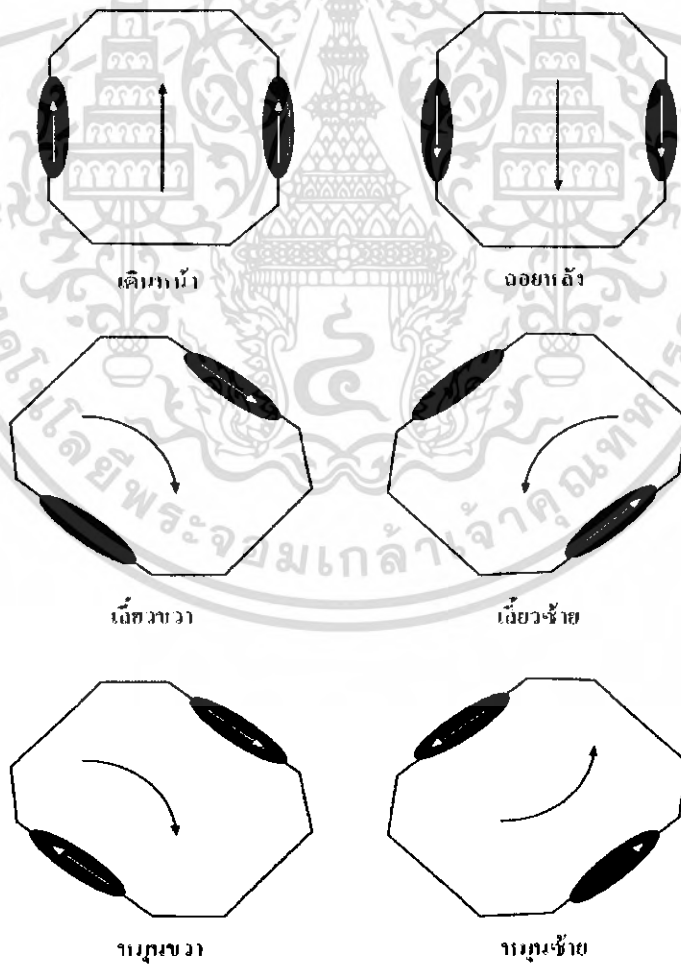
2.9.4 ชุดขับเคลื่อน

ในส่วนของการขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรงจำนวน 2 ตัว โดยใช้หลักการของสายพานเข้าทำชุดขับเคลื่อน ซึ่งต่อระหว่างมอเตอร์กับล้อจำนวน 2 ล้อ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร และใช้ล้อฟรีในการพยุงตัวหุ่นยนต์อีกจำนวน 2 ล้อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ด้วยมอเตอร์และล้อที่ต่อระหว่างกันด้วยระบบสายพานนี้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 8 รูปแบบ คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า เลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง เลี้ยวขวาแบบเดินหน้า เลี้ยวขวาแบบถอยหลัง หมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางตามเข็มนาฬิกา และหมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.13 ชุดขับเคลื่อนล้อ

2.9.5 การทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์



รูปที่ 2.14 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 เป็นทิศทางในการทำงานของชุดขับเคลื่อนในหลักต่างๆ เช่น เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวขวา เลี้ยวซ้าย หมุนขวา หมุนซ้าย หลักการดังกล่าวนี้เป็นหลักการพื้นฐานในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์หรือความสามารถในการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์



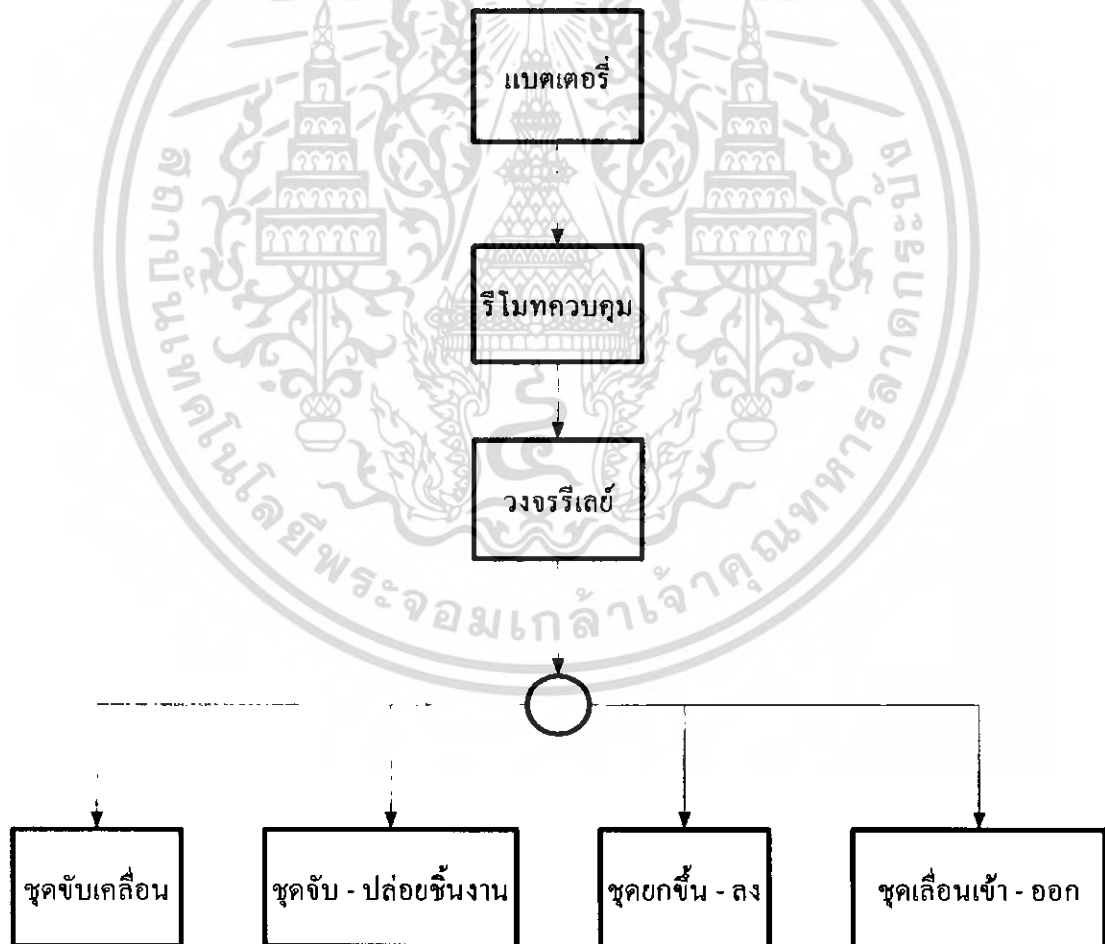
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ และกล่องควบคุมด้วยรีโมทสายนี้ สามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนสำคัญหลักๆ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของชุดขับเคลื่อน ระบบชุดยกชิ้นงาน ชุดเลื่อนเข้าเลื่อนออกตัวจับชิ้นงาน ชุดจับ - ปล่อยชิ้นงานและชุดรีโมทควบคุม ซึ่งแต่ละส่วนนั้นแสดงเป็นผังการทำงานรวมของหุ่นยนต์ดังรูปที่ 3.1



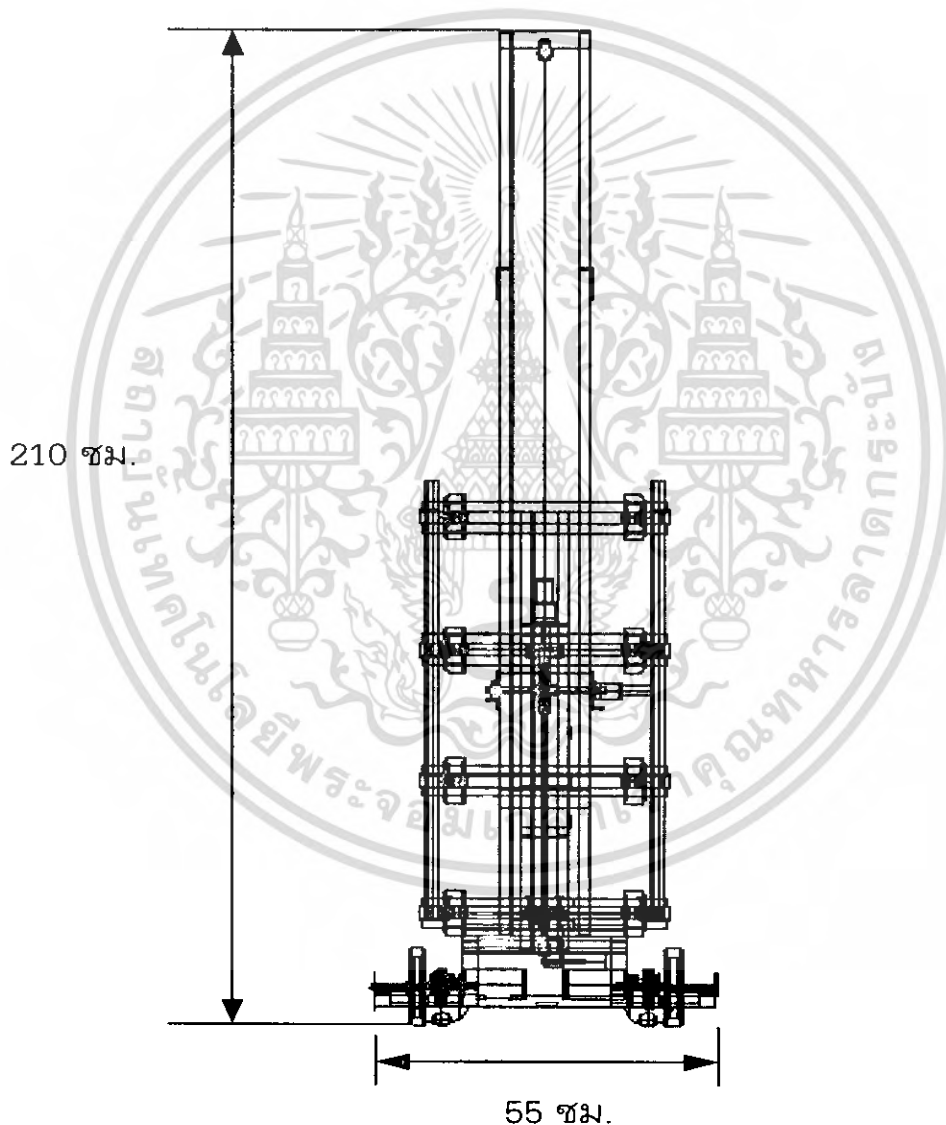
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ และกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการกดสวิทช์ที่รีโมทควบคุมแล้ว ก็จะส่งผลให้เกิดการครบวงจรของรีเลย์ที่เป็นตัวควบคุมการทำงานส่วนต่างๆ คือชุดขับเคลื่อนระบบชุดยกขึ้น ยกลงขึ้นงาน ชุดเลื่อนเข้าเลื่อนออกตัวจับขึ้นงาน และชุดจับ-ปล่อยขึ้นงาน ให้ทำงานตามที่ผู้บังคับหุ่นยนต์ต้องการ

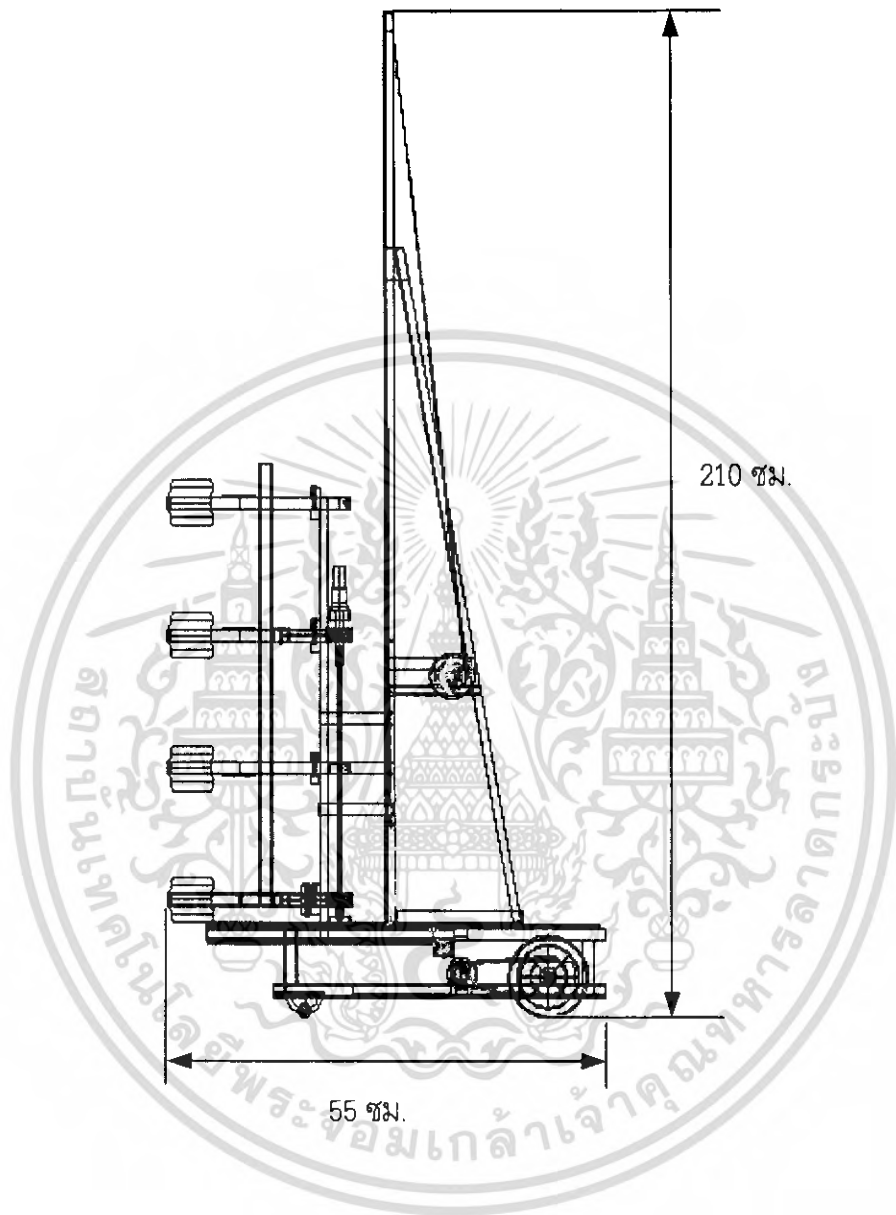
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

ตามที่ได้มีการออกแบบหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ



รูปที่ 3.2 ด้านหน้าของหุ่นยนต์

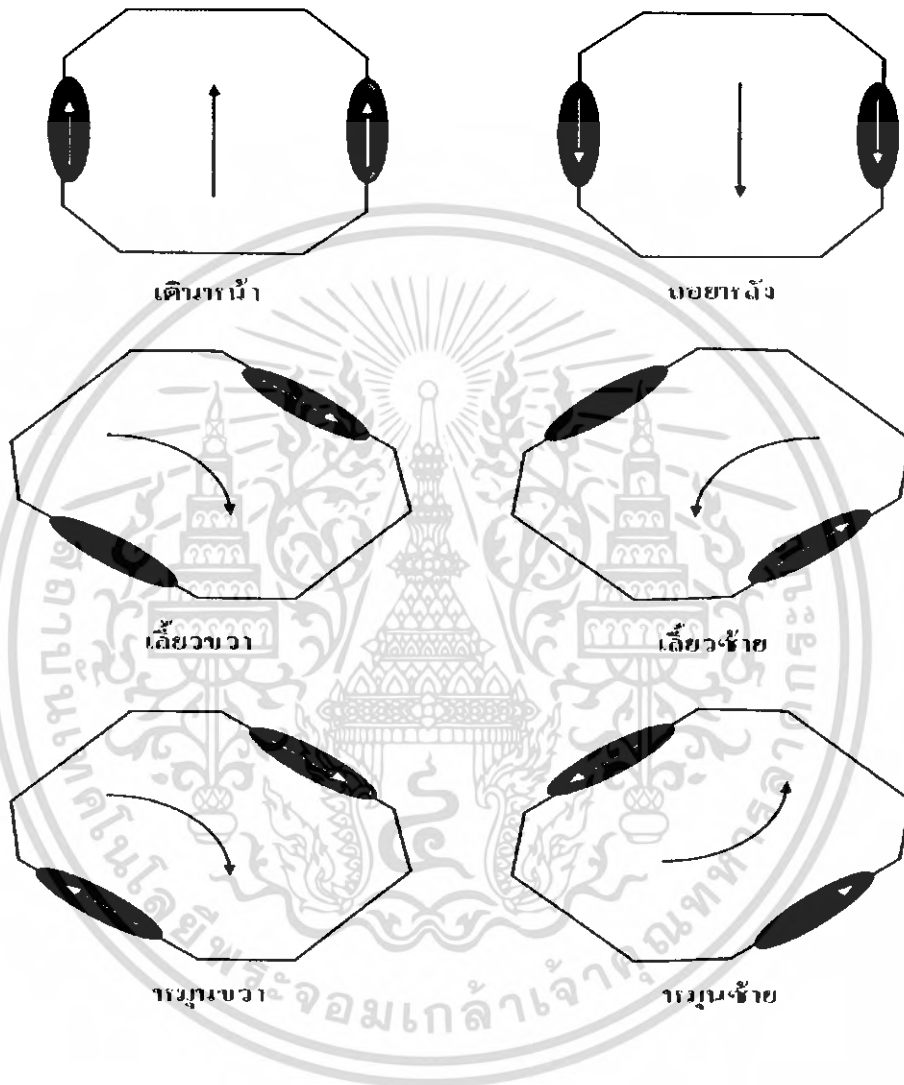
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ด้านข้างของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์



รูปที่ 3.4 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของหุ่นยนต์

รูปที่ 3.4 เป็นทิศทางในการทำงานของชุดขับเคลื่อนในหลักต่างๆ เช่น เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวขวา เลี้ยวซ้าย หมุนขวา หมุนซ้าย หลักการดังกล่าวนี้เป็นหลักการพื้นฐานในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์หรือความสามารถในการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์

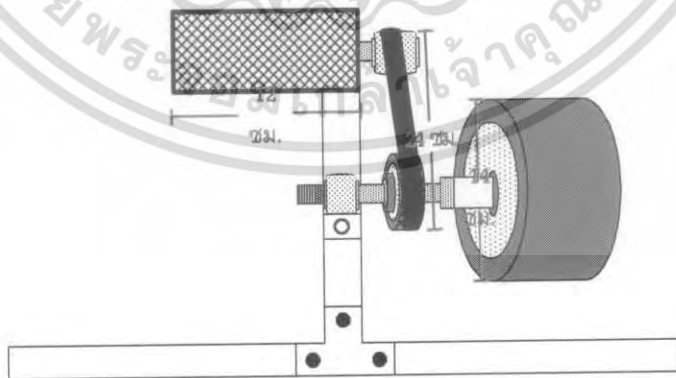
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ชุดขับเคลื่อน

ในส่วนของการขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรงจำนวน 2 ตัว โดยใช้หลักการของสายพานเข้าทำชุดขับเคลื่อน ซึ่งต่อระหว่างมอเตอร์กับล้อจำนวน 2 ล้อ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร และใช้ล้อฟรีในการพุงตัวหุ่นยนต์อีกจำนวน 2 ล้อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ด้วยมอเตอร์และล้อที่ต่อระหว่างกันด้วยระบบสายพานนี้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 8 รูปแบบ คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า เลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง เลี้ยวขวาแบบเดินหน้า เลี้ยวขวาแบบถอยหลัง หมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางตามเข็มนาฬิกา และหมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.5 ชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์

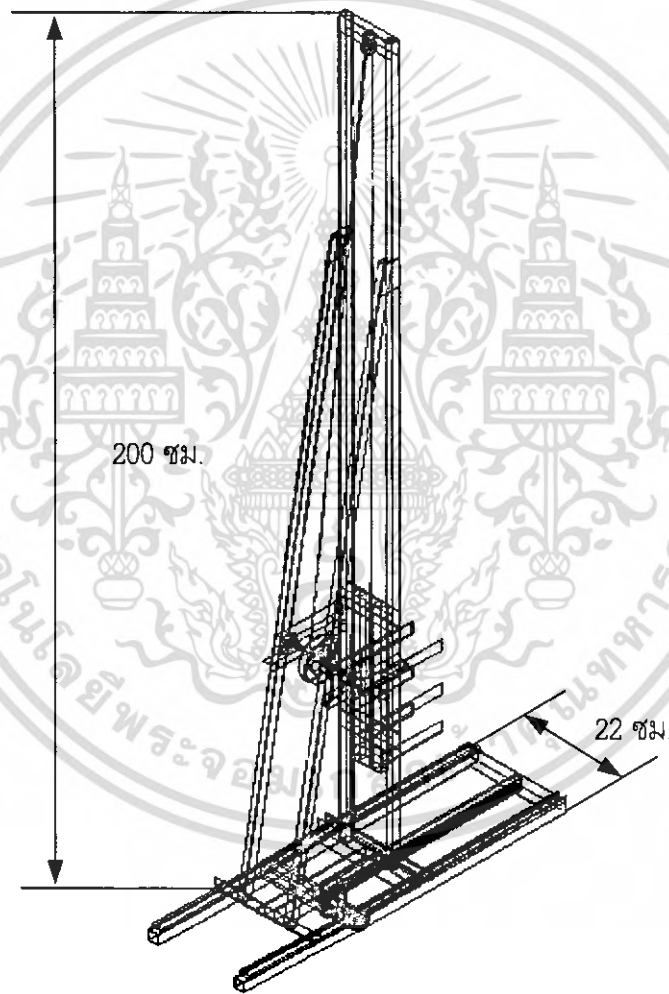


รูปที่ 3.6 ขนาดชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ชุดยกขึ้น ยกลงชิ้นงาน

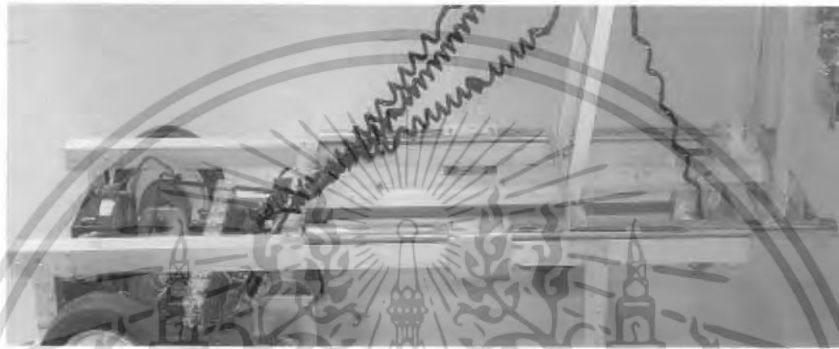
ในส่วนของชุดยกขึ้น ยกลงชิ้นงานนั้นใช้มอเตอร์กระแสตรงที่แรงบิดค่อนข้างมากจำนวน 1 ตัวในการควบคุมให้ชุดการทำงานซึ่งใช้ระบบของรอกเข้ามาช่วยในการออกแบบชุดยกขึ้น ยกลงเพื่อจะทำให้ทำงานได้ง่ายส่วนหลักการทำงานจะควบคุมด้วยการสั่งงานผ่านวงจรีเลย์ โดยเมื่อกดสวิตช์รีเลย์คอยล์ 24 โวลต์จะทำงานแล้วมอเตอร์กระแสตรงก็จะทำงานจะทำให้ชุดยกขึ้นลงทำงานโดยมีช่วงในการยกขึ้นลงที่ 0 ถึง 180 เซนติเมตร



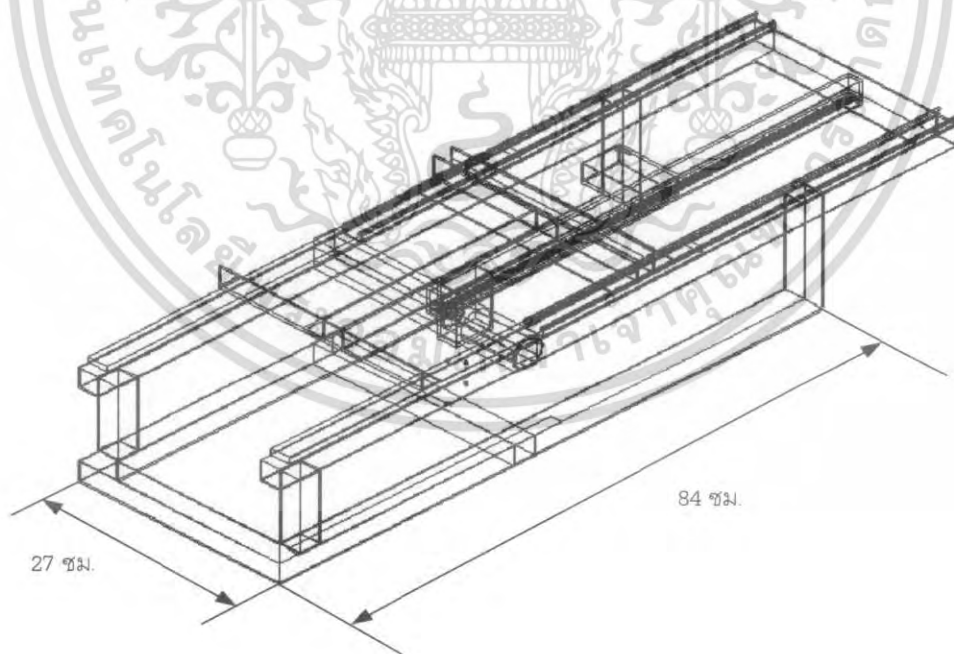
รูปที่ 3.7 ขนาดของชุดยกขึ้น ยกลงชิ้นงาน

3.2.4 ชุดเลื่อนเข้า เลื่อนออก

ในการออกแบบชุดเลื่อนเข้าเลื่อนออก ใช้หลักการทำงานของรางเลื่อนแลบลูกปืนซึ่งควบคุมการทำงานโดยใช้มอเตอร์กระแสแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ มีความเร็ว 40 รอบต่อนาที ซึ่งใช้ระบบเฟืองโซ่เข้ามาช่วยในการทำงาน หลักการทำงานจะควบคุมการโดยใช้สวิตซ์สั่งงานผ่านรีเลย์เมื่อกดสวิตซ์ที่รีโมทรีเลย์ก็จะทำงานทำให้มีไฟไปเลี้ยงมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน



รูปที่ 3.8 ชุดเลื่อนเข้า เลื่อนออก



รูปที่ 3.9 ขนาดของชุดเลื่อนเข้า เลื่อนออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

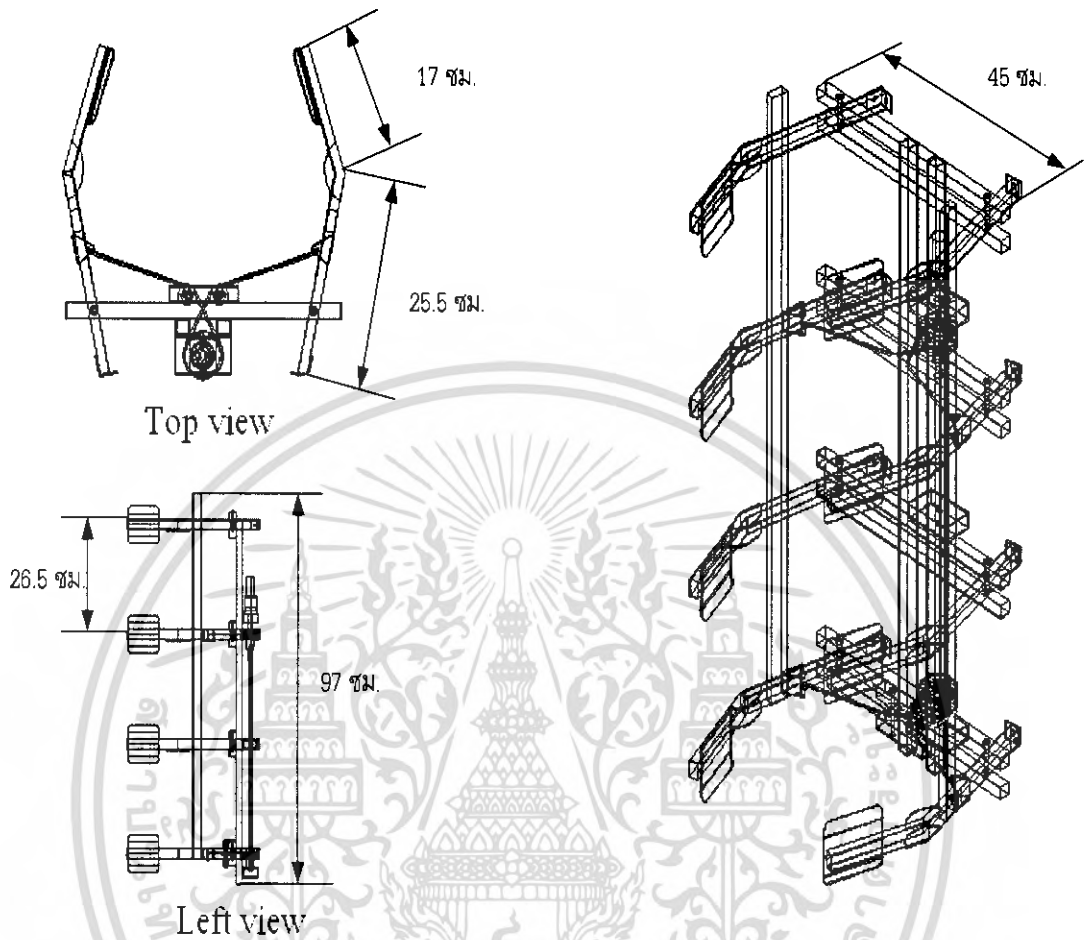
3.2.5 ชุดจับ - ปล่อยชิ้นงาน

ในการออกแบบอาศัยการทำงานคล้ายกับมือจับของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมโดยใช้มอเตอร์กระแสตรง แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ที่มีแรงบิดค่อนข้างมากในการควบคุมการทำงาน หลักการทำงานจะควบคุมการโดยใช้ สวิตช์สั่งงานผ่านรีเลย์เมื่อกดสวิตช์ที่รีโมทรีเลย์ก็จะทำงานทำให้มีไฟไปเลี้ยงมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน



รูปที่ 3.10 ชุดจับ - ปล่อยชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

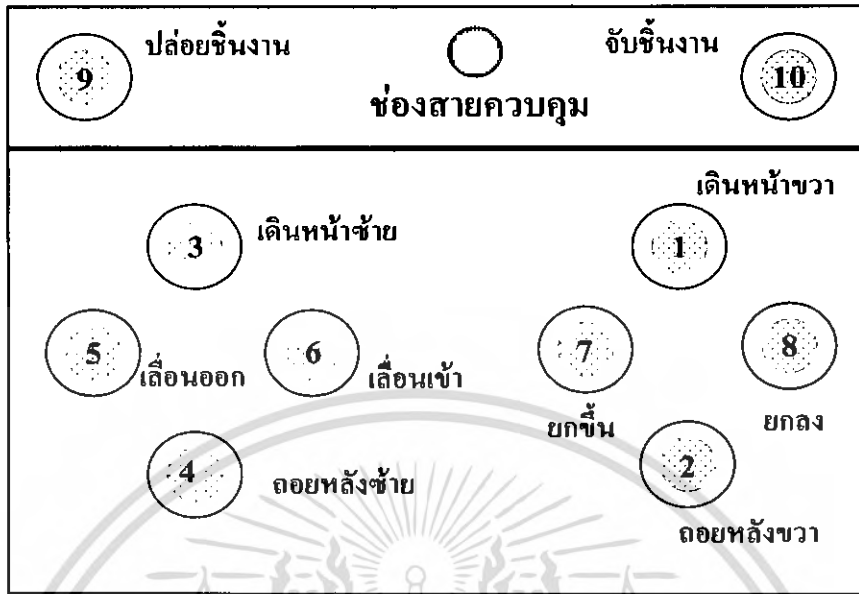


รูปที่ 3.11 ขนาดของชุดจับ - ปล่อยชิ้นงาน

3.3 ส่วนควบคุม

3.3.1 รีโมทควบคุม

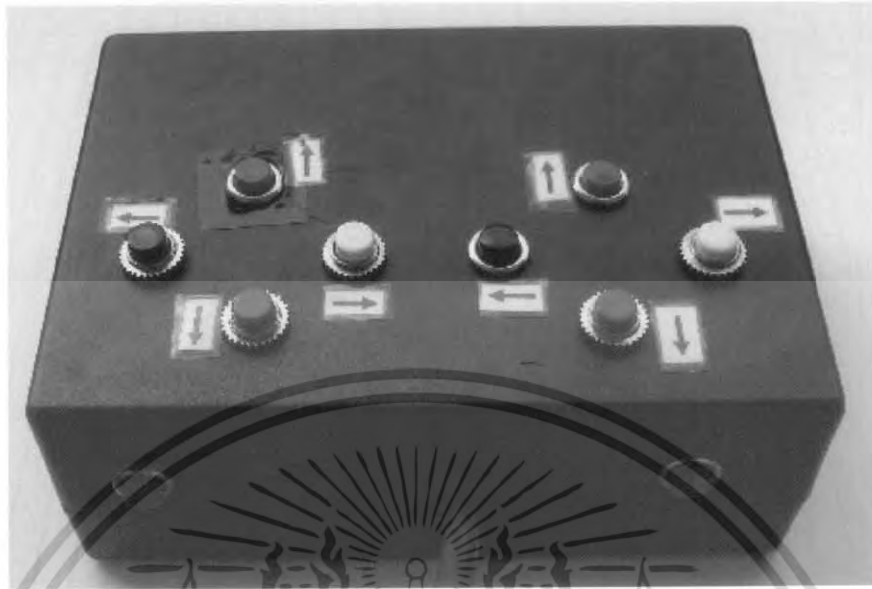
การออกแบบรีโมทควบคุมการทำงานหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือและกล่องควบคุมด้วยรีโมทวิทยุ นั้น โดยมีอุปกรณ์หลักที่ใช้คือสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับจำนวน 10 โดยมีตำแหน่งของสวิตช์และหน้าที่การทำงานของสวิตช์แต่ละตำแหน่งดังที่แสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 ชุดรีโมทควบคุม

1. กดปุ่มหมายเลข 1 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหน้าซ้าย
2. กดปุ่มหมายเลข 2 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหลังซ้าย
3. กดปุ่มหมายเลข 3 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหน้าขวา
4. กดปุ่มหมายเลข 4 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหลังขวา
5. กดปุ่มหมายเลข 5 เลื่อนออก
6. โยกปุ่มหมายเลข 6 เลื่อนเข้า
7. โยกปุ่มหมายเลข 7 ยกขึ้น
8. กดปุ่มหมายเลข 8 ยกลง
9. กดปุ่มหมายเลข 9 ปล่อยชิ้นงาน
10. กดปุ่มหมายเลข 10 จับหรือหนีบชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

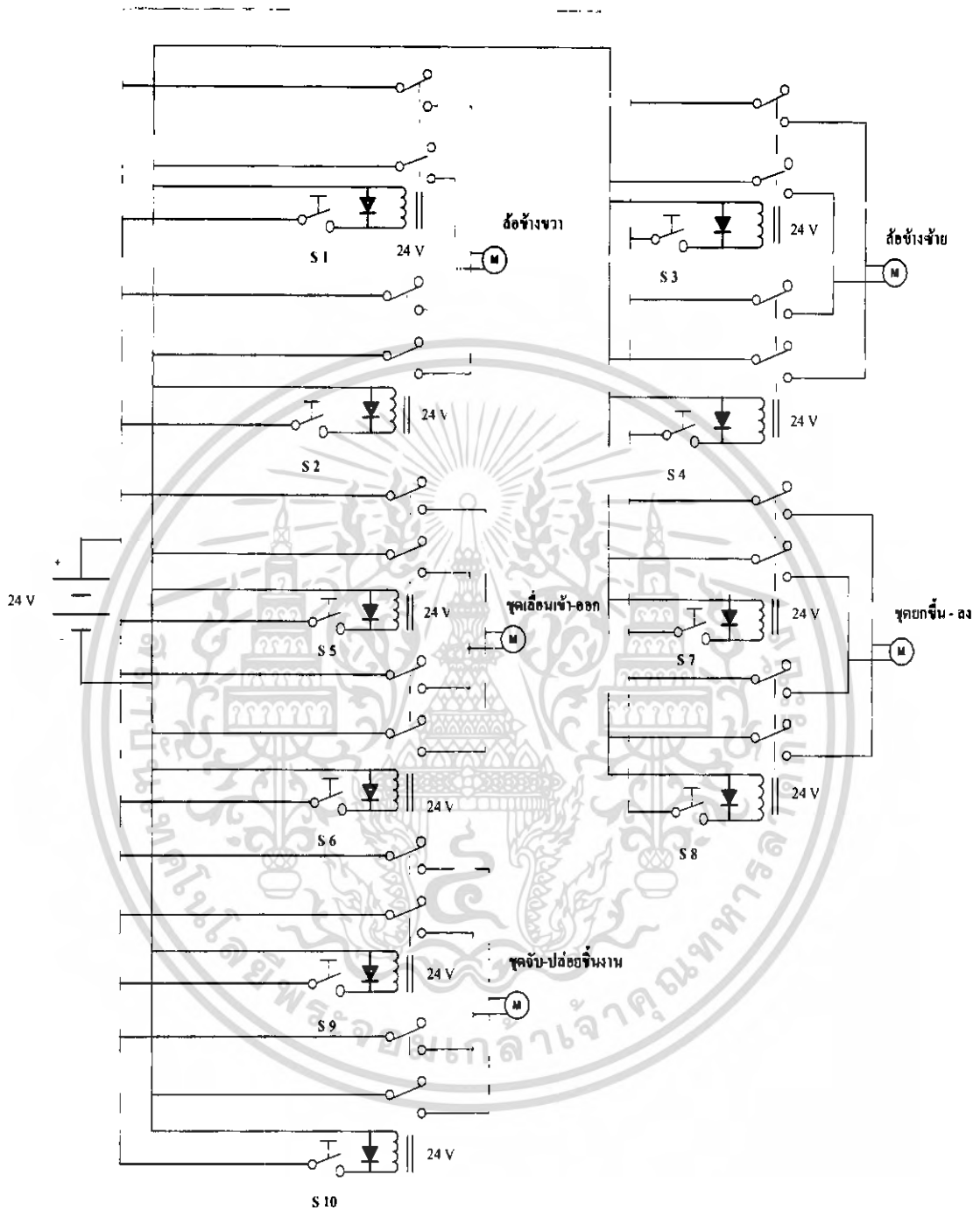


รูปที่ 3.13 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง

3.3.2 วงจรรีเลย์

การออกแบบวงจรรีเลย์ของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายนี้อาศัยหลักการของรีเลย์ คือรีเลย์นั้นเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 วงจรรีเลย์

โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดเพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการทำงานของหุ่นยนต์ได้ทำการออกแบบใช้รีเลย์ในการควบคุมกลไกส่วนต่างๆทั้งหมดเป็นจำนวน 10 ตัว รีเลย์ที่ใช้มีคุณสมบัติคือทำงานที่ระดับแรงดัน 24 V และสามารถทนกระแสสูงสุด 5 A ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ที่ควบคุมกลไกชุดขับเคลื่อนใช้รีเลย์จำนวน 4 ตัว ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมกลไกของหุ่นยนต์มีจำนวน 10 ตัว และการต่อใช้งานรีเลย์จะเป็นแบบสภาวะ NO (Normally Open) จำนวน 10 ตัว

3.4 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
ควารชาร์ตแบตเตอรี่	< 0.8 % ของแบตเตอรี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.15 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12 V / 5.5 A การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผลิตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้เกิดมีขนาดแรงดัน 24 V / 5.5 A ไว้สำหรับจ่ายให้แก่ระบบขับเคลื่อนระบบยกขึ้นยกลง ชุดเลื่อนเข้า
เลื่อนออก และชุดกลไกจับ - ปลดอยชิ้นงานโดยคุณสมบัติต่างๆ ของแม่ตเตอร์ี่แสดงไว้ดังตารางที่ 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของส่วนต่างๆ ของโครงงานหุ่นยนต์ก่อสร้าง หอคอยแบบบังคับด้วยมือด้วยริโมทคอนโทรล ที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นภาพการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่ง จะทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งได้ทราบผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่ กำหนดหรือไม่ สามารถทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นตัวหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำให้หาสาเหตุของปัญหา ได้ยาก โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองวงจรออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ชุดควบคุมการขับเคลื่อนล้อ ชุด ควบคุมการเคลื่อนเข้า เลื่อนออก ชุดควบคุมการยกขึ้น ยกลง และชุดควบคุมการจับปล่อยชิ้นงาน

4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์

4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อนล้อ

1. ลำดับขั้นการทดลอง

- 1.1 ประกอบชุดล้อเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้
- 1.2 ต่อชุดขับเคลื่อนล้อเข้ากับมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว
- 1.3 ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ
- 1.4 ทำการทดสอบการวิ่งของล้อพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2. ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่จับชิ้นงาน

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.42	2.38	2.33	2.346
5 เมตร	2.70	2.80	2.81	2.806
8 เมตร	3.76	3.76	3.80	3.773

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะจับขึ้นงาน 1 ชั้น

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.54	2.80	2.46	2.720
5 เมตร	2.76	3.42	3.32	3.286
8 เมตร	4.68	4.51	4.62	4.603

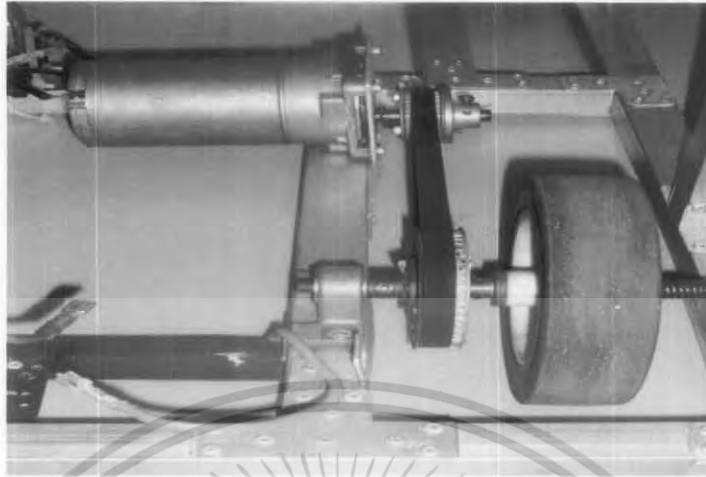
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะจับขึ้นงาน 2 ชั้น

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.67	3.38	3.20	3.18
5 เมตร	3.01	3.89	4.13	4.056
8 เมตร	5.38	5.59	5.32	5.430

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะจับขึ้นงาน 3 ชั้น

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.67	3.38	3.20	3.18
5 เมตร	3.01	3.89	4.13	4.056
8 เมตร	5.38	5.59	5.32	5.430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การทดสอบชุดขับเคลื่อน

4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการเคลื่อนเข้า เลื่อนออก

1. ลำดับการทดลอง

- 1.1 ประกอบชุดควบคุมการเคลื่อนเข้า เลื่อนออกเข้ากับตัวหุ่นยนต์ตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้
- 1.2 ต่อชุดควบคุมมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ของชุดควบคุมการเคลื่อนเข้าเลื่อนออก
- 1.3 ทดลองจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ
- 1.4 ทดลองการทำงานของชุดเคลื่อนเข้า เลื่อนออก

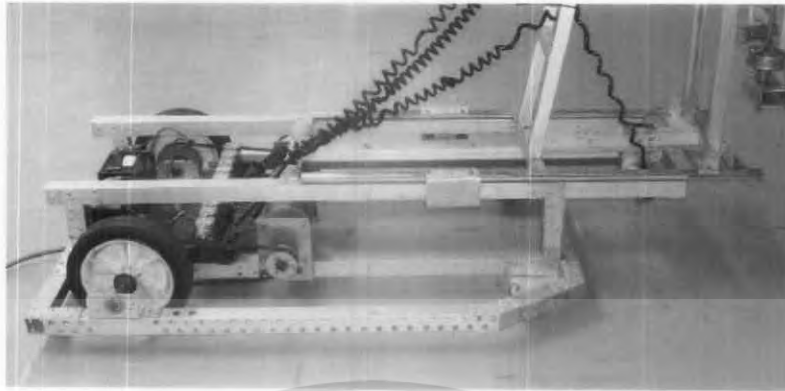
2. ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบการทำงานของชุดเคลื่อนเข้าสุด และเลื่อนออกสุดโดยใช้เวลา 2.30 วินาที



รูปที่ 4.2 ตำแหน่งการเคลื่อนเข้าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ตำแหน่งการเลื่อนออกสุด

4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการยกขึ้น ยกลง

1. ลำดับขั้นการทดลอง

- 1.1. ประกอบชุดควบคุมการยกขึ้น-ยกลง เข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้
- 1.2. ต่อชุดควบคุมมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ชุดควบคุมการยกขึ้น ยกลง
- 1.3. นำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ
- 1.4. ทำการทดสอบการทำงานของชุดควบคุมการยกขึ้น ยกลง

2. ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบชุดควบคุมการยกขึ้นสุด และยกลงสุดโดยใช้เวลา 18.12 วินาที



รูปที่ 4.4 ตำแหน่งในการยกขึ้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ภาพถ่ายเครื่องการยกค่าสุด

4.2.4 การทดสอบชุดควบคุมการจับ - ปลอ่ยบล็อกชิ้นงาน

1. ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- 1.1. ประกอบชุดควบคุมการจับ - ปลอ่ยบล็อกชิ้นงานเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้
- 1.2. ต่อชุดควบคุมมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ชุดควบคุมการจับ - ปลอ่ยบล็อกชิ้นงาน
- 1.3. ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ
- 1.4. ทำการทดสอบการทำงานของชุดจับ ปลอ่ยบล็อกชิ้นงาน

2. ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบชุดจับ ปลอ่ยบล็อกชิ้นงาน สามารถขยายให้กว้างได้สูงสุด 50 เซนติเมตรและสามารถจับบล็อกชิ้นงานที่มีรูปร่างลักษณะทรงกระบอก โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาด 45 เซนติเมตร และหนา 30 เซนติเมตร ได้จำนวน 3 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่งในมือของชุดจับ - ปล่อยบล็อกขึ้นงาน

รูปที่ 4.6 การการทำงานของชุดจับ - ปล่อยบล็อกขึ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

ในการศึกษาการทดลองออกแบบการสร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือโดยใช้รีโมทมีสาย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างหุ่นยนต์จับวัสดุก่อสร้าง (Builder blocks) เพื่อสร้างตึกแฝดปิโตรนัส ให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน เมื่อโครงสร้างนี้เสร็จสมบูรณ์ สามารถนำไปใช้งานเป็นเครื่องต้นแบบที่ใช้ในการก่อสร้างหอคอย ที่สามารถใช้งานได้จริง

จากการสร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือนี้ ทำให้รู้และเข้าใจรายละเอียดคุณสมบัติ และหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ชุดควบคุมการขับเคลื่อนล้อ ชุดควบคุมการเคลื่อนเข้า-เคลื่อนออก ชุดควบคุมการยกขึ้น-ยกลง และชุดควบคุมการจับปล่อยชิ้นงาน โดยใช้หลักการทำงานของรีเลย์ 4 หน้าสัมผัสที่ใช้ในวงจรควบคุม และสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานชิ้นนี้ คือ ได้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ในระหว่างลงมือทำโครงงาน เมื่อพบปัญหาที่ต้องหาวิธีแก้ไขปัญหาและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้โครงงานชิ้นนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ คือ สามารถจับวัสดุก่อสร้างที่ใช้สร้างหอคอย (Builder blocks) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอก 450 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางใน 200 มิลลิเมตร น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม ได้และสามารถนำวัสดุก่อสร้างไปเรียงต่อกันเป็นตึกแฝดปิโตรนัสได้อย่างสมบูรณ์ โดยขีดความสามารถของโครงงานชิ้นนี้ คือ สามารถวิ่งด้วยความเร็ว 0.8 วินาทีต่อเมตร ขณะไม่จับชิ้นงานและวิ่งด้วยความเร็ว 1.1 วินาทีต่อเมตร ขณะที่จับวัสดุก่อสร้างจำนวน 3 ชิ้น

อย่างไรก็ตามการสร้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือโดยใช้รีโมทมีสาย ที่ใช้จับวัสดุก่อสร้างเป็นตึกแฝดปิโตรนัส ที่ได้มีการจัดทำชิ้นมาแล้วยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ทางคณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข และแนวทางการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง ทดสอบ และนำโครงงานเข้าร่วมการแข่งขันพบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นหลายประการ และได้ดำเนินการแก้ไขไปแล้ว ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ล้อของชุดขับเคลื่อนที่ซื้อมามีดอกยางทำให้เมื่อไปวิ่งบนพื้นสนามที่ใช้แข่งขันจริงจะเกิดการฟรีขึ้นทำให้การขับเคลื่อนไม่ได้เต็มความสามารถของหุ่นยนต์ที่ได้ตั้งไว้คือ 0.8 เมตร/วินาที

แนวทางแก้ไข ได้ทำการนำล้อยางของชุดขับเคลื่อนไปกลิ้งเอาดอกยางออกเพื่อเพิ่มหน้าสัมผัสระหว่างล้อกับพื้นสนามแข่งขันทำให้การขับเคลื่อนในการแข่งขัน กันไม่ให้เกิดการฟรีของล้อทำให้การขับเคลื่อนเป็นไปตามความสามารถของหุ่นยนต์ตามที่ตั้งไว้ คือ 0.8 เมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหา สายพานของชุดขับเคลื่อนล้อ ใช้งานไปแล้วนานๆ เกิดการยืดตัวของสายพานทำให้สายพานหย่อนและเมื่อสายพานหย่อนก็จะทำให้เกิดการฟรีของล้อของชุดขับเคลื่อน

แนวทางแก้ไข ก่อนนำหุ่นยนต์ไปร่วมในการแข่งขันได้มีการขยับตำแหน่งของการวางมอเตอร์ของชุดขับเคลื่อนไปจากตำแหน่งเดิมเพื่อให้สายพานของชุดขับเคลื่อนไม่เกิดการฟรี

3. ปัญหา ชุดล้อหน้าเกิดการผิดพลาดทำให้ล้อไม่ค่อยหมุนทำให้วิ่งช้า

แนวทางแก้ไข นำสปริงของชุดหนีบไปร้อยในท่ออย่างแล้วร้อยเข้าไปในคานที่ใช้ป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนสะพานหลุดออกทางด้านหลังของตัวหุ่นยนต์ขณะไปทำการหนีบชิ้นส่วนสะพานเพื่อป้องกันการค้ำของสปริงทำให้ไม่เกิดปัญหาในการหนีบและปล่อยชิ้นส่วนสะพาน

4. ปัญหา ล้อของชุดขับเคลื่อนที่ซื้อมามีดอกยาวทำให้เมื่อไปวิ่งบนพื้นสนามที่ใช้แข่งขันจริงจะเกิดการฟรีขึ้นทำให้การขับเคลื่อนไม่ได้เต็มความสามารถของหุ่นยนต์ที่ได้ตั้งไว้คือ 0.8 เมตร/วินาที

แนวทางแก้ไข ได้ทำการนำล้อของชุดขับเคลื่อนไปกลึงเอาดอกยางออกเพื่อเพิ่มหน้าสัมผัสระหว่างล้อกับพื้นสนามแข่งขันทำให้การขับเคลื่อนในการแข่งขัน กันไม่ให้เกิดการฟรีของล้อทำให้การขับเคลื่อนเป็นไปตามความสามารถของหุ่นยนต์ตามที่ตั้งไว้ คือ 0.8 เมตร/วินาที

5. ปัญหา ชุดวางเลื่อนที่ใช้ในการเลื่อนเข้าเลื่อนออก เพื่อจับและวางชิ้นงานเวลาใช้งานเกิดการโยกเยก ทำให้การเคลื่อนที่หุ่นยนต์เสียสมดุลเคลื่อนที่ลำบาก

แนวทางแก้ไข ใช้อะลูมิเนียมแผ่น ดัดเป็นรูปตัวยูนำมายึดกับส่วนของรางเลื่อนด้านหลัง เพื่อป้องกันการโยกเยกของตัวหุ่นยนต์ขณะเคลื่อนที่ได้

6. ปัญหา ชุดรางยกชิ้นยกลง เนื่องจากส่วนนี้ถูกออกแบบโดยใช้อะลูมิเนียมมาประกอบกันให้เป็นราง เพื่อใช้ในส่วนของชุดจับชิ้นงาน สามารถเลื่อนขึ้นเลื่อนลงได้นั้น เกิดการติดขัดและผิด

แนวทางแก้ไข ใช้จารบีทาบริเวณร่องของรางยก เพื่อหล่อลื่นในขณะที่ใช้งานของหุ่นยนต์ในส่วนนี้

7. ปัญหา รอกดึงชุดหนีบจับชิ้นงาน เนื่องจากส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้ดึงชุดหนีบจับชิ้นงานขึ้นลง รอกที่ใช้มีขนาดเล็กลงและใช้เวลานานในการม้วนสาย และร่องม้วนสายเสียดสีกันไปเวลาใช้งาน ทำให้สายดกกรอง

แนวทางแก้ไข เพิ่มขนาดของรอกให้ใหญ่ขึ้น ร่องม้วนสายที่ติดแก้ไขโดยใช้อะลูมิเนียมแผ่น มาดัดโดยให้เส้นผ่าศูนย์กลางยาวกว่ารอกที่ใช้ ประกอบกันทั้งสองข้างของรอก เพื่อทำการเพิ่มร่องของรอกให้ลึกลง

8. ปัญหา ชุดหนีบจับชิ้นงาน เป็นส่วนที่ใช้จับและปล่อยชิ้นงาน ส่วนของมือจับเป็นอะลูมิเนียมแผ่นที่ทำการดัดโค้ง เพื่อให้จับชิ้นงานง่ายขึ้น เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้มีกำลังบีบสูง จึงทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหาย

แนวทางแก้ไข ใช้ฟองน้ำมาติดส่วนปลายของมือจับ เนื่องจากฟองน้ำมีลักษณะนุ่ม เเบา สามารถยืดหยุ่นได้จึงช่วยป้องกันการเสียหายของชิ้นงานได้

9. ปัญหา การควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยใช้รีเลย์ จึงต้องใช้สายไฟในการเชื่อมต่อกับชุดวงจรรีเลย์ เพื่อควบคุมซึ่งมีขนาดของสายไฟเล็กเกินไป ทำให้สายไฟละลาย อันเกิดจากการกระชากของกระแสไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ในขณะเริ่มสตาร์ท เป็นเหตุให้เกิดความเสียหายให้กับวงจรรีเลย์

แนวทางแก้ไข ใช้สายไฟขนาดใหญ่ขึ้นและฉนวนหนาขึ้น และใช้ไดโอดมาต่อคร่อมเพื่อป้องกันกระแสไหลย้อนกลับเป็นการป้องกันไม่ให้ชุดควบคุมเกิดความเสียหาย

10. ปัญหา น้ำหนักโดยรวมของทิมมีน้ำหนักเกิน 50 กิโลกรัม มากกว่าที่กติกาที่กำหนดไว้

แนวทางแก้ไข ได้ทำการเจาะรูตามโครงสร้างของชิ้นส่วนต่างๆ ของตัวหุ่นยนต์เพื่อลดน้ำหนักโดยรวมให้พอดีกับกติกาที่กำหนดไว้

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นหรือนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

1. ทำการออกแบบมือจับเพื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม สามารถพัฒนามือจับเพื่อเป็นหุ่นยนต์เปลี่ยนหลอดไฟในอาคาร

2. เปลี่ยนล้อของชุดขับเคลื่อนให้มีดอกยางเพิ่มการยึดเกาะกับพื้นผิวได้ดี ทำให้หุ่นยนต์สามารถเข้าไปในที่ที่มีความขรุขระได้ เมื่อนำหุ่นยนต์ไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

3. เปลี่ยนชุดควบคุมของรีโมทมีสายไปใช้เป็นชุดควบคุมไร้สาย แล้วพัฒนาตัวหุ่นยนต์ให้เป็นหุ่นยนต์ขนของ หรืออุปกรณ์ที่อยู่ในเขตพื้นที่อันตราย เช่น พื้นที่ที่มีสารเคมี

4. ติดกล้องกับตัวหุ่นยนต์ เพื่อการควบคุมแบบไร้สายในการทำงานพื้นที่อันตราย

บรรณานุกรม

Gordon Mccomb. **เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น). 2547.

ไทรภาพ อินทุใจ. **โลหะวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : พิสิทธ์เซนเตอร์. 2547.

มนัส สติรจินดา. **โลหะนอกกลุ่มเหล็ก**. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536.

บริษัท อสมท. จำกัด. **TECHNOLOGY STREET 2005** กรุงเทพฯ : อสมท. 2548.

ผศ.อำนาจ ทองผาสุก. **การควบคุมมอเตอร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

WWW.TPABOOKCEN.COM. **กติกากการแข่งขัน** : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

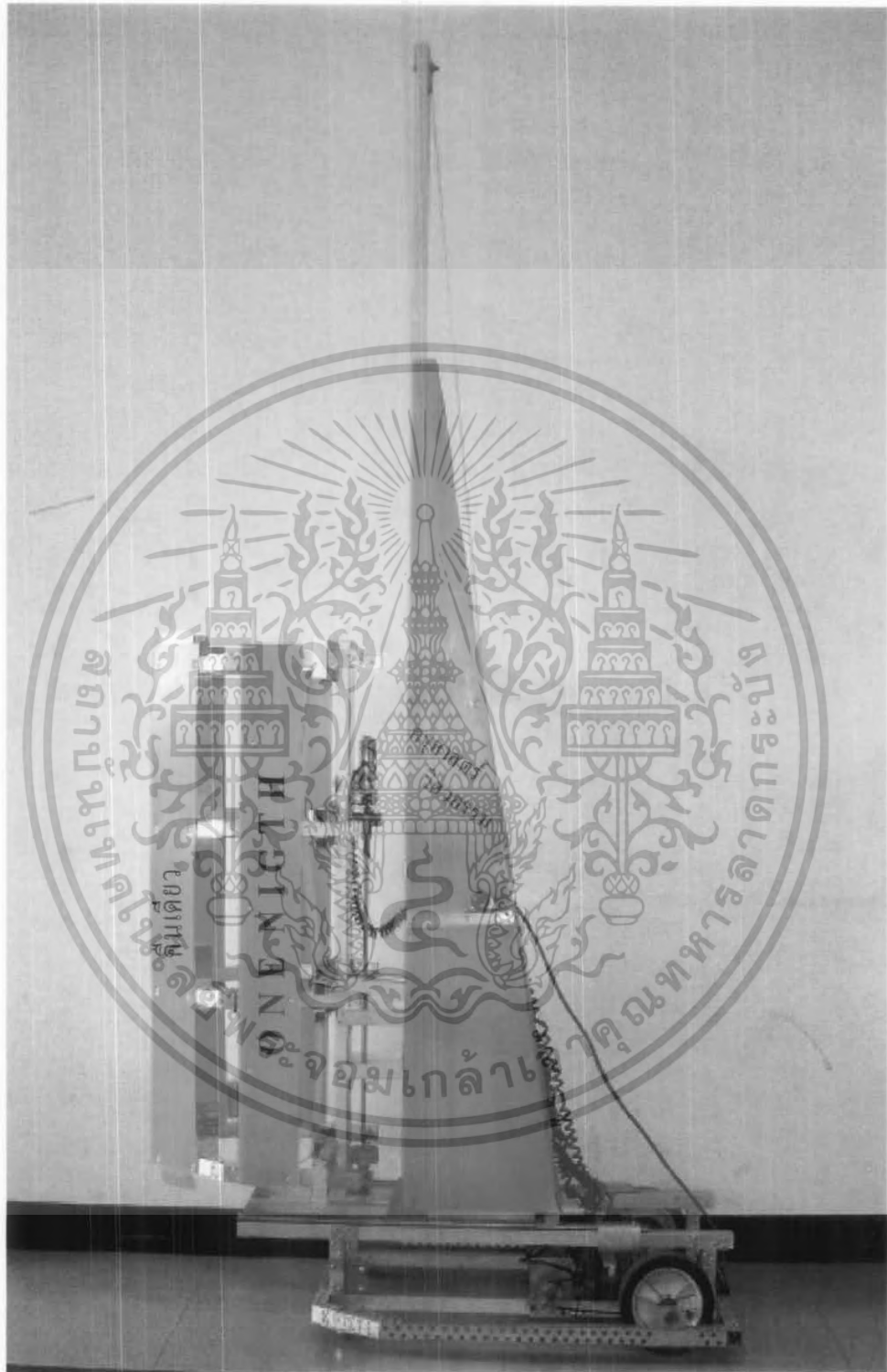
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ด้านหน้าหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ด้านข้างหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



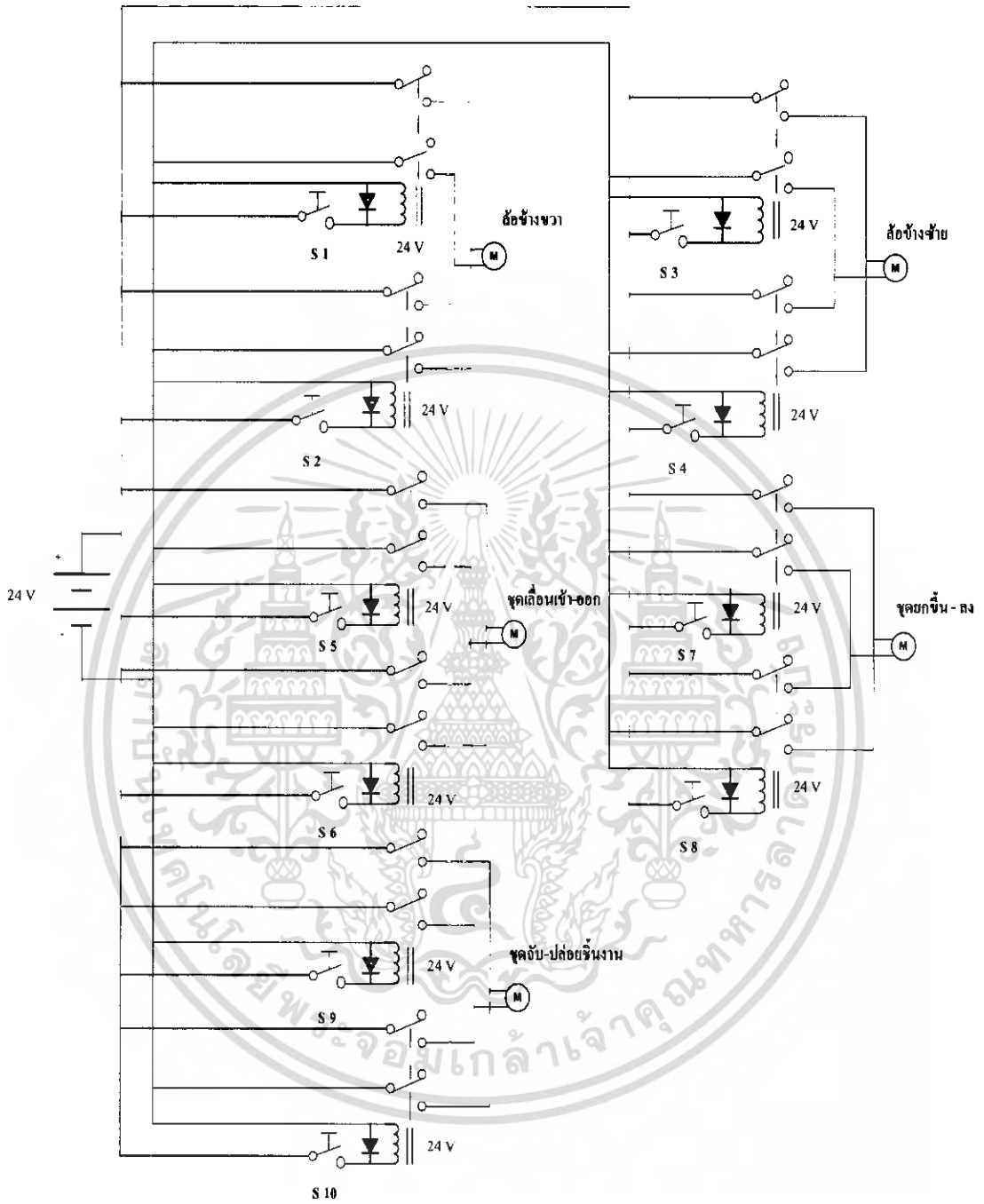
รูปที่ ก.3 ด้านหลังหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
วงจรรวบรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรรีเลย์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
สวิทช์	สวิทช์กดติดปล่อยดับ	10 ตัว
	สวิทช์กดติดกดดับ	1 ตัว
กล่องควบคุมการทำงาน	กล่องเอนกประสงค์ขนาดกว้าง 4 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว หนา 2.5 นิ้ว	1 กล่อง
รีเลย์	รีเลย์ 24 VDC 5 A 4 คอนแทค	10 ตัว
มอเตอร์	ดีซีมอเตอร์ 24 V	5 ตัว
แหล่งจ่าย	แบตเตอรี่แห้ง 12 V 5.5 AH	2 ก้อน

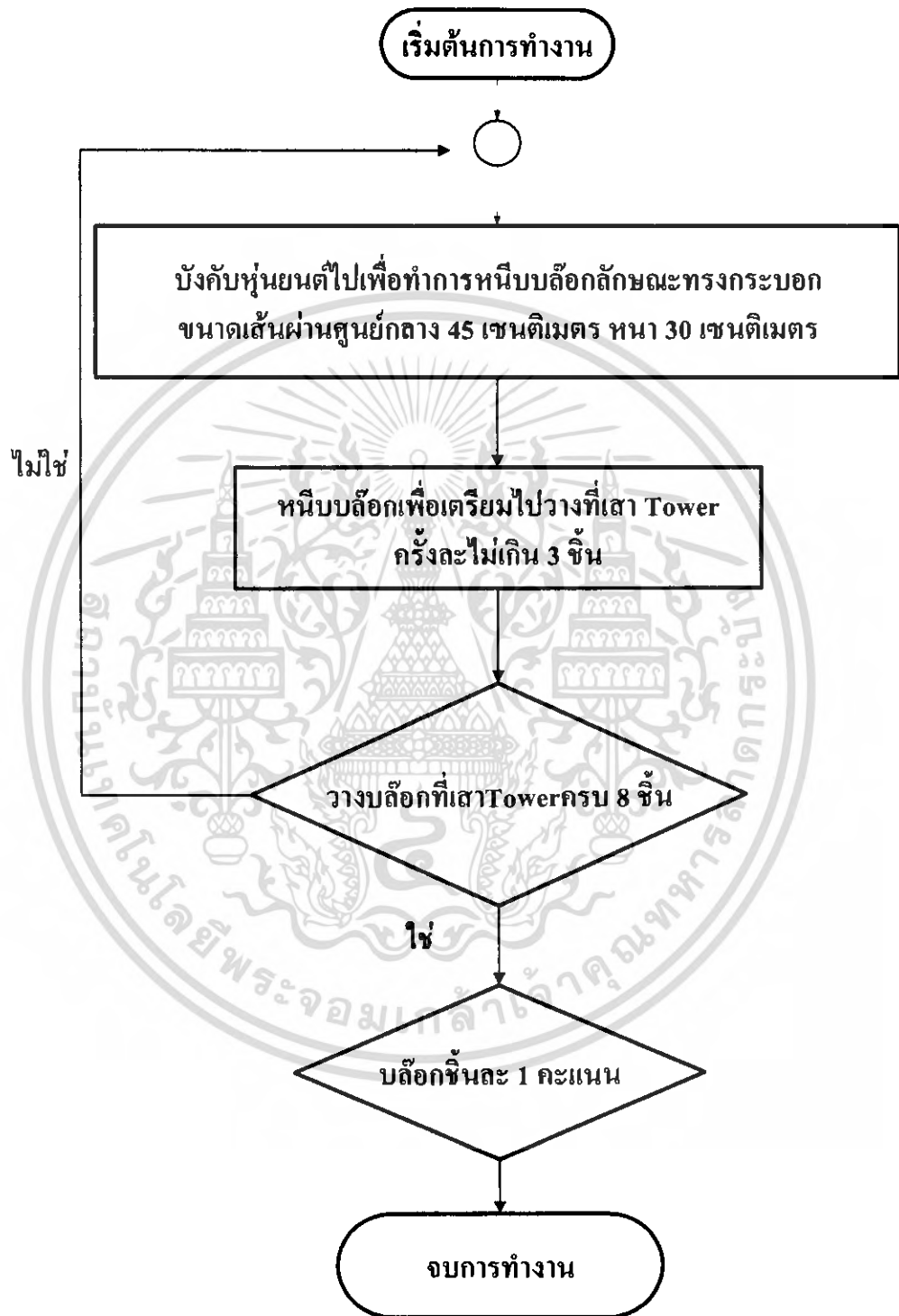


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ ควบคุมด้วยรีโมทมีสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

หุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

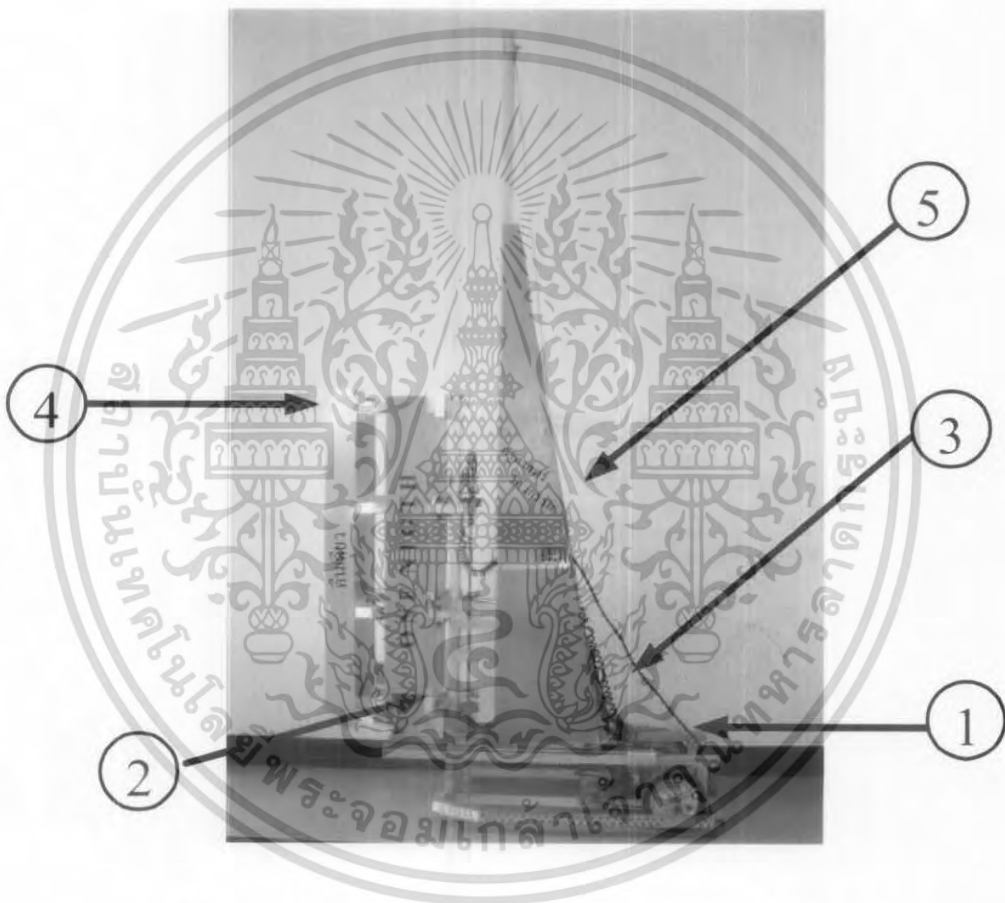
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่ใช้งานหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือควรที่จะศึกษาคู่มือการใช้งานวิธีการบังคับหุ่นยนต์พร้อมทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟของหุ่นยนต์และตรวจสอบกลไกของหุ่นยนต์เพื่อจะทำให้การใช้งานหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ก่อสร้างหอคอยแบบบังคับด้วยมือ

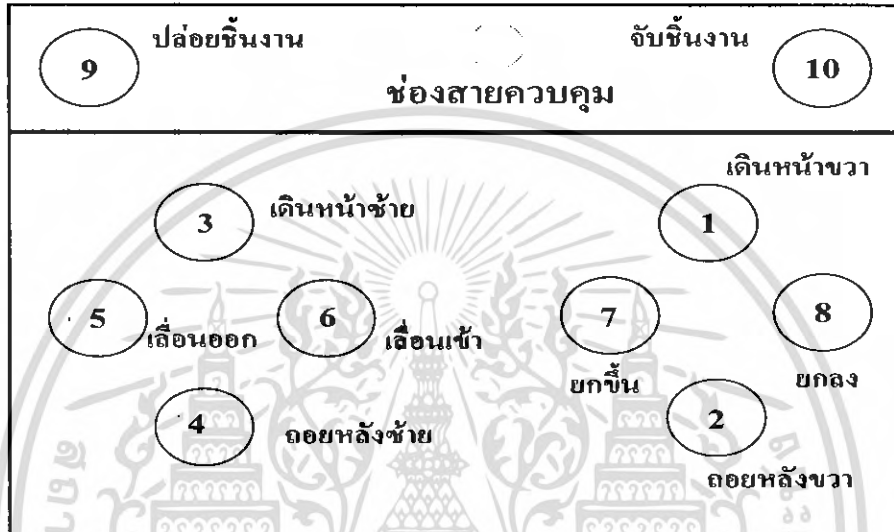
จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ชุดขับเคลื่อน
2. ชุดเลื่อนเข้า เลื่อนออก
3. ชุดวงจรรีเลย์ควบคุม
4. ชุดจับ - ปลอ่ยบล็อกชิ้นงาน
5. ชุดยกขึ้น ยกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้งและการใช้งาน

- 3.1 ทำการตรวจแหล่งจ่ายไฟและกลไกให้พร้อมใช้งาน
- 3.2 เปิดสวิตซ์การทำงานของหุ่นยนต์
- 3.3 กดปุ่มควบคุมการทำงานของโรบอทเพื่อบังคับให้หุ่นยนต์ทำงานดังนี้



รูปที่ จ.2 ชุดโรบอทควบคุม

1. กดปุ่มหมายเลข 1 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหน้าซ้าย
2. กดปุ่มหมายเลข 2 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหลังซ้าย
3. กดปุ่มหมายเลข 3 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหน้าขวา
4. กดปุ่มหมายเลข 4 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านหลังขวา
5. กดปุ่มหมายเลข 5 เลื่อนออก
6. โยกปุ่มหมายเลข 6 เลื่อนเข้า
7. โยกปุ่มหมายเลข 7 ยกขึ้น
8. กดปุ่มหมายเลข 8 ยกลง
9. กดปุ่มหมายเลข 9 ปล่อยชิ้นงาน
10. กดปุ่มหมายเลข 10 จับหรือหนีบชิ้นงาน
11. กดปุ่มหมายเลข 1 และ 3 พร้อมกัน หุ่นยนต์จะเดินหน้า
12. กดปุ่มหมายเลข 2 และ 4 พร้อมกัน หุ่นยนต์จะเดินถอยหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.3 ตำแหน่งของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานหุ่นยนต์ควรตรวจสอบแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางที่ จ.1

ตารางที่ จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น

อาการ	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
หุ่นยนต์ไม่ทำงานในทุกๆ คำสั่ง	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ	1. ตรวจสอบแบตเตอรี่ 2. เปิดสวิตช์ใหม่ 3. เปลี่ยนตัวต่อแบตเตอรี่ใหม่
ชุดยกขึ้น – ลง ทำงานช้า	ระบบรอกลื่นมีความผิด	ทาจาระบีที่ระบบรอกลื่น
ชุดเลื่อนเข้า – ออก ทำงานช้า	ระบบรอกลื่นมีความผิด	ทาจาระบีที่ระบบรอกลื่น
ชุดจับ – ปลดปล่อย จับชิ้นงานไม่อยู่	สายสะลิงหย่อน	ทำการแก้ไขตั้งสายสะลิง
ชุดขับเคลื่อนบังคับการวิ่งไม่ตรง	1. ล้อข้างใดข้างหนึ่งมีความผิด 2. โซ่เฟืองมีความผิด	1. หยอดน้ำมันหล่อลื่น 2. ทาจาระบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- 1) ตรวจสอบระบบกลไกต่างๆให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- 2) ตรวจสอบวัดขนาดความจุของแรงดันแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 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 55 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร สูง 210 เซนติเมตร
น้ำหนัก	35 กิโลกรัม
ควบคุม	ใช้รีโมทมีสายยาว 300 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

กฎกติกาที่ใช้ในการแข่งขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแข่งขันหุ่นยนต์อาชีวศึกษาชิงชนะเลิศประเทศไทย ประจำปี 2549
(Dove Robot Contest Thailand Championship 2006)
“พิชิตตึกแฝด มหัตศรรย์สูงสุดแห่งโลก”
(Building the world’s Tallest Twin Tower)
สถานีโทรทัศน์โมเดิร์นไนน์ ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
บริษัท สยามทามิย่า จำกัด

กฎกติกาเกมการแข่งขัน

จุดมุ่งหมายของการแข่งขันหุ่นยนต์ ในครั้งนี้ คือ การออกแบบสร้างหุ่นยนต์บังคับด้วยมือและหุ่นยนต์อัตโนมัติ ที่ทีมจะต้องผสมผสานให้เกิดการทำงานภายใต้กฎกติกา

ความเป็นมาของกติกาการแข่งขัน ตึกแฝดปิโตรนัส สูง 452 เมตร จำนวน 88 ชั้น เป็นตึกแฝดที่สูงที่สุดในโลก ตั้งอยู่ใจกลางเมืองของกรุงกัวลาลัมเปอร์ เป็นจุดที่ตั้งทางยุทธศาสตร์และจุดศูนย์รวมการบริหารของกรุงกัวลาลัมเปอร์ โดยมีเหล็กกล้าและกระจกเป็นองค์ประกอบสำคัญ มีสะพานเชื่อมต่อกันบนท้องฟ้า ถือเป็นจุดชมวิวที่สูงที่สุดของกรุงกัวลาลัมเปอร์

ตึกแฝดปิโตรนัส (PETRONUS) สร้างเสร็จในปี ค.ศ. 1995 ซึ่งถือเป็นสัญลักษณ์แสดงถึงความเจริญของมาเลเซียไปในอนาคตถึงปี ค.ศ. 2020 ตึกแฝดนี้เป็นที่ตั้งบริษัท เอเยนไใหญ่ และศูนย์การค้าสุไลเมก้า ที่ประกอบด้วยห้างร้านค้า แหล่งบันเทิงรวมสมัย เช่น ห้องแสดงดนตรี ศูนย์วัฒนธรรม ตลอดจนจุดชมทัศนียภาพของเมือง สวนหย่อมที่เขียวชอุ่มและอาคารเล็กๆ มีการผสมผสานระหว่างธรรมชาติ และการออกแบบโครงสร้างที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบหลักได้อย่างกลมกลืน

ตึกแฝดปิโตรนัส เป็นที่มาของแนวคิดกติกาการแข่งขันหุ่นยนต์ (ABU Robot Contest 2006 Kuala Lumpur) โดยจำลองสถานการณ์ก่อสร้างตึกแฝดปิโตรนัส โดยทีมหุ่นยนต์จะต้องนำวัสดุก่อสร้างซึ่งทำจาก โพลีสไตรีน มาสวมให้เป็นรูปตึกทีมที่สามารถสร้างตึกแฝดหนึ่งอาคารและหอสระพานลอยฟ้าเสร็จ 2 แห่งได้เป็นผลสำเร็จ จะเป็นผู้ชนะทันที ซึ่งถือว่าการชนะที่เรียกว่าเรียกว่า “SIAP” เกมการแข่งขันมีเวลา 3 นาที

1.สนามแข่งขัน (The Game Field)

1.1 พื้นที่สนามรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาด 13,000 มิลลิเมตร X 13,000 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 พื้นสนามปูด้วยแผ่นไวนิล หนา 2 มิลลิเมตร และตรงรอยต่อของแผ่นเชื่อมต่อด้วยเทปชนิดไม่มันวาว

1.3 สนามล้อมรอบด้วยรั้วทำด้วยไม้ สูง 100 มิลลิเมตร หนา 30 มิลลิเมตร

1.4 พื้นสนามประกอบด้วย เขตบังคับด้วยมือ (Manual Zone) เขตอัตโนมัติ (Automatic Zone) ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ 4 ส่วน คือ เขตทางด่วน (Highway Zone) เขตสร้างตึก (Building Site Zone) เขตห้ามเข้า (No Entry Zone) และเขตตึกหอคอย (Tower Zone)

1.5 เขตอัตโนมัติ (Automatic Zone)

1. พื้นที่ของเขตอัตโนมัติมีสีเขียวเข้มดังแสดงในรูป
2. เขตสแตร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติทั้ง 2 มีขนาด 1,000 มิลลิเมตร X 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งตั้งในเขตอัตโนมัติ ดังแสดงในรูป
3. หุ่นยนต์อัตโนมัติเท่านั้นที่จะทำงานในเขตอัตโนมัตินี้ได้ ในเขตมีเส้นเทปสีขาวกว้าง 30 มิลลิเมตร สำหรับเป็นเส้นทางให้หุ่นยนต์อัตโนมัติ
4. ในเขตหุ่นอัตโนมัติจะเชื่อมต่อกับ เขตสร้างตึก (Building Site Zone) โดยผ่านทางเขตทางด่วน (Highway Zone)
5. เขตสร้างตึก (Building Site Zone) จะอยู่ตรงกลางของเขตอัตโนมัติ ในเขตนี้จะมีเสาหอคอยสีน้ำเงินและสีแดง และมีหอสะพานลอยฟ้า 3 ชุด
6. เขตตึกหอคอย (Tower Zone) ฝ่ายแดงและน้ำเงิน จะอยู่คนละข้างในเขตสร้างตึกนี้ เขตตึกหอคอยของแต่ละฝ่าย จะมีไว้เฉพาะสำหรับหุ่นยนต์อัตโนมัติและหุ่นยนต์บังคับด้วยมือของแต่ละฝ่ายเท่านั้น
7. ในเขตตึกหอคอย ทั้งฝ่ายแดงและน้ำเงิน จะมีเสาตั้งอยู่บนแผ่นเพลทโลหะกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 500 มิลลิเมตร หนา 50 มิลลิเมตร เสาเป็นท่อกลวงเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และสูง 2,950 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับแผ่นเพลท และที่ด้านบนจะมีบล็อกยอดตึกทำด้วย โพลีสไตรีน ปิดอยู่ตรงปลายด้านบนของท่อ ดูรายละเอียดได้ในรูป
8. พื้นและด้านบนของเขตตึกหอคอยของฝ่ายใด จะมีไว้สำหรับการทำงานของหุ่นยนต์บังคับด้วยมือและหุ่นอัตโนมัติของฝ่ายนั้นเท่านั้น
9. หอสะพานลอยฟ้าทั้ง 3 ชุด จะเป็นเสาตั้งบนแผ่นเพลท ที่มีมิติ เช่นเดียวกับตึกหอคอย และมีรูปทรงกระบอกเป็น อะคลิลิค เส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร สูง 1,000 มิลลิเมตร เสริมเป็นฐาน ดูรูปหอสะพานลอยฟ้าประกอบ
10. เขตห้ามเข้าจะแบ่งเขตระหว่าง เขตทางด่วน (High Way Zone) และเขตสร้างตึก (Building Site Zone) ในเขตนี้ห้ามทั้งหุ่นยนต์อัตโนมัติ และหุ่นยนต์บังคับด้วยมือเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเขต ห้ามมีการสัมผัสกัน และการยื่นส่วนใดๆ ของหุ่นยนต์ถ้าเข้ามาในเขตจะมีเขตห้ามเข้า 2 เขตเหมือนกันอยู่คนละข้าง

11. ตรงส่วนท้ายของเขตห้ามเข้า จะมีเขตที่เป็นถัง 1 คะแนน มีขนาด 1,000 X 1,000 มิลลิเมตร ในเขตนี้หุ่นยนต์บังคับด้วยมือและหุ่นยนต์อัตโนมัติ สามารถวางหรือเก็บวัสดุก่อสร้างได้

1.7 เขตหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ (Manual Area)

1. เขตหุ่นยนต์บังคับด้วยมือจะอยู่โดยรอบเขตหุ่นยนต์อัตโนมัติ
2. เขตวางวัสดุก่อสร้าง (Builder Blocks Stocking Areas) ของแต่ละฝ่ายอยู่ตรงมุมของสนามคนละข้างจะมีวัสดุก่อสร้างวางซ้อน 3 ชั้น 1 กอง และวางซ้อน 2 ชั้นซ้อนกัน 2 กอง
3. เขตสตาร์ทหุ่นบังคับด้วยมือมีขนาด 1,000 X 1,000 มิลลิเมตร วางอยู่ตรงกันข้ามด้านซ้าย และขวาดังรูป
4. กระจายเลย์เอาต์สนามแข่งขัน (Floor Plan Layout) ดังรูป

2.สมาชิกในทีม (Team Members)

2.1 แต่ละทีมประกอบด้วยมหาวิทยาลัย / วิทยาลัยเดียวกัน จำนวน 10 คนและอาจารย์ที่ปรึกษา 1 คนทั้งเข้าแข่งขันในสนาม 1 ทีมจะมีเฉพาะนักศึกษา จำนวน 3 คนเท่านั้น

2.2 สมาชิกในทีมต้องยังเป็นนักศึกษาซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัย / วิทยาลัยนั้น

2.3 นักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา ไม่อนุญาตให้เข้าร่วมการแข่งขัน

3.หุ่นยนต์ (Machines)

แต่ละทีมสร้างหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ หรือสร้างหุ่นยนต์ทั้งสองแบบเพื่อใช้ในการแข่งขัน โดยไม่จำกัดจำนวนของหุ่นยนต์อัตโนมัติ แต่อนุญาตให้แต่ละทีมมีหุ่นยนต์บังคับด้วยมือเพียงตัวเดียวเท่านั้น

3.1 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือ (Manual Machine)

1. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือ ต้องถูกควบคุมโดยกล่องควบคุมที่มีรีโมทคอนโทรล ใช้สายเคเบิลต่อเข้าโดยตรงกับหุ่นยนต์ หรือ ชนิดควบคุมโดยใช้รังสีอินฟราเรดหรือคลื่นเสียงไม่อนุญาตให้ใช้รีโมทคอนโทรลที่ใช้คลื่นวิทยุในการควบคุม และผู้ควบคุมต้องไม่นั่งขับหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ

2. การควบคุมหุ่นยนต์บังคับด้วยมือโดยกล่องควบคุมที่ใช้สายเคเบิลนั้น จุดเชื่อมต่อของสายเคเบิลเข้าที่หุ่นยนต์ต้องสูงอยู่เหนือพื้น 1,000 มิลลิเมตร เป็นอย่างน้อยและความยาวของสายเคเบิลจากหุ่นยนต์ถึงกล่องควบคุมไม่ควรยาวกว่า 3,000 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้เข้าแข่งขันไม่สามารถแตะต้องหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ ได้หลังจากที่เริ่มการแข่งขันไปแล้ว
4. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือเท่านั้นจะอยู่ได้เฉพาะในเขตหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ และเขตตึกหอคอย (Tower Zone) ของตัวเอง หุ่นยนต์อาจสัมผัสพื้นหรือยื่นเข้าไปในเขตตึกหอคอยของตัวเองได้ แต่ห้ามเข้าหรือยื่นส่วนของหุ่นยนต์เข้าไปในเขตต่างๆ เช่นเขตทางด่วน (Highway Zone) เขตสร้างตึก (Building Site Zone) เขตถังคะแนน (Scoring Bin) และเขตตึกหอคอยของฝ่ายตรงข้าม
5. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือห้ามจับต้องวัสดุก่อสร้าง (Builder block) ของฝ่ายตรงข้าม
6. ในระหว่างการแข่งขัน กรรมการสนามสามารถชี้ขาดสิทธิการเดินทางของหุ่นยนต์บังคับด้วยมือแต่ละตัวได้เพื่อให้เกิดความยุติธรรมและความมีน้ำใจเป็นนักกีฬาในการแข่งขัน

3.2 หุ่นยนต์อัตโนมัติ (Automatic Machines)

1. หุ่นยนต์อัตโนมัติต้องทำงานอย่างอัตโนมัติด้วยตัวหุ่นยนต์เอง (Autonomous)
2. ทุกสิ่งที่แยกออกมาจากหุ่นยนต์อัตโนมัติ ถือเป็นหุ่นยนต์อัตโนมัติ ดังนั้นชิ้นส่วนนั้นต้องทำงานอย่างหุ่นยนต์อัตโนมัติด้วย
3. ก่อนเริ่มการแข่งขัน สามารถบรรจุวัสดุก่อสร้าง จำนวนสูงสุด 6 ชิ้น ลงในหุ่นยนต์อัตโนมัติได้
4. การสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติแต่ละตัว จะต้องเป็นการสตาร์ทแบบกระทำได้เพียงครั้งเดียว (One Operating Start)
5. หุ่นยนต์อัตโนมัติสามารถวิ่งได้ทุกพื้นที่ของสนาม ยกเว้นในเขตตึกหอคอยของฝ่ายตรงข้าม และเขตห้ามเข้า
6. เมื่อเริ่มการแข่งขัน ผู้เข้าแข่งขันจะต้องสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติที่ละตัวต่อเนื่องกันให้แล้วเสร็จภายในเวลา 20 วินาที หลังจากนั้น ผู้สตาร์ทหุ่นยนต์ต้องออกนอกเขตสนามแข่งขันทันที หุ่นยนต์อัตโนมัติที่สตาร์ทไม่ทันภายในเวลา 20 วินาที ให้วางตั้งไว้ในเขตสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัตินั้น
7. เมื่อสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติแล้ว ไม่อนุญาตให้ผู้เข้าแข่งขันสัมผัสหุ่นยนต์อัตโนมัติอีก
8. หลังจากสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติต้องเคลื่อนที่ออกจากจุดสตาร์ทวิ่งเข้าไปสู่เขตสร้างตึก
9. หุ่นยนต์อัตโนมัติสามารถหยิบ/จับวัสดุก่อสร้างของฝ่ายตรงข้ามได้
10. ถ้ามีหุ่นยนต์อัตโนมัติหลายตัว ไม่อนุญาตให้สื่อสารซึ่งกันและกัน

3.3 วิธีการควบคุม (Method of Control)

1. อนุญาตให้มีผู้ควบคุมหุ่นยนต์บังคับด้วยมือในสนามแข่งขันเพียงทีมละ 1 คนเท่านั้น
2. หลังจากสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติแล้ว ผู้เข้าแข่งขันไม่สามารถสัมผัสหุ่นยนต์ได้อีกแต่สามารถขอ Retry ได้ 1 ครั้ง โดยต้องขออนุญาตจากกรรมการตัดสินในสนามก่อน ในการ Retry สามารถสตาร์ทหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตโนมัติให้เสร็จภายในเวลา 20 วินาที หลังจากกรรมการให้สัญญาณ และผู้สตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติต้องออกจากสนามทันทีเมื่อเสร็จภารกิจการสตาร์ท

3.4 แหล่งพลังงาน (Power Supply)

1. แต่ละทีมจะต้องจัดหา และเตรียมแหล่งพลังงานสำหรับหุ่นยนต์ทุกตัวให้พร้อมในระหว่างการแข่งขัน
2. แรงดันไฟฟ้าที่เป็นแหล่งพลังงานของหุ่นยนต์ต้องไม่เกิน 24 VDC แรงดันของแบตเตอรี่ที่ประจุเต็มอาจเกิน 24 โวลต์ ได้เล็กน้อย
3. แหล่งพลังงานที่กรรมการถือว่าเป็นอันตราย หรือไม่เหมาะสมจะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในการแข่งขัน

3.5 น้ำหนัก (Weight)

1. น้ำหนักรวมของหุ่นยนต์ทั้งหมดของแต่ละทีมที่ใช้ในสนามต้องไม่เกิน 50 กิโลกรัม
2. น้ำหนักรวม ให้รวมถึงน้ำหนักของแหล่งพลังงาน สายเคเบิล รีโมทคอนโทรลและส่วนประกอบอื่นๆ ทั้งหมด

3.6 ขนาด (Size)

1. ขนาดรวมของหุ่นยนต์อัตโนมัติทุกตัวที่วางที่จุดสตาร์ท ต้องไม่เกินขนาด กว้าง 1,000 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร สูง 2,000 มิลลิเมตร ไม่รวมทั้งวัสดุก่อสร้างที่บรรจุบนตัวหุ่นยนต์ในเขตสตาร์ท
2. หลังจากสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติเดินออกจากเขตสตาร์ทแล้ว สามารถแยกตัว หรือเปลี่ยนแปลงขนาดได้อย่างอิสระ
3. ขนาดของหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ เมื่อวางที่จุดสตาร์ทต้องขนาดไม่เกิน กว้าง 1,000 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร และสูง 2,500 มิลลิเมตร
4. หลังจากสตาร์ท หุ่นยนต์บังคับด้วยมือเดินออกจากเขตสตาร์ทแล้วสามารถ เปลี่ยนแปลงขนาดได้อย่างอิสระ แต่ไม่อนุญาตให้แยกตัว

4. วัสดุก่อสร้าง (The Builder Blocks)

1. วัสดุก่อสร้าง (Builder Blocks) ทำจากโพลีสไตร์ลีน (Low Density Poly Styrene) สูง 300 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอก 450 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางใน 200 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม + 0.1 เคลือบด้วยสีน้ำเงินและแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กระจายละเอียดจากรูปภาพและแบบประกอบ
3. วัสดุก่อสร้าง (Builder Blocks) สีแดงและน้ำเงินจะใช้กับแต่ละทีม จะใช้วัสดุของฝ่ายตรงข้ามไม่ได้

5. การแข่งขัน (Matches)

5.1 เกมการแข่งขัน

การแข่งขันรอบแรก แบ่งสายการแข่งขันและแข่งขันแบบพบกันหมดในสายนั้น ผู้ชนะในแต่ละสาย เข้ารอบเพื่อแข่งขันต่อไป การแข่งขันในรอบก่อนรองชนะเลิศ และชิงชนะเลิศเป็นการแข่งขันแบบแพ้คัดออก

5.2 ระยะเวลาการแข่งขัน

1. แต่ละเกมจะมีระยะเวลาการแข่งขัน 3 นาที นอกจากการแข่งขันจะยุติลงก่อนเวลาเมื่อทีมหนึ่งทีมใดสามารถชนะ "SIAP" ได้ก่อนโดยไม่พิจารณาคะแนนที่ทำได้
2. การชนะแบบ SIAP จะมีเงื่อนไขดังนี้
 - 2.1 มีวัสดุก่อสร้างของทีม 8 ชิ้นที่ เสาคือหอคอยของทีม
 - 2.2 มีวัสดุก่อสร้างสีของทีมวางอยู่บนสุด ของหอสสะพานลอยฟ้า (Sky Bridg) จำนวน 2 ต้น โดยที่ไม่สัมผัสกับหุ่นยนต์
3. เวลาการเซตหุ่นยนต์ก่อนการแข่งขันต้องเสร็จสิ้นภายใน 1 นาที หลังจากได้รับสัญญาณให้เริ่มเซต

5.3 คะแนนที่ได้จากการแข่งขัน

1. การนับคะแนน จะทำหลังจากเกมยุติลง
2. คะแนนจะคิดจากวัสดุก่อสร้างที่ถูกสวมบนเสาหอคอย หรืออยู่ในถึงคะแนนและเสาสะพานลอยฟ้า โดยคิดคะแนนดังนี้

1. ถังคะแนน	ชั้นละ 1 คะแนน
2. เสาหอคอย	ชั้นละ 1 คะแนน
3. เสาสะพานลอยฟ้า ด้านซ้ายและขวา	ชั้นละ 2 คะแนน
4. เสาสะพานลอยฟ้า ต้นกลาง	ชั้นละ 5 คะแนน

3. วัสดุก่อสร้างต้องถูกสวมอยู่ในตำแหน่งที่สมบูรณ์ และนับคะแนนเมื่อส่วนล่างของวัสดุก่อสร้างวางบนวัสดุอื่น หรือบนฐานหอคอย หรือบนทรงกระบอก อะคริลิก (Acrylic) และไม่สัมผัสพื้น หรือสัมผัสกับหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วัสดุก่อสร้างที่วางซ้อนกันที่เสาสพานลอยฟ้า จะใช้ 3 ชั้นล่าง ในการนับ
5. คะแนนพิจารณาการทำ "SIAP" เท่านั้น

5.4 การตัดสินผู้ชนะ

การตัดสินผู้ชนะจะตัดสินตามลำดับ ดังนี้

1. ทีมที่ทำ "SIAP" ได้สำเร็จจะเป็นผู้ชนะ
2. ในกรณีที่ไม่มีทีมใดชนะโดยการ "SIAP" ได้ทีมที่ชนะ คือทีมที่ได้คะแนนมากกว่า โดยคิดจากคะแนนรวมทั้งหมด ลบด้วยคะแนนที่ถูกหักจากการทำผิดกติกา
3. ในกรณีที่คะแนนเท่ากัน จะตัดสินจากเงื่อนไขตามลำดับ ดังนี้
 - 3.1 ทีมที่มีวัสดุก่อสร้างที่เสากลางมากกว่าจะเป็นผู้ชนะ
 - 3.2 ทีมที่มีวัสดุก่อสร้างที่เสาสพานลอยฟ้าด้านซ้ายและขวารวมกันมากกว่า
 - 3.3 ถ้ายังไม่สามารถหาผู้ชนะจากเงื่อนไขที่กล่าวมาได้ คณะกรรมการตัดสินการแข่งขันจะเป็นผู้ตัดสินหาผู้ชนะ

6. การทำผิดกติกาและการถูกหักคะแนน (Violations and Deduction of Points)

การกระทำต่อไปนี้ ถือว่าเป็นการผิดกติกาและถูกหัก 1 คะแนนและถ้าถูกหักครบ 3 คะแนน จะถือว่าทีมนั้นถูกตัดสินให้แพ้การแข่งขัน

- 6.1 ผู้บังคับหุ่นด้วยมือ หรือ ผู้บังคับหุ่นยนต์ด้วยมือ สัมผัสพื้นนอกโซนบังคับด้วยมือ
- 6.2 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือยื่นล้ำเข้าไปในเขตทางด่วน (High Way Zone) หรือเขตสร้างตึก (Building Site Zone)
- 6.3 หุ่นอัตโนมัติและหุ่นยนต์บังคับด้วยมือเข้าไปยังเขตหอคอยของฝ่ายตรงข้ามหรือยื่นล้ำตัวหุ่นยนต์เข้าไป
- 6.4 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือสัมผัสหุ่นยนต์อัตโนมัติของทีมตนเอง
- 6.5 หุ่นยนต์อัตโนมัติและหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ เข้าหรือยื่นล้ำส่วนหนึ่งส่วนใดเข้าไปในเขตห้ามห้ามเข้า
- 6.6 หุ่นยนต์อัตโนมัติเคลื่อนเข้าไปในเขตบังคับด้วยมือ เมื่อทำการสตาร์ท
- 6.7 ถ้าทำผิดกฎข้อที่ 6.1 ถึง 6.5 การละเมิดต่อเนื่องทุกๆ 5 วินาทีจะถูกตัดอีก ครั้งละ 1 คะแนน

7. การหมดคุณสมบัติในฐานะผู้เข้าร่วมแข่งขัน (Disqualification)

การกระทำต่อไปนี้ จะถือว่าเป็นการผิดกติกา และทีมนั้นมีสิทธิ์จะถูกตัดสินให้แพ้การแข่งขัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 7.1 พยายามทำให้เกิดความเสียหายกับสนามแข่งขัน รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ วัสดุก่อสร้างของฝ่ายตรงข้าม และหุ่นยนต์ของฝ่ายตรงข้าม
- 7.2 หุ่นยนต์บังคับด้วยมือสัมผัสหุ่นอัตโนมัติของฝ่ายตรงข้ามในทุกๆเขตของการแข่งขัน
- 7.3 การสตาร์ทหุ่นยนต์ออกก่อนสัญญาณ (False Start) เกิน 1 ครั้ง
- 7.4 การกระทำที่แสดงถึงการขาดน้ำใจนักกีฬา
- 7.5 การกระทำใดๆ ที่ไม่เป็นไปตามกฎกติกา

8. ความปลอดภัย (Safety)

- 8.1 ผู้ประดิษฐ์ต้องประดิษฐ์สร้างหุ่นยนต์ที่มีความปลอดภัย ไม่เป็นอันตราย ต่อผู้แข่งขัน คณะกรรมการและผู้ชม
- 8.2 เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัย เมื่อมีการใช้แสงเลเซอร์ ต้องใช้แสงเลเซอร์ที่ถูกจัดไว้ต่ำกว่าชั้น 2 (Class 2 Laser) และใช้ไปในทิศทางที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้แข่งขัน คณะกรรมการและผู้ชม

9. ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนการสร้างหุ่นยนต์ (Cost of Production and Carriage)

- 9.1 ผู้เข้าแข่งขันที่ผ่านรอบคัดเลือกเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ซึ่งชนะเลิศประเทศไทยประจำปี 2549 จากสถาบันอุดมศึกษา 16 ทีมและสถาบันอาชีวศึกษา 16 ทีม จะได้รับเงินสนับสนุนการสร้างและปรับปรุงหุ่นยนต์ จากสถานีโทรทัศน์โมเดิร์นไนน์ บมจ.อสมท. ทีมละ 20,000 บาท
- 9.2 ทีมที่ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทนประเทศไทย ไปแข่งขันที่กรุงกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย จะได้รับเงินสนับสนุนจาก ABU 1,000 เหรียญสหรัฐฯ
- 9.3 สถานศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการขนส่งมาหุ่นยนต์ที่สนามแข่งขันเอง

10. อื่นๆ (Others)

- 10.1 สำหรับการกระทำอื่นที่ไม่ได้ระบุไว้ในกติกา กรรมการตัดสินจะเป็นผู้พิจารณาชี้ขาด และถือว่าการตัดสินใดๆ ของคณะกรรมการเป็นที่สิ้นสุด
- 10.2 การแก้ไขกฎใดๆ จะถูกประกาศโดยคณะกรรมการจัดการแข่งขัน
- 10.3 ทีมที่เข้าแข่งขันทุกทีม ควรตกแต่งหุ่นยนต์ด้วยสัญลักษณ์ประจำจังหวัด หรือสถาบันเพื่อความสวยงาม
- 10.4 อนุญาตให้ใช้หุ่นยนต์ที่ประดิษฐ์ขึ้นเองเท่านั้นเพื่อการแข่งขัน ห้ามซื้อ ขาย เช่า หุ่นยนต์มาใช้ในการแข่งขันโดยเด็ดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. รางวัล (Awards)

รางวัลชนะเลิศ	ถ้วยรางวัล ๓๗๗ นายกรัฐมนตรี และเงินสด จำนวน 150,000 บาท
รองชนะเลิศอันดับ 1	ถ้วยรางวัลและเงินสด จำนวน 50,000 บาท
รองชนะเลิศอันดับ 2	ถ้วยรางวัลและเงินสด จำนวน 2 รางวัลๆ ละ 30,000 บาท
รางวัลเทคนิคยอดเยี่ยม	ถ้วยรางวัลและเงินสด จำนวน 30,000 บาท
รางวัลความคิดสร้างสรรค์ยอดเยี่ยม	ถ้วยรางวัลและเงินสด จำนวน 30,000 บาท
รางวัลศิลปะยอดเยี่ยม	ถ้วยรางวัลและเงินสด จำนวน 30,000 บาท
รางวัลขวัญใจผู้ชม	ถ้วยรางวัล

12. ข้อคำแจ้งในการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ (Notice on Machine Design and Construction)

ข้อควรระวังต่อไปนี้เป็นประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างหุ่นยนต์ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตามผู้สร้างและผู้พัฒนาหุ่นยนต์พึงระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

12.1 ทุกทีมที่ร่วมแข่งขัน ควรหลีกเลี่ยงการกระทำจากหุ่นยนต์ ทำให้สนามแข่งขันได้รับความเสียหาย รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้เพื่อการแข่งขัน

12.2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกฎกติกาการแข่งขันคณะกรรมการจะแจ้งผ่าน FAQ เพื่อให้ทราบล่วงหน้า

12.3 ตัวแทนประเทศสมาชิก ต้องส่งตัวอย่างโครงสร้างการทำงานใช้เวลา 5 นาที โดยประมาณให้กรรมการเจ้าภาพแข่งขันตรวจสอบคุณสมบัติของหุ่นยนต์

13. ติดต่อคณะกรรมการและส่งคำถาม (Questions Regarding Theme and Rules)

13.1 เมื่อมีคำถามเกี่ยวกับกติกาการแข่งขัน สอบถามได้ที่

นายบุญเลี้ยง ออบแสงทอง

ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ระดับ 8 วิทยาลัยการอาชีพพนมมณฑลราชบุรี

โทร 0-2933-4343-44 ต่อ 1079

มือถือ 0-6565-3953

E-mail: obsangtong@yahoo co.th

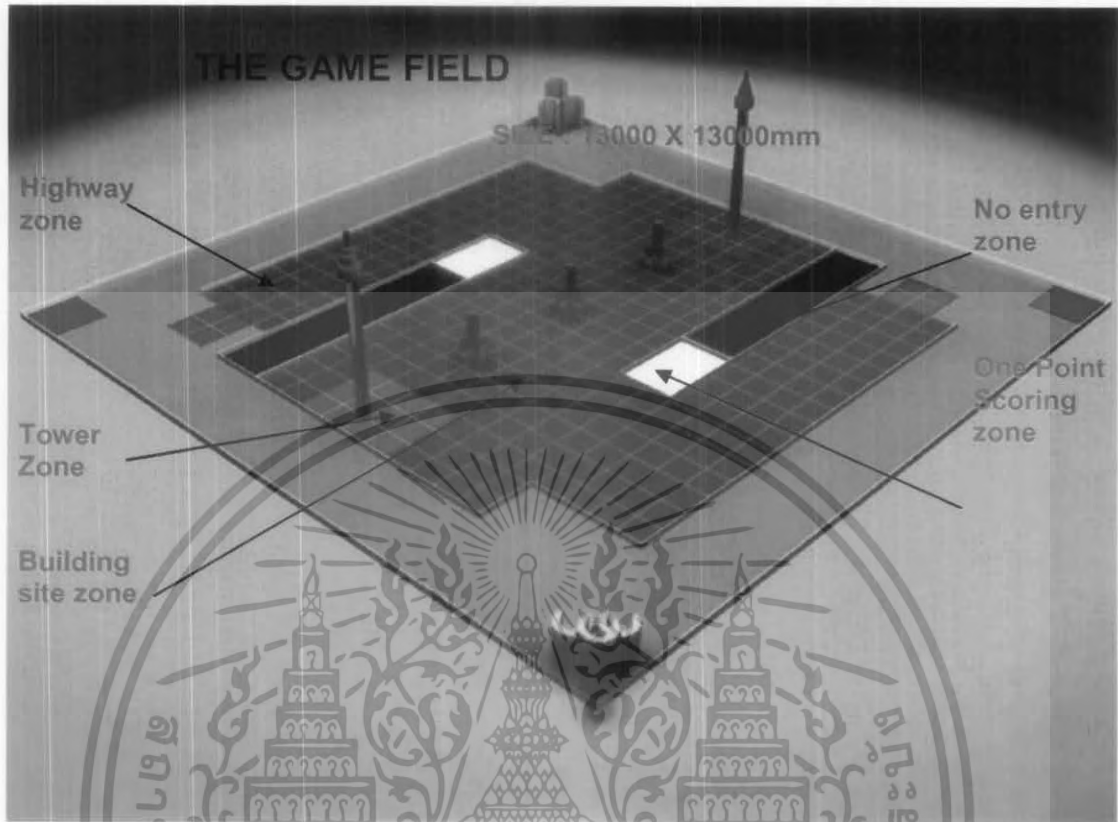
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.2 สอบถามวัสดุสนามได้ที่

อาจารย์ชำรงค์ สว่างเดือน
 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
 โทร 035-245144 -146 ต่อ 117 (Office)
 035-213173 (Home)
 มือถือ 0-1927-4580
 E-mail: ayuttech@yahoo.co.th

14. สอบถามคำถามเกี่ยวกับกติกาการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ซึ่งชนะเลิศประเทศไทย FAQ ประจำปี 2549 ได้ที่

<http://www.fibo.kmutt.ac.th/>
 Website ของ ABU Robot Contest 2006 KUALA LUMPUR
<http://www.tpa.or.th>
<http://www.fibo.kmutt.ac.th/>
<http://www.mcot.net/technologystreet49/ABU Robot Contest>
 Website ของ ABU Robot Contest
<http://www.abu.org.my/programme/robocon/robocon.htm>
<http://www.robofest.org.my/robocon2006/> (to be determined)
<http://www.ayuttech.ac.th/>



รูปที่ ๑.1 รายละเอียดของสนามแข่งขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TWIN TOWER

-500mm diameter,
50mm thick MS
BASE PLATE.
-100mm diameter
ALUMINIUM PIPE
-POLYSTYRENE
FIXED BLOCK



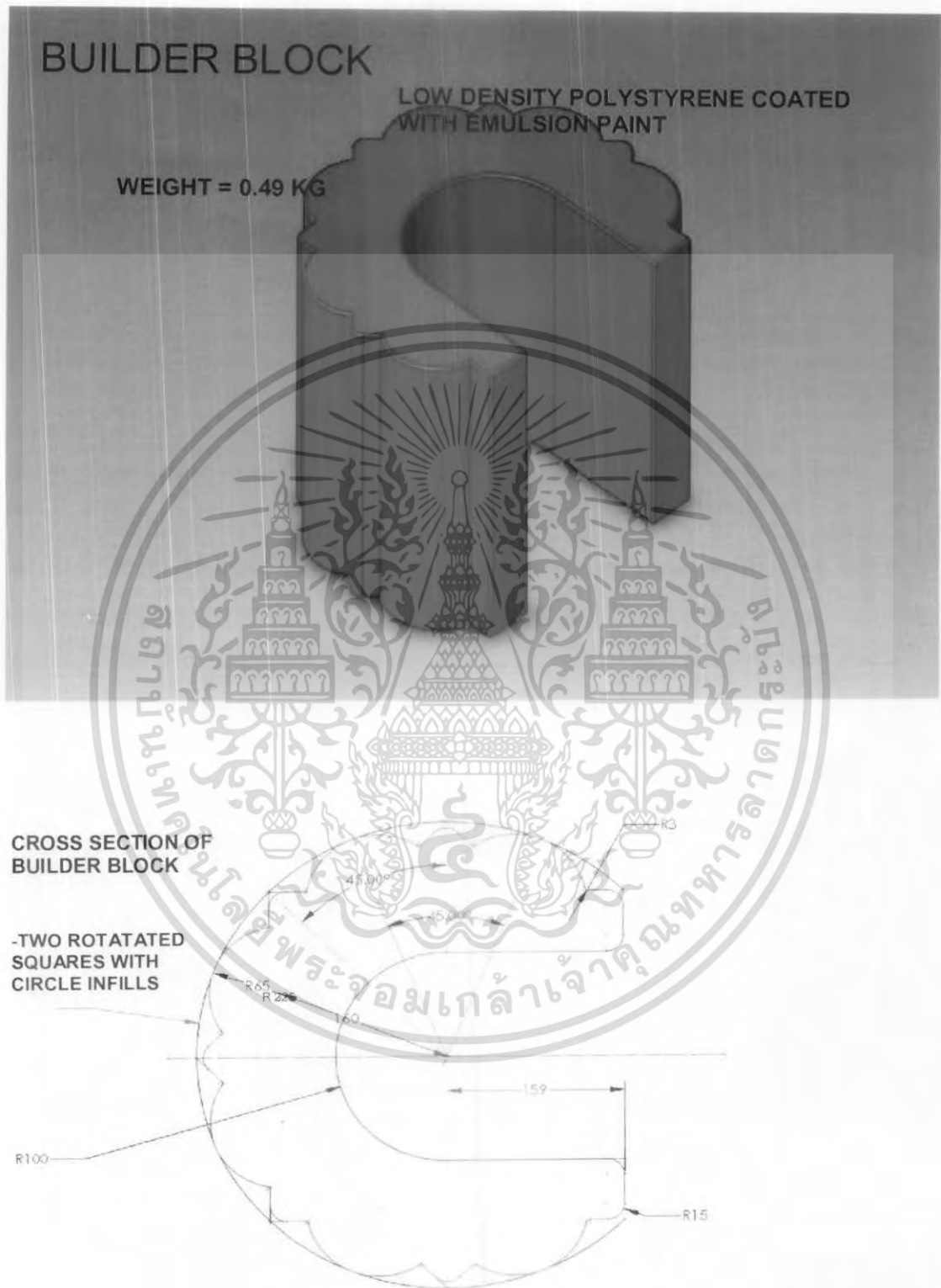
รูปที่ ๑.๒ รายละเอียดของ Twin Tower

SKYBRIDGE

-500mm diameter, 50mm
thick M.S. BASE
-100mm diameter
ALUMINIUM BAR
-500mm diameter, 300mm
high ACRYLIC CYLINDER

รูปที่ ๑.๓ รายละเอียดของ SKYBRIDGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๔ รายละเอียดของ BUILDER BLOCK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายมานะ แพร่งสุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	18 เมษายน พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา	77/13 หมู่ 13 ตำบลหนองระเวียง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา 30110 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 084-035-6656
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านบุสามัคคีพัฒนา จังหวัดนครราชสีมา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนจักราชวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนจักราชวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	โรงเรียนเทคโนโลยีช่างกล พาณิชยการนครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ความตั้งใจจริง ยอมนำไปสู่หนทางแห่งความสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายอภิสิทธิ์ คำรุ่ง
วัน เดือน ปีเกิด	25 ธันวาคม 2526
ภูมิลำเนา	234 หมู่ 3 ตำบลตาตกลอย อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดเพชรบูรณ์ 67120 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 086-674-1407
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านตาตกลอย จังหวัดเพชรบูรณ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านตาตกลอย จังหวัดเพชรบูรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคบูรพาปราจีน (วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน วิทยาเขต ปราจีนบุรี) จังหวัดปราจีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ชัยชนะที่ยิ่งใหญ่คือการชนะใจตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายธนิต เชียงสอน
วัน เดือน ปีเกิด	13 สิงหาคม พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา	101 หมู่ 6 ตำบลนาท่ามเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง 92000 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 086-742-5887
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดไทรงาม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนลำภูราเรืองวิทย์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคตรัง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคตรัง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ความผิดพลาดคือประสบการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้