หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อ
WHEEL DETECT AUTOMATON

ปฐวี แก้วบุบผา

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อ
WHEEL DETECT AUTOMATON

ปฐวี แก้วบุบผา

b.12884881
i.
สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 149434
วัน.เดือน.ปี - 8 ส.ค. 2561

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WHEEL DETECT AUTOMATON

PATAWEE KAEWBUBPA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อ Wheel Detect Automaton
ชื่อนักศึกษา	นายปฐวี แก้วบุบผา รหัสนักศึกษา 55051542
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.สาหร่าย เล็กชะอุ่ม

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ณัฐพร พรหมรส ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.เชษฐา รัตนพันธ์ กรรมการ	
อ.ภารุจ บัณฑิธาดาวิทย์ กรรมการ	
รศ.สาหร่าย เล็กชะอุ่ม กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อ
ชื่อนักศึกษา นายปฐวี แก้วบุบผา รหัสนักศึกษา 55051542
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2558
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สาหร่าย เล็กชะอุ่ม

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้เป็นการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่มีสายพานให้สามารถเคลื่อนที่ได้แบบอัตโนมัติ เพื่อสามารถพัฒนาและต่อยอดหุ่นยนต์ให้มีความสามารถในด้านต่างๆเพิ่มมากขึ้นส่วนประกอบของหุ่นยนต์ประกอบด้วยคอนโทรลเลอร์แบบ Arduino รีเลย์ 4 Channel และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V เป็นส่วนที่ช่วยให้ขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติได้โดยการเขียนซอฟแวร์ลงในคอนโทรลเลอร์ การทดสอบหุ่นยนต์หุ่นยนต์เพื่อหาค่าความเร็วและความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ทำโดยการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลังตามเวลาที่กำหนดไว้ในซอฟแวร์ ผลการทดสอบหุ่นยนต์มีความเร็วเท่ากับ 10.5 cm/s และค่าความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลังมีค่าเท่ากับ 0.114% สรุปได้ว่าหุ่นยนต์มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลังใกล้เคียงกันและค่อนข้างมีความแม่นยำสูงซึ่งจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุหรือระบบเปิดและปิดไฟแบบอัตโนมัติในบ้านพักอาศัย

คำสำคัญ : หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่มีสายพาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ รีเลย์ มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Wheel Detect Automaton
Student	Mr.Patawee Kaewbubpa Student ID 55051542
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2013
Advisor	Assoc.Prof.Sarai Lekchaum

Abstract

This special project is to design and build the robot detects a wheel with a belt can move automatically. In order to develop and extend the robot is capable of many more components of the robot consists of controller Arduino Relay 4 Channel and DC motor 12 V is helping propel automated by writing software. Into the controller the test robots to determine the speed and precision of movement of the robot by the robot moves to the front and back by the time specified in the software. The test robot speed of 10.5 cm / s and the mistakes to move forward and back is equal to 0.114% concluded that the robot's movement speed to the front and rear of similar and fairly. High accuracy, which can be seen that this robot can be used with sensors to detect objects or turn on and off automatically in the home.

Keywords: Wheel detect automaton, Microcontroller, Relay, Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเล่มนี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์สาหร่าย เล็กชะอุ่ม ซึ่งเป็นผู้ให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการที่ดีตลอดมา และยังเป็นผู้เสนอแนะข้อสงสัยรวมถึงตรวจและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆตลอดระยะเวลาที่จัดทำโครงงานพิเศษทำให้คณะผู้จัดทำมีความรู้ ความเข้าใจ และแนวทางที่นำไปประยุกต์ใช้ในโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆในคณะวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจในการโครงงานพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาฟิสิกส์ประยุกต์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้ตลอดมา ทำให้คณะผู้จัดทำสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับโครงงานพิเศษจนสำเร็จลุล่วงและขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยให้คำแนะนำและเป็นแรงผลักดันที่สำคัญให้คณะผู้จัดทำมีกำลังใจในการทำโครงงานพิเศษจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปฐวี แก้วบุบผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
คำย่อและสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและการดำเนินงาน	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)	5
2.1.1 ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.1.2 การทำงานของมอเตอร์	8
2.2 รีเลย์ (Relays Module)	8
2.2.1 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน	9
2.2.2 ข้อคำถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป	10
2.2.3 ชนิดของรีเลย์	10
2.2.4 ประเภทของรีเลย์	10
2.2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรีเลย์	11
2.3 บอร์ดอาดูอิโน่ (Arduino Board)	12
2.3.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม	12
2.3.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino	12
2.4 เฟือง (Gears)	15
2.4.1 ประเภทของเฟือง	15
2.5 สายพาน (Belts)	19
2.5.1 ประเภทของสายพาน	19
2.6 ตลับลูกปืน (Bearings)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6.1 แบบและลักษณะเฉพาะของตลับลูกปืน	22
2.7 การเขียนโปรแกรมบน Arduino Board	28
2.7.1 โครงสร้างของโปรแกรม	29
2.7.2 ชนิดข้อมูลพื้นฐาน	29
2.7.3 คำสั่งพื้นฐาน	29
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	31
3.1 การดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้	31
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการในการประกอบและหลักการทำงานตัวหุ่นยนต์	31
3.2.1 บอร์ดอาดูอิโน่ : UNO R3 (ARDUINO Board : UNO R3)	31
3.2.2 รีเลย์ : 4 หน้าสัมผัส (Relays : 4 Channel)	33
3.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า +12 VDC : แบบเฟือง (Motor Gear +12VDC)	34
3.2.4 ตลับลูกปืน (Bearings)	36
3.2.5 แกนเพลา (Axis)	36
3.2.6 ข้อต่อเพลา (Bolt Axis)	37
3.2.7 เฟืองสายพาน : เฟืองตรง (Gears)	38
3.2.8 สายพาน (Belts)	39
3.2.9 ชุดแผ่นเพลทอเนกประสงค์ (Versatile Collection Plate)	39
3.2.10 ถ่านไฟฉาย : อัลคาไลน์ (Alkaline)	42
3.2.11 เหล็กแท่ง : กลวง (Hollow)	43
3.3 ขั้นตอนการเชื่อมต่ออุปกรณ์	44
3.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	44
3.4 ขั้นตอนการประกอบตัวหุ่น	46
3.5 การเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมอัตโนมัติสำหรับหุ่นยนต์	52
3.5.1 ชุดคำสั่งเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลัง	52
3.5.2 แผนผังและหลักการทำงานของโปรแกรม	53
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	54
4.1 วิธีการทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์	54
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	54
4.1.2 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตรวจจับ	55
4.2 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ในแบบเคลื่อนที่ไปด้านหน้า	56
4.2.1 ผลการทดลองแบบเคลื่อนที่ไปด้านหน้า	56
4.2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง	57
4.3 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ในแบบเคลื่อนที่ไปด้านหลัง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3.1 ผลการทดลองแบบเคลื่อนที่ไปด้านหลัง	58
4.3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง	59
4.4 การเปรียบเทียบระยะทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	60
4.4.1 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของหุ่นยนต์	60
4.4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบผลการทดลอง	61
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปผลการทดสอบจากการวัดและวิเคราะห์	62
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	64
5.3 ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	3
3.1	คุณสมบัติของ ARDUINO Board : UNO R3	32
3.2	คุณสมบัติของ Relays : 4 Channel	33
3.3	คุณสมบัติของ Motor Gear +12VDC	34
3.4	คุณสมบัติของ Bearings	36
3.5	คุณสมบัติของ Axis	37
3.6	คุณสมบัติของ Bolt Axis	37
3.7	คุณสมบัติของ Gears	38
3.8	คุณสมบัติของ Belts	39
3.9	คุณสมบัติของ Plate	40
3.10	คุณสมบัติของ Axis X Socket	41
3.11	คุณสมบัติของ Axis Y Socket	42
3.12	คุณสมบัติของ Alkaline	42
3.13	คุณสมบัติของ Hollow Steel	43
4.1	ระยะทางการเคลื่อนที่แบบไปด้านหน้าตามการทดลอง	56
4.2	ระยะทางการเคลื่อนที่แบบไปด้านหลังตามการทดลอง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	มอเตอร์ไฟฟ้า	5
2.2	ส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.3	แปรงถ่าน(Brushes) และคอมมิวเตเตอร์(Commutator)	7
2.4	หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า	8
2.5	รีเลย์	8
2.6	จุดต่อใช้งานมาตรฐานของรีเลย์	9
2.7	การทำงานของจุดต่อเมื่อสภาวะปกติและสภาวะจ่ายไฟ	10
2.8	การเชื่อมต่อ Arduino กับคอมพิวเตอร์	12
2.9	เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload	13
2.10	เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด	13
2.11	กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง , compile โค้ดโปรแกรมและ Upload Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)	14
2.12	โครงสร้างของ Arduino UNO R3	14
2.13	เฟืองตรง	16
2.14	เฟืองสะพาน	16
2.15	เฟืองวงแหวน	16
2.16	เฟืองเฉียง	17
2.17	เฟืองเฉียงก้างปลา	17
2.18	เฟืองดอกจอก	18
2.19	เฟืองตัวหนอน	18
2.20	เฟืองเกลียวสกรู	18
2.21	สายพาน	19
2.22	สายพานส่งกำลัง	19
2.23	ส่วนประกอบของสายพานส่งกำลัง	20
2.24	สายพานลำเลียง	21
2.25	ส่วนประกอบของสายพานลำเลียง	21
2.26	ตลับลูกปืน	22
2.27	ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก	22
2.28	ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม	23
2.29	ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดี่ยวสำหรับประกบคู่	23
2.30	ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.31	ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก	24
2.32	ตลับลูกปืนเม็ดกลมปรับแนวได้เอง	25
2.33	ตลับลูกปืนเม็ดกลมทรงกระบอก	25
2.34	ตลับลูกปืนเม็ดเข็ม	26
2.35	ตลับลูกปืนเม็ดเรียว	26
2.36	ตลับลูกปืนเม็ดโค้ง	27
2.37	ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงทิศทางเดียว	27
2.38	ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงสองทิศทาง	28
2.39	ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดโค้ง	28
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	31
3.2	ARDUINO Board : UNO R3	32
3.3	หลักการทำงานของ Arduino Board	32
3.4	Relays : 4 Channel	33
3.5	หลักการทำงานของ Relays : 4 Channel	33
3.6	Motor Gear +12VDC	34
3.7	ขนาดของมอเตอร์เกียร์ +12VDC	34
3.8	ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ในทิศตามเข็มนาฬิกา	35
3.9	ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ในทิศทวนเข็มนาฬิกา	35
3.10	หลักการทำงานของ Motor Gear +12VDC	35
3.11	ตลับลูกปืน	36
3.12	ขนาดของตลับลูกปืน	36
3.13	แกนเพลา	36
3.14	ขนาดของแกนเพลา	37
3.15	ข้อต่อเพลา	37
3.16	ขนาดของข้อต่อเพลา	38
3.17	เฟืองสายพาน	38
3.18	ขนาดของเฟือง	38
3.19	สายพาน	39
3.20	ชุดแผ่นเพลทอเนกประสงค์	39
3.21	แผ่นเพลท	40
3.22	ขนาดของแผ่นเพลท	40
3.23	เบ้าแกนเพลาแบบแนว X	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.24	ขนาดของเบ้าแกนเพลาแนวแกน X	41
3.25	เบ้าแกนเพลาแนวแกน Y	41
3.26	ขนาดของเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y	42
3.27	ถ่านอัลคาไลน์	42
3.28	ขนาดของถ่านอัลคาไลน์	43
3.29	เหล็กแท่ง	43
3.30	ขนาดของเหล็กแท่ง	43
3.31	การเชื่อมต่อ ARDUINO Board : UNO R3 กับ Relays : 4 Channel และ Motor Gear +12VDC	44
3.32	การบัดกรีสายไฟเข้ากับ ADRUINO Board	44
3.33	การเชื่อมต่อ ADRUINO Board เข้ากับ Relays : 4 Channel	45
3.34	การบัดกรีสายไฟเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของมอเตอร์	45
3.35	การต่อสายไฟเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ	45
3.36	การเชื่อมต่อมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟเข้ากับ Relays : 4 Channel	46
3.37	การประกอบเบ้าแกนเพลาแนวแกน X ลงบนแผ่นเพลท	46
3.38	การประกอบเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y ลงบนแผ่นเพลท	46
3.39	การเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับบอร์ด Arduino	47
3.40	การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับ Relays	47
3.41	การเชื่อมต่อแผ่นวงจรเข้ากับบอร์ด Arduino และ Relays	47
3.42	การประกอบอุปกรณ์ในข้อ 5 ลงบนแผ่นเพลท	48
3.43	การประกอบถ่านอัลคาไลน์เข้ากับแผ่นเพลท	48
3.44	การเชื่อมต่อถ่านอัลคาไลน์แบบอนุกรม	48
3.45	การประกอบแกนเพลา 7.5 cm เข้ากับเฟืองสะพาน	49
3.46	การประกอบเฟืองสะพานเข้ากับมอเตอร์	49
3.47	การประกอบอุปกรณ์ในข้อที่ 9 เข้ากับเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y	49
3.48	การประกอบอุปกรณ์ในข้อที่ 10 ลงบนแผ่นเพลท	50
3.49	การประกอบข้อต่อเพลาเข้ากับแกนเพลา	50
3.50	การประกอบแกนเพลา 24 cm เข้ากับเบ้าแกนเพลาแนวแกน X	50
3.51	การประกอบตลับลูกปืนและข้อต่อเพลาเข้ากับแกนเพลา 24 cm	51
3.52	การประกอบสายพานเข้ากับตัวหุ่นยนต์	51
3.53	การประกอบแกนเหล็กกลวงเข้ากับตัวหุ่นยนต์	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.54	ชุดคำสั่งเคลื่อนที่ไปด้านหน้า(Forward) และด้านหลัง(Reverse)	52
3.55	แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม	53
4.1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	54
4.2	รูปแบบการทดลอง	55
4.3	ด้านหน้าและด้านหลังของตัวหุ่นยนต์	55
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (S) กับระยะทาง (cm) แบบไปด้านหน้า	57
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (S) กับระยะทาง (cm) แบบไปด้านหลัง	59
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบผลการทดลอง	61
5.1	หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่มีสายพาน	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
DC	Direct Current (กระแสตรง)
N	ขั้วเหนือ
S	ขั้วใต้
I/O	Input / Output
OS	Operation System (ระบบดำเนินการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องจนสามารถสร้างอุปกรณ์ที่สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้เกือบ 100% ซึ่งรู้จักกันในชื่อว่า หุ่นยนต์ (Robot) คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่างๆตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์การควบคุมระบบต่างๆในการสั่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์สามารถทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์นั้นมนุษย์ได้มีการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวได้มานานมากแล้วโดยในสมัยโบราณชาวกรีกจะเรียกว่า ออโตมาตา (automata) ซึ่งเป็นที่มาของคำว่า “อัตโนมัติ” (autonomous) ในปัจจุบัน ออโตมาตาชิ้นแรกของโลกเท่าที่มีหลักฐานบันทึกไว้ประดิษฐ์ขึ้นเมื่อประมาณ 400 ปีก่อนคริสตกาล (พ.ศ. 143) โดยอาร์คายทาส (Archytas of Tarentum) นักคณิตศาสตร์และนักประดิษฐ์ชาวกรีกได้ประดิษฐ์นกพิราบกล (Pigeon) ที่บินและขยับปีกขึ้นลงได้โดยอาศัยแรงขับเคลื่อนจากไอน้ำ ในสมัยก่อนหุ่นยนต์เป็นเพียงจินตนาการของมนุษย์ที่มีความต้องการได้สิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้ามาช่วยในการผ่อนแรงจากงานที่ทำหรือช่วยในการปฏิบัติงานที่ยากลำบากเกินขอบเขตความสามารถและจากจินตนาการได้กลายเป็นแรงบันดาลใจให้มนุษย์คิดประดิษฐ์สร้างสรรค์หุ่นยนต์ขึ้นมาจนกลายเป็นหุ่นยนต์หรือ Robot ในปัจจุบัน หุ่นยนต์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ

1.หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (fixed robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง มีลักษณะเป็นแขนกลสามารถขยับและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อ ภายในตัวเองเท่านั้น

2.หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ เพราะสามารเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ล้อหรือการใช้ขา

และยังถูกแบ่งออกเป็น 6 ประเภทตามลักษณะรูปร่างภายนอก คือ

1.หุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ (Humanoid Robot) เป็นลักษณะหุ่นยนต์ที่เหมือนกับมนุษย์

2.แอนดรอยด์ (Android) เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์ที่สามารถแสดงออกเหมือนมนุษย์

3.จีนอยส์ (Gynoid) เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์เพศหญิง

4.แอ็คทรอยด์ (Actriod) เป็นหุ่นยนต์ที่เลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ เช่น กะพริบตา หายใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ไซบอร์ก (Cyborg) เป็นหุ่นยนต์ที่เชื่อมต่อกับสิ่งมีชีวิตหรือครึ่งคนครึ่งหุ่น

6. นาโนโรบอท (Nanorobot) เป็นหุ่นยนต์ขนาดเล็กมาก ขนาดประมาณ 0.5-3 ไมครอน

ประโยชน์และความสามารถของหุ่นยนต์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านการแพทย์เริ่มนำเอาหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยทำการผ่าตัดคนไข้ เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นสามารถทำงานในด้านที่มีความละเอียดสูงที่เกินกว่ามนุษย์จะทำได้ ด้านงานวิจัยสำรวจท้องทะเลหรือมหาสมุทรที่มีความลึกเป็นอย่างมากหรือการสำรวจบริเวณปากปล่องภูเขาไฟเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ด้านอุตสาหกรรมงานอุตสาหกรรมบางงานไม่สามารถที่จะใช้แรงงานเข้าไปทำได้ซึ่งบางงานนั้นอันตรายและมีความเสี่ยงเป็นอย่างมากหรือเป็นงานที่ต้องการความรวดเร็วและแม่นยำในการผลิตรวมทั้งเป็นการประหยัดระยะเวลา ทำให้หุ่นยนต์กลายเป็นทางออกของงานด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาหุ่นยนต์ประเภทที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบล้อกับแบบขา ทางผู้วิจัยได้มีความสนใจในการประดิษฐ์หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติแบบล้อที่มีสายพานโดยมีส่วนประกอบสำคัญคือ Microcontroller แบบ Adruino,Relay Module และ Gear Motor ซึ่งส่วนประกอบทั้งสามส่วนจะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันและหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอัตโนมัติด้วยโปรแกรมภาษา C อีกทั้งส่วนประกอบภายนอกแบบล้อที่มีสายพานสามารถเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางและพื้นที่ที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปถึงได้ หุ่นยนต์ตัวนี้ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อเป็นตัวต้นแบบในการพัฒนาเป็นหุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่สามารถนำไปต่อยอดในด้านการเก็บกู้วัตถุระเบิด การค้นหาผู้ประสบภัยจากแผ่นดินไหวและในด้านอื่นๆที่สามารถพัฒนาไปได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาประเภทและหลักการทำงานของหุ่นยนต์

1.2.2 เพื่อศึกษาการประดิษฐ์หุ่นยนต์ประเภทที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot) แบบล้อที่มีสายพาน

1.2.3 เพื่อศึกษาการหลักการทำงานของหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ

1.2.4 เพื่อพัฒนาและต่อยอดหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติให้มีประโยชน์และความสามารถในด้านต่างๆเพิ่มมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้แบบล้อที่มีสายพาน

1.3.2 เชื่อมต่อ Microcontroller กับ Relay Module และ Gear Motor DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ประกอบอุปกรณ์ Microcontroller, Relay Module และ Gear Motor DC ที่เชื่อมต่อกันไว้เข้ากับแผ่นอลูมิเนียม

1.3.4 ประกอบล้อ,สายพานเข้ากับ Gear Motor DC

1.3.5 ประกอบแหล่งกำเนิดไฟตรง +9V และ +12V กับ Microcontroller และ Relay Module

1.3.6 เขียนโปรแกรมเพื่อบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนไหวได้แบบอัตโนมัติ

1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Microcontroller แต่ละชนิด

1.4.2 ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Relay Module แต่ละชนิด

1.4.3 ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละชนิด

1.4.4 ศึกษาการเขียนโปรแกรมและอัพโหลดลงบอร์ดคอนโทรลเลอร์

1.4.5 เลือกทดลองสร้างและศึกษาหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ

1.4.6 ดำเนินการสร้างและวิเคราะห์

1.4.7 สรุปและรายงานผล

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. เสนอโปรเจค									
2. ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Microcontroller									
3. ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Relay Module									
4. ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของมอเตอร์									
5. ศึกษาการเขียนโปรแกรมและอัพโหลดลงบอร์ดคอนโทรลเลอร์									
6. เลือกทดลองสร้างและศึกษาหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ดำเนินการสร้างและวิเคราะห์									
8. สรุปและรายงานผล									

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ศึกษาประเภทและหลักการทำงานของหุ่นยนต์แต่ละประเภท

1.5.2 ได้ศึกษาอุปกรณ์และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อที่มีสายพานได้

1.5.3 สามารถสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบที่เคลื่อนที่ได้แบบอัตโนมัติโดยไม่มีมนุษย์ทำการบังคับโดยตรง

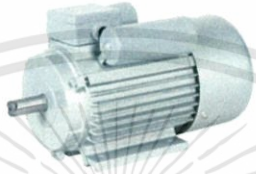
1.5.4 สามารถพัฒนาและต่อยอดหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติให้มีประโยชน์และความสามารถในด้านต่างๆเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)



รูปที่ 2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็ว รอบหรือกำลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิด จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานกระแสไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

1.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase) จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์มีสายไฟ เข้า 2 สาย มีแรงม้าไม่สูง ส่วนใหญ่ตามบ้านเรือน

- สปลิทเฟส มอเตอร์(Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร์ มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แวซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)

1.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C.Two phas Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

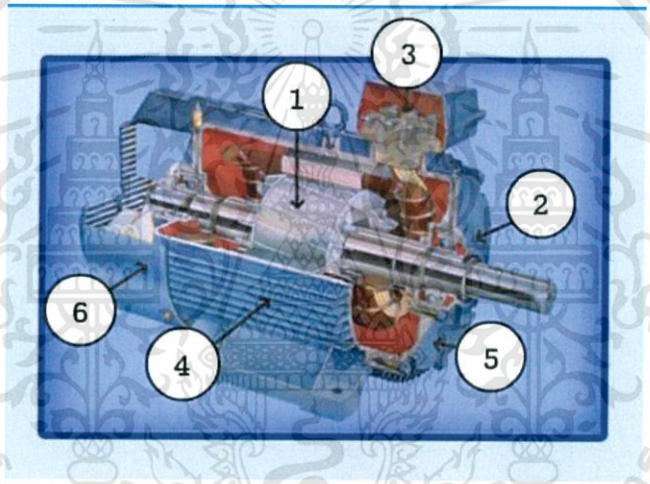
1.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

2.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.1 มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.2 มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.1 ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2. ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Edy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

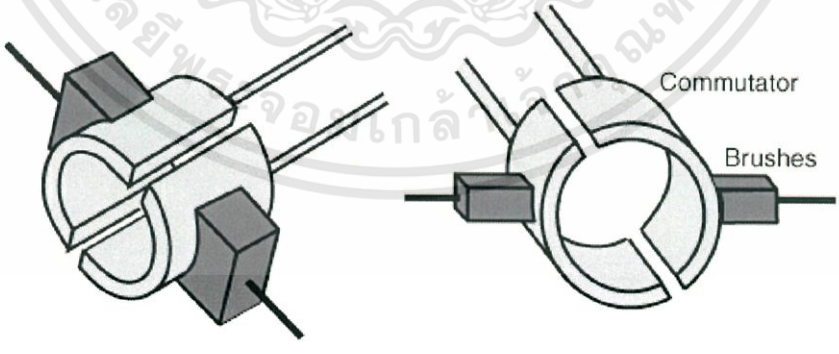
ทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

3. โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

4. อาร์เมเจอร์ (Armature) คือส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมอเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมอร์

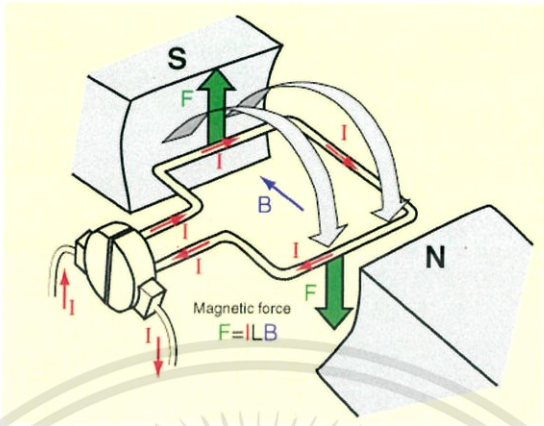
6. แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจกแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์



รูปที่ 2.3 แปรงถ่าน(Brushes) และคอมมิวเตเตอร์(Commutator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การทำงานของมอเตอร์



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์ เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆอีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน

2.2 รีเลย์ (Relays Module)

รูปที่ 2.5 รีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

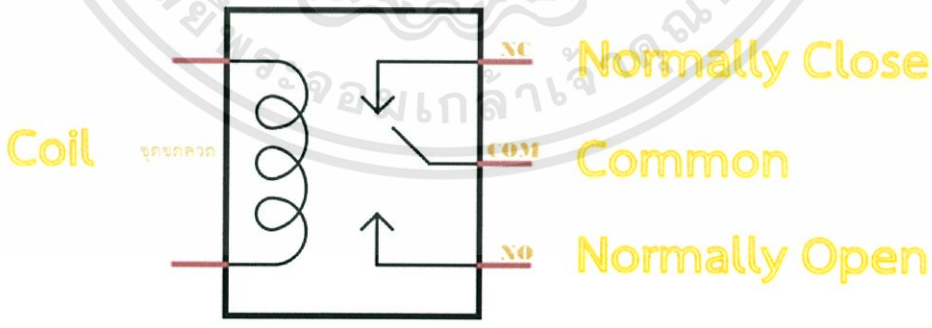
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง

2.2.1 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

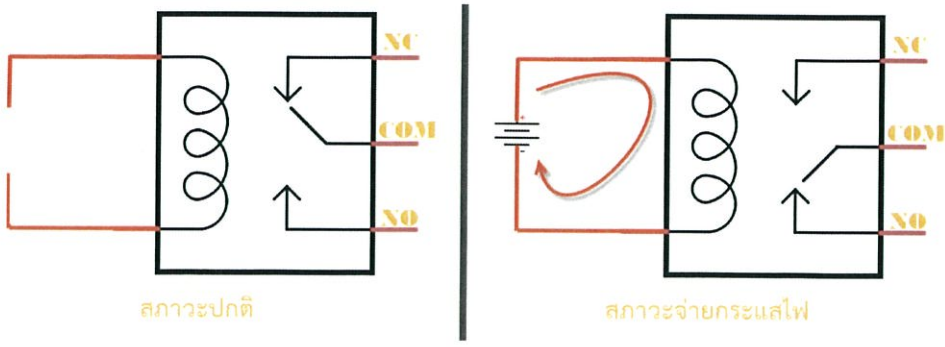
จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามเหนือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.6 จุดต่อใช้งานมาตรฐานของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การทำงานของจุดต่อเมื่อสภาวะปกติและสภาวะจ่ายไฟ

2.2.2 ข้อคำถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือ ต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ครับ เพราะตัวรีเลย์จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)

2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามาถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC ครับ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่าครับ เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได

3. จำนานหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

2.2.3 ชนิดของรีเลย์

รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลาย 4 ชนิด

1.อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)

2.รีดรีเลย์ (Reed Relay)

3.รีดสวิตช์ (Reed Switch)

4.โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)

2.2.4 ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor)ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

2.2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรีเลย์

1.1 หน้าที่ของรีเลย์

คือเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วน ในระบบกำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาหากระบบมีการทำงานที่ผิดปกติ รีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดส่วนที่ลัดวงจรหรือส่วนที่ทำงานผิดปกติ ออกจากระบบทันทีโดยเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเป็นตัวที่ตัดส่วนที่เกิดฟอลต์ออกจากระบบจริงๆ

1.2 ประโยชน์ของรีเลย์

1.ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพ (Stability) สูงโดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดผิดปกติ ออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด

2.ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดผิดปกติ

3.ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่นๆ

4.ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

1.3 คุณสมบัติที่ดีของรีเลย์

1.ต้องมีความไว (Sensitivity) คือมีความสามารถในการตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อยได้

2.มีความเร็วในการทำงาน (Speed) คือความสามารถทำงานได้รวดเร็วทันใจ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบกระเทือนต่อระบบ โดยทั่วไปแล้วเวลา ที่ใช้ในการตัดวงจรจะขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบด้วย

ระบบ 6-10 KV จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 1.5-3.0 วินาที

ระบบ 100-220 KV จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.15-0.3 วินาที

ระบบ 300-500 KV จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.1-0.12 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 บอร์ดอาดูอิโน่ (Arduino Board)

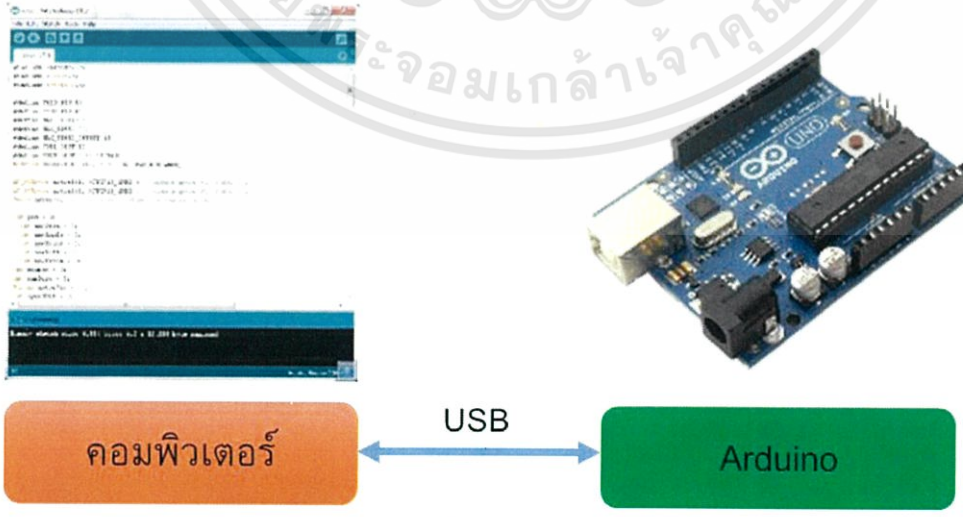
Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด (ดูตัวอย่างรูปที่ 1) หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ (ดูตัวอย่างรูปที่ 2) เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.3.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

1. ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
2. มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
3. Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
4. ราคาไม่แพง
5. Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

2.3.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

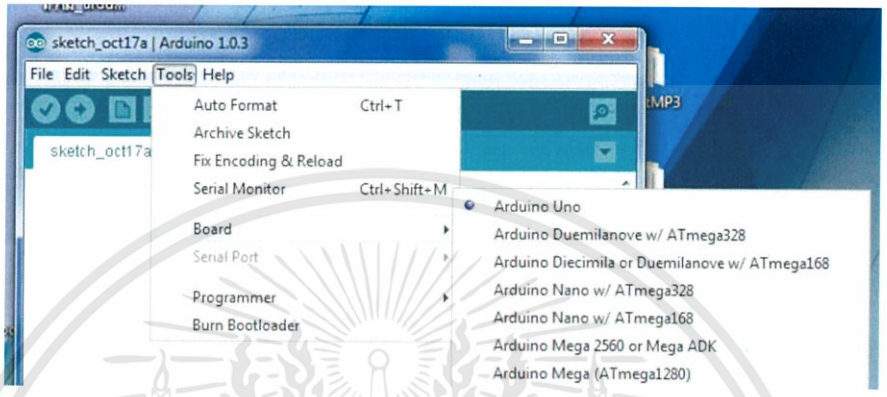


รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อ Arduino กับคอมพิวเตอร์

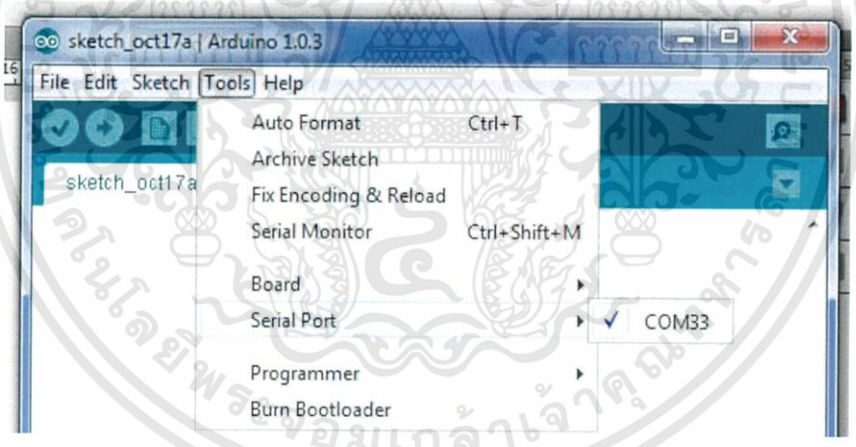
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software

2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port



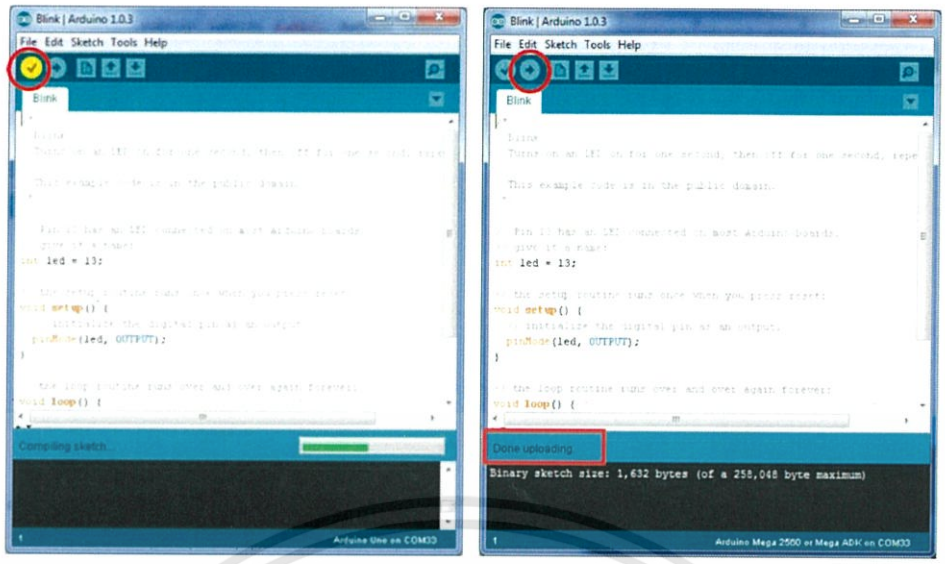
รูปที่ 2.9 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload



รูปที่ 2.10 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

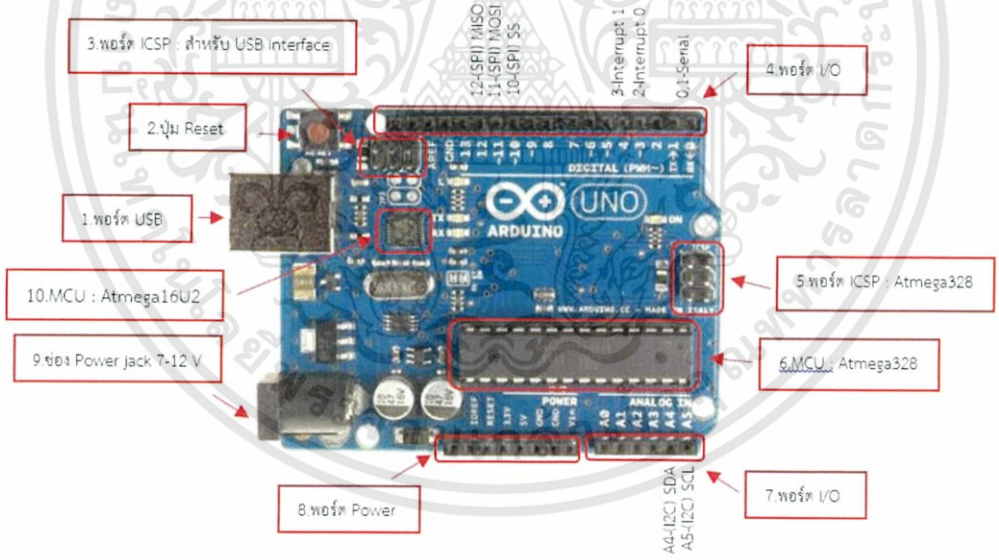
3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง , compile โค้ดโปรแกรมและ Upload

Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของ Arduino UNO R3

1.USBPort: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2.Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

4. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5.ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/OPort: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8.Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2.4 เฟือง (Gears)

เป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลม ตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉก (เรียกว่าฟันเฟือง) ซึ่งสามารถนำไปประกบกับเฟืองอีกตัวหนึ่ง ทำให้เมื่อเฟืองตัวแรกหมุน เฟืองตัวที่สองจะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น โดยความเร็วรอบของเฟืองที่สองจะขึ้นกับอัตราส่วนจำนวนฟันเฟืองของตัวแรกเทียบกับตัวที่สอง ซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถปรับให้เกิดเป็นความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง

ด้วยคุณลักษณะนี้ เฟือง สามารถนำมาใช้ส่งผ่านแรงหมุน ปรับความเร็ว, แรงหมุน และทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้ โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังนี้ มีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการลื่นไถลของสายพาน

2.4.1 ประเภทของเฟือง

ซึ่งสามารถแบ่งเฟืองออกเป็น 8 ประเภทหลักๆดังนี้

1. เฟืองตรง (Spur Gears)

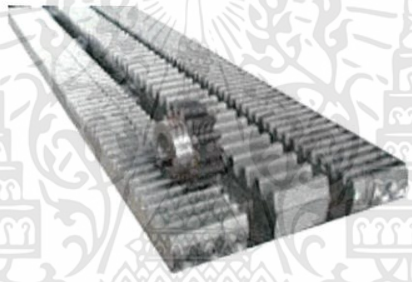
เป็นเฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุนและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 เฟืองตรง

2. เฟืองสะพาน (Rack Gears)

เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่ง มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือนสะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา โดยประมาณ และต้องใช้คู่กับเฟืองตรง



รูปที่ 2.14 เฟืองสะพาน

3. เฟืองวงแหวน (Internal Gears)

เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่ง มีรูปร่างลักษณะกลมเช่นเดียวกับเฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านบนของวงกลม และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าขบอยู่ภายในเฟืองวงแหวน

รูปที่ 2.15 เฟืองวงแหวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4. เฟืองเฉียง (Helical Gears)

เป็นเฟืองส่งกำลังที่มีฟันเฉียงทำมุมกับแกนหมุน มีลักษณะคล้ายเฟืองฟันตรง แต่มีเสียงที่เกิดจากการทำงานเบากว่าเฟืองฟันตรง นอกจากนั้นเฟืองเฉียงยังใช้ในการส่งกำลังให้กับเพลาที่ไม่ขนานกันได้อีกด้วย

รูปที่ 2.16 เฟืองเฉียง

5. เฟืองเฉียงก้างปลา (Herringbone Gears)

เป็นเฟืองที่มีลักษณะคล้ายกับเฟืองตรงแต่ฟันของเฟืองจะเอียงสลับกันเป็นฟันปลา

รูปที่ 2.17 เฟืองเฉียงก้างปลา

6. เฟืองดอกจอก (Bevel Gears)

เป็นเฟืองที่มีการตัดฟันเฟือง ใช้สำหรับส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งที่ตัดกัน มุมระหว่างเพลาทั้งสองเป็นมุมระหว่างเส้นศูนย์กลางร่วมที่ตัดกัน ของฟันเฟือง มุมระหว่างเพลาประมาณ 90° แต่ในหลาย ๆ การใช้งานของเฟืองชนิดนี้ อาจจะต้องการมุมระหว่างเพลาที่มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่ามุม 90° ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

149434

รูปที่ 2.18 เฟืองดอกจอก

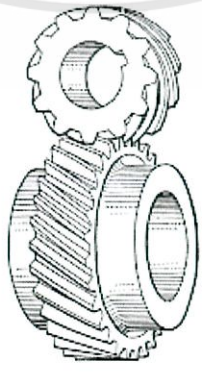
7. เฟืองตัวหนอน (Worm Gears)

ประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (Worm) และเฟืองตัวหนอน (Worm gear) ประกอบกันเป็นชุด ใช้ส่งกำลังที่แกนเพลาที่ฉากกัน

รูปที่ 2.19 เฟืองตัวหนอน

8. เฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gears)

เป็นเฟืองเกลียวที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 90 องศา



รูปที่ 2.20 เฟืองเกลียวสกรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 สายพาน (Belts)

รูปที่ 2.21 สายพาน

2.5.1 ประเภทของสายพาน

สายพานเป็นอุปกรณ์ที่คล้องโยงเครื่องจักรต่างๆ เพื่อพาให้หมุนไปด้วยกัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่

1. สายพานส่งกำลัง

สายพานส่งกำ ลังเป็นอุปกรณ์หนึ่งของเครื่องจักรกล ที่ใช้ส่งกำ ลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง เช่นเดียวกับเฟืองหลัก

การทำงานจะประกอบด้วยล้อสายพาน (pulley) 2 ตัว คือ ตัวขับและตัวตามและมีสายพาน (belt) เป็นตัวส่งถ่ายกำลังขับเคลื่อนและยังสามารถส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศทางได้ด้วย รูปที่ 2.23 แสดงการทำงานของสายพานส่งกำลัง

รูปที่ 2.22 สายพานส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพานส่งกำลังมีหลายชนิด เช่น

- Round belts - Flat belts

- V belts - Timing belts

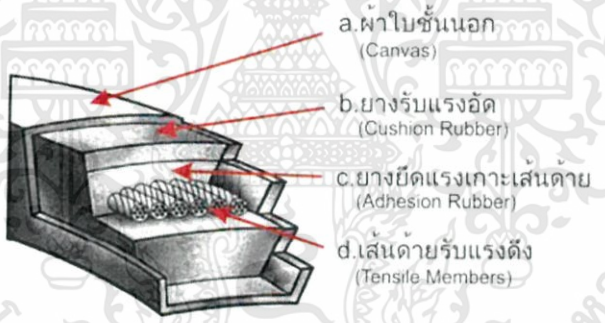
ส่วนประกอบของสายพานส่งกำลัง ได้แก่

1. ผ้าใบชั้นนอก (Canvas) เป็นผ้าใบฝ้ายเคลือบด้วยยางเคมีที่มีความคงทนต่อการเสียดสีและการล้าตัว

2. ยางรับแรงอัด (Cushion Rubber) มีหน้าที่รับแรงอัด-แรงขับ และทนความร้อนได้ดี

3. ยางยึดแรงเกาะเส้นด้าย (Adhesion Rubber) โดยรักษาแนวเส้นด้าย และประสานส่วนเส้นด้ายกับยางรับแรงอัด

4. เส้นด้ายรับแรงดึง (Tensile Members) เป็นหัวใจการส่งผ่านกำลัง ทนต่อแรงดึงสูง ไม่ยืดตัวและล้าตัวขณะขับ



รูปที่ 2.23 ส่วนประกอบของสายพานส่งกำลัง

2. สายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงเป็นสายพานที่ใช้ขนถ่ายวัสดุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยมีตัวขับและพูเลย์ในการทำให้สายพานเคลื่อนที่มีหลายชนิด เช่น

- conventional conveyor belt

- cable belt

- cord belt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 สายพานลำเลียง

ส่วนประกอบของสายพานลำเลียงได้แก่

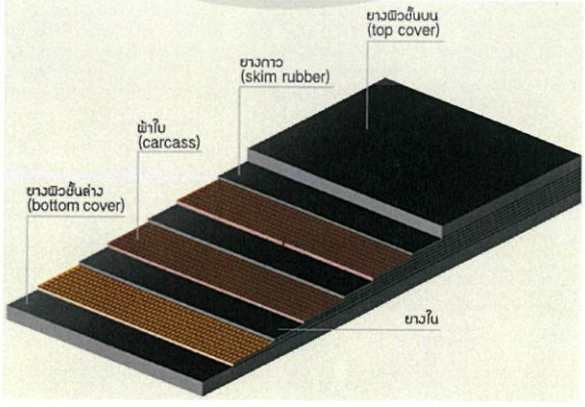
1. ยางผิวชั้นบน (top cover) เป็นส่วนที่ป้องกันไม่ให้ผ้าใบสัมผัสกับวัสดุที่ลำเลียงป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับผ้าใบป้องกันความชื้นของชั้นผ้าใบในกรณีที่ผ้าใบเป็นชนิดที่ดูดความชื้นสูง สูตรยางผิวชั้นบนมักจะต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานทั้งหมด เช่น ใช้งานในหรือนอกอาคารสัมผัสกับสารเคมีชนิดใดเป็นต้น

2. ยางกาว (skim) เป็นยางที่ทำให้เกิดการยึดติดระหว่างยางกับผ้าใบและระหว่างผ้าใบแต่ละชั้นยางกาวจะยึดติดกับผ้าใบได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน,พันธะอิออนหรืออย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดและจะยึดติดกับชั้นยางในโดยการเกิดพันธะเชื่อมโยง

3. ผ้าใบ (canvas) เป็นส่วนที่ให้ความแข็งแรงแก่สายพานความแข็งแรงของสายพานในแนวดึงหรือแนวยืดจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนชั้นผ้าใบ

4. ยางใน เป็นยางที่อยู่ระหว่างชั้นยางกาวของผ้าใบแต่ละชั้น ทำ หน้าที่ยึดชั้นผ้าใบให้ติดกัน

5. ยางผิวชั้นล่าง (bottom cover) ทำ หน้าที่ป้องกันการสึกหรอของผ้าใบเนื่องจากการสัมผัสกับพูเลย์และก่อให้เกิดแรงเสียดทานทำให้สามารถขับเคลื่อนสายพานขนส่งวัสดุยางผิวชั้นบนและยางผิวชั้นล่างจะเป็นยางสูตรเดียวกันหรือต่างกันก็ได้



รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ตลับลูกปืน (Bearings)

รูปที่ 2.26 ตลับลูกปืน

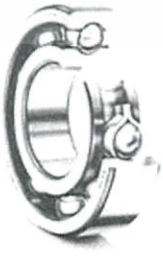
ตลับลูกปืนทำหน้าที่ลดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้สามารถลดปริมาณพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในการขับเคลื่อนของเครื่องจักรและเนื่องจากความเสียดทานที่ลดลง จึงจะช่วยเพิ่มสมรรถนะในการทำงานของเครื่องจักร ลดการสึกหรอ

2.6.1 แบบและลักษณะเฉพาะของตลับลูกปืน

สามารถแบ่งออกเป็น 13 ประเภทหลักๆดังนี้

1. ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings)

ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกแถวเดียวเป็นตลับลูกปืนที่มีการนำไปใช้งาน อย่างกว้างขวาง ร่องรางวิ่งของทั้งวงแหวนในและนอกมีลักษณะเป็นวงโค้ง (circular arcs) ซึ่งมีรัศมีโตกว่าของเม็ดบอล นอกเหนือจากแรงในแนวรัศมีที่รับได้แล้ว ยังสามารถรับแรงในแนวแกนได้ทั้งสองทิศทางด้วยในงานที่ต้องการความเร็วสูงและสูญเสียพลังงานต่ำ เนื่องจากแรงบิดต่ำ ตลับลูกปืนนี้มีทั้งแบบเปิด ฝาเหล็กซีลยาง ซึ่งอาจติดตั้งอยู่ทั้งสองด้านของตลับลูกปืน โดยภายในบรรจุจารบีเอาไว้ ในบางครั้งอาจมีแหวนล็อก (snap ring) อยู่ที่ผิวนอกวงแหวนนอก รังที่ใช้โดยมากเป็นรังเหล็ก



รูปที่ 2.27 ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม (Angular contact ball bearings)

ตลับลูกปืนแบบนี้สามารถรับแรงในแนวรัศมี และแนวแกนได้ทิศทางเดียว มุมสัมผัสมีทั้ง 15 25 30 40 องศา มุมสัมผัสยิ่งมากก็ยิ่งสามารถรับแรงในแนวแกนได้มาก ค่ามุมสัมผัสน้อยเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความเร็วสูง โดยทั่วไปมักใช้ตลับลูกปืนชนิดนี้เป็นคู่ โดยจะมีการปรับช่องว่างภายในอย่างเหมาะสม สำหรับตลับลูกปืนที่มีความเที่ยงตรงสูงจะมีมุมสัมผัสน้อยกว่า 30 และใช้รังโพลียามาย (Polyamide resin cage)

รูปที่ 2.28 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม

3. ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดี่ยวสำหรับประกบคู่ (Angular contact ball bearings single row,for paired nounting)

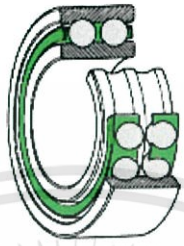
การนำตลับลูกปืนแนวรัศมี 2 ตลับมารวมกันในการใช้งานเราเรียกว่าการประกบคู่ (Duplex pair) ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ตลับลูกปืนเม็ดกลมเชิงมุม หรือตลับลูกปืนเทเปอร์มาทำการประกอบ การประกบคู่ทำได้ทั้งแบบหน้าชนหน้า ซึ่งวงแหวนนอกหันหน้าชนกัน (แบบ DF) แบบหลังชนหลัง (แบบ DB) หรือหันหน้าเรียงตามกัน ในทิศทางเดียว (DT) การประกอบแบบ DF และ DB สามารถรับแรงแนวรัศมีและแนวแกนได้ทั้งสองทิศทาง แบบ DT จะใช้เมื่อมีแรงในแนวแกนแรงหนึ่งซึ่งมีค่าสูงมากในทิศทางเดียว จึงจำเป็นต้องกำหนดให้รับแรงเท่ากันในตลับลูกปืนแต่ละตัว

รูปที่ 2.29 ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดี่ยวสำหรับประกบคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว (Angular contact ball bearings double row)

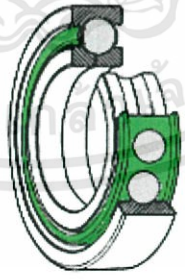
ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถวนั้น โดยพื้นฐานแล้วคือตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวติดตั้งแบบหลังชนหลัง ต่างกันที่แบบสองแถวนั้นมีวงแหวนในหนึ่งวง วงแหวนนอกหนึ่งวง และแต่ละวงมีรางวิ่งของตนเอง ตลับลูกปืนแบบนี้สามารถรับแรงแนวแกนได้สองทิศทาง



รูปที่ 2.30 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว

5. ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings)

ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมสี่จุดนั้น วงแหวนในและวงแหวนนอกแยกออกจากกันได้ เนื่องจากวงแหวนในแยกออกจากกันในระนาบรัศมี สามารถรับแรงในแนวแกนได้ สองทิศทางลูกกลิ้งทำมุม 35 องศา กับวงแหวนแต่ละวง ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมสี่จุด เพียงหนึ่งตลับเท่านั้นที่สามารถทดแทนตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวที่ประกบแบบหน้าชนหน้า หรือหลังชนหลัง รังที่ใช้ทั่วไปมักเป็นทองเหลืองกลึงขึ้นรูป



รูปที่ 2.31 ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก

6. ตลับลูกปืนเม็ดกลมปรับแนวได้เอง (Self-aligning ball bearings)

วงแหวนในมีสองรางวิ่ง และวงแหวนนอกมีรางวิ่งลักษณะโค้ง (Spherical) อยู่หนึ่งรางวิ่ง ซึ่งจุดศูนย์กลางของความโค้ง เป็นจุดเดียวกับแนวแกนของตลับลูกปืน นั้นคือแนวแกนของวงแหวนใน

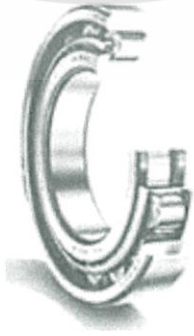
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เม็ดลูกกลิ้งและรังสามารถหักเหได้รอบศูนย์กลางของตลับลูกปืน ดั้งนั้นการเยื้องแนวมุมเล็ก ๆ น้อย ๆ ของเพลาและตัวเรือน ที่ซึ่งมีสาเหตุมาจากการกลึงไสหรือการติดตั้งที่ไม่ดีพอนั้นสามารถแก้ไขได้โดยอัตโนมัติ ตลับลูกปืนนี้มักมีรูเพลาเอียงไว้สำหรับใช้กับปลอกปรับขนาด (Adapter Sleeve)

รูปที่ 2.32 ตลับลูกปืนเม็ดกลมปรับแนวได้เอง

7. ตลับลูกปืนเม็ดกลมทรงกระบอก (Cylindrical roller thrust bearings)

ตลับลูกปืนนี้เม็ดลูกกลิ้ง ซึ่งมีลักษณะทรงกระบอกยาวจะสัมผัสเป็นเส้นตรงกับรางวิ่ง มีความสามารถในการรับแรงในแนวรัศมีได้สูง และเหมาะกับงานความเร็วสูง ลักษณะของตลับลูกปืนมีหลายแบบทั้ง NU NJ NUP N NF สำหรับตลับลูกปืนแถวเดียว และ NNU NN สำหรับตลับลูกปืนสองแถว วงแหวนนอก และวงแหวนในของทุกแบบสามารถถอดแยกได้ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอกบางแบบไม่มีโครง หรือสันขอบ (Rib) ที่วงแหวนใน หรือวงแหวนนอกดังนั้นวงแหวนสามารถเคลื่อนที่ตามแนวแกนได้ เมื่อเทียบกับอีกวงหนึ่ง (เคลื่อนที่สัมพันธ์กัน) ซึ่งสามารถให้เป็นตลับลูกปืนที่ไม่กำหนดตำแหน่ง ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอกไม่ว่าวงแหวนในหรือนอกมีโครง 2 ด้าน หรือวงแหวนหนึ่งมีหนึ่งด้าน ก็สามารถรับแรงในแนวแกนได้ทิศทางเดียว ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอก 2 แถว มีความแข็งเกร็งแนวรัศมีแนวรัศมีสูงและใช้กับเครื่องมือกลที่มีความเที่ยงตรงสูง ปกติทั่วไปแล้วจะใช้รังเหล็ก หรือทองเหลืองกลึงขึ้นรูปแต่ในบางครั้งก็ใช้รังโพลียามายหล่อขึ้นรูป

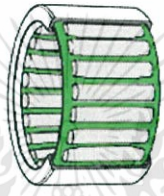


รูปที่ 2.33 ตลับลูกปืนเม็ดกลมทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ตลับลูกปืนเม็ดเข็ม (Needle roller bearings)

ตลับลูกปืนประกอบด้วยลูกกลิ้งเม็ดเรียวยาวมีขนาดความยาวประมาณ 3 ถึง 10 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง อัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางนอก (Bearing outside diameter) ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางวกลมใน (Inscribed circle diameter) มีค่าน้อยมีความสามารถในการแรงในแนวรัศมีค่อนข้างสูง ตลับลูกปืนชนิดนี้มีหลายแบบให้เลือก โดยมากไม่มีวงแหวนใน ตลับลูกปืนแบบ drawn-cup นั้นมีวงแหวนนอกเป็นเหล็กปั๊ม ส่วนแบบ solid type ผลิตจากเหล็กกลึงขึ้นรูป ยังมีตลับลูกปืนที่เรียกโดยทั่วไปว่า ตลับลูกปืนกรงนก (cage-and-roller-assemblies) ซึ่งจะไม่มีวงแหวนทั้งในและนอกมาด้วย มีเพียงรังและเม็ดลูกกลิ้งเท่านั้น รังเป็นเหล็กปั๊มขึ้นรูป แต่ในบางแบบจะไม่มีรัง



รูปที่ 2.34 ตลับลูกปืนเม็ดเข็ม

9. ตลับลูกปืนเม็ดเรียว (Taper roller bearings)

ตลับลูกปืนชนิดนี้ใช้เม็ดลูกกลิ้งเป็นรูปกรวย มีตัวนำร่องคือโครงของวงแหวนด้านในตลับลูกปืนเม็ดเรียวสามารถรับแรงแนวรัศมีได้สูง และรับแรงในแนวแกนได้ทิศทางเดียว การใช้งานโดยทั่วไปมักจะใช้เป็นคู่ คล้ายกับตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดียว ซึ่งจะมีการปรับช่องว่างภายในตลับลูกปืนให้เหมาะสมโดยการปรับระยะแนวแกนระหว่างวงแหวนใน (cone) หรือวงแหวนนอก (cup) ของตลับลูกปืนที่ประกบกันทั้ง 2 ตลับ วงแหวนในและวงแหวนนอกสามารถแยกประกอบได้อย่างอิสระ ตลับลูกปืนชนิดนี้แบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามมุมสัมผัสคือ มุมปกติ (normal angle) มุมปานกลาง (medium angle) และมุมชัน (steep angle)

รูปที่ 2.35 ตลับลูกปืนเม็ดเรียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ตลับลูกปืนเม็ดโค้ง (Spherical roller bearings)

ตลับลูกปืนชนิดนี้เม็ดตลับลูกปืนมีลักษณะคล้ายถังไม้โค้ง หรือเรียกว่า barrel shaped roller อยู่ระหว่างวงแหวนใน ซึ่งมีสองรางวิ่ง และวงแหวนนอกซึ่งมีหนึ่งรางวิ่ง การที่ศูนย์กลางความโค้งของผิวหนังรางวิ่งของวงแหวนนอกเป็นจุดเดียวกับแกนของตลับลูกปืนทำให้ตลับลูกปืนปรับแนวได้เองดังนั้นหากเพลาหรือตลับลูกปืนเกิดโก่งตัว หรือเกิดการเยื้องแนวจากแนวแกน ก็จะสามารถรับตัวเองได้โดยอัตโนมัติ ทำให้ไม่เกิดแรงที่สูงเกินไปมากระทำต่อตลับลูกปืน ตลับลูกปืนเม็ดโค้งนั้นไม่เพียงแต่สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้สูง แต่ยังสามารถรับแรงในแนวแกนได้สองทิศทางอีกด้วย มีความสามารถในการรับแรงแนวรัศมีได้อย่างดีเยี่ยม และเหมาะสำหรับใช้งานที่มีแรงกระทำหรือกระแทกสูง ๆ บางแบบอาจมีรูในเอียง ซึ่งอาจใช้ติดตั้งโดยตรงบนเพลาเอียงหรือติดตั้งบนเพลาตรงโดยใช้ปลอกปรับขนาด (adapter sleeve) หรือปลอกสวม (withdrawal sleeve) ปกติใช้รังเหล็กปั๊มขึ้นรูป รังโพลียามายหล่อและรังทองเหลืองขึ้นรูป

รูปที่ 2.36 ตลับลูกปืนเม็ดโค้ง

11. ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงทิศทางเดียว (Thrust ball bearings single direction)

ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงทิศทางเดียว ประกอบด้วยวงแหวนที่มีลักษณะคล้ายแหวนรอง (washer like bearing ring) มีร่องรับแรงทิศทางเดียว รางวิ่งวงแหวนที่สวมติดกับเพลาเรียกว่าแหวนรองเพลา หรือวงแหวนใน (shaft washer or inner ring) ส่วนวงแหวนที่สวมติดกับตัวเรือนเรียกว่าวงแหวนรองตัวเรือน หรือวงแหวนนอก (housing washer or outer ring)

รูปที่ 2.37 ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงทิศทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

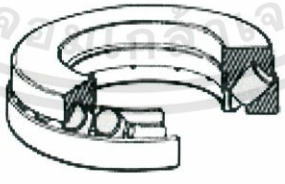
12. ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงสองทิศทาง (Thrust ball bearings double direction)

สำหรับตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงสองทิศทางนั้นจะมีวงแหวนสามวง วงแหวนกลาง (center ring) จะสวมติดกับเพลา ยังมีตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมที่มีแหวนรองปรับแนวได้เอง (aligning seat washer) อีกด้วย ซึ่งแหวนนี้จะอยู่ส่วนล่างของแหวนรองตัวเรือน เพื่อรับการเยื้องแนวของเพลา หรือการติดตั้งที่ไม่พอดีโดยปกติแล้วจะใช้รังเหล็กปั๊มขึ้นรูปในตลับลูกปืนขนาดเล็กและรังกลึงขึ้นรูป ใช้กับตลับลูกปืนขนาดใหญ่

รูปที่ 2.38 ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงสองทิศทาง

13. ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดโค้ง (Spherical roller thrust bearings)

ตลับลูกปืนชนิดนี้มีรางวิ่งโค้งหนึ่งราง อยู่ที่แหวนตัวเรือน และมีเม็ดลูกกลิ้งรูปโค้งวางเรียงอยู่โดยรอบ รางวิ่งที่มีลักษณะโค้งของแหวนรองตัวเรือนนี้นั้นทำให้ตลับลูกปืนปรับแนวได้เองและสามารถรับแรงในแนวแกนที่สูงมากๆได้ ทั้งยังสามารถรับแรงในแนวรัศมีได้ปานกลางในขณะที่รับแรงในแนวแกนอยู่ด้วย โดยทั่วไปใช้รังเหล็กปั๊มขึ้นรูปหรือรังทองเหลืองกลึงขึ้นรูป



รูปที่ 2.39 ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดโค้ง

2.7 การเขียนโปรแกรมบน Arduino Board

2.7.1 โครงสร้างของโปรแกรม

ในการเขียนโค้ด (Sketch) สำหรับ Arduino สามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนที่สำคัญคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การประกาศค่าคงที่และตัวแปรภายนอก

2) การสร้างฟังก์ชันมาใช้งานใหม่ (เพื่อเรียกใช้งาน)

3) การสร้างฟังก์ชัน setup()

4) การสร้างฟังก์ชัน loop ()

2.7.2 ชนิดข้อมูลพื้นฐาน

byte ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็มได้ตั้งแต่ 0 ถึง 255

int ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็มได้ตั้งแต่ -32768 ถึง +32767

long ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็มได้ตั้งแต่ –2,147,483,648 ถึง +2,147,483,647

float ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นเลขทศนิยม

Boolean ใช้สำหรับข้อมูลที่เป็นค่าทางลอจิก true (จริง) หรือ false (เท็จ) เท่านั้น

2.7.3 คำสั่งพื้นฐาน

pinMode( ) ใช้กำหนดทิศทางสัญญาณ (I/O direction) ของขาดิจิตอล

digitalRead( ) ใช้อ่านค่าจากขาดิจิตอลที่ถูกกำหนดให้เป็นอินพุต

digitalWrite( ) ใช้เขียนค่า (LOW หรือ HIGH) ให้ขาดิจิตอลที่ถูกกำหนดให้เป็นเอาต์พุต

analogWrite( ) ใช้สร้างสัญญาณ PWM เป็นเอาต์พุต

analogRead( ) ใช้อ่านค่าจากขา analog – input

analogReference( ) กำหนกระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับการอ่านค่าจาก analog – input

delay( ) รอเวลาให้ผ่านไปตามระยะเวลาที่กำหนด (มิลลิวินาที) ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป

delayMicroseconds( ) รอเวลาให้ผ่านไปตามระยะเวลาที่กำหนด (ไมโครวินาที)

randomSeed( ) กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการสร้างเลขแบบสุ่มเทียม

random( ) ให้ค่าเป็นเลขสุ่มเทียม

millis( ) บอกเวลาที่ผ่านไปในหน่วยเป็นมิลลิวินาที นับตั้งแต่โปรแกรมเริ่มทำงาน

min( ) ให้ค่าน้อยที่สุดระหว่างตัวเลขสองค่าที่นำมาเปรียบเทียบกัน

max( ) ให้ค่าที่มากที่สุดระหว่างตัวเลขสองค่าที่นำมาเปรียบเทียบกัน

abs( ) ให้ค่าสัมบูรณ์ของตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

constrain( ) ให้ค่าที่ไม่เกินช่วงที่กำหนด

map( ) ให้ค่าที่ได้จากการย่อหรือขยายเชิงเส้นตามช่วงที่กำหนด

pow( ) คำนวณเลขยกกำลัง

sqrt( ) คำนวณค่ารากที่สอง

sin( ) คำนวณค่า sin สำหรับมุมในหน่วยเรเดียน

cos( ) คำนวณค่า cos สำหรับมุมในหน่วยเรเดียน

tan( ) คำนวณค่า tan สำหรับมุมในหน่วยเรเดียน

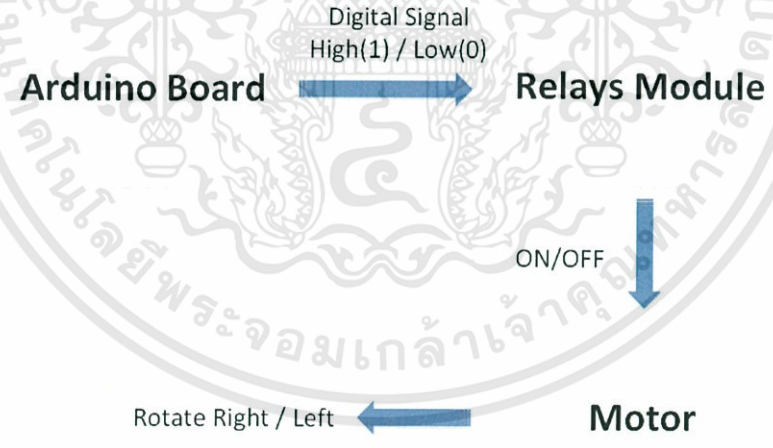
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาระบบการทำงานของหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ
2. ศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเป็นหุ่นยนต์
3. ศึกษาโปรแกรมที่จะใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เพื่อให้เคลื่อนที่ได้แบบอัตโนมัติ
4. ทดสอบการใช้โปรแกรม
5. สร้างหุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อ
6. ทดสอบหุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อ
7. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดสอบ



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบและหลักการทำงานตัวหุ่นยนต์

3.2.1 บอร์ดอาดูอิโน่ : UNO R3 (ARDUINO Board : UNO R3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ARDUINO Board : UNO R3

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ ARDUINO Board : UNO R3

microcontroller	AT mega 328
Input voltage	+7V to +12V
Pins	14 Digital 1/0 (6 PWM outputs)
Inputs	6 Analog
Flash Memory	32KB (0.5KB for boot loader)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Clock Speed	16MHz

หลักการทำงานของ ARDUINO Board : UNO R3

- Inputs(PA0 – PA5) รับสัญญาณ TTL (3.3V – 5V) จากเซนเซอร์อินฟราเรด คอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลสัญญาณ TTL เป็น High(1) หรือ Low(0) ออกทาง Outputs(P1.0 – P13.0) เพื่อสั่งการรีเลย์ทั้ง 4 ตัว

รูปที่ 3.3 หลักการทำงานของ Arduino Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 รีเลย์ : 4 หน้าสัมผัส (Relays : 4 Channel)

รูปที่ 3.4 Relays : 4 Channel

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของ Relays : 4 Channel

Power	+5VDC
Output Relays	SPDT 4 Channel
Electrical Control	DC maximum 30VDC 10A and AC maximum 250VAC 10A
Control Input Signal Level	TTL
Signal Condition	Active Low
Indication LED's	Relay output status
Hole Board Mounting	3mm
Size (L x W x H)	77 x 55 x 20 mm

หลักการทำงานของ Relays : 4 Channel

- เนื่องจากเป็นอุปกรณ์แบบ Passive จึงต้องมีการจ่ายไฟเลี้ยง +5VDC Inputs(IN1 – IN4) รับสัญญาณดิจิตอลจาก outputs ของคอนโทรลเลอร์ รีเลย์ทำการประมวลผลสัญญาณ digital เป็น High(1) หรือ Low(0) ถ้าเป็น High(1) จะทำงานในสถานะ "ON" หรือเป็น Low(0) จะทำงานในสถานะ "OFF"

รูปที่ 3.5 หลักการทำงานของ Relays : 4 Channel

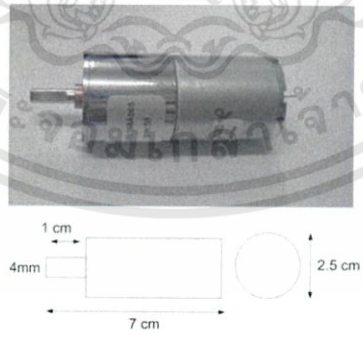
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า +12 VDC : แบบเฟือง (Motor Gear +12VDC)

รูปที่ 3.6 Motor Gear +12VDC

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของ Motor Gear +12VDC

Generation	ZGA25 (2005)
Length	About 7 cm (+/- 1 cm)
Diameter	2.5 cm
Axis	4 mm
Current	No test
Load	About 2-3 kg
Speed (rpm)	5, 10,15, 20, 30, 50, 100,150, 200, 300 rpm

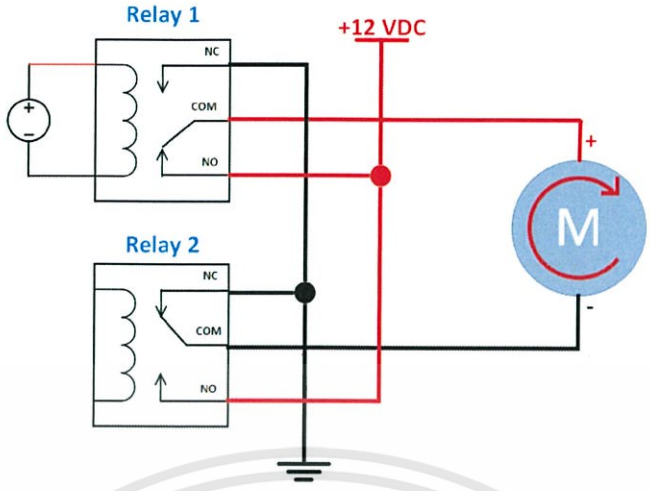


รูปที่ 3.7 ขนาดของมอเตอร์เกียร์ +12VDC

หลักการทำงานของ Motor Gear +12VDC

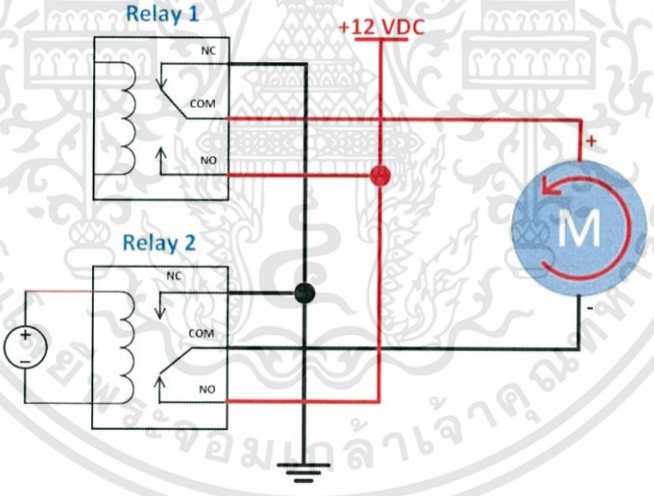
- เมื่อรีเลย์ตัวที่ 1 ทำงานในสถานะ “ON” และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงานในสถานะ “OFF” มอเตอร์จะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ในทิศตามเข็มนาฬิกา

- เมื่อรีเลย์ตัวที่ 1 ทำงานในสถานะ “OFF” และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงานในสถานะ “ON” มอเตอร์จะหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ในทิศทวนเข็มนาฬิกา

รูปที่ 3.10 หลักการทำงานของ Motor Gear +12VDC

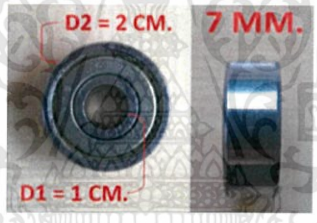
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ตลับลูกปืน (Bearings)

รูปที่ 3.11 ตลับลูกปืน

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของ Bearings

Inside diameter (D1)	1 cm
Outside diameter (D2)	2 cm
Thickness	7 mm



รูปที่ 3.12 ขนาดของตลับลูกปืน

หลักการทำงานของ Bearings

- รับแรงขับเคลื่อนจากสายพาน (ทำหน้าที่เป็นส่วนล้อ) และเชื่อมต่อเข้ากับแกนเพลา

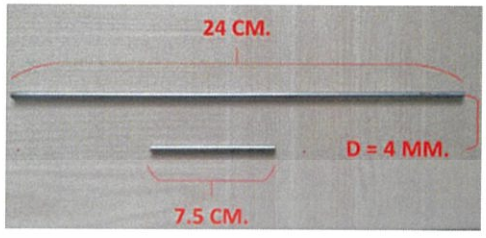
3.2.5 แกนเพลา (Axis)

รูปที่ 3.13 แกนเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 คุณสมบัติของ Axis

Length	7.5,24 cm
Diameter	4 mm



รูปที่ 3.14 ขนาดของแกนเพลา

หลักการทำงานของ Axis

- รับแรงขับเคลื่อนจากตลับลูกปืน (ทำหน้าที่เป็นตัวแกนยึดตลับลูกปืนและเฟืองแบบตรง)

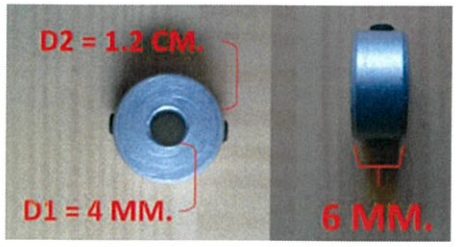
3.2.6 ข้อต่อเพลา (Bolt Axis)

รูปที่ 3.15 ข้อต่อเพลา

ตารางที่ 3.6 คุณสมบัติของ Bolt Axis

Inside diameter (D1)	4 mm
Outside diameter (D2)	1.2 cm
Thickness	6 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ขนาดของข้อต่อเพลา

หลักการทำงานของ Bolt Axis

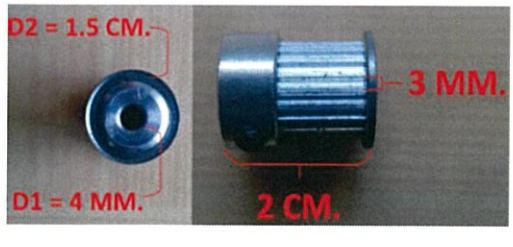
- รับแรงขับเคลื่อนจากเฟืองแบบตรง (ทำหน้าที่ยึดแกนเพลาให้อยู่กับที่)

3.2.7 เฟืองสายพาน : เฟืองตรง (Gears)

รูปที่ 3.17 เฟืองสายพาน

ตารางที่ 3.7 คุณสมบัติของ Gears

Inside diameter (D1)	4 mm
Outside diameter (D2)	1.5 cm
Length	2 cm
Teeth Distance	3 mm



รูปที่ 3.18 ขนาดของเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของ Gears

- รับแรงขับเคลื่อนจากมอเตอร์ (ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน)

3.2.8 สายพาน (Belts)

รูปที่ 3.19 สายพาน

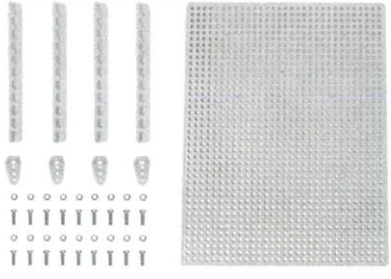
ตารางที่ 3.8 คุณสมบัติของ Belts

Compass	25 cm
Teeth Distance	3 mm

หลักการทำงานของ Belts

- รับแรงขับจากเฟืองสายพาน (ทำหน้าที่เป็นส่วนล้อแบบสายพาน) และส่งแรงขับให้กับตลับลูกปืน

3.2.9 ชุดแผ่นเพลทอเนกประสงค์ (Versatile Collection Plate)

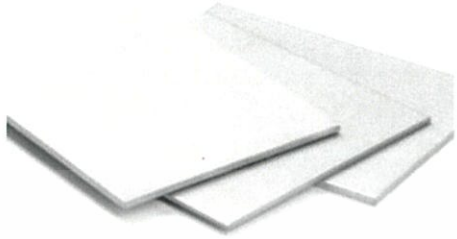


รูปที่ 3.20 ชุดแผ่นเพลทอเนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย

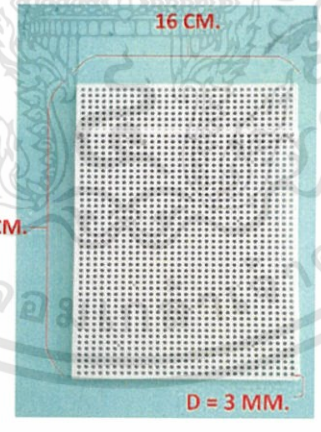
1. แผ่นเพลท (Plate)



รูปที่ 3.21 แผ่นเพลท

ตารางที่ 3.9 คุณสมบัติของ Plate

Length	25 cm
Width	16 cm
Diameter	3 mm
Thickness	3.5 mm



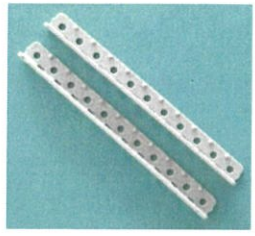
รูปที่ 3.22 ขนาดของแผ่นเพลท

หลักการทำงานของ Plate

- เป็นฐานรองรับอุปกรณ์และโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เบ้าแกนเพลา : แนวแกน X (Axis X Socket)



รูปที่ 3.23 เบ้าแกนเพลาแบบแนว X

ตารางที่ 3.10 คุณสมบัติของ Axis X Socket

Length	11 cm
Diameter	3 mm

รูปที่ 3.24 ขนาดของเบ้าแกนเพลาแนวแกน X

หลักการทำงานของ Axis X Socket

- เป็นรูรองรับแกนเพลา

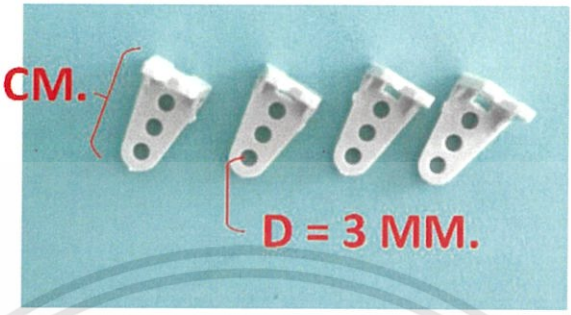
3. เบ้าแกนเพลา : แนวแกน Y (Axis Y Socket)

รูปที่ 3.25 เบ้าแกนเพลาแนวแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 คุณสมบัติของ Axis Y Socket

Height	2 cm
Diameter	3 mm



รูปที่ 3.26 ขนาดของเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y

หลักการทำงานของ Axis Y Socket

- เป็นรูรองรับแกนเพลา

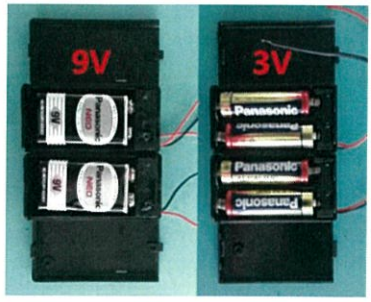
3.2.10 ถ่านไฟฉาย : อัลคาไลน์ (Alkaline)

รูปที่ 3.27 ถ่านอัลคาไลน์

ตารางที่ 3.12 คุณสมบัติของ Alkaline

Voltage	9V,1.5V
Current	No test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 ขนาดของถ่านอัลคาไลน์

หลักการทำงานของ Alkaline

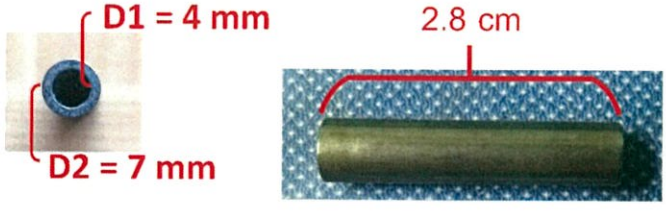
- เป็นแหล่งพลังงานของมอเตอร์และหุ่นยนต์

3.2.11 เหล็กแท่ง : กลวง (Hollow)

รูปที่ 3.29 เหล็กแท่ง

ตารางที่ 3.13 คุณสมบัติของ Hollow Steel

Length	2.8 cm
Inside diameter	4 mm
Outside diameter	7 mm



รูปที่ 3.30 ขนาดของเหล็กแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

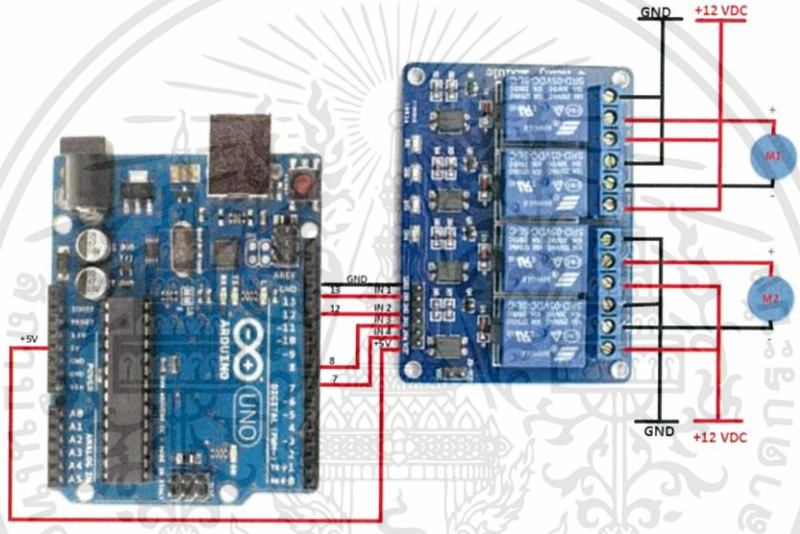
หลักการทำงานของ Hollow Steel

- เป็นตัวกั้นระหว่าง Socket Axis Y กับแผ่นเพลทให้มีระยะห่างกัน

3.3 ขั้นตอนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบ

3.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1. เชื่อมต่ออุปกรณ์ดังรูปที่ 3.31



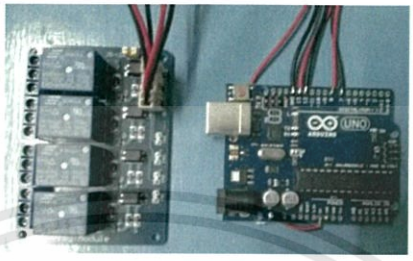
รูปที่ 3.31 การเชื่อมต่อ ARDUINO Board : UNO R3 กับ Relays : 4 Channel และ Motor Gear +12VDC

- ขั้นตอนที่ 1 ทำการบัดกรีสายไฟเข้ากับพอร์ต +5V , Ground , P13.0 , P12.0 , P8.0 และ P7.0 ของ ADRUINO Board ดังรูปที่ 3.32

รูปที่ 3.32 การบัดกรีสายไฟเข้ากับ ADRUINO Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้นตอนที่ 2 ทำการต่อสายไฟจาก ADRUINO Board เข้ากับ Relays : 4 Channel โดย P13.0 ต่อกับ IN1 , P12.0 ต่อกับ IN2 , P8.0 ต่อกับ IN3 , P7.0 ต่อกับ IN 4 และพอร์ต +5V กับ Ground ของ ADRUINO Board ต่อเข้ากับ +5V กับ Ground ของ Relays : 4 Channel ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 การเชื่อมต่อ ADRUINO Board เข้ากับ Relays : 4 Channel

- ขั้นตอนที่ 3 ทำการบัดกรีสายไฟเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.34

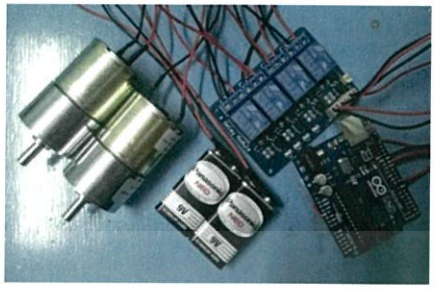
รูปที่ 3.34 การบัดกรีสายไฟเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของมอเตอร์

- ขั้นตอนที่ 4 ทำการต่อสายไฟเข้าแหล่งจ่ายไฟ ดังรูปที่ 3.35

รูปที่ 3.35 การต่อสายไฟเข้าแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

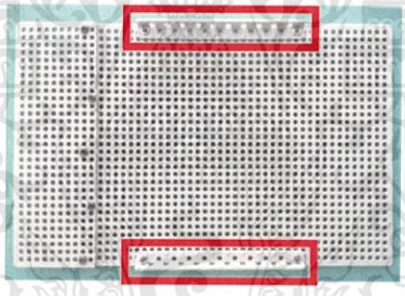
- ขั้นตอนที่ 5 ทำการเชื่อมต่อมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟเข้ากับ Relays : 4 Channel ดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 การเชื่อมต่อมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟเข้ากับ Relays : 4 Channel

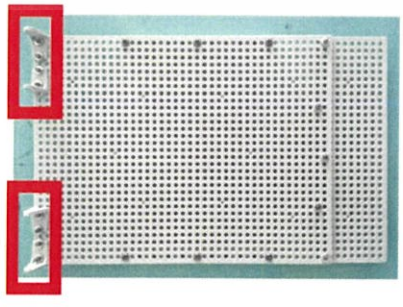
3.4 ขั้นตอนการประกอบตัวหุ่นยนต์

1. ทำการประกอบเบ้าแกนเพลาแนวแกน X เข้ากับด้านหลังของแผ่นเพลท ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 การประกอบเบ้าแกนเพลาแนวแกน X ลงบนแผ่นเพลท

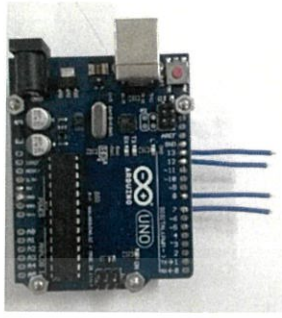
2. ทำการประกอบเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y เข้ากับด้านหน้าของแผ่นเพลท ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 การประกอบเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y ลงบนแผ่นเพลท

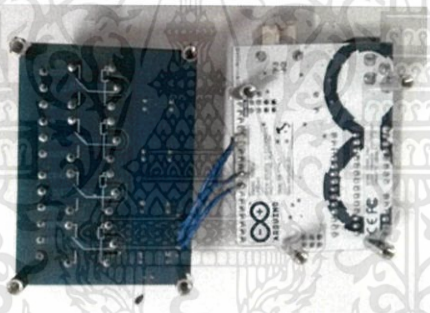
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับบอร์ด Arduino ด้วยการบัดกรี ดังรูปที่ 3.39



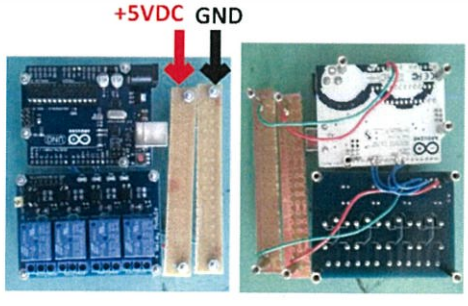
รูปที่ 3.39 การเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับบอร์ด Arduino

4. ทำการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับ Relays ด้วยการบัดกรีตามรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับ Relays

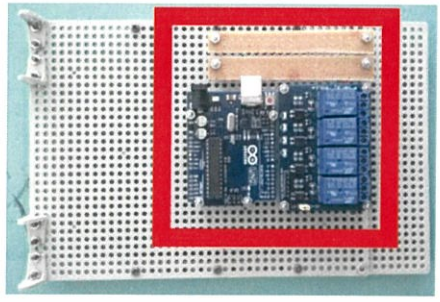
5. ทำการเชื่อมต่อแผ่นวงจร +5V และ Ground เข้ากับพอร์ท +5V และ Ground ของบอร์ด Arduino และ Relays ด้วยการบัดกรีกับสายไฟ ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 การเชื่อมต่อแผ่นวงจรเข้ากับบอร์ด Arduino และ Relays

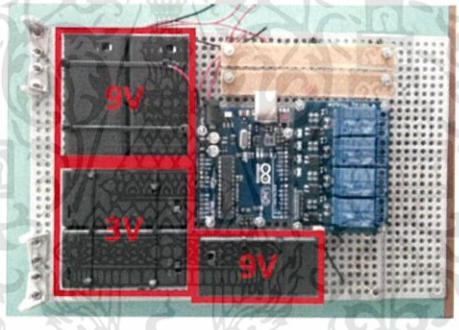
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการประกอบอุปกรณ์ในข้อ 5 ลงบนแผ่นเพลท ดังรูปที่ 3.42



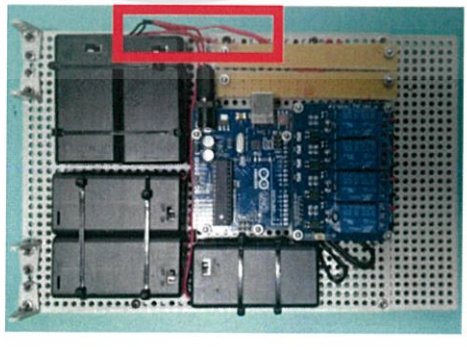
รูปที่ 3.42 การประกอบอุปกรณ์ในข้อ 5 ลงบนแผ่นเพลท

7. ทำการประกอบถ่านอัลคาไลน์ 9V และ 3V เข้ากับแผ่นเพลท ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 การประกอบถ่านอัลคาไลน์เข้ากับแผ่นเพลท

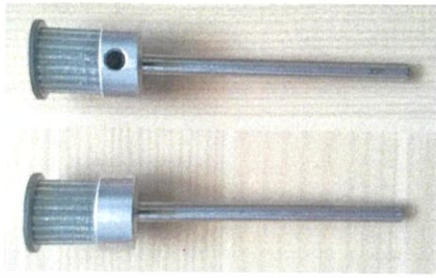
8. ทำการเชื่อมต่อถ่านอัลคาไลน์แบบอนุกรมด้วยการบัดกรี ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 การเชื่อมต่อถ่านอัลคาไลน์แบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำการประกอบแกนเพลา 7.5 cm เข้ากับเฟืองสะพาน ดังรูปที่ 3.45

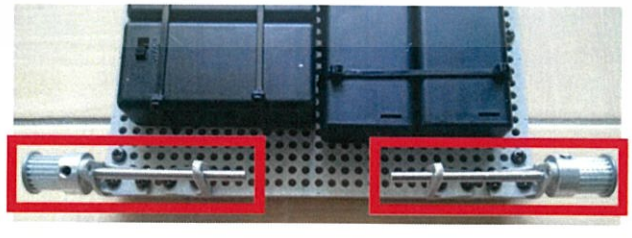


รูปที่ 3.45 การประกอบแกนเพลา 7.5 cm เข้ากับเฟืองสะพาน

10. ทำการประกอบเฟืองสะพานเข้ากับมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.46

รูปที่ 3.46 การประกอบเฟืองสะพานเข้ากับมอเตอร์

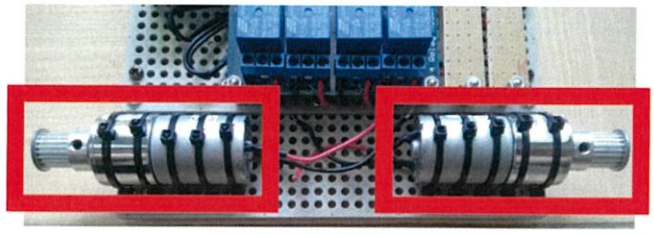
11. ทำการประกอบอุปกรณ์ในข้อที่ 9 เข้ากับเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y ที่ยึดอยู่กับแผ่นเพลท ดังรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.47 การประกอบอุปกรณ์ในข้อที่ 9 เข้ากับเบ้าแกนเพลาแนวแกน Y

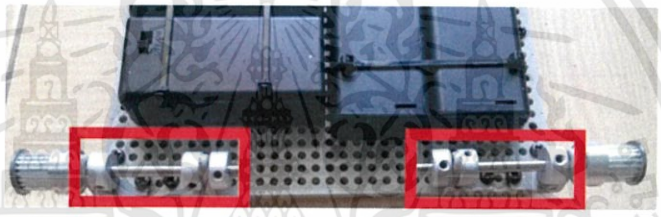
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ทำการประกอบอุปกรณ์ในข้อที่ 10 ลงบนแผ่นเพลทด้วย Cable tile ดังรูปที่ 3.48



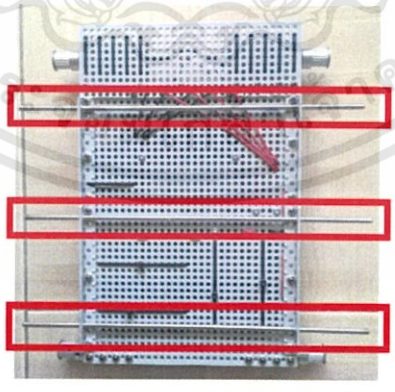
รูปที่ 3.48 การประกอบอุปกรณ์ในข้อที่ 10 ลงบนแผ่นเพลท

13. ทำการประกอบข้อต่อเพลาเข้ากับแกนเพลาในข้อที่ 11 ดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 การประกอบข้อต่อเพลาเข้ากับแกนเพลา

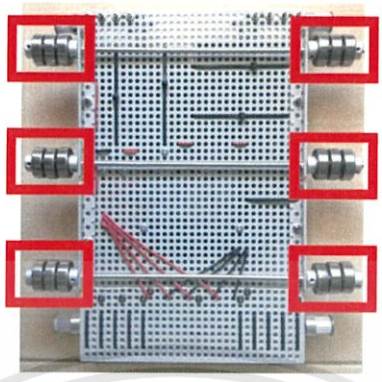
14. ทำการประกอบแกนเพลา 24 cm เข้ากับเบ้าแกนเพลาแนวแกน X ที่ยึดอยู่กับแผ่นเพลท ดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 การประกอบแกนเพลา 24 cm เข้ากับเบ้าแกนเพลาแนวแกน X

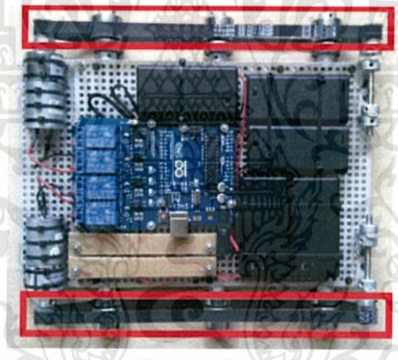
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ทำการประกอบตลับลูกปืนและข้อต่อเพลาเข้ากับแกนเพลา 24 cm ดังรูปที่ 3.51



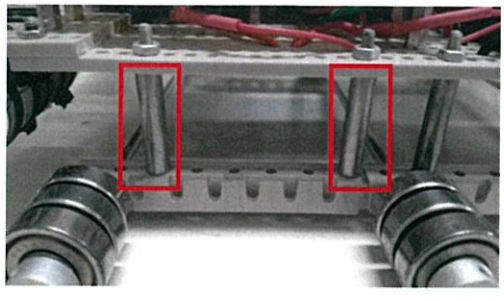
รูปที่ 3.51 การประกอบตลับลูกปืนและข้อต่อเพลาเข้ากับแกนเพลา 24 cm

16. ทำการประกอบสายพานเข้ากับตัวหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 3.52



รูปที่ 3.52 การประกอบสายพานเข้ากับตัวหุ่นยนต์

17. ทำการประกอบแกนเหล็กกลวงเข้ากับตัวหุ่นยนต์ดังรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 การประกอบแกนเหล็กกลวงเข้ากับตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมอัตโนมัติสำหรับหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อสำหรับในงานวิจัยนี้สามารถเคลื่อนที่ได้สองลักษณะด้วยกัน คือ

1. เคลื่อนที่ไปด้านหน้า (Forward)

2. เคลื่อนที่ไปด้านหลัง (Reverse)

ซึ่งจะทำให้ต้องมีการเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมขึ้นมา 2 ชุดคำสั่ง ดังนี้

3.5.1 ชุดคำสั่งเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลัง

Forward

```
void setup()
{
pinMode(12,OUTPUT);
pinMode(8,OUTPUT);
}

void loop()
{
digitalWrite(12,HIGH);
digitalWrite(8,HIGH);
delay(5000);
digitalWrite(12,LOW);
digitalWrite(8,LOW);
delay(60000);

}
```

Reverse

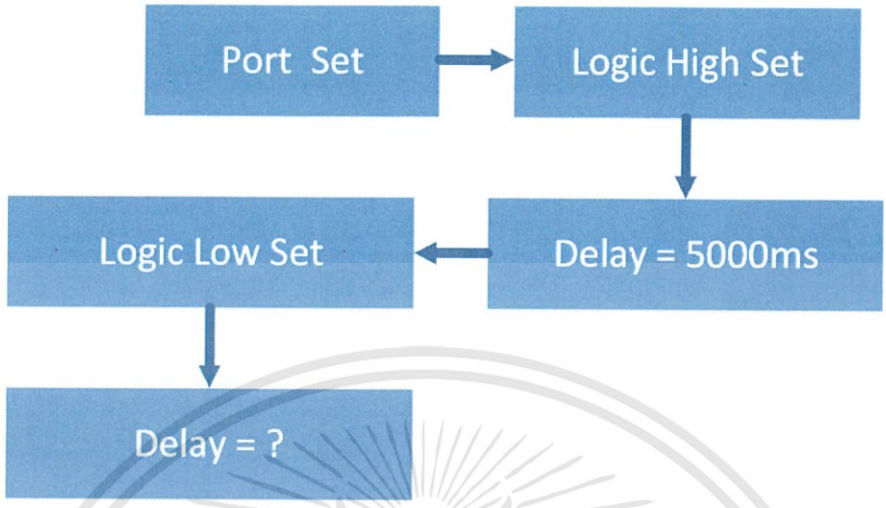
```
void setup()
{
pinMode(13,OUTPUT);
pinMode(7,OUTPUT);
}

void loop()
{
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(7,HIGH);
delay(5000);
digitalWrite(13,LOW);
digitalWrite(7,LOW);
delay(1000);
}
```

รูปที่ 3.54 ชุดคำสั่งเคลื่อนที่ไปด้านหน้า(Forward) และด้านหลัง(Reverse)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 แผนผังและหลักการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.55 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม

หลักการทำงานของโปรแกรม

1. กำหนดพอร์ทขาเอาท์พุท 2 พอร์ท โดยกำหนดให้พอร์ท 12 กับพอร์ท 8 เป็นเอาท์พุทของชุดคำสั่งเคลื่อนที่ไปด้านหน้า และพอร์ท 13 กับพอร์ท 7 เป็นเอาท์พุทของชุดคำสั่งเคลื่อนที่ไปด้านหลัง

2. กำหนดเอาท์พุทเป็นลอจิก high และดีเลย์เป็น 5000 มิลลิวินาที เพื่อหยุดการทำงานของรีเลย์เป็นเวลา 5 วินาที

3. กำหนดเอาท์พุทเป็นลอจิก Low และดีเลย์ เพื่อสั่งการให้รีเลย์ทำงานในระยะเวลาที่กำหนดไว้ในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดลองของหุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่มีสายพานจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

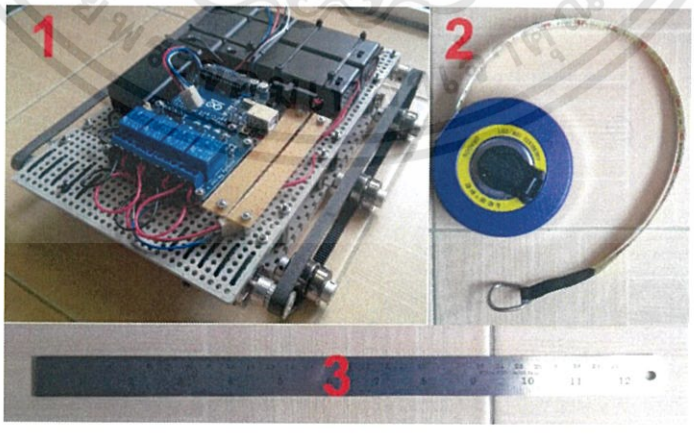
ตอนที่ 1 การทดสอบและการวิเคราะห์ระยะทางการเคลื่อนไปด้านหน้าของตัวหุ่นยนต์ตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป (Forward)

ตอนที่ 2 การทดสอบและการวิเคราะห์ระยะทางการเคลื่อนไปด้านหลังของตัวหุ่นยนต์ตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป (Reverse)

4.1 วิธีการทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่มีสายพาน
2. ตลับเมตรแบบม้วนเก็บได้ยาว 10 m.
3. ไม้บรรทัดเหล็กยาว 30 cm.
4. คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม Sketch สำหรับ Arduino

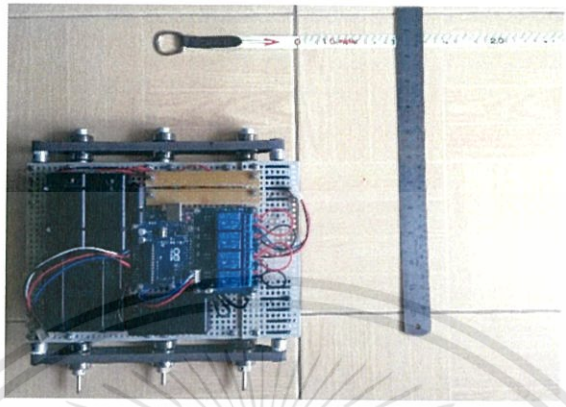


รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตรวจจับ

1. ติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 รูปแบบการทดลอง

2. กำหนดด้านหน้าและด้านหลังของตัวหุ่นยนต์ตรวจจับดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ด้านหน้าและด้านหลังของตัวหุ่นยนต์

3. กำหนดระยะเวลาการเคลื่อนของตัวหุ่นยนต์เป็น 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 15 , 20 , 25 , 30 , 35 , 40 , 45 , 50 , 55 และ 60 หน่วยเป็นวินาที

4. ทำการอัพโหลดโค้ดโปรแกรมและเปลี่ยนระยะเวลาการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อที่ 3

5. ทำการวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้

6. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 4 ถึง 6 อีก 4 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์

4.2 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ในแบบเคลื่อนที่ไปด้านหน้า

4.2.1 ผลการทดลองแบบเคลื่อนที่ไปด้านหน้า

ตารางที่ 4.1 ระยะทางการเคลื่อนที่แบบไปด้านหน้าตามการทดลอง

Times(s)	Distance(cm)					Average
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
1	10.00	10.0	10.00	10.00	10.00	10.00
2	20.20	20.30	20.40	20.30	20.20	20.28
3	30.20	30.20	30.30	30.20	30.40	30.26
4	41.60	41.20	40.80	41.40	40.80	41.16
5	53.80	54.60	54.40	54.00	54.80	54.32
6	64.00	64.60	63.80	64.40	64.60	64.28
7	76.40	77.00	77.20	77.00	77.60	77.04
8	87.40	87.60	88.00	88.20	87.60	87.76
9	94.80	95.20	95.00	95.60	95.20	95.16
10	107.60	106.80	107.00	107.40	107.00	107.16
15	161.40	161.30	161.80	160.80	161.20	161.30
20	219.20	219.60	219.20	219.80	220.00	219.56
25	271.20	270.80	270.60	271.00	270.40	270.80
30	320.80	321.40	321.20	321.60	320.80	321.16
35	374.80	375.00	375.20	374.80	375.00	374.96
40	429.00	428.60	429.20	428.80	428.20	428.76
45	473.80	473.80	474.20	474.00	474.20	474.00
50	523.40	523.80	524.00	524.20	523.80	523.84
55	573.60	573.20	573.80	574.20	574.00	573.76
60	624.00	624.60	624.20	624.00	624.80	624.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (s) กับระยะทาง (cm) แบบไปด้านหน้า

การวิเคราะห์ผลการคำนวณจากตารางที่ 4.1 และกราฟแสดงความสัมพันธ์

จากสมการ $V = \frac{S}{t}$

เมื่อ V คือ ความเร็ว (m/s)

S คือ ระยะทาง (m)

t คือ เวลา (s)

ตัวอย่างการคำนวณความเร็วของตัวหุ่นยนต์ที่ได้จากการทดลอง

$$V = \frac{10.00\ \text{cm}}{1\ \text{s}} = 10\ \text{cm/s} = 0.1\ \text{m/s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากการคำนวณแสดงให้ทราบว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยความเร็ว 10 cm/s หรือ 0.1 m/s

- จากกราฟแสดงความสัมพันธ์มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 10.478 cm/s หรือ 0.10478 m/s และกราฟมีลักษณะเป็นเชิงเส้น

- จากค่าความชันที่ได้จากกราฟและค่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณซึ่งสังเกตได้ว่าค่าทั้งสองมีค่าไม่เท่ากันซึ่งค่าจากการคำนวณอยู่ที่ 10 cm/s และจากค่าความชันอยู่ที่ประมาณ 10.478 cm/s

4.3 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ในแบบเคลื่อนที่ไปด้านหลัง

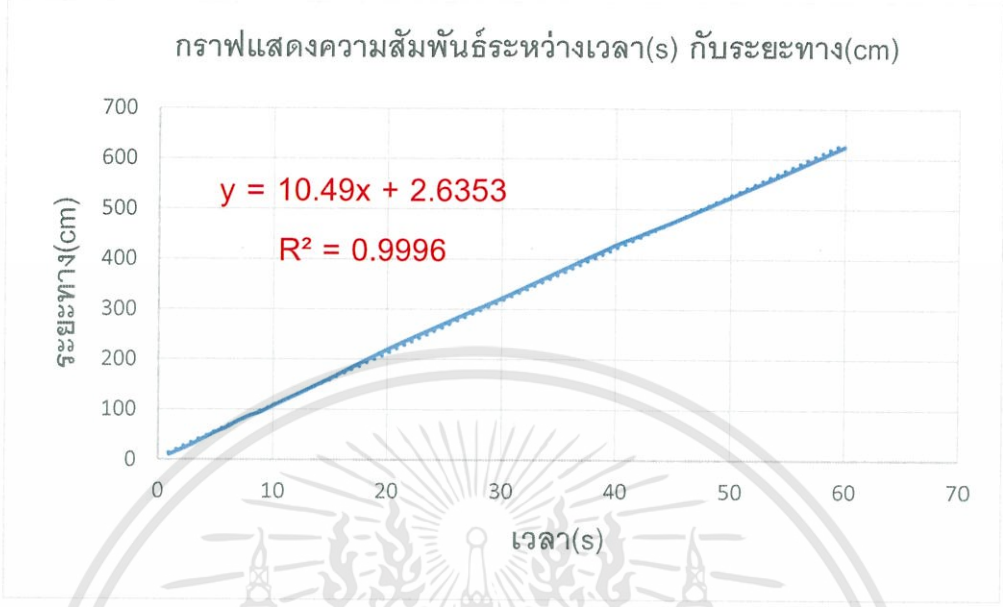
4.3.1 ผลการทดลองแบบเคลื่อนที่ไปด้านหลัง

ตารางที่ 4.2 ระยะทางการเคลื่อนที่แบบไปด้านหลังตามการทดลอง

Times(s)	Distance(cm)					Average
	1	2	3	4	5	
1	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2	19.80	20.00	20.00	19.80	19.80	19.88
3	29.80	29.80	30.00	30.20	30.20	30.00
4	42.00	42.00	42.20	42.20	41.80	42.04
5	54.40	54.00	54.40	54.40	54.00	54.24
6	64.20	64.00	64.00	64.20	64.20	64.12
7	77.20	77.00	77.00	77.00	76.40	76.92
8	88.00	87.60	87.40	87.40	87.60	87.60
9	95.80	95.40	95.20	95.20	95.20	95.36
10	106.80	107.40	107.20	107.00	107.60	107.20
15	161.00	161.80	161.40	161.80	161.80	161.56
20	219.60	219.60	219.20	219.40	219.20	219.40
25	270.40	270.40	270.80	271.20	270.60	270.68
30	322.00	322.20	322.00	321.80	322.20	322.04
35	375.20	375.60	375.20	375.80	375.20	375.40
40	429.20	428.80	428.60	428.20	428.40	428.64
45	474.80	475.20	474.80	474.40	474.20	474.68
50	525.20	524.80	525.00	524.60	524.40	524.80
55	574.40	573.80	573.60	574.20	574.00	574.00
60	624.80	625.20	625.40	624.80	625.00	625.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (s) กับระยะทาง (cm) แบบไปด้านหลัง

การวิเคราะห์ผลการคำนวณจากตารางที่ 4.2 และกราฟแสดงความสัมพันธ์

จากสมการ $$V = \frac{S}{t}$$

เมื่อ V คือ ความเร็ว (m/s)

S คือ ระยะทาง (m)

t คือ เวลา (s)

ตัวอย่างการคำนวณความเร็วของตัวหุ่นยนต์ที่ได้จากการทดลอง

$$V = \frac{10.00\ \text{cm}}{1\ \text{s}} = 10\ \text{cm/s} = 0.1\ \text{m/s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากการคำนวณแสดงให้ทราบว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยความเร็ว 10 cm/s หรือ 0.1 m/s

- จากกราฟแสดงความสัมพันธ์มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 10.490 cm/s หรือ 0.10490 m/s และกราฟมีลักษณะเป็นเชิงเส้น

- จากค่าความชันที่ได้จากกราฟและค่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณซึ่งสังเกตได้ว่าค่าทั้งสองมีค่าไม่เท่ากันซึ่งค่าจากการคำนวณอยู่ที่ 10 cm/s และจากค่าความชันอยู่ที่ประมาณ 10.49 cm/s

4.4 การเปรียบเทียบระยะทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4.4.1 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของหุ่นยนต์

จากสูตร $\text{Relative Error} = \frac{X_R - X_F}{X_R}$

โดยที่

X_F คือ ค่าความชันของการเคลื่อนที่ไปด้านหน้า

X_R คือ ค่าความชันของการเคลื่อนที่ไปด้านหลัง

การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน

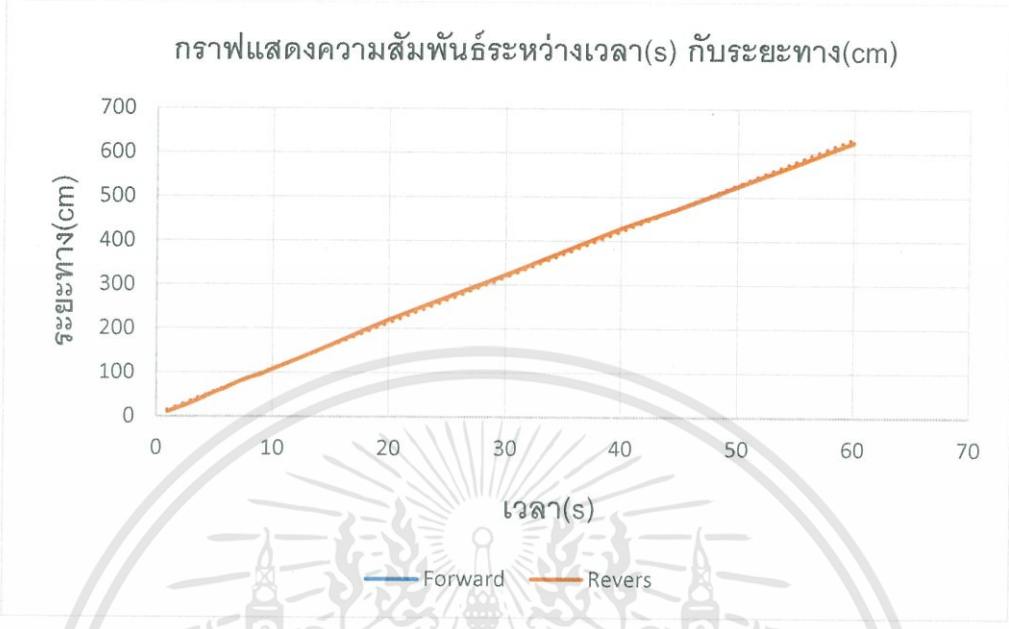
$$\text{Relative Error} = \frac{10.490 - 10.478}{10.490} = 0.00114$$

$$\% \text{ Error} = 0.00114 \times 100\% = 0.114\%$$

- จากการคำนวณทำให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนของหุ่นยนต์ คือ 0.114% ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ว่าการเคลื่อนที่แบบไปด้านหน้าและด้านหลังนั้นค่อนข้างที่จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบผลการทดลอง



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบผลการทดลอง

- จากกราฟแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบผลการทดลองทั้งแบบเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลังซึ่งได้กราฟเป็นแบบเชิงเส้นและกราฟทั้งสองเส้นเป็นเส้นเดียวกันสามารถระบุได้ถึงความแม่นยำในการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลังที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบจากการวัดและวิเคราะห์

การสรุปผลการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

1) ฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์ (Robot Hardware)

2) ฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ของระบบอัตโนมัติ (Automatic System of Hardware and Software)

3) การทดสอบหุ่นยนต์โดยการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลัง (Forward and Reverse of Motion by Experiment Robot)

ตอนที่ 1 ฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์ (Robot Hardware)

รูปที่ 5.1 หุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่มีสายพาน

Name : Palmer Machine 1

Class : Belts Wheels

System : Automatic By Times Function Control

จากรูปที่ 5.1 แสดงโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์ตรวจจับแบบล้อที่มีสายพานซึ่งประกอบไปด้วยสายพาน,เฟืองและตลับลูกปืนทำหน้าเป็นส่วนล้อของหุ่นยนต์ มอเตอร์,บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเลย์และแบตเตอรี่ทำหน้าที่เป็นส่วนระบบอัตโนมัติ ความกว้างของตัวหุ่นเท่ากับ 16 cm. และความยาวของตัวหุ่นยนต์เท่ากับ 25 cm. น้ำหนักของตัวหุ่นยนต์ประมาณ 1 Kg. แบตเตอรี่สามารถใช้ทำการทดลองการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ได้สูงสุดประมาณ 3 ชั่วโมงต่อแบตเตอรี่ 1 ก้อน ลักษณะภายนอกของตัวหุ่นยนต์นั้นเหมาะสำหรับการทดลองในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งกีดขวางและยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริงเพราะทางผู้วิจัยยังคงจะต้องศึกษาและพัฒนาตัวหุ่นยนต์ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นก่อนที่นำไปใช้งานในอนาคต

ตอนที่ 2 ฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ของระบบอัตโนมัติ (Automatic System of Hardware and Software)

ฮาร์ดแวร์ของระบบอัตโนมัติของหุ่นยนต์ประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์,รีเลย์และมอเตอร์ซึ่งบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นส่วนประมวลผลสัญญาณส่งต่อให้รีเลย์ทำงาน รีเลย์ทำหน้าเป็นสวิตช์เปิดและปิดการทำงานของมอเตอร์ และมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นส่วนขับเคลื่อนให้ตัวหุ่นยนต์เคลื่อนไปด้านหน้าและด้านหลัง จากการทำงานของรีเลย์สรุปได้ว่ารีเลย์ตัวที่ 2 และ 3 ที่ต่ออยู่กับพอร์ตที่ 12 และ 8 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามลำดับ เมื่อทำงานในสถานะ "ON" จะทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้า รีเลย์ตัวที่ 1 และ 4 ที่ต่ออยู่กับพอร์ตที่ 13 และ 7 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามลำดับ เมื่อทำงานในสถานะ "ON" จะทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหลัง ส่วนของซอฟแวร์ที่เขียนขึ้นมาใช้ในระบบนี้เป็นดังรูปที่ 3.54 และ 3.55 ในบทที่ 3 ซึ่งเป็นรูปแบบเดียวกันกับการเขียนคำสั่งไฟกระพริบของ LED เพราะบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สัญญาณในการประมวลผลที่ระดับ TTL (Transistor – Transistor Logic) ด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้รีเลย์มาทำหน้าที่เป็นสวิตช์ได้โดยตรงโดยที่ไม่ต้องทำการต่อวงจร ACD (Analog Digital Converter Circuit) เพราะรีเลย์ก็ทำงานในระดับสัญญาณ TTL ด้วยเช่นกัน

ตอนที่ 3 การทดสอบหุ่นยนต์โดยการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลัง (Forward and Reverse of Motion by Experiment Robot)

1) ระยะทางการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลังเฉลี่ยจะอยู่ที่ 10 cm/s ทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ในช่วงเวลาที่เพิ่มมากขึ้นจากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 แสดงให้เห็นถึงระยะทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ทั้งไปด้านหน้าและด้านหลังเพิ่มขึ้นประมาณ 10 cm/s ทำให้สามารถคำนวณหาค่าความเร็วของตัวหุ่นยนต์ได้ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 cm/s หรือ 0.1 m/s

2) ค่าความชันของกราฟทั้งสองตอนมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.114% ถือได้ว่าเป็นค่าที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยมากจึงทำการสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลังของตัวหุ่นยนต์มีระยะทางการเคลื่อนที่ใกล้เคียงกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) จากค่าความชันที่ได้จากกราฟทั้งสองมีค่าประมาณ 10.5 cm/s และค่าความเร็วที่ได้ที่การคำนวณในเวลา 1 s มีค่าเท่ากับ 10 cm/s ซึ่งมีค่าไม่ตรงกัน สามารถสรุปได้ว่าหุ่นยนต์ไม่ได้เคลื่อนที่ที่ความเร็ว 10 cm/s แต่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10.5 cm/s เพราะถ้าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 cm/s ที่เวลา 60 s จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 หุ่นยนต์จะต้องเคลื่อนที่ไปได้ประมาณ 600 cm หรือ 6 m เท่านั้น แต่จากการทดลองได้ผลออกมาเป็น 630 cm หรือ 6.3 m โดยประมาณทั้งสองการทดลอง จึงทำการสรุปได้ว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10.5 cm/s

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

1) ในระหว่างที่ทำการทดลองหุ่นยนต์เคลื่อนที่เอียงไปด้านข้าง เนื่องจากสายพานได้ส่ายไปมาในแนวแกน X ไม่หยุดนิ่งกับที่ส่งผลให้ระยะทางการเคลื่อนที่คลาดเคลื่อนไป

2) หุ่นยนต์ตัวนี้ไม่ได้ทำการติดตั้งตัวเซนเซอร์อัลตร้าโซนิค เนื่องจากแบตเตอรี่ที่ใช้เป็นถ่าน 9V ประมาณ 350 mA ไฟเลี้ยงไม่เพียงพอที่จะทำให้เซนเซอร์ทำงานได้เพราะถ่านได้ต่อเข้ากับบอร์ด Arduino และรีเลย์ ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองนี้ใช้กระแสไฟฟ้ามากพอสมควร

3) หุ่นยนต์ไม่สามารถปรับอัตราเร็วของมอเตอร์ได้ เนื่องจากสวิตช์ที่ใช้เป็นรีเลย์ซึ่งถ้ารีเลย์ทำงานในช่วงเวลาเป็นมิลลิวินาทีจะให้เกิดการเปิดปิดอย่างรวดเร็วทำให้เกิดความร้อนกับตัวรีเลย์และเสื่อมประสิทธิภาพลงได้

4) หุ่นยนต์ยังไม่สามารถใช้งานได้จริง เนื่องจากการออกแบบและวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการประกอบตัวหุ่นยนต์ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำได้แค่ทำการทดสอบประสิทธิภาพตัวหุ่นยนต์ได้เท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) สายพานควรมีความกว้างให้มากขึ้น เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้นในพื้นผิวที่ไม่ใช่พื้นเรียบ

2) แบตเตอรี่ควรมีกระแสเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่า เพื่อทำให้เซนเซอร์ทำงานและใช้งานได้นานมากขึ้น

3) ระบบฮาร์ดแวร์ที่ได้นำมาใช้ในตัวหุ่นยนต์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับในโรงงานอุตสาหกรรมในด้านการเปิดและปิดเครื่องจักร ระบบไฟฟ้าในอาคาร เป็นต้น

4) ควรทำการออกแบบระบบฮาร์ดแวร์และโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์ให้สามารถใช้งานได้จริงในอนาคต เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการนำความรู้ไปต่อยอดและนำหุ่นยนต์ไปใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] [Online].Available: http://www.psptech.co.th/มอเตอร์ไฟฟ้า

[2] [Online].Available: http://www.psptech.co.th/รีเลย์

[3] [Online].Available: http://www.thaieasyelec.com/article- wiki/basic-electronics/Arduino

[4] [Online].Available: http://www.kme.co.th/sensorตรวจจับ

[5] [Online].Available: http://wmcclaguage.blogspot.com/ภาษาซี

[6] [Online].Available: http://engineerknowledge.blogspot.com/ชนิดของเฟือง

[7] [Online].Available: http://www.supradit.com/โลหะแผ่น

[8] [Online].Available: http://rubber.oie.go.th/สายพาน

[9] [Online].Available: http://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/arduino

[10] [Online].Available: http://www.semi-shop.com/ motor ZGA37 (2013)

[11] [Online].Available: http://www.thaieasyelec.com/Infraredsensor

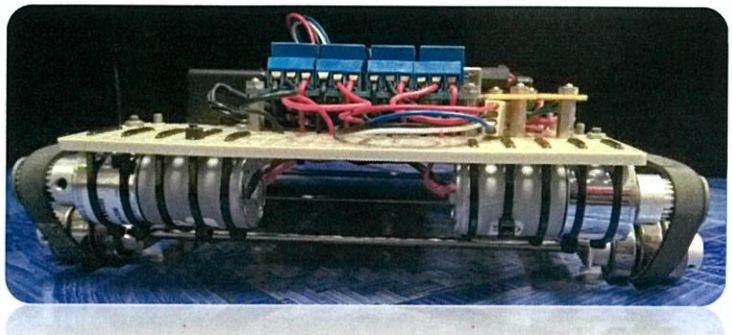
[12] [Online].Available: www.ce.kmitl.ac.th/dowload/ Infrared Sensor

[13] [Online].Available: http://www.cssckmutt.in.th/รังสี อินฟราเรด

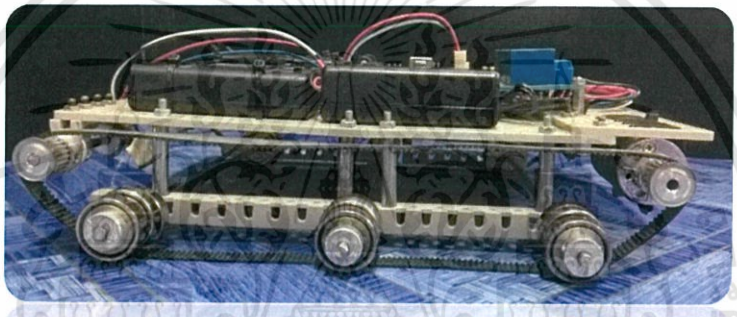
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

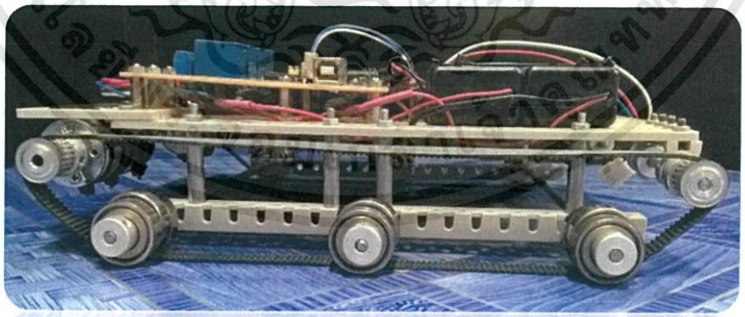
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพแสดงด้านหน้าของหุ่นยนต์

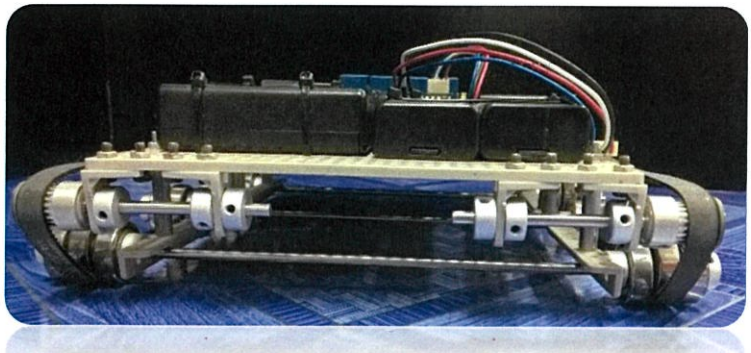


รูปภาพแสดงด้านข้างฝั่งซ้ายของหุ่นยนต์

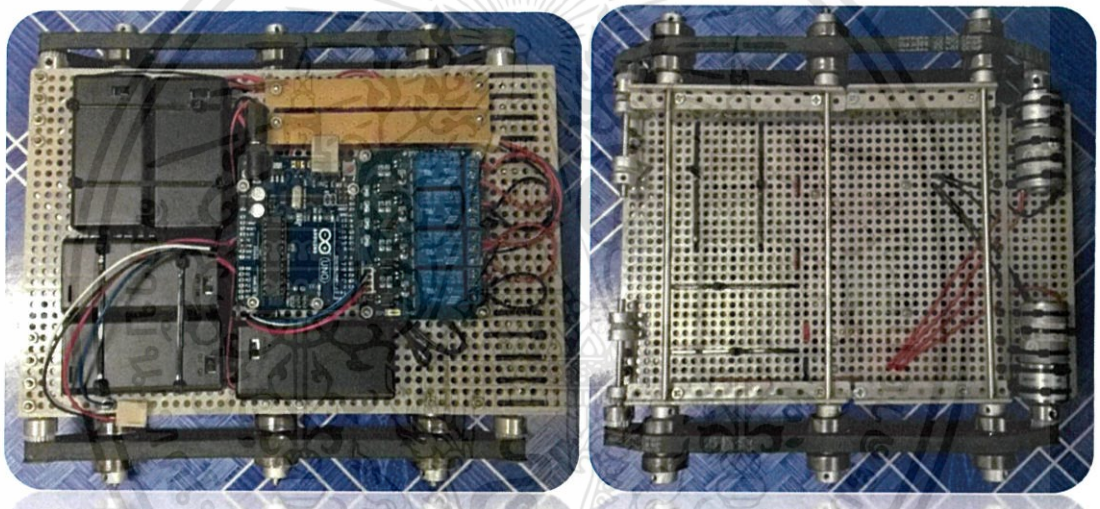


รูปภาพแสดงด้านข้างฝั่งขวาของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพแสดงด้านหลังของหุ่นยนต์



รูปภาพแสดงด้านบนของหุ่นยนต์และด้านล่างของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้