เครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

SURFING SORTER BY COLOR AND HEIGHT

นางสาวฐรรณภพ	เพชรมั่ง	รหัส 57362989
นายธณัฐพล	ม้าวิ่ง	รหัส 57363061
นายชนาธิป	ปานงาม	รหัส 57363115

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2560

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อโครงงาน เครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวฐรรณภพ เพชรมั่ง รหัส 57362989

นายธณัฐพล ม้าวิ่ง รหัส 57363061

นายชนาธิป ปานงาม รหัส 57363115

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. จิรวดี ผลประเสริฐ

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2560

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้**เป็นส่วนหนึ่งของ**การศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร. จิรวดี ผลประเสริฐ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ

(ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์)

หัวข้อโครงงาน	เครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวฐรรณภพ	เพชรมั่ง	รหัส 57362989
	นายธณัฐพล	ม้าวิ่ง	รหัส 57363061
	นายชนาธิป	ปานงาม	รหัส 57363115
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. จิรวดี	ผลประเสริฐ	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2560		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง โดยใช้บอร์ดอาดูอิโน่ Mega 2560 R3 ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานสีของกล่องที่สามารถคัดแยกได้คือ สีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง และสีขาว ความสูงที่สามารถคัดแยกได้คือ 3, 5, และ 7 เซนติเมตร โดยมีสายพานลำเลียงกล่องให้เคลื่อนที่ผ่านกระบวนการคัดแยก พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์เป็นตัวตรวจจับกล่องให้หยุดในตำแหน่งของอาร์จีบีเซนเซอร์และอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ อาร์จีบีเซนเซอร์ใช้ในการคัดแยกสีของกล่อง และอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ใช้ในการวัดความสูงของกล่อง จากนั้นกล่องที่มีสีและความสูงตามที่ต้องการจะถูกส่งผ่านสายพานลำเลียง จานรับกล่องที่ถูกควบคุมด้วยเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนมารับกล่อง จอแสดงผลแอลซีดีแสดงผลการตรวจจับสีและความสูงตามค่าที่วัดได้ จากการทดลองการทำงานเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง พบว่า มีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 3.89 เปอร์เซ็นต์

Project title	Surfing Sorter by Color and Height		
Name	Ms. Thadchaporn	Pechmung	ID. 57362989
	Mr. Thanatphon	Mawing	ID. 57363061
	Mr. Chanatip	Panngam	ID. 57363115
Project advisor	Dr. Jirawadee	Polprasert	
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2017		

.....

Abstract

This project is about to design and construct a sorter machine which is able to sort out the boxes in different color and height. This machine is controlled by Mega 2560 R3 controller. The colors of the boxes that can be classified are red, blue, green, yellow, and white. The height of the boxes is selected to be 3, 5, and 7 cm. The conveyor belt is used to move the boxes through the sorting process. When the proximity sensor detects the box, the box will be stopped at the position of the RGB sensor and ultrasonic sensor. The RGB sensor is used to detect the color of the box and the ultrasonic sensor is used to measure the height. After the box with the desired color and height is passed through the conveyor, the box receiver controlled by servo motor is moved to collect the right box. The color and height measured from sensors can be displayed on the LCD screen. The results show that the experimental error is calculated to be 3.89 percent.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงงานขอบขอบคุณดร. จิรวดี ผลประเสริฐ ที่ปรึกษาโครงงาน โดยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการจัดทำโครงงานอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงแนะนำหลักการเขียนปริญญานิพนธ์และตรวจทานแก้ไขอย่างละเอียดจนได้รับปริญญานิพนธ์เป็นรูปเล่มสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์ และดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้ดำเนินโครงงาน ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการทำโครงงานนี้และยังสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำโครงงาน ให้ยืมเครื่องมือวัดในการทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น และอำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่ในการทำงานจนกระทั่งการทดสอบต่างๆ เสร็จสิ้นลง

ขอขอบคุณรัฐบาลไทยที่จัดตั้งกองทุนให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ซึ่งช่วยสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ให้แก่นิสิตตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาตรี

รวมทั้งขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวมา ณ ที่นี้ ที่ให้คำปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาผู้อยู่เบื้องหลังแห่งความสำเร็จ ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านเกี่ยวกับการศึกษาของผู้ดำเนินโครงงาน รวมทั้งมอบความรักความเมตตา และคอยเป็นกำลังใจให้จนประสบความสำเร็จในวันนี้

ผู้ดำเนินโครงงาน

นางสาวฐธรรณภพ เพชรมั่ง

นายธณัฐพล ม้าวิ่ง

นายชนาธิป ปานงาม

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.4 แผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 4
2.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูอิโน่ 4
2.1.2 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ด Mega 2560 R3 5
2.1.3 ส่วนประกอบของบอร์ด Mega 2560 R3 6
2.1.4 โครงสร้างโปรแกรมของบอร์ดอาดูอิโน่ 7
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า 8
2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 8
2.2.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 10

2.3 มอเตอร์เซอร์โว 12

2.3.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์เซอร์โว 12

2.3.2 ระบบการทำงานของมอเตอร์เซอร์โว 13

2.4 ระบบสีอาร์จีบี 14

2.5 เซนเซอร์ 15

2.5.1 ส่วนประกอบของระบบเซนเซอร์ 16

2.5.2 โมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิค 16

2.5.3 โมดูลวัดค่าสีอาร์จีบี TCS230/TCS3200 19

2.5.4 พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ 21

2.6 จอแสดงผลแอลซีดี 23

2.6.1 รูปแบบของจอแสดงผลแอลซีดี 23

2.6.2 การเชื่อมต่อสัญญาณขาข้อมูลระหว่างบอร์ดอาดูอิโน่กับส่วนควบคุมแอลซีดี 23

2.7 วงจรทอนระดับแรงดัน 25

2.7.1 หลักการทำงานของวงจรทอนระดับแรงดัน 26

2.8 รีเลย์ 27

2.8.1 โครงสร้างของรีเลย์ 28

2.8.2 หลักการทำงานของรีเลย์ 28

2.9 หม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง 30

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 33

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานของเครื่องคัดแยกกล่อง 33

3.1.1 การทำงานของระบบสายพาน 33

3.1.2 การทำงานของระบบตรวจจับสีและวัดความสูง 33

3.1.3 การทำงานของระบบแสดงผล 34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.4 การทำงานของระบบคัดแยกกล่อง 34

3.2 โครงสร้างของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง 36

3.2.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ 36

3.2.2 โครงสร้างของตัวเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง 37

3.2.3 โครงสร้างของระบบสายพาน 38

3.2.4 โครงสร้างของอะคริลิคเสริม 38

3.2.5 โครงสร้างของจานรับกล่อง 39

3.2.6 กล่องที่ใช้ในการทดลอง 39

3.3 ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง 40

3.3.1 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 40

3.3.2 แผงวงจรรีเลย์ 41

3.3.3 แผงวงจรอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ 42

3.3.4 แผงวงจรอาร์จีบีเซนเซอร์ 44

3.3.5 แผงวงจรจอแสดงผลแอลซีดี 45

3.3.5 แผงวงจรทอนระดับแรงดัน 46

3.3.6 พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ 46

3.3.7 มอเตอร์เซอร์โว 47

3.3.7 หม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง 47

บทที่ 4 ผลการทดลอง 49

4.1 การทดลองความถูกต้องของอาร์จีบีเซนเซอร์ 49

4.2 การทดลองความถูกต้องของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ 50

4.3 การทดลองความถูกต้องของการคัดแยกสีและความสูงของกล่อง 51

4.4 การทดลองเวลาของการคัดแยกกล่อง 52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 54
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 54
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 55
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา 55

เอกสารอ้างอิง 56

ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลของอาดูอิโน่ ATmega2560 58
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลของอาร์จีบีเซ็นเซอร์ 61
ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลของจอแสดงผล 64
ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูลของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ HC-SR04 67
ภาคผนวก จ รายละเอียดข้อมูลของมอเตอร์เซอโว MG995 70
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูลของโมดูลเรกกูเลเตอร์ LM2596 72

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 76

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน 2

2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Mega 2560 R3 5

2.2 คุณสมบัติโมดูลวัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค HC-SR04 19

4.1 ผลการทดลองความถูกต้องของอาร์จีบีเซนเซอร์ 50

4.2 ผลการทดลองความถูกต้องของของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ 51

4.3 ผลการทดลองความถูกต้องของการคัดแยกสีและความสูงของกล่อง 52

4.4 ผลการทดลองเวลาของการคัดแยกกล่อง 53

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ส่วนประกอบของบอร์ด Mega 2560 R3 6
2.2 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor) 10
2.3 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) 11
2.4 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดขนานสั้น (Short Shunt Compound Motor) 11
2.5 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดขนานยาว (Long shunt Compound motor) 12
2.6 องค์ประกอบหลักของมอเตอร์เซอร์โว 12
2.7 ระบบการทำงานของมอเตอร์เซอร์โว 13
2.8 ระบบสีอาร์จีบี 15
2.9 ระบบเซนเซอร์ 16
2.10 ไดอะแกรมภายในโมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิค 17
2.11 วงจรภายในของโมดูลอัลตร้าโซนิค HC-SR04 18
2.12 ตำแหน่งขาของโมดูลวัดค่าสีอาร์จีบี TCS230/TCS3200 20
2.13 ฟังก์ชันการทำงานโมดูลวัดค่าสี TCS230/TCS3200 21
2.14 วงจรภายในของพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ 22
2.15 ส่วนประกอบของพร็อกซิมิตี้ชนิดเก็บประจุ 22
2.16 วงจรภายในระหว่างจอแอลซีดีกับบอร์ดไอทูซี 25
2.17 วงจรทอนระดับแรงดัน 26
2.18 วงจรทอนระดับแรงดันขณะสวิตช์เปิดวงจร 26
2.19 วงจรทอนระดับแรงดันขณะสวิตช์ปิดวงจร 27
2.20 สัญลักษณ์ของรีเลย์ 28
2.21 สัญลักษณ์ของรีเลย์แทนโครงสร้างรีเลย์ 28
2.22 สภาวะการทำงานของรีเลย์ 29
2.23 แผงวงจรรีเลย์ 29
2.24 แผงผังของหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง 31
2.25 วงจรพื้นฐานของหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง 31

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องคัดแยกสี และความสูงของกล่อง 35
3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบเครื่องคัดแยกสีและความสูง 36
3.3 โครงสร้างของตัวเครื่องคัดแยกสี และความสูงของกล่อง 37
3.4 โครงสร้างของระบบสายพาน 38
3.5 โครงสร้างของอะคริลิคเสริม 39
3.6 โครงสร้างของจานรับกล่อง 39
3.7 กล่องที่ใช้ในการทดลอง 40
3.8 การต่อวงจรใช้งานบอร์ดอาดูอิโน่รุ่น Mega 2560 41
3.9 การต่อใช้งานแผงวงจรรีเลย์ 2 ช่อง 42
3.10 การต่อใช้งานแผงวงจรอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ 43
3.11 วิธีการวัดความสูงของกล่องด้วยอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ 44
3.12 การต่อใช้งานแผงวงจรอาร์จีบีเซนเซอร์ TCS230/TCS3200 45
3.13 ระยะตรวจจับสีของกล่องด้วยอาร์จีบีเซนเซอร์ 45
3.14 การต่อใช้งานแผงวงจรจอแสดงผลแอลซีดี 46
3.15 การต่อใช้งานวงจรทอนระดับแรงดัน 47
3.16 การต่อใช้งานพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบอินฟาเรด 47
3.17 การต่อใช้งานมอเตอร์เซอร์โวชนิดแบบหมุน 180 องศา 48
3.18 การต่อใช้งานหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง 49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม ได้มีการใช้เครื่องจักรเข้ามาทำงานแทนแรงงานคนในการผลิต โดยการคัดแยกชิ้นงานถือเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของระบบการผลิต ซึ่งการคัดแยกชิ้นงานหรือวัตถุต่างๆ นั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ ได้แก่ คัดแยกตามขนาด รูปร่าง ลักษณะพื้นผิว สีชิ้นงาน เป็นต้น แต่การคัดแยกชิ้นงานจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือเพื่อช่วยในการคัดแยก เช่น เครื่องมือวัดขนาดและความสูง เครื่องมือคัดแยกสี เป็นต้น ดังนั้น เพื่อให้ชิ้นงานเป็นไปตามที่ต้องการ จึงมีการพัฒนาเครื่องคัดแยกชิ้นงานที่นำไปใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว

ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้แรงงานคนในการคัดแยกชิ้นงานตามที่ต้องการนั้น อาจทำได้ไม่สะดวก ใช้เวลานาน และโอกาสเกิดความผิดพลาดมีมาก ส่งผลให้ชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ดังนั้น จึงได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการคัดแยกและตรวจสอบชิ้นงาน ซึ่งมีความเที่ยงตรงสูงกว่าการใช้แรงงานคน ทำให้ได้ชิ้นงานต่างๆ ตามที่ต้องการ มีความสะดวก รวดเร็ว ลดเวลา และต้นทุนด้านแรงงานคนในการผลิต อีกทั้งยังสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าได้อีกด้วย

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมานี้ ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาต่างๆ จึงได้ออกแบบเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่องขึ้นมา เพื่อจำลองการคัดแยกสีและความสูงของกล่องให้เป็นไปตามที่ต้องการ โดยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สร้างเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่องที่สามารถทำกระบวนการได้แก่ กระบวนการคัดแยกสีของกล่อง กระบวนการวัดความสูงของกล่อง และกระบวนการคัดแยกกล่อง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน

1) สามารถวัดความสูงของกล่องที่ต้องการได้แก่ 5 เซนติเมตร และความสูงที่ไม่ต้องการได้แก่ 3 และ 7 เซนติเมตร โดยใช้อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ HC-SR04 และแสดงความสูงของกล่องผ่านจอแสดงผลแอลซีดี

2) สามารถตรวจจับสีของกล่องที่ต้องการได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีที่ไม่ต้องการได้แก่ สีเหลือง และสีขาว โดยใช้สีอาร์จีบีเซนเซอร์ TCS230/TCS3200 และแสดงสีของกล่องผ่านจอแสดงผลแอลซีดี

3) คัดแยกสีและความสูงของกล่องที่ต้องการและไม่ต้องการออกจากกัน

4) ขนาดของกล่องที่นำมาใช้งานต้องไม่เกิน 100 กรัม

1.4 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาการดำเนินการ									
	2560					2561				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1) ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานบอร์ดอาดูอิโน่ การใช้งานมอเตอร์กระแสตรง และเซนเซอร์ชนิดต่างๆ	←	→								
2) ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน และทดลอง			←	—	→					
3) ออกแบบชิ้นงาน				←	—	→				
4) เชื่อมต่ออุปกรณ์ และเขียนคำสั่งโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน						←	—	→		
5) ตรวจสอบพัฒนา และแก้ไขข้อบกพร่อง							←	—	→	
6) สรุปผลการดำเนินโครงงาน และจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									←	→

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้เครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่องที่สามารถคัดแยกกล่องที่มีสีและความสูงตามต้องการได้

2) เครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง สามารถเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการคัดแยกกล่อง และช่วยลดเวลาในการคัดแยกกล่อง

3) สามารถแสดงค่าสีและความสูงของกล่องผ่านทางหน้าจอแสดงผลแอลซีดีได้

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

1) ค่าอุปกรณ์ที่ในการทำโครงงาน	4,370	บาท
2) ค่าถ่ายเอกสาร	800	บาท
3) ค่าจัดทำรูปเล่ม	600	บาท
รวม (สามพันบาทถ้วน)	5,477	บาท

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะรวมหลักการและทฤษฎีขององค์ประกอบที่มีความจำเป็นในการสร้างเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง ซึ่งเนื้อหาจะกล่าวถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์เซอร์โว ระบบสีอาร์จีบี เซนเซอร์ จอแสดงผลแอลซีดี รีเลย์ และหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขาอินพุต เอาต์พุต เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งถือว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้านดิจิทัล (Digital) และอนาล็อก (Analog) เช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ ระบบบัตรคิว ระบบตอกบัตร พนักงาน เป็นต้น ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันนั้นสามารถเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์ค (Network) ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน

2.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูอิโน่

อาดูอิโน่ (Arduino) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล Automatic Voltage Regulator (AVR) ที่มีการพัฒนาแบบโอเพนซอร์ซ (Open Source) คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอร์ฟแวร์ (Software) ตัวบอร์ดอาดูอิโน่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ดอาดูอิโน่ ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขาอินพุต และเอาต์พุตของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริมมาเสียบบนบอร์ดอาดูอิโน่ แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.1.2 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ด Mega 2560 R3

บอร์ด Mega 2560 R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ชิพ ATmaga2560 ซึ่งมี 54 ดิจิทัล อินพุต/เอาต์พุต โดยในขาเหล่านี้สามารถใช้งานเป็น Pulse Width Modulation (PWM) ได้ 15 ขา อนาล็อกอินพุต 16 ขา UART 4 ชุด โดยความถี่คริสตรัลบนบอร์ด คือ 16 เมกะเฮิรตซ์ เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตยูเอสบีบนบอร์ดได้โดยตรง อีกทั้งรูปแบบการออกแบบยังรองรับการสวมกับอุปกรณ์เสริมต่างๆ ได้โดยตรง ทำให้สามารถพัฒนาระบบได้อย่างรวดเร็ว และเรียบร้อยสวยงาม โดยรองรับการพัฒนาโปรแกรมบนแพลตฟอร์มอาดูอิโน่อย่างเต็มรูปแบบ คุณสมบัติของบอร์ด Mega 2560 R3 แสดงดังตารางที่ 2.1

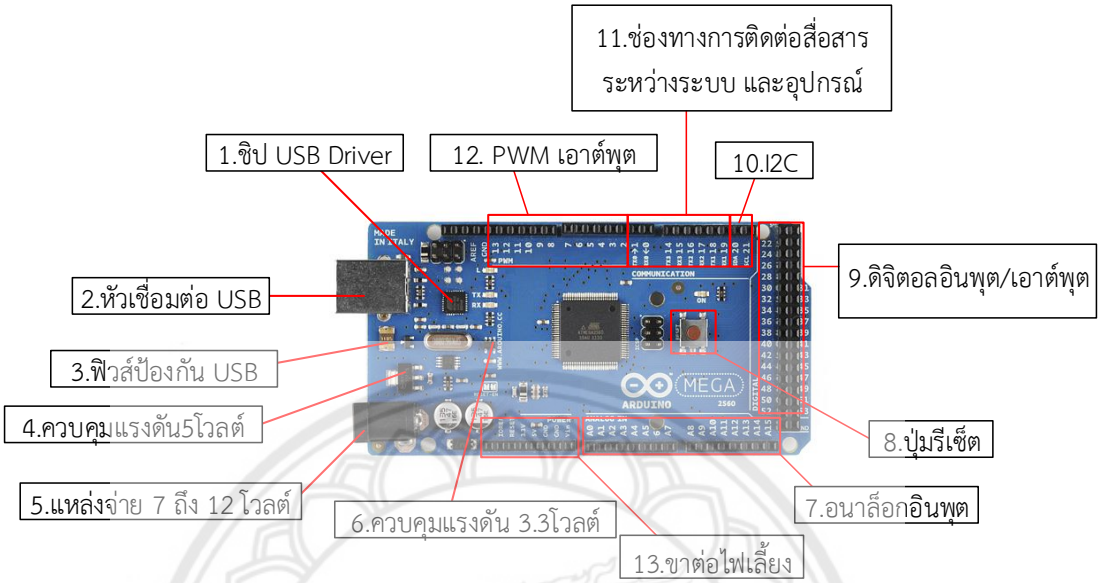
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Mega 2560 R3

คุณสมบัติ	
ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega2560
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7-12 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 โวลต์
พอร์ต Digital I/O	54 พอร์ต (มี 15 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	16 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40 มิลลิแอมแปร์
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต	3.3 โวลต์ 50 มิลลิแอมแปร์
พื้นที่โปรแกรมภายใน	256 กิโลไบต์ พื้นที่โปรแกรม 8 กิโลไบต์
พื้นที่แรม	8 กิโลไบต์
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	4 กิโลไบต์
ความถี่คริสตัล	16 เมกะเฮิรตซ์

ที่มา : http://www.thaisensormodule.com/index.php/other-module/mega2560r3

2.1.3 ส่วนประกอบของบอร์ด Mega 2560 R3

บอร์ด Mega 2560 R3 มีส่วนประกอบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของบอร์ด Mega 2560 R3

ที่มา : https://www.thaieasyelec.com

1) ชิปยูเอสบี ใช้สำหรับแปลงพอร์ตยูเอสบีเป็นพอร์ตอนุกรม ใช้อัพโหลดโปรแกรมให้กับบอร์ดอาดูอิโน่ หรือใช้เป็นตัวกลางการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

2) หัวเชื่อมต่อยูเอสบี ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่ออัพโหลดโปรแกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

3) ฟิวส์ป้องกันยูเอสบี ใช้เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดหนึ่งที่อยู่ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยจะป้องกันการลัดวงจร และการใช้กระแสเกินในวงจรไฟฟ้า โดยจะหลอมละลาย และตัดกระแสไฟออกจากวงจรเพื่อป้องกันบอร์ดเสียหาย

4) ส่วนควบคุมแรงดัน 5 โวลต์ ใช้สำหรับแปลงจากแรงดันอินพุตจากแหล่งจ่ายทั้งส่วนยูเอสบี และจากแหล่งจ่ายอะแดปเตอร์ให้เป็นแรงดัน 5 โวลต์

5) แหล่งจ่าย 7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์ ใช้สำหรับรับไฟฟ้าจากอะแดปเตอร์ที่ระดับแรงดัน 7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์ เข้ามาเป็นพลังงานให้บอร์ดอาดูอิโน่

6) ส่วนควบคุมแรงดัน 3.3 โวลต์ ใช้สำหรับแปลงจากแรงดันอินพุตจากแหล่งจ่ายทั้งส่วนยูเอสบี และจากแหล่งจ่ายอะแดปเตอร์ให้เป็นแรงดัน 3.3 โวลต์

7) อนาล็อกอินพุต ทำหน้าที่เป็นขาเชื่อมต่อแบบอนาล็อกของบอร์ดอาดูอิโน่กับเซนเซอร์ต่างๆ อินพุตแล้วไปควบคุมส่วนเอาต์พุต

8) ปุ่มรีเซ็ต เป็นปุ่มรีเซ็ตใช้กดเมื่อต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานใหม่

9) ดิจิทัล อินพุต/เอาต์พุต ตั้งแต่ขา 22 ถึงขา 53 นอกจากนี้บางขาจะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น ขา 20 39 และ 40 เป็นขา PWM เป็นต้น

10) ไอทูซี (I2C) เป็นการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก

11) ช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบกับอุปกรณ์ (Serial Communication) ใช้สำหรับเป็นช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบกับอุปกรณ์เป็นรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งเรียงลำดับกันไปทีละบิตในสายส่งเพียงเส้นเดียว

12) PWM เอาต์พุต ใช้ในการควบคุมวงจร และสร้างค่าเอาต์พุตแบบอนาล็อกด้วยพอร์ตดิจิทัล โดยปกติแล้วพอร์ตดิจิทัลจะสามารถมีเพียงแค่ 2 สถานะ คือ สถานะ HIGH (5โวลต์) กับสถานะ LOW (0 โวลต์) เท่านั้น จึงทำให้สร้างค่าสัญญาณลอจิกได้เพียงเปิดหรือปิดแค่นั้น ซึ่งการใช้เทคนิค PWM นั้นจะเป็นการทำให้พอร์ตดิจิทัลสามารถเขียนค่าได้มากกว่า HIGH หรือ LOW โดยทำให้สามารถเขียนค่าเป็นแบบอนาล็อกได้

13) ขาต่อไฟเลี้ยงของบอร์ด เมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอกประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์ +5 โวลต์ GND และ V_{in}

2.1.4 โครงสร้างโปรแกรมของบอร์ดอาดูอิโน่

ในการเขียนโปรแกรมสำหรับบอร์ดอาดูอิโน่ จะต้องเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาของอาดูอิโน่ (Arduino Programming Language) ซึ่งตัวภาษาของอาดูอิโน่ จะนำเอาโอเพนซอร์ซโปรเจคชื่อ Wiring มาพัฒนาต่อ ภาษาของอาดูอิโน่ แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ

1) โครงสร้างภาษา (Structure) ตัวแปร และค่าคงที่

2) ฟังก์ชัน (Function) ภาษาของอาดูอิโน่ จะอ้างอิงตามภาษาซี และซีพลัสพลัส (C/C++) กล่าวคือ การเขียนโปรแกรมสำหรับอาดูอิโน่ การเขียนโปรแกรมภาษาซี โดยเรียกใช้ฟังก์ชันและไลบรารี่ที่ทางอาดูอิโน่ได้เตรียมไว้ให้แล้ว ซึ่งสะดวกและทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเขียนโปรแกรมได้ โครงสร้างโปรแกรมของอาดูอิโน่ แบ่งได้เป็นสองส่วน คือ void setup และ void loop

2.1) ฟังก์ชัน setup เมื่อโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งของฟังก์ชันนี้เพียงครั้งเดียว ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงาน ส่วนฟังก์ชัน loop เป็นส่วนทำงานโปรแกรมจะทำคำสั่งในฟังก์ชันนั้นต่อเนื่องกันตลอดเวลา โดยปกติใช้กำหนดโหมดการทำงานของขาต่างๆ กำหนดการสื่อสารแบบอนุกรม ฟังก์ชันนี้จะเขียนที่ส่วนต้นของโปรแกรม ทำงานเมื่อโปรแกรมเริ่มต้นเพียงครั้งเดียวใช้เพื่อกำหนดค่าของตัวแปรโหมดการทำงานของขาต่างๆ เริ่มต้นเรียกใช้ไลบรารี่

2.2) ฟังก์ชัน loop ส่วนของ loop เป็นโค้ดโปรแกรมที่ทำงาน เช่น อ่านค่าอินพุต ประมวลผล สั่งงานเอาต์พุต เป็นต้น โดยส่วนกำหนดค่าเริ่มต้น เช่น ตัวแปรจะต้องเขียนที่ส่วนหัวของโปรแกรมก่อนถึงตัวฟังก์ชัน นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงตัวพิมพ์เล็กพิมพ์ใหญ่ของตัวแปร และชื่อฟังก์ชันนั้นให้ถูกต้อง

หลังจากที่เขียนฟังก์ชัน setup ที่กำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรมแล้ว ส่วนถัดมาคือฟังก์ชัน loop ซึ่งมีการทำงานตรงตามชื่อ คือจะทำงานตามฟังก์ชันวนต่อเนื่องตลอดเวลา ภายในฟังก์ชันจะมีโปรแกรมของผู้ใช้เพื่อรับค่าจากพอร์ต ประมวลผลแล้วสั่งเอาต์พุตออกขาต่างๆ เพื่อควบคุมการทำงานของบอร์ด

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกล มีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ และพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างๆ ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม มอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงาน

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ แล้วจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก เพื่อสร้างแม่เหล็กขั้วเหนือและขั้วใต้ขึ้น จึงเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนามแม่เหล็ก ในขณะเดียวกันตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกัน ถ้าทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวกันจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์เมเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลาสวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ส่งผลให้อาร์เมเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์เมเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

2.2.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

1) ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

1.1) เฟรมหรือโยค (Frame or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจร และยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก

1.2) ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรก แกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่า ขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด จะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน และส่วนที่สอง คือ ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้นและเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้าง และเสริมกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2) ตัวหมุน (Rotor) ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์ ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

2.1) แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์ แกนเพลานี้จะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

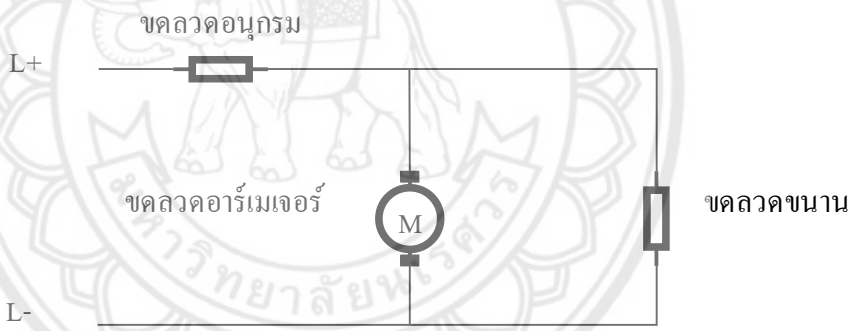
2.2) แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับพันขดลวดอาร์เมเจอร์ เพื่อสร้างแรงบิด (Torque)

2.3) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงแบ่งออกเป็นซี่ แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์เมเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นรูปทรงกระบอก มีหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้าง และเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่ง

2.4) ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดที่พันอยู่ในร่องสล็อต (Slot) ของแกนอาร์เมเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ

2.2.3 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

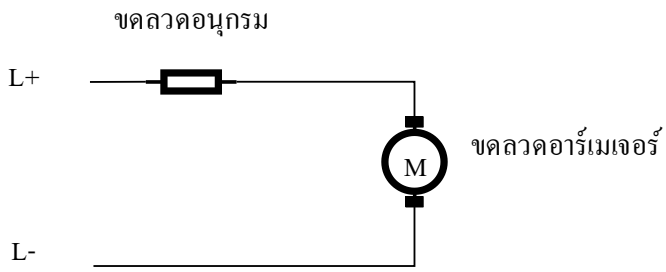
มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor) คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์เรียกว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) มีข้อดี คือให้แรงบิดสูง นิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของ เครนไฟฟ้า เป็นต้น ความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมาก แต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากความเร็วจะลดลงแต่ขดลวดของมอเตอร์จะไม่เป็นอันตราย นิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม เป็นต้น วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor)

ที่มา : http://www.cr-engineer.com

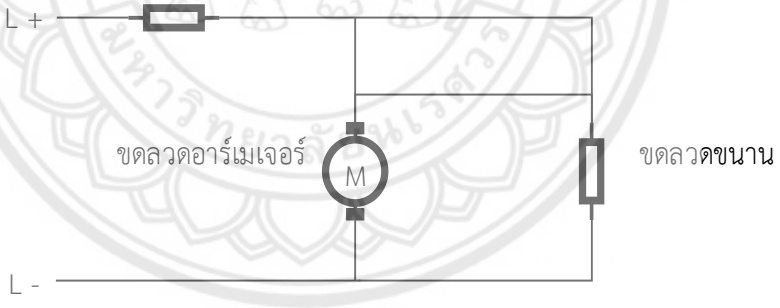
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวดอาเมเจอร์ มีข้อดี คือ ความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ มีความเร็วรอบคงที่ส่วนมากเหมาะกับงานประเภท พัดลม เพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

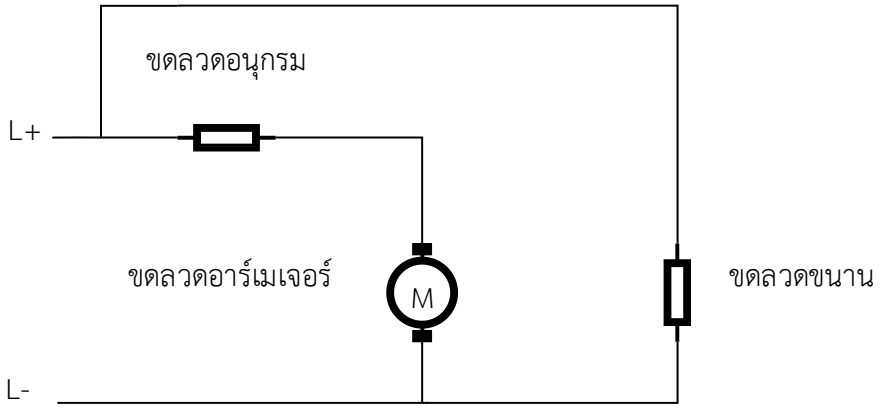
ที่มา : http://www.cr-engineer.com

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) จะนำข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานและแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมมีข้อดี คือ มีแรงบิดสูง แต่ความเร็วรอบคงที่ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่ มีวิธีการต่อขดลวดขนานอยู่ 2 วิธี คือ ต่อขดลวดแบบชั้นท์ขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่า ชอร์ทชั้นท์คอมปาวด์มอเตอร์ (Short Shunt Compound Motor) แสดงดังรูปที่ 2.4 และต่อขดลวดขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาเมเจอร์เรียกว่าลองชั้นท์คอมปาวด์มอเตอร์ (Long shunt Compound motor) แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดขนานสั้น (Short Shunt Compound Motor)

ที่มา : http://www.cr-engineer.com



รูปที่ 2.5 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดขนานยาว (Long shunt Compound motor)

ที่มา : http://www.cr-engineer.com

2.3 มอเตอร์เซอร์โว

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานต่างๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed) ควบคุมแรงบิด (Torque) และควบคุมแรงตำแหน่ง (Position) โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง องค์ประกอบหลักของมอเตอร์เซอร์โว แสดงดังรูปที่ 2.6

2.3.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์เซอร์โว

รูปที่ 2.6 องค์ประกอบหลักของมอเตอร์เซอร์โว

ที่มา : http://www.tdhobby.com

องค์ประกอบหลักของมอเตอร์เซอร์โวโดยทั่วไปแล้วจะมีส่วนประกอบหลักดังนี้คือ

1) โครง (Servo Case) ซึ่งส่วนใหญ่จะทำมาจากพลาสติก

2) มอเตอร์ (Motor) ซึ่งเป็นส่วนให้กำลังในการหมุนของเซอร์โว

3) วงจรควบคุม (Control Circuit) มีหน้าที่ในการถอดรหัสสัญญาณควบคุมที่ส่งมาเป็นแบบ Pulse Width Modulation (PWM) และส่งการควบคุมไปสั่งการทำงานของมอเตอร์ให้หมุนในตำแหน่งที่ได้ถอดรหัสมา

4) มิเตอร์ (Potentiometer) คือส่วนที่ตรวจวัดตำแหน่งของเซอร์โวและส่งสัญญาณกลับไปยัง Control Circuit เพื่อแก้ไขตำแหน่งให้ถูกต้องตามสัญญาณที่ได้ตั้งค่าไว้

5) เฟืองขับ (Drive Gear) คือชุดทดรอบจากการหมุนของมอเตอร์เพื่อให้ได้แรงบิดที่สูง

6) สลัก (Output Spline) คือส่วนที่ป้องกันการเสียดสีระหว่างโครง (Servo Case) และเพลา (Output shaft) ซึ่งอาจใช้อุปกรณ์ประเภทลูกปืน (Baring) เพื่อช่วยลดแรงเสียดทานที่ดี

7) สายไฟ (Servo wire) คือสายไฟของเซอร์โวซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

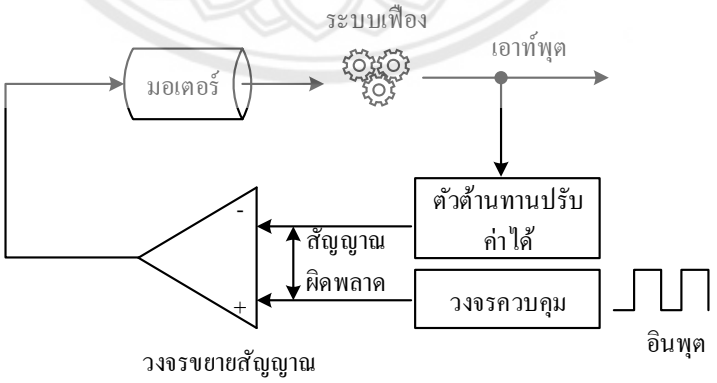
สายไฟของเซอร์โวจะมีอยู่สามเส้นซึ่งจะติดเป็นชุดเดียวกัน ซึ่งจะมีหน้าที่คือ

เส้นที่ 1 จ่ายไฟกระแสตรง ซึ่งแรงดันปกติจะอยู่ที่ 5-6 โวลต์

เส้นที่ 2 เป็นสายกราวด์

เส้นที่ 3 รับสัญญาณพัลส์ควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.2 ระบบการทำงานของมอเตอร์เซอร์โว

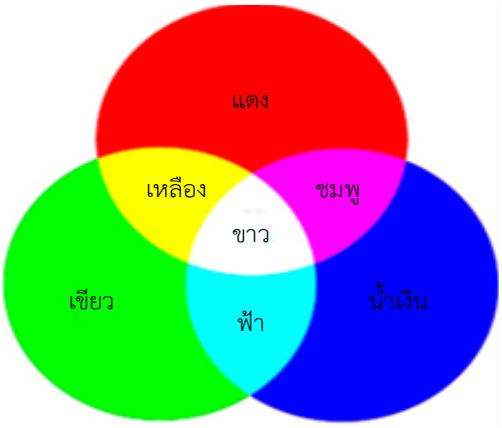


รูปที่ 2.7 ระบบการทำงานของมอเตอร์เซอร์โว

จากรูปที่ 2.7 ระบบการทำงานของเซอร์โวโดยที่รีซีฟจะส่งสัญญาณการควบคุมตำแหน่งของเซอร์โวไปยังส่วนวงจรควบคุมของเซอร์โวโดยสัญญาณที่ส่งมาจะเป็นสัญญาณแบบ PWM (Pule Width Modulation) จากนั้นวงจรควบคุมจะถอดรหัสสัญญาณ PWM ที่ได้ให้เป็นตำแหน่งของมอเตอร์เซอร์โวที่ถูกต้องโดยเปรียบเทียบค่าตำแหน่งปัจจุบันกับสัญญาณกลับจากตัวต้านทานปรับค่าได้แล้วจึงส่งแรงดันไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ให้ไปหมุนไปในทิศทางที่จะทำให้ตำแหน่งของตัวต้านทานปรับค่าได้มีค่าที่ถูกต้องเท่ากับค่าที่ได้ถอดรหัสมา ซึ่งขณะที่มอเตอร์หมุนก็จะมีเฟืองที่ไปต่อกับแกนของตัวต้านทานปรับค่าได้ ดังนั้น กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นซ้ำๆ จนกว่าค่าของตัวต้านทานปรับค่าได้จะมีค่าเท่ากับการถอดรหัสสัญญาณที่ได้รับมาจากรีซีฟการทำงานของมอเตอร์จึงจะหยุด แต่กระบวนการทำงานของวงจรควบคุมจะยังทำงานอยู่ตลอดเวลา เพียงแต่หากค่าของตัวต้านทานปรับค่าได้มีค่าเท่ากับสัญญาณที่ถอดรหัสมาจากรีซีฟแล้วก็จะไม่มีการส่งแรงดันไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่าการอัพเดทสัญญาณโดยมีความเร็วที่ 50 ครั้งต่อหนึ่งวินาที จึงเป็นการเคลื่อนที่ของมอเตอร์เซอร์โว

2.4 ระบบสีอาร์จีบี

อาร์จีบี (RGB) ย่อมาจาก Red (สีแดง) Green (สีเขียว) และ Blue (สีน้ำเงิน) คือ ระบบสีของแสง เกิดจากการหักเหของแสงกลายเป็นสีรุ้ง มีด้วยกัน 7 สี ซึ่งเป็นช่วงแสงที่ตาของคนเราสามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงจะมีความถี่สูงสุดเรียกว่า อัลตร้าไวโอเลต และแสงสีแดงจะมีความถี่ต่ำสุดเรียกว่า อินฟาเรด คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าสีม่วง และต่ำกว่าสีแดงนั้นสายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับได้ แสงสีทั้งหมดเกิดจาก แสงสี 3 สี คือ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว ทั้งสามสีถือเป็นแม่สีของแสง แต่ละสีเมื่อรวมกันก็จะได้สีดังนี้ สีแดงผสมกับสีเขียวได้สีเหลือง สีเขียวผสมกับน้ำเงินได้สีฟ้า สีแดงผสมกับสีน้ำเงินได้สีแดงอมชมพู เมื่อนำแม่สีของแสงทั้ง 3 มาผสมกันในปริมาณแสงสว่างที่เท่ากันก็จะได้เป็นแสงสีขาว แต่ถ้าผสมกันระหว่างแสงที่มีระดับแสงสว่างต่างกันก็จะได้ผลทีเป็นแสงสีๆ มากมายเป็นล้านสี ส่วนใหญ่การใช้สีลักษณะนี้จะใช้ในอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น จอภาพ กล้องดิจิทัล สแกนเนอร์ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.8



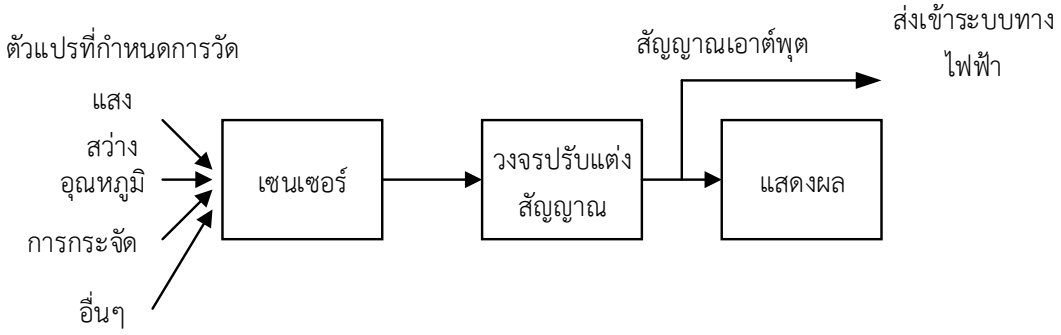
รูปที่ 2.8 ระบบสีอาร์จีบี

http://www.mindphp.com

ระบบสีอาร์จีบี จะแสดงผลออกมาในรูปแบบการรับแสงแสดงผลด้วยแสงที่เป็นแม่สีได้แก่ สีแดง เขียว สีน้ำเงิน ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น จอภาพ สแกนเนอร์ กล้องดิจิทัลหรือดวงตาคนเราล้วนแต่รับและแปลผลเป็นสีต่างๆ ด้วยแสงเหล่านี้ ตัวอย่างการทำงานที่เหมาะกับการใช้ระบบสี อาร์จีบี เช่น การออกแบบ web site Blog หรือ Web Design จะใช้ระบบสีอาร์จีบีเพื่อให้ได้ภาพที่เมื่อแสดงผลบนหน้าจอแล้วมีความสวยงามใกล้เคียงกับสีที่ตาเรามองเห็นปกติ ส่วนในงานสิ่งพิมพ์จะนิยมใช้ระบบสี CMYK ย่อมาจาก Cyan (สีฟ้าอมเขียว) Magenta (สีแดงอมม่วง) Yellow (สีเหลือง) Key (สีดำ) เพราะเป็นระบบสีที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ ดังนั้น เมื่อเราต้องการพิมพ์ภาพจึงควรตั้งค่าภาพนั้นให้เป็นระบบสี CMYK ก่อนพิมพ์ เพื่อให้ภาพที่ได้มีสีไม่ผิดเพี้ยน เพราะเมื่อนำภาพที่เป็นระบบสี อาร์จีบีไปพิมพ์ปกติโดยไม่มีการแปลงให้เป็นระบบสี CMYK เสียก่อน ภาพที่ได้จะมีสีที่ผิดเพี้ยนไป

2.5 เซนเซอร์

เซนเซอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับปริมาณของตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการทราบค่า เช่น อุณหภูมิ การเคลื่อนที่ แสงสว่าง เป็นต้น ในตัวของมนุษย์ก็มีเซนเซอร์ เช่น ในดวงตาของเราที่สามารถรับรู้ความเข้มของแสงได้ หรือกล้ามเนื้อที่รับรู้น้ำหนักของวัตถุที่ถือได้ แต่เซนเซอร์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกค่าที่เราต้องการวัดได้ เพราะเซนเซอร์จะไม่สามารถบอกปริมาณของตัวแปรที่วัดให้เราเข้าใจได้ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับมาเป็นปริมาณที่เราสามารถเข้าใจได้ ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณนั้นเราเรียกว่า ทรานสดิวเซอร์ ซึ่งระบบเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ระบบเซนเซอร์

ที่มา : หนังสือเซนเซอร์ ทรานดิวเซอร์ และการใช้งาน

2.5.1 ส่วนประกอบของระบบเซนเซอร์

ระบบเซนเซอร์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนเซนเซอร์ วงจรปรับแต่งสัญญาณ และส่วนแสดงผล

1) ส่วนเซนเซอร์ ทำหน้าที่รับรู้ปริมาณตัวแปรที่ต้องการทราบค่า เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ การกระจัด ความชื้น ความดัน เป็นต้น จากนั้นจะแปลงสัญญาณเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งไปยังภาควงจรปรับแต่งสัญญาณต่อไป

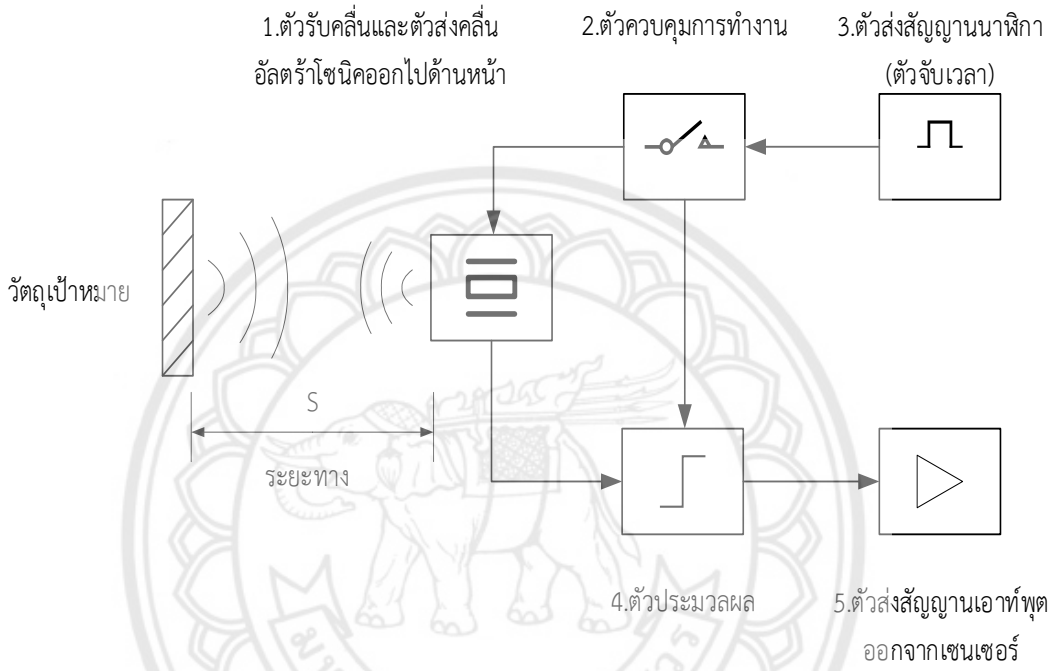
2) วงจรปรับแต่งสัญญาณ สัญญาณจากส่วนเซนเซอร์อาจเบาเกินไป ไม่เพียงพอสำหรับส่วนแสดงผลหรือส่งเข้ากระบวนการทางไฟฟ้า หรือมีสัญญาณรบกวนมากจึงต้องมีการปรับแต่งสัญญาณให้ดีขึ้นก่อน

3) อุปกรณ์แสดงผล ทำหน้าที่แสดงค่าที่ได้จากการวัดว่าตัวแปรที่ต้องการทราบค่าในลักษณะต่างๆ เช่น มิเตอร์แบบเข็ม หลอดแอลอีดี ลำโพง เป็นต้น

2.5.2 โมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิค

โมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิค หรืออัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ (Ultrasonic Sensor) เป็นตัวรับรู้ที่ใช้คลื่นเสียงในการตรวจจับตำแหน่งของวัตถุ ตัวรับรู้จะทำงานโดยตัวส่งสัญญาณจะส่งสัญญาณนาฬิกาไปที่ตัวควบคุม เพื่อควบคุมการแปลงสัญญาณแล้วส่งต่อไปที่ตัวอัลตร้าโซนิค ทรานสดิวเซอร์ ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วนคือ ตัวส่งและตัวรับ ตัวส่งจะสร้างคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคจากสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งคลื่นเสียงความถี่สูง หรืออัลตร้าโซนิคออกไปเป็นแนวตรง และเมื่อคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคไปกระทบกับวัตถุใดๆ ตามหลักการของคลื่นเสียงคือมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน คลื่นเสียงจะถูกสะท้อนกลับมาที่ตัวรับคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิค เมื่อตัวรับได้รับคลื่นเสียงที่ถูกสะท้อนกลับมาแล้วตัวรับจะแปลง

คลื่นเสียงอัลตร้าโซนิค นั้นเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งต่อให้ตัวประมวลผล ตัวประมวลผลจะทำการคำนวนค่าระยะห่างจากระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางไปและเดินทางกลับอย่างแม่นยำ และส่งค่าที่คำนวนได้ไปให้ตัวส่งสัญญาณเอาต์พุต เพื่อส่งสัญญาณเอาต์พุตไปให้อุปกรณ์อื่นต่อไป ซึ่งหลักการวัดระยะห่างของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์นี้มีประโยชน์เป็นอย่างมากเนื่องจากสามารถนำไปตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ไดอะแกรมภายในโมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิค แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ไดอะแกรมภายในโมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิค

ที่มา : https://www.supremelines.co.th

โมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิค เป็นเซนเซอร์ที่ใช้คลื่นเสียงในการตรวจจับตำแหน่งของวัตถุ โดยส่วนประกอบของตัวเซนเซอร์จะประกอบด้วย

1) ตัวส่งคลื่นอัลตร้าโซนิคและตัวรับคลื่นอัลตร้าโซนิค

2) ตัวควบคุมการทำงาน

3) ตัวส่งสัญญาณนาฬิกา

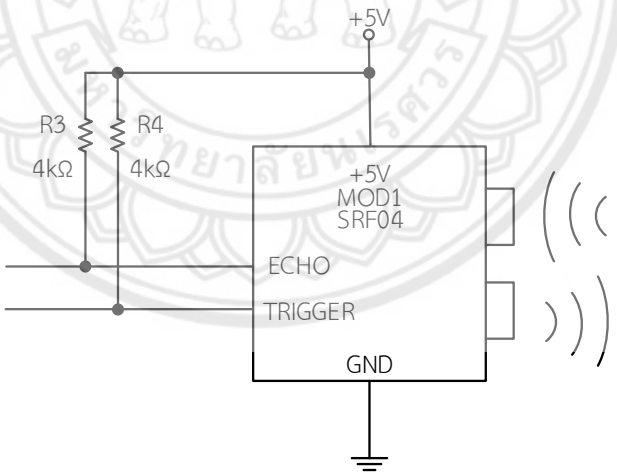
4) ตัวประมวลผล

5) ตัวส่งสัญญาณเอาต์พุต

โดยทั่วไปนิยมใช้โมดูลวัดระยะห่างอัลตร้าโซนิคสำหรับการวัดระยะทาง (Distance Measurement) ของวัตถุหรือการวัดระดับ (Level Measurement) ของเหลว สามารถใช้งานกับ

วัตถุทั้งชนิดโลหะและอโลหะทุกเฉดสี โปร่งใส โปร่งแสงหรือทึบแสง ตรวจจับวัตถุได้หลายขนาด ไม่เหมาะกับวัตถุที่มีคุณสมบัติการยืดหยุ่นหรือคุณสมบัติการดูดซับเสียง เช่น ผ้า ฝุ่นผง โฟมหรือฟองน้ำ ซึ่งจะดูดซับคลื่นเสียงไม่ให้สะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณ และเนื่องจากลักษณะการสะท้อนกลับของเสียงขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบที่ทำให้เสียงกระจายไปในทิศทางต่างๆ จึงไม่เหมาะกับวัตถุที่มีลักษณะเป็นก้อนๆ ไม่สม่ำเสมอ ผลที่ได้จากการสะท้อนกลับของคลื่นอัลตร้าโซนิคที่ใช้กับวัตถุลักษณะนี้จะมีความเที่ยงตรงต่ำ สำหรับวัตถุที่มีผิวเรียบคลื่นเสียงที่มาตกกระทบส่วนใหญ่จะสะท้อนออกจากพื้นผิวนั้นอย่างมีระเบียบ ค่าความเที่ยงตรงที่ได้จากการวัดจะมีค่าสูงมากกว่า โดยตำแหน่งของตัวรับรู้ที่ตั้งฉากกับพื้นผิวของวัตถุจะให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนคลื่นกลับมายังตัวรับมากที่สุด

โมดูลอัลตร้าโซนิค HC-SR04 สำหรับวัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค (ใช้คลื่นเสียงความถี่ ประมาณ 40 กิโลเฮิรตซ์) มีสองส่วนหลัก คือ ตัวส่งคลื่น ทำหน้าที่สร้างคลื่นเสียงออกไปในการวัดระยะแต่ละครั้ง เมื่อไปกระทบวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง คลื่นเสียงจะถูกสะท้อนกลับมายังตัวรับแล้วประมวลผลด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในโมดูล ถ้าจับเวลาในการเดินทางของคลื่นเสียงในทิศทางไปและกลับ ถ้าทราบความเร็วเสียงในอากาศก็จะสามารถคำนวณระยะห่างจากวัตถุกีดขวางได้ วงจรภายในของโมดูลอัลตร้าโซนิค HC-SR04 แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 วงจรภายในของโมดูลอัลตร้าโซนิค HC-SR04

ที่มา : https://www.supremelines.co.th

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติโมดูลวัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค HC-SR04

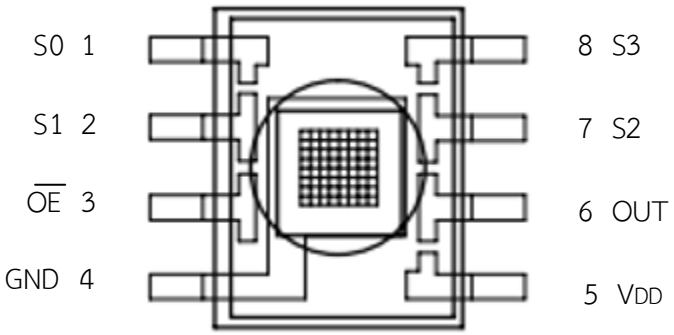
คุณสมบัติ	
แรงดัน	5 โวลต์
กระแส	15 มิลลิแอมแปร์
ช่วงการวัดระยะทาง	2 เซนติเมตร ถึง 400 เซนติเมตร
ความกว้างเชิงมุมในการวัด	15 องศา
ความกว้างของสัญญาณ Pulse สำหรับ Trigger	10 ไมโครวินาที
ระดับแรงดันลอจิกสำหรับขา TRIG และ ECHO	5 โวลต์ TTL

ที่มา : http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=hc-sr04-ultrasonic

โมดูลอัลตร้าโซนิค HC-SR04 ทำงานที่แรงดันประมาณ 5 โวลต์ (4.5 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์) โดยป้อนให้ขา VCC และ GND โมดูลนี้มีขาสัญญาณดิจิทัล TRIG (อินพุต) และ ECHO (เอาต์พุต) ที่นำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เช่น อาดูอิโน่ ในการวัดระยะห่างแต่ละครั้งจะต้องสร้างสัญญาณแบบพัลส์ที่มีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที ป้อนให้ขา TRIG และหลังจากนั้นให้วัดความกว้างของสัญญาณช่วง HIGH จากขา ECHO ถ้าวัตถุอยู่ใกล้ความกว้างของสัญญาณ พัลส์ที่ได้ก็จะน้อย แต่ถ้าวัตถุอยู่ไกลออกไปก็จะได้ค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่มากขึ้น คุณสมบัติโมดูลวัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค HC-SR04 แสดงดังตารางที่ 2.2

2.5.3 โมดูลวัดค่าสีอาร์จีบี TCS230/TCS3200

โมดูลวัดค่าสีอาร์จีบี TCS230/TCS3200 (RGB Colour Sensor TCS230/TCS3200) คือเซนเซอร์แยกสี ใช้แยกว่าสีที่อยู่หน้าเซนเซอร์นี้เป็นสีอะไร เอาต์พุตที่อ่านได้ออกมาเป็นค่า R (Red) G (Green) B (Blue) มีไฟแฟลช (Flash) สำหรับตรวจจับสีวัตถุในที่มืด สามารถสั่งควบคุมเปิด-ปิดไฟได้จากโค้ดในโปรแกรม พื้นหลังเป็นสีขาว มีกระบอกพลาสติกสีดำกันไม่ให้สีอื่นไปรบกวน ไม่ต้องหาที่กั้นแสงเพิ่ม ตำแหน่งขาของโมดูลวัดค่าสีอาร์จีบี TCS230/TCS3200 แสดงดังรูปที่ 2.12



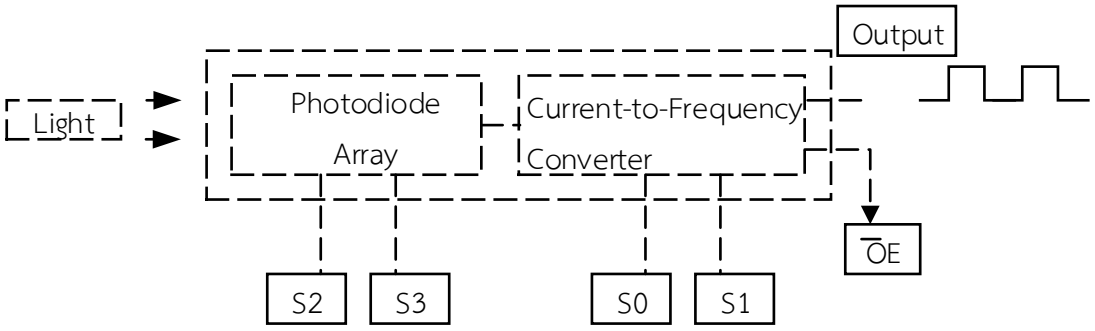
รูปที่ 2.12 ตำแหน่งขาของโมดูลวัดค่าสีอาร์จีบี TCS230/TCS3200

ที่มา : https://randomnerdtutorials.com/arduino-color-sensor-tcs230-tcs3200/

การใช้งานโมดูลวัดค่าสี TCS230/TCS3200 เมื่อต้องการทำให้อาดูอิโน่ สามารถมองเห็นสีของสิ่งรอบตัว เพื่อเอาไปประมวลผลตามที่ต้องการ เช่น ทำเป็นตัวอ่านค่าสีอาร์จีบีหรือนำค่าอาร์จีบีไปแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โมดูลนี้จะช่วยเพิ่มความสามารถนี้ให้กับอาดูอิโน่ โมดูลวัดค่าสี TCS230/TCS3200 ใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5 โวลต์ ใช้สายสัญญาณ 3 เส้น สายสำหรับควบคุมไฟแอลอีดี 1 เส้น สามารถสั่งเปิดไฟตอนกำลังอ่านค่าสี และสั่งให้ปิดเมื่ออ่านค่าสีเสร็จแล้วได้ คุณสมบัติโมดูลวัดค่าสีอาร์จีบี TCS230/TCS3200 มีดังนี้

1) ใช้ชิปประมวลผล TCS3200
2) รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า 3-5 โวลต์
3) สามารถตรวจจับสีวัตถุที่ไม่ใช่แสงได้
4) ระยะตรวจจับที่ดีที่สุด 1 เซนติเมตร

โมดูลวัดค่าสี TCS230/TCS3200 ใช้เซ็นเซอร์ TAOS TCS230 เป็นตัวแยกความถี่ของแสงโดยใช้โฟโต้ไดโอด (Photodiodes) การแปลงแสงเป็นความถี่อ่านได้จากค่าโฟโต้ไดโอด (Photodiodes) ที่อยู่ในชิฟของโมดูลวัดค่าสี TCS230/TCS3200 จำนวนทั้งหมด 8x8 ชิ้น สามารถอ่านสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน แสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง ฟังก์ชันการทำงานโมดูลวัดค่าสี TCS230/TCS3200 แสดงดังรูปที่ 2.13

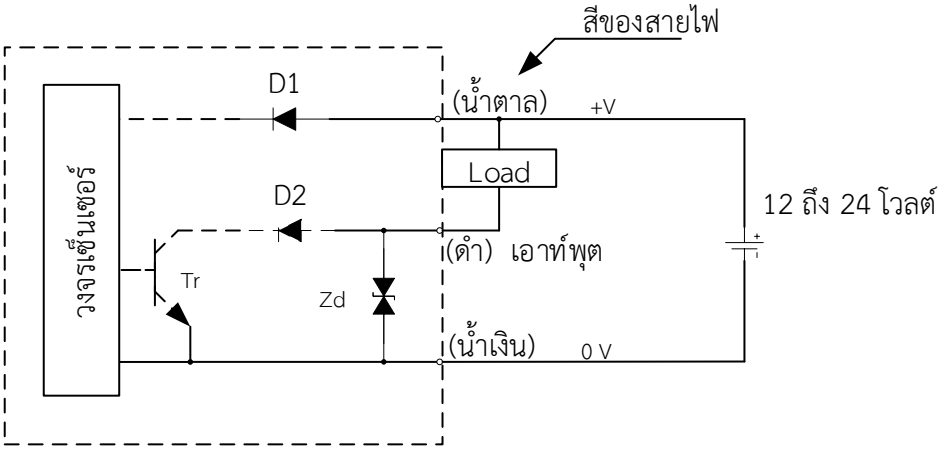


รูปที่ 2.13 ฟังก์ชันการทำงานโมดูลวัดค่าสี TCS230/TCS3200

ที่มา : https://www.arduinoall.com

2.5.4 พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

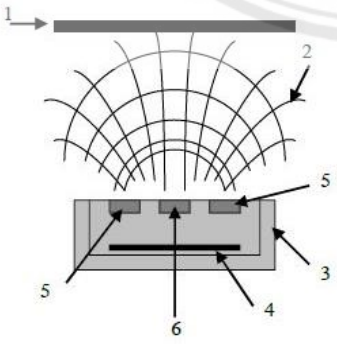
พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ (Proximity Sensor) หรือ พร็อกซิมิตี้สวิตช์สวิตช์ (Proximity Switch) คือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถทำงานโดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เสียง และสัญญาณลม การนำเซนเซอร์ประเภทนี้ไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจจับตำแหน่ง ระดับ ขนาด และรูปร่าง ซึ่งโดยปกติแล้วจะนำมาใช้แทนลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) เนื่องด้วยสาเหตุของอายุการใช้งาน และความเร็วในการตรวจจับวัตถุเป้าหมาย ทำได้ดีกว่าอุปกรณ์ประเภทสวิตช์ซึ่งอาศัยหน้าสัมผัสทางกล โดยมีคุณสมบัติเด่น เช่น สามารถตรวจจับวัตถุได้โดยไม่มีการสัมผัส สามารถแยกการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ อโลหะ แม่เหล็กตรวจจับด้วยความแม่นยำตอบสนองต่อการทำงานได้รวดเร็ว จะมีระยะการตรวจจับวัตถุ โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 4-40 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของเซนเซอร์ เป็นต้น วงจรภายในของพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุแสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 วงจรภายในของพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ

ที่มา : https://www3.panasonic.biz/ac/ae/fasys/sensor/proximity/gx-8/circuit/index.jsp

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความจุ เมื่อวัตถุเป้าหมายเคลื่อนที่เข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าที่กำเนิดโดยแอกทีฟอิเล็กโทรด และเอิรทธ์อิเล็กโทรด การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างหน้าพร็อกซิมิตี้และวัตถุเป้าหมาย ขนาดและรูปร่างของวัตถุและชนิดของวัตถุเป้าหมาย เมื่อค่าความจุเปลี่ยนแปลงจนถึงค่าๆ หนึ่งซึ่งเท่ากับค่าความต้านทานที่ปรับไว้ในตอนเริ่มต้น จะส่งผลให้เกิดการออสซิลเลทสัญญาณขึ้น และส่งต่อให้เอาต์พุตทำงาน เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า อาร์-ซี รีโซแนนซ์ (R-C Resonance) ซึ่งส่วนประกอบของพร็อกซิมิตี้ชนิดเก็บประจุ แสดงดังรูปที่ 2.15



ส่วนประกอบของพร็อกซิมิตี้ชนิดเก็บประจุ
1.วัตถุเป้าหมาย
2.สนามไฟฟ้า
3.ตัวเรือน
4.เอิทธ์อิเล็กโทรด
5.อิเล็กโทรดชดเชย
6.แอกทีฟอิเล็กโทรด

รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบของพร็อกซิมิตี้ชนิดเก็บประจุ

ที่มา : http://www.foodnetworksolution.com

2.6 จอแสดงผลแอลซีดี

แอลซีดี (LCD) ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตัลเหลว หลักการคือ ด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่างหรือที่เรียกว่า แสงจากหลังจอภาพ (Backlight) อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟด้านหลังจอแสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะไม่สว่าง ผลึกมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตัล เช่นสีเขียว สีฟ้า ฯลฯ ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือ แล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆ กัน

2.6.1 รูปแบบของจอแสดงผลแอลซีดี

จอแสดงผลแอลซีดี แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆ ตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1) ชาแร็คเตอร์แอลซีดี (Character LCD) เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอแสดงผลแอลซีดีขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วนจอแสดงผลแอลซีดีขนาด 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 4 บรรทัด

2) กราฟฟิคแอลซีดี (Graphic LCD) เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสงหรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

2.6.2 การเชื่อมต่อสัญญาณขาข้อมูลระหว่างบอร์ดอาดูอิโน่กับส่วนควบคุมแอลซีดี

ในการควบคุมหรือสั่งงาน โดยทั่วไปจอแสดงผลแอลซีดีจะมีส่วนควบคุมอยู่ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอแสดงผลแอลซีดี โดยขาในการเชื่อมต่อระหว่างแอลซีดีกับอาดูอิโน่ มีดังนี้

1) GND เป็นกราวด์ใช้ต่อระหว่างกราวด์ของอาดูอิโน่กับแอลซีดี

2) VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับแอลซีดีขนาด +5 VDC

3) VO ใช้ปรับความสว่างของหน้าจอแอลซีดี

4) RS ใช้บอกให้ส่วนควบคุมแอลซีดีทราบว่าโค้ดที่ส่งมาทางขาเดต้าเป็นคำสั่งหรือข้อมูล

5) R/W ใช้กำหนดว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับส่วนควบคุมแอลซีดี

6) E เป็นขาอีนาเบิล (Enable) หรือ ชิปซีเล็ค (Chips Select) เพื่อกำหนดการทำงานให้กับส่วนควบคุมแอลซีดี

7) DB0-DB7 เป็นขาสัญญาณเดต้าใช้สำหรับเขียนหรืออ่านข้อมูล/คำสั่งกับส่วนควบคุมแอลซีดี วิธีการสั่งงานจะแตกต่างกันไปโดยส่วนควบคุมแอลซีดี สามารถรับรหัสคำสั่งจาก อาดูอิโน่ได้จากสัญญาณ RS R/W และ DB0-DB7 ในขณะที่สัญญาณ E มีค่าลอจิกเป็น 1 ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะใช้ร่วมกันเพื่อกำหนดเป็นรหัสคำสั่งสำหรับสั่งงานแอลซีดี โดยหน้าที่ของแต่ละสัญญาณสรุปได้ดังนี้

7.1) E เป็นสัญญาณอีนาเบิลเมื่อมีค่าเป็น 1 เป็นการบอกให้แอลซีดีทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่ออ่านหรือเขียนข้อมูล 0 ให้แอลซีดี โดยไม่สนใจสัญญาณ RS R/W และ DB0-DB7

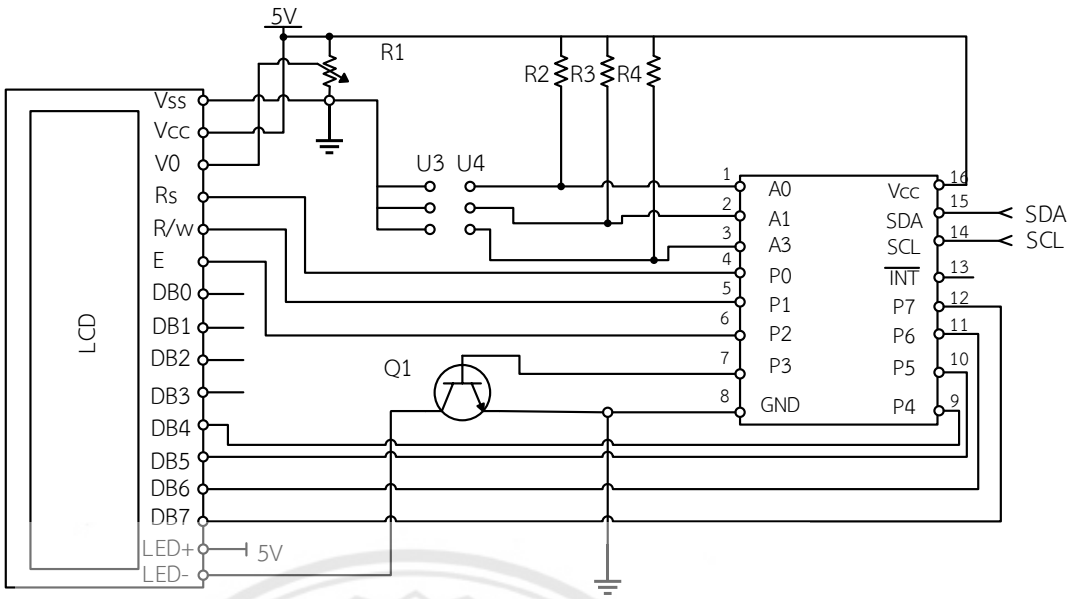
7.2) RS เป็นสัญญาณสำหรับกำหนดให้แอลซีดีทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่อกับแอลซีดีในขณะนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือข้อมูล

7.3) R/W เป็นสัญญาณสำหรับบอกให้แอลซีดีทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการอ่านหรือเขียนกับแอลซีดี โดย R/W = 0 หมายถึง เขียน R/W = 1 หมายถึง อ่าน

7.4) DB0-DB7 เป็นสัญญาณแบบ 2 ทิศทาง โดยจะสัมพันธ์กับสัญญาณ R/W ใช้สำหรับรับคำสั่งและข้อมูลระหว่างแอลซีดีกับอุปกรณ์ภายนอก โดยถ้า R/W = 0 สัญญาณ DB0-DB7 จะส่งจากอุปกรณ์ภายนอกมาที่แอลซีดี แต่ถ้า R/W = 1 สัญญาณ DB0-DB7 จะส่งจากแอลซีดีไปยังอุปกรณ์ภายนอก

8) A (Anode) เป็นขา V_{CC} สำหรับแอลอีดีแบ็คไลท์ (5 โวลต์)

9) K (Cathode) เป็นขา GND สำหรับแอลอีดีแบ็คไลท์ (กราวด์)



รูปที่ 2.16 วงจรภายในระหว่างจอแอลซีดีกับบอร์ดไอทูซี

ที่มา : https://www.thaieasyelec.com

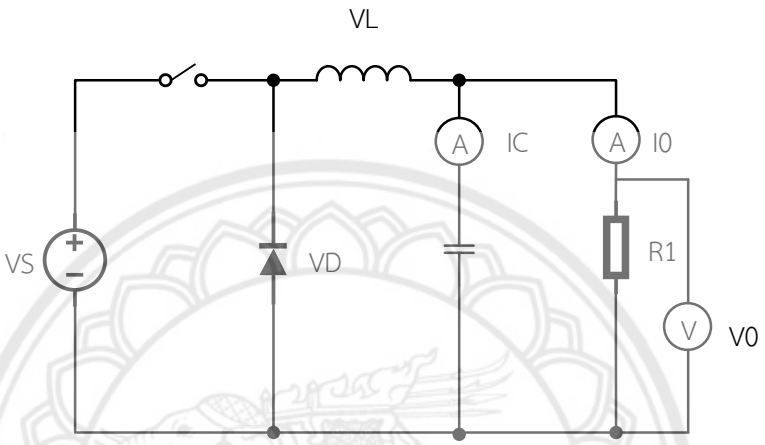
จากรูปที่ 2.16 จะเห็นได้ว่าจอแอลซีดี และบอร์ดไอทูซี ได้มีการเชื่อมต่อขาสำหรับการรับส่งข้อมูลเป็นแบบ 4 บิต ขาที่เชื่อมต่อไว้คือ ขา P4 > DB4, P5 > DB5, P6 > DB6, P7 > DB7 และขา P2 > E (Enable), P1 > R/W, P0 > RS รวมไปถึงตัวต้านทานสำหรับปรับค่าความเข้มของตัวอักษร และสวิชต์แบล็คไลท์ (Switch Blacklight) จากวงจรขาที่จำเป็นในการใช้งานถูกเชื่อมต่อเข้ากับตัวบอร์ดไอทูซี และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อยแล้ว สถานะพร้อมใช้งาน

2.7 วงจรทอนระดับแรงดัน

วงจรทอนระดับแรงดัน (Buck Converter) เป็นวงจรที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลงเพื่อเหมาะสมต่อการใช้งาน โครงสร้างของวงจรจะประกอบด้วยสวิตช์ที่สามารถสั่งให้ เปิด (ON) หรือ ปิด (OFF) ได้ทุกขณะตามความต้องการในทางปฏิบัติสวิตช์ที่ใช้ในวงจรจริงคืออุปกรณ์สวิตช์ชิ่ง เช่น บีเจที (BJT) มอสเฟตกำลัง (MOSFET) นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อีกเช่น คอนเดนเซอร์ (Condenser) ตัวเหนี่ยวนำ (Inductance) และไดโอด (Diode) เป็นต้น

2.7.1 หลักการทำงานของวงจรทอนระดับแรงดัน

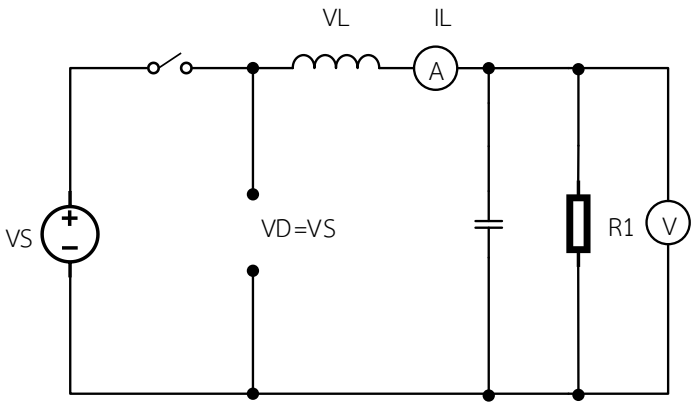
เพื่อที่จะออกแบบให้ได้แรงดันไฟฟ้าด้านออกตามที่ต้องการคือ ต้องเริ่มจากที่ว่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำในแต่ละคาบเวลามีค่าเท่ากับศูนย์ จากนั้นจะสามารถหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำได้ การวิเคราะห์การทำงานของสวิตช์ในแต่ละโหมดจะต้องวิเคราะห์ในสภาวะอยู่ตัวดังนี้ วงจรทอนระดับแรงดัน แสดงดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 วงจรทอนระดับแรงดัน

ที่มา : https://www.ceemankorn.blogspot.com

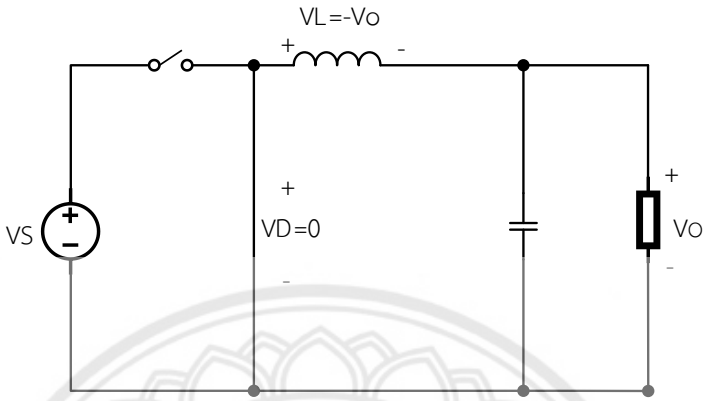
ขณะสวิตช์นำกระแส กระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะไหล ผ่านสวิตช์ผ่านตัวเหนี่ยวนำไปยังโหลดโดยที่กระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะไปเก็บที่ตัวเก็บประจุ วงจรทอนระดับแรงดันขณะสวิตช์เปิดวงจร แสดงดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 วงจรทอนระดับแรงดันขณะสวิตช์เปิดวงจร

ที่มา : https://www.ceemankorn.blogspot.com

เมื่อสวิตช์ไม่นำกระแสไดโอดจะถูกไบอัสไปข้างหน้า (Forward Bias) ให้นำกระแสทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง วงจรทอนระดับแรงดันขณะสวิตช์ปิดวงจร แสดงดังรูปที่ 2.19



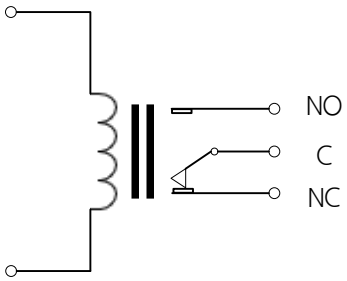
รูปที่ 2.19 วงจรทอนระดับแรงดันขณะสวิตช์ปิดวงจร

ที่มา : https://www.ceemankorn.blogspot.com/

การออกแบบวงจรสวิตช์เปิดวงจร นั้นเราจะออกแบบให้ทำงานอยู่ในขอบเขตของโหมดกระแสไม่ต่อเนื่องเพื่อที่จะสามารถควบคุมกระแสได้โดยง่าย

2.8 รีเลย์

รีเลย์ (relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ ตัด-ต่อวงจร คล้ายกับสวิตช์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส และการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์มันจะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้ก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่ใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจากแหล่งจ่ายไฟของเครื่อง ดังนั้น ทันทีที่เปิดเครื่อง ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน ซึ่งสัญลักษณ์ของรีเลย์ แสดงดังรูปที่ 2.20

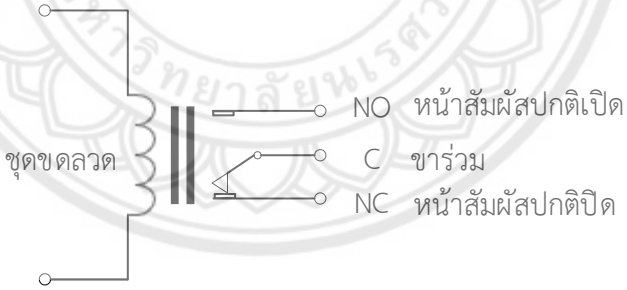


รูปที่ 2.20 สัญลักษณ์ของรีเลย์

ที่มา : http://www.atom.rmutphysics.com

2.8.1 โครงสร้างของรีเลย์

ภายในโครงสร้างของรีเลย์ จะประกอบไปด้วยขดลวด 1 ชุด และหน้าสัมผัส ซึ่งในหน้าสัมผัส 1 ชุด ซึ่งจะประกอบไปด้วย หน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close : NC) ซึ่งในสภาวะปกติ ขานี้จะต่ออยู่กับขาร่วม (C) และ หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) ขานี้จะต่อเข้ากับขาร่วม (C) เมื่อขดลวดมีแรงดันตกคร่อม หรือกระแสไหลผ่าน (ในปริมาณที่เพียงพอ) ในรีเลย์ 1 ตัว อาจมีหน้าสัมผัสมากกว่า 1 ชุด ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิต สัญลักษณ์ของรีเลย์แทนโครงสร้างรีเลย์แสดงดังรูปที่ 2.21

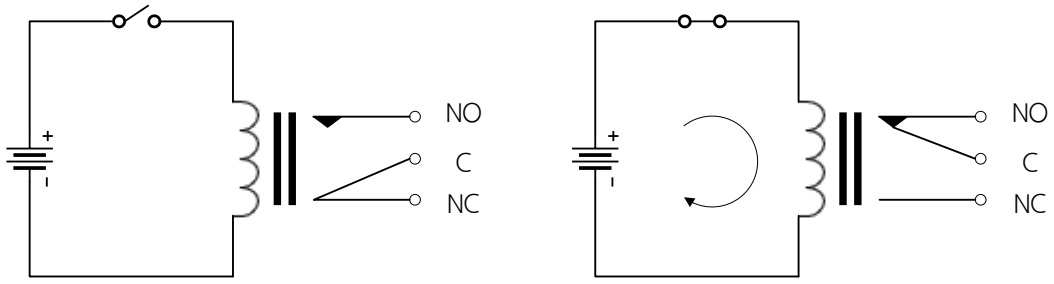


รูปที่ 2.21 สัญลักษณ์ของรีเลย์แทนโครงสร้างรีเลย์

ที่มา : http://www.atom.rmutphysics.com

2.8.2 หลักการทำงานของรีเลย์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะทำให้ขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กไปดึงแผ่นหน้าสัมผัสให้ดึงลงมา แตะหน้าสัมผัสอีกอันทำให้มีกระแสไหลผ่านหน้าสัมผัสไปได้ สภาวะการทำงานของรีเลย์ แสดงดังรูปที่ 2.22

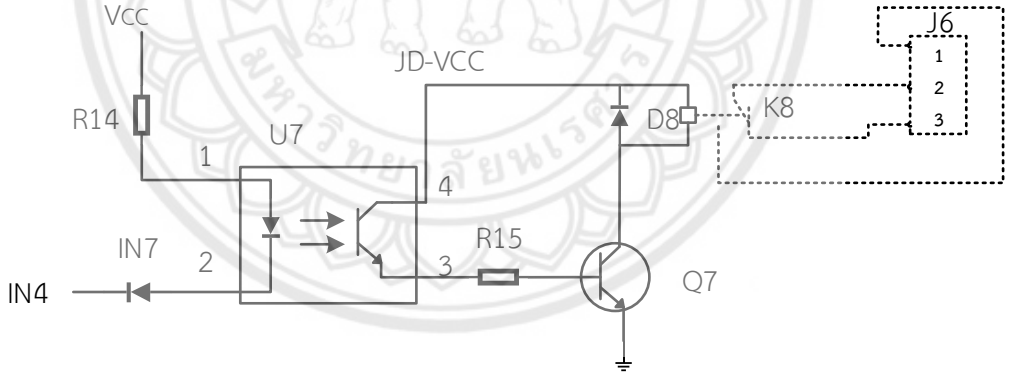


สภาวะปกติขา C จะต่อกับ NC　　สภาวะจ่ายไฟฟ้าเข้าขา C จะต่อกับ NO

รูปที่ 2.22 สภาวะการทำงานของรีเลย์

ที่มา : http://relay2560.blogspot.com

ในโครงงานนี้เลือกใช้แผงวงจรรีเลย์แบบ 2 ช่อง รีเลย์ 2 ตัวเพื่อใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า รับกระแสได้สูงถึง 10 แอมแปร์ ใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ รับแรงดันระดับ 5 โวลต์ตรงจากบอร์ดอาดูอิโน่ มีแอลอีดีแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ ออกแบบให้ป้องกันวงจรด้านควบคุมออกจากด้านกำลังโดยการใช้การส่งผ่านด้วยแสง (Optocoupler) ในทุกตัวรีเลย์



รูปที่ 2.23 แผงวงจรรีเลย์

ที่มา : www.arduitronics.com

จากรูปที่ 2.23 เมื่อจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ เป็นไฟเลี้ยงสำหรับขดลวดเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก ตามด้วยออปโต้ไอโซเลเตอร์ (Optoisolator) ที่คั่นระหว่างด้านวงจรควบคุมและด้านโหลด เมื่อ IN4 รับแรงดันมาจากบอร์ดอาดูอิโน่ ทำให้มีสัญญาณไปสั่งให้ทรานซิสเตอร์ Q7 ทำงาน

ซึ่งก็จะปล่อยให้กระแสไหลผ่านขดลวด ส่งผลให้หน้าสัมผัสเคลื่อนตัว ส่วนซีเนอร์ไดโอด D8 จะทำหน้าที่ป้องกันแรงดันย้อนกลับ หรือแรงดันเกินสวิตช์ชิ่ง (Switching Overvoltage)

2.9 หม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง

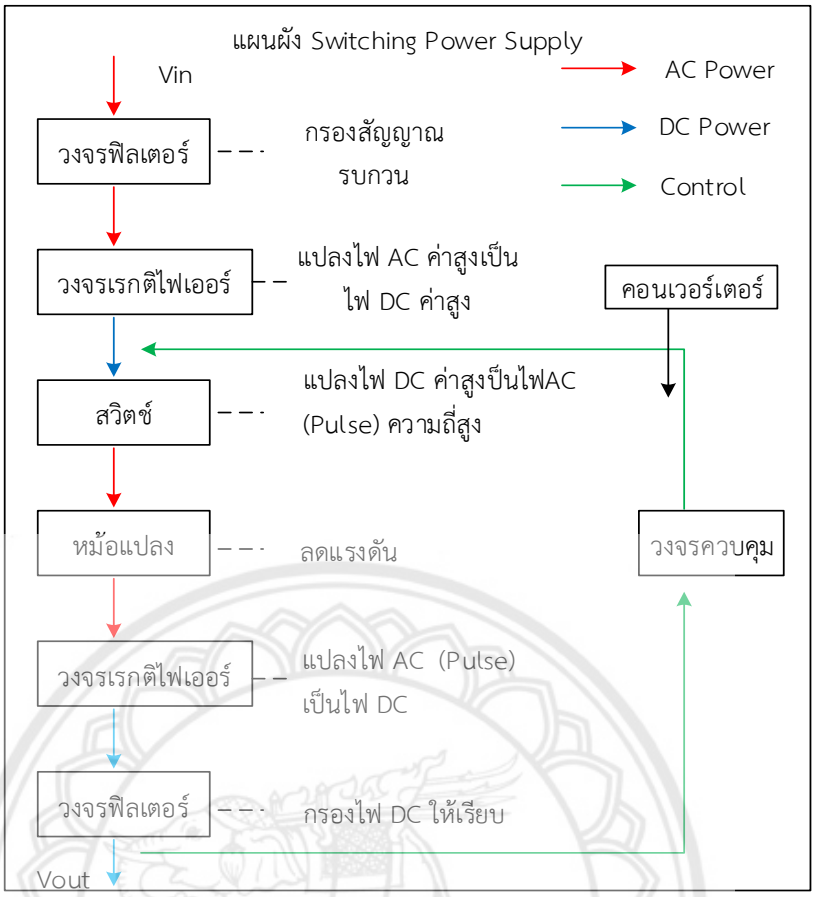
หม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง (Switching Power Supply) นั้นถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ และสามารถเปลี่ยนแรงดันจากไฟสลับโวลต์สูงให้เป็นแรงดันไฟตรงโวลต์ต่ำได้ ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานนั้นโดยทั่วไปจะคล้ายกันและสิ่งที่สำคัญที่สุดขององค์ประกอบนี้คือ คอนเวอเตอร์

หม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1) วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง

2) คอนเวอเตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงให้เป็นไฟสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ

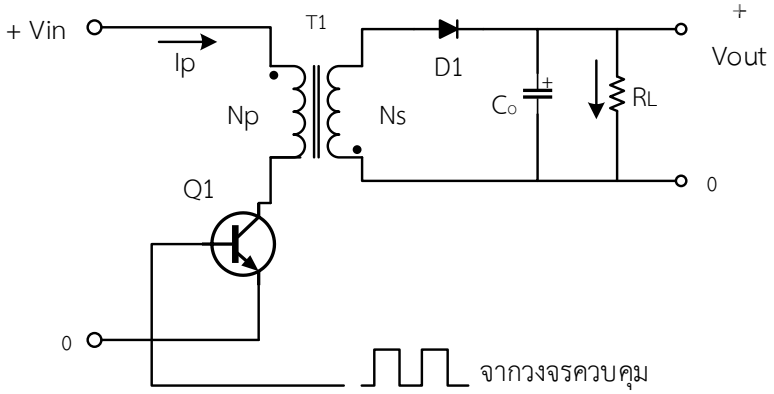
3) วงจรควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอเตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ



รูปที่ 2.24 แผงผังของหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง

https://www.factomart.com

การคงค่าแรงดันจะทำโดยการป้อนค่าแรงดันที่เอาต์พุต กลับมายังวงจรควบคุมเพื่อควบคุมให้การนำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้



รูปที่ 2.25 วงจรพื้นฐานของหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง

ที่มา : https://www.factomart.com

จากรูปที่ 2.25 เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่เป็นเหมือนสวิตช์ และจะนำกระแสตามคำสั่งของพัลส์สี่เหลี่ยมที่ป้อนให้ทางขาเบส เมื่อ Q1 นำกระแส ไดโอด D1 จึงอยู่ในลักษณะถูกไบอัสกลับและไม่นำกระแส จึงทำให้มีการสะสมพลังงานที่ขดปฐมภูมิของหม้อแปลง T1 แทน เมื่อ Q1 หยุดนำกระแส สนามแม่เหล็ก T1 จะยุบตัวทำให้เกิดการกลับขั้วแรงดันที่ขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ D1 จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสตรง พลังงานที่สะสมในขดปฐมภูมิของหม้อแปลงก็จะถูกถ่ายเทออกไปยังขดทุติยภูมิและมีกระแสไหลผ่านไดโอด D1 ไปยังตัวเก็บประจุเอาต์พุต Co และโหลดได้ ค่าของแรงดันที่เอาต์พุตของคอนเวอเตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าความถี่การทำงานของ Q1 ช่วงเวลานำกระแสของ Q1 และอัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงและค่าของแรงดันที่อินพุต

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำงาน โครงสร้างของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง โดยใช้บอร์ดอาดูอิโน่ รวมไปถึงบอกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบนั้นจะมีการทำงานที่สัมพันธ์กันของขั้นตอนการทำงานโครงสร้างของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง ทั้งระบบสายพาน ระบบการวัดความสูง ระบบตรวจจับสี ระบบแสดงผล และระบบการคัดแยกกล่อง

หลังจากศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของโครงงานในบทที่ผ่านมา สามารถนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ โดยสร้างแบบจำลองของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง เพื่อใช้ในการคัดแยกกล่องที่มีลักษณะของสีและความสูงตามที่ต้องการ ซึ่งจะถูกควบคุมกระบวนการทำงานทั้งหมดโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีขั้นตอนและการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานของเครื่องคัดแยกกล่อง

3.1.1 การทำงานของระบบสายพาน

การทำงานของระบบสายพานจะเริ่มทำงานเมื่อทำการเปิดสวิตช์ โดยจะทำให้มอเตอร์ที่ขับเคลื่อนสายพานหมุน สายพานจะลำเลียงกล่องที่ถูกนำมาวางบนสายพาน ไปยังตำแหน่งของระบบอื่น ๆ ที่ติดตั้งไว้ สายพานจะหยุดทำงานก็ต่อเมื่อพร็อกซิมิตี้ตรวจจับเจอกล่องหรือทำการปิดสวิตช์เท่านั้น

3.1.2 การทำงานของระบบตรวจจับสีและวัดความสูง

การทำงานของระบบตรวจจับสีและวัดความสูง จะเริ่มทำงานเมื่อสายพานลำเลียงกล่องเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งของพร็อกซิมิตี้ ซึ่งจะสั่งให้สายพานหยุด จากนั้นระบบการวัดความสูงจะทำงานซึ่งกำหนดความสูงไว้ที่ 5 เซนติเมตร ถ้าความสูงมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า 5 เซนติเมตร กล่องจะเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งของระบบตรวจจับความสีและการวัดความสูงทันที แต่ถ้ามีความสูงเท่ากับ 5 เซนติเมตร ระบบตรวจจับสีจะทำการตรวจจับโดยอาร์จีบีเซนเซอร์ ซึ่งจะกำหนดให้สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียวคือ สีที่ต้องการ ให้สีเหลือง และสีขาวคือ สีที่ไม่ต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นระบบทั้งสองระบบก็จะหยุดทำงาน และส่งให้ระบบอื่นทำงานต่อไป

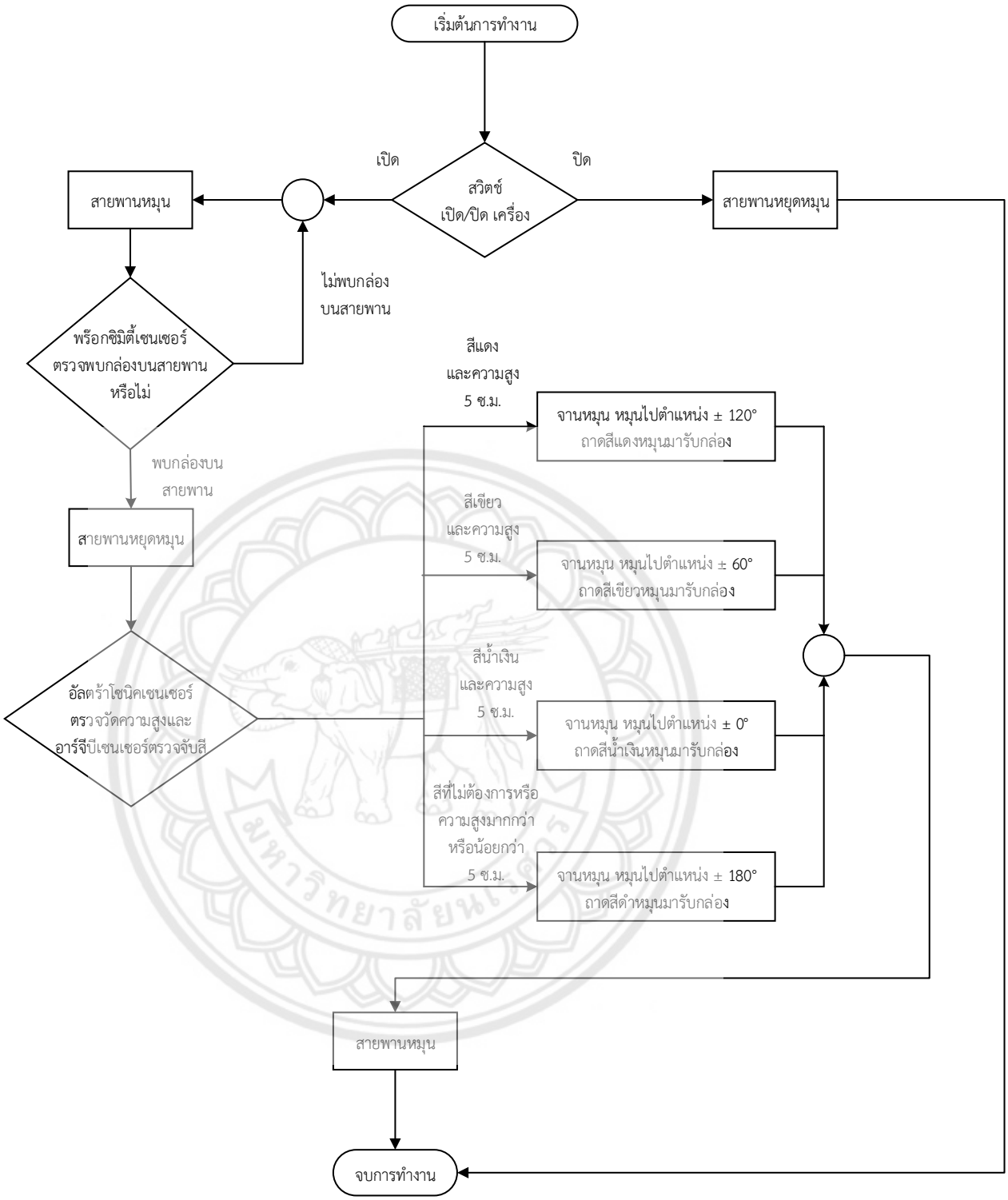
3.1.3 การทำงานของระบบแสดงผล

การทำงานของระบบแสดงผล จะทำงานเมื่อระบบตรวจจับสีและการวัดความสูงทำงานเสร็จสิ้น ซึ่งจะทำการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดี เพื่อแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้งานให้รับทราบ

3.1.4 การทำงานของระบบคัดแยกกล่อง

การทำงานของระบบคัดแยกกล่องจะทำงานก็ต่อเมื่อทำการเปิดสวิตช์ จากนั้นสายพานจะหมุนและทำการวางกล่องบนสายพาน เมื่อสายพานลำเลียงกล่องผ่านพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์จะส่งสัญญาณให้มอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานหยุดหมุน นั้นคือกล่องจะหยุดอยู่ในตำแหน่งที่ทำการตรวจจับสีและวัดความสูง โดยจะทำกระบวนการวัดความสูงด้วยอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ จากนั้นจะทำกระบวนการตรวจจับสีด้วยอาร์จีบีเซนเซอร์ เมื่อทำงานเสร็จสิ้นจะส่งสัญญาณให้แสดงผลผ่านหน้าจอแสดงผลแอลซีดี และส่งสัญญาณไปควบคุมมอเตอร์เซอร์โวให้หมุนจานที่ติดตั้งไว้บนมอเตอร์เซอร์โวตามองศาที่ตั้งค่าไว้ คือ ตำแหน่งที่ 0° 60° 120° และ 180° สามารถหมุนได้ทั้งทวนเข็มและตามเข็มนาฬิกา กล่องสีแดง กล่องสีเขียว และกล่องสีน้ำเงิน ที่มีความสูง 5 เซนติเมตร มอเตอร์เซอร์โวจะหมุนไปยังตำแหน่ง 120° 60° และ 0° ตามลำดับ ส่วนกล่องที่มีสีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง และสีขาว ที่มีความสูงน้อยกว่าหรือมากกว่า 5 เซนติเมตร มอเตอร์เซอร์โวจะหมุนไปยังตำแหน่ง180° เป็นอันสิ้นสุดการทำงาน

โดยที่ขั้นตอนการทำงานของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่องทั้งหมดจะสามารถอธิบายตามแผนภาพ แสดงดังรูปที่ 3.1

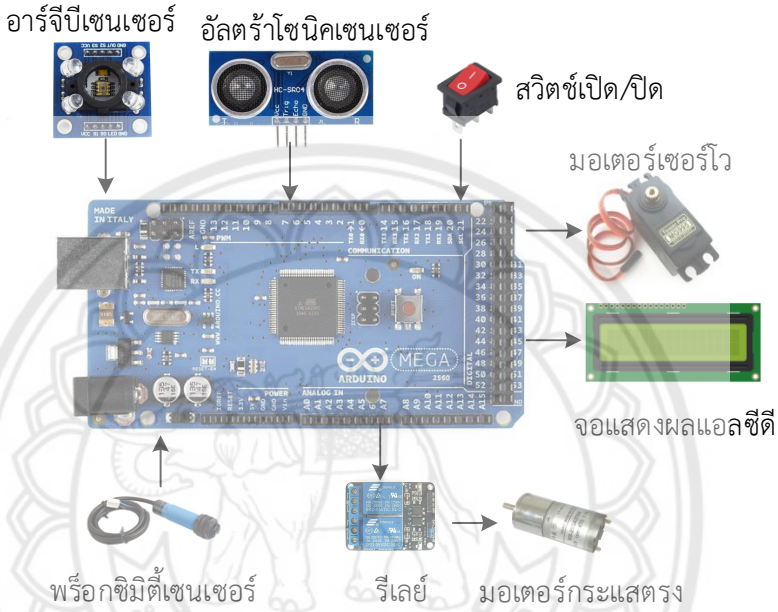


รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

3.2 โครงสร้างของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

3.2.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ

การกำหนดความเป็นไปได้ในการทำงานของอุปกรณ์ให้มีความสอดคล้องกับการทำงานเป็นเรื่องที่สำคัญ ด้วยเหตุนี้ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้ศึกษาและวางแผนการดำเนินงานต่างๆ และทำการออกแบบเพื่อสรุปเป็นข้อกำหนดในการทำงาน

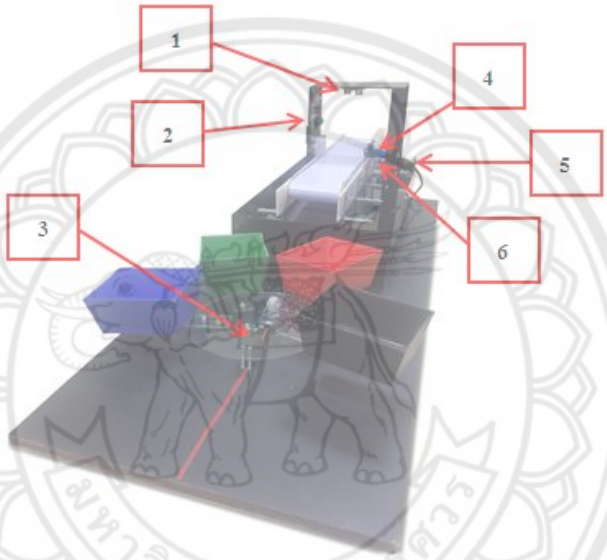


รูปที่ 3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบเครื่องคัดแยกสีและความสูง

จากรูปที่ 3.2 เครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่องใช้บอร์ดอาดูอิโน่ Mega 2560 R3 ในการประมวลผลการทำงาน โดยมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ คือ อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ใช้ในการวัดความสูงของกล่อง อาร์จีบีเซนเซอร์ใช้ในการตรวจจับสีของกล่อง พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์เป็นตัวตรวจจับกล่องให้หยุดในตำแหน่งที่อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์และอาร์จีบีเซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้ เมื่อบอร์ดอาดูอิโน่ประมวลผลเสร็จสิ้นจะแสดงผลการตรวจจับสีและวัดความสูงผ่านจอแสดงผลแอลซีดีและส่งสัญญาณ Pulse Width Modulation (PWM) ไปควบคุมมอเตอร์เซอร์โว เพื่อกำหนดตำแหน่งของจานรับกล่องแต่ละสี ซึ่งอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อจากบอร์ดอาดูอิโน่จะใช้ไฟเลี้ยงจากบอร์ดอาดุอิโน่ที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์ ในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานจะรับไฟ 12 โวลต์จากวงจรทอนระดับแรงดัน โดยมีรีเลย์เป็นตัวกำหนดสถานะเปิด/ปิดการทำงาน ซึ่งรีเลย์ถูกควบคุมจากบอร์ดอาดูอิโน่

3.2.2 โครงสร้างของตัวเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

โครงสร้างของตัวเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่องจะทำมาจากอะคริลิค และมีฐานรองเป็นไม้ โดยใช้อะคริลิคมาประกอบชิ้นส่วนและยึดติดเข้าด้วยกันแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ ด้านล่างสุดใช้เป็นฐานหลักในการรับหรือติดตั้งอุปกรณ์ ส่วนที่ 2 คือ ส่วนสายพาน ซึ่งจะติดตั้งสายพาน พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ และอาร์จีบีเซนเซอร์ ส่วนที่ 3 คือ ส่วนที่เป็นอะคริลิคเสริมเพื่อทำการติดตั้งหน้าจอแสดงผลแอลซีดี และอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ และส่วนที่ 4 คือ ส่วนฐานหลักจะทำการติดตั้งมอเตอร์เซอร์โว ซึ่งโครงสร้างของตัวเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง แสดงดังรูป ที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของตัวเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

โดยที่ หมายเลย 1) ติดตั้งอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ สำหรับการวัดความสูงของกล่อง

หมายเลย 2) ติดตั้งจอแสดงผลแอลซีดี สำหรับแสดงค่าความสูงและสีของกล่องที่ทำการวัดค่าได้

หมายเลย 3) ติดตั้งมอเตอร์เซอร์โว สำหรับใช้หมุนจานรับกล่อง

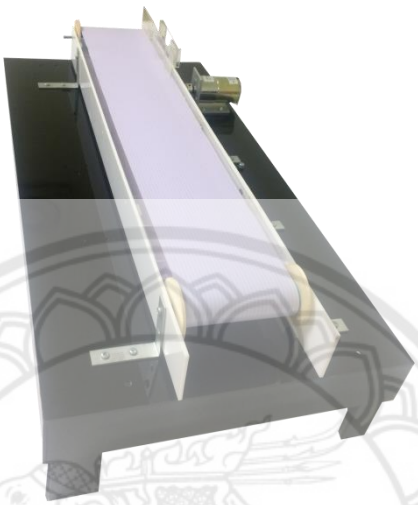
หมายเลย 4) ติดตั้งพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ สำหรับตรวจจับกล่องเพื่อหยุดสายพานและทำงานขั้นตอนต่อไป

หมายเลย 5) ติดตั้งมอเตอร์กระแสตรง สำหรับขับเคลื่อนสายพาน

หมายเลย 6) ติดตั้งอาร์จีบีเซนเซอร์ สำหรับตรวจจับสีของกล่อง

3.2.3 โครงสร้างของระบบสายพาน

โครงสร้างนี้ต้องใช้แรงของมอเตอร์ในการขับเคลื่อนสายพานเพื่อลำเลียงกล่องไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งแกนของสายพานทำด้วยท่อพีวีซี ตัวสายพานทำด้วยไวนิล ฐานทั้งสองข้างทำด้วยอะคริลิค และนำวัสดุอุปกรณ์มาประกอบรวมกัน แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของระบบสายพาน

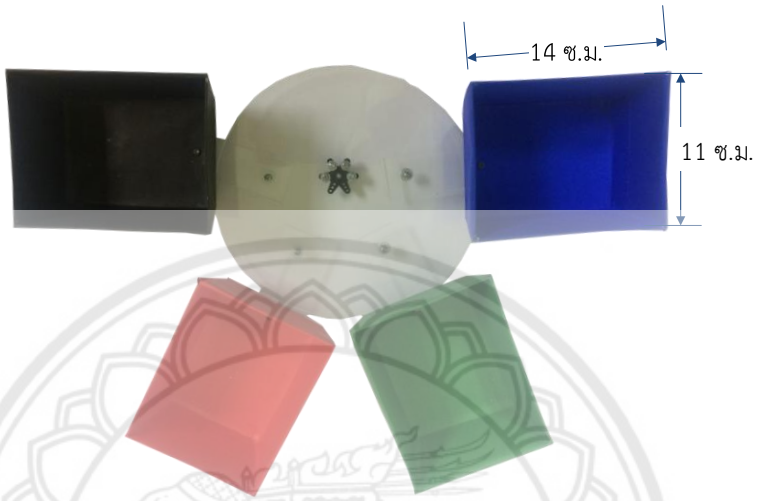
3.2.4 โครงสร้างของอะคริลิคเสริม

โครงสร้างนี้ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์สองชนิด คือ อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์และ จอแสดงผลแอลซีดี ซึ่งโครงสร้างทำมาจากอะคริลิค แสดงดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 โครงสร้างของอะคริลิคเสริม

3.2.5 โครงสร้างของจานรับกล่อง

โครงสร้างนี้ทำมาจากอะคริลิคมีลักษณะเป็นรูปวงกลม ตัวจานรับกล่องทำจากตะกร้าที่ห่อด้วยกระดาษสีที่มีขนาดความกว้าง 11 เซนติเมตร ความยาว 14 เซนติเมตร และความสูง 6.5 เซนติเมตร นำอุปกรณ์ทั้งสองมาประกอบเข้าด้วยกัน แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 โครงสร้างของจานรับกล่อง

3.2.6 กล่องที่ใช้ในการทดลอง

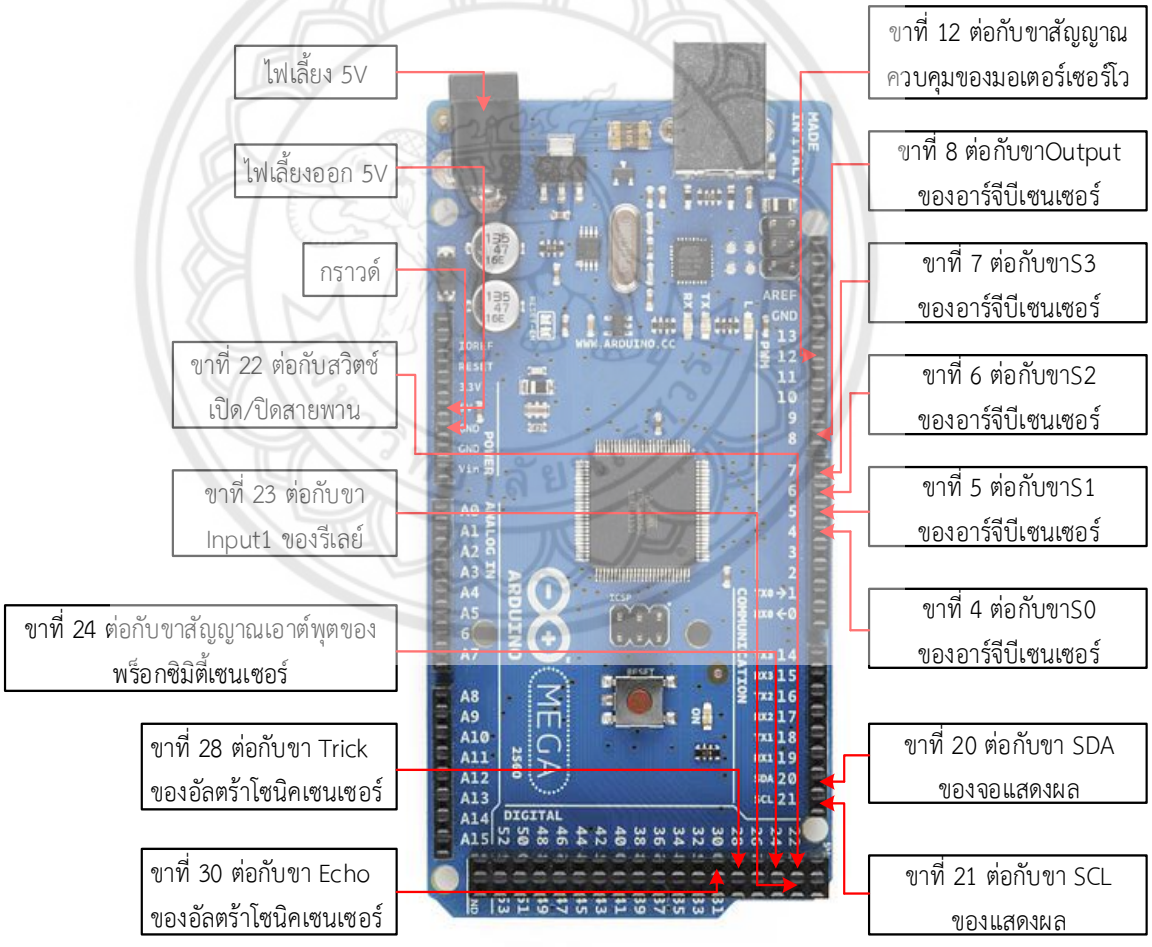
กล่องทำมาจากกระดาษแข็งที่มีผิวกระดาษสองแบบ คือ กระดาษผิวธรรมดาและกระดาษผิวมัน ซึ่งทำการปริ้นสีมาติดที่ตัวกล่องตามสีที่เราต้องการ มีทั้งหมด 5 สี คือ สีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว สีขาว และสีเหลือง กล่องมีความสูง 3 ขนาด คือ 3, 5, และ 7 เซนติเมตร โดยที่มีความกว้างและความยาวเท่ากันคือ 7 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 กล่องที่ใช้ในการทดลอง

3.3 ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

3.3.1 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ในโครงงานนี้เลือกใช้บอร์ด Mega 2560 R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ชิพ ATmaga2560 ซึ่งมี 54 ดิจิทัล อินพุต/เอาต์พุต โดยในขาเหล่านี้สามารถใช้งานเป็น Pulse Width Modulation (PWM) ได้ 15 ขา อนาล็อกอินพุต 16 ขา UART 4 ชุด โดยความถี่คริสตรัลบนบอร์ดคือ 16 เมกะเฮิรตซ์ เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตยูเอสบีบนบอร์ดได้โดยตรง อีกทั้งรูปแบบการออกแบบยังรองรับการสวมกับอุปกรณ์เสริมต่างๆ ได้โดยตรง ทำให้สามารถพัฒนาระบบได้อย่างรวดเร็ว และเรียบร้อยสวยงาม โดยรองรับการพัฒนาโปรแกรมบนแพลตฟอร์มอาดูอิโน่อย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งการต่อวงจรใช้งานบอร์ดอาดูอิโน่รุ่น Mega 2560 แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การต่อวงจรใช้งานบอร์ดอาดูอิโน่รุ่น Mega 2560

3.3.2 แผงวงจรรีเลย์

ในโครงงานนี้เลือกใช้รีเลย์ 2 ช่อง (2 Channel Relay Module) เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณโลจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบแอคทีฟโลว มีแอลอีดีแสดงสถานะรีเลย์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ เช่น PLC Control บ้านอัจฉริยะ โรงงานอุตสาหกรรม หรืองานอื่นๆ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก ซึ่งการต่อใช้งานแผงวงจรรีเลย์ 2 ช่อง แสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 การต่อใช้งานแผงวงจรรีเลย์ 2 ช่อง

คุณสมบัติของรีเลย์ 2 ช่อง มีดังนี้

(1) การเชื่อมต่อมาตรฐานที่สามารถใช้ควบคุมได้โดยตรงจากไมโครคอนโทรลเลอร์

(2) ใช้ไฟฟ้าที่ 5 โวลต์

(3) ใช้ควบคุมไฟฟ้าแรงสูงได้ที่ DC 30V 10A , AC 250V 10A

(4) มีไฟบอกสถานะการทำงานของรีเลย์ทุกตัว

(5) เชื่อมต่อด้วยขั้วสกรู ทำให้ติดตั้งได้ง่ายและสะดวก

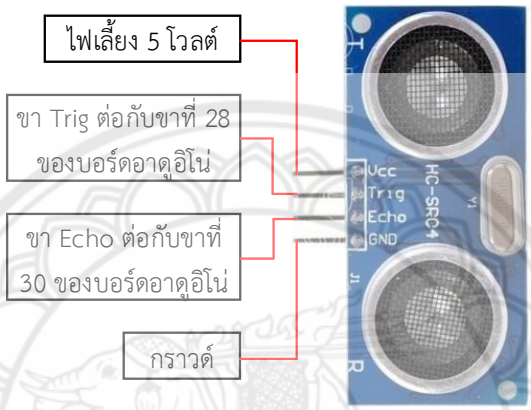
(6) ใช้กระแสขับรีเลย์ แต่ละตัวที่ 15-20 มิลลิแอมแปร์

(7) การส่งสัญญาณควบคุมรีเลย์เป็นแบบแอคทีฟโลว (Active Low)

(8) วงจรขับรีเลย์เป็นแบบแยกกราวด์ออปโต้ไอโซเลทรีเลย์ (Opto Isolated Relay) ปลอดภัยต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์

3.3.3 แผงวงจรอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์

ในโครงงานนี้เลือกใช้อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ HC-SR04 (Ultrasonic Sensor Module HC-SR04) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระยะทางโดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับตำแหน่งที่ต้องการวัด วัดได้ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ถึง 400 เซนติเมตร โดยส่งสัญญาณอัลตร้าโซนิคความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ ไปยังวัตถุที่ต้องการวัดและรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมา พร้อมทั้งจับเวลาเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณระยะทาง ซึ่งการต่อใช้งานแผงวงจรอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การต่อใช้งานแผงวงจรอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์

การต่อใช้งานแผงวงจร มีดังนี้

1. ขา VCC สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยงไม่เกิน 5 โวลต์

2. ขา Trig เป็นขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตร้าโซนิคความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตออกสู่อากาศจากตัวส่ง

3. ขา Echo เป็นขาเอาต์พุตที่ใช้สำหรับการส่งสัญญาณพัลส์ออกจากโมดูลไปยังไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์และคำนวณเป็นระยะทาง

4. ขา GND สำหรับต่อจุดกราวด์ร่วมแรงดันและสัญญาณ

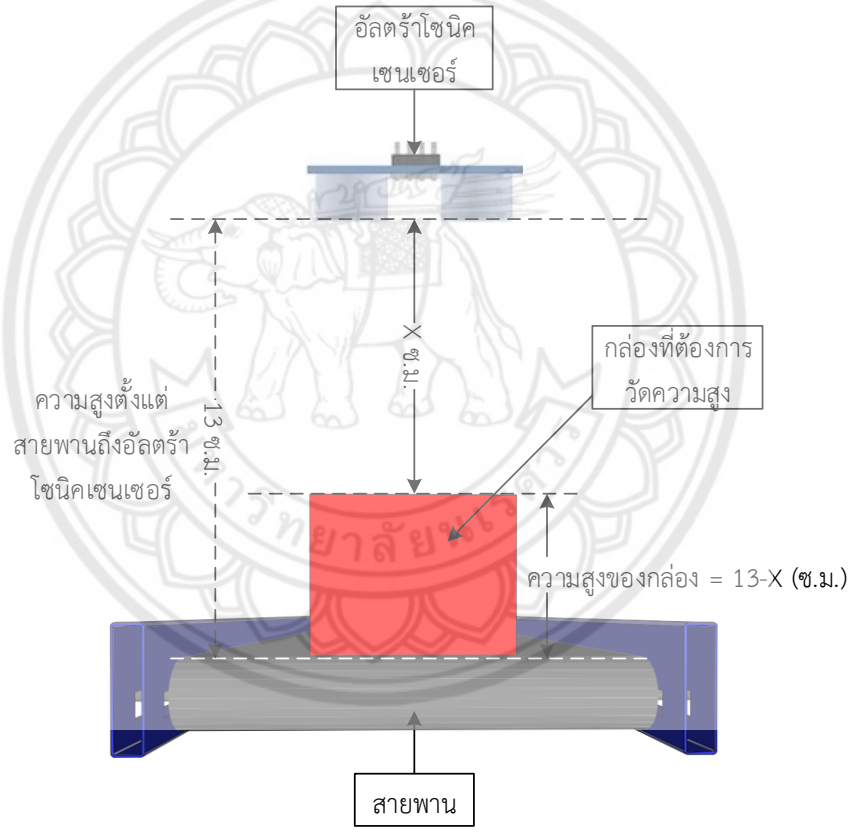
ข้อจำกัดของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ มีดังนี้

1) ผลกระทบของอุณหภูมิ (Temperature Effect) ความไวของเสียงขึ้นอยู่กับแรงดันและอุณหภูมิของก๊าซที่เสียงเดินทางผ่าน ในการประยุกต์ใช้อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ส่วนใหญ่องค์ประกอบอื่นๆ และแรงดันของก๊าซจะถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่อุณหภูมิไม่ได้ถูกกำหนดไว้ โดยความไวของเสียงจะเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 6 องศาเซลเซียส

2) มุมของวัตถุ (Target Angle) วัตถุที่มีลักษณะแบนที่ตั้งกับแกนของลำแสงจะสะท้อนพลังงานเสียงไปยังเซ็นเซอร์ได้มากที่สุด ดังนั้น ถ้ามุมของวัตถุเพิ่มมากขึ้น พลังงานโดยรวมจะส่งกลับไปยังเซ็นเซอร์ได้น้อยลง สำหรับอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ส่วนใหญ่มุมของวัตถุควรจะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 องศา

3) กระแสอากาศ (Air Currents) กระแสอากาศที่เนื่องมาจากลม พัดลม อุปกรณ์นิวเมติกหรือแหล่งอื่นๆ สามารถรบกวนเส้นทางของพลังงานเสียงได้ ดังนั้น เซ็นเซอร์อาจไม่สามารถตรวจจับวัตถุในสภาพแวดล้อมแบบนี้ได้

วิธีการวัดความสูงของกล่องด้วยอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 3.11

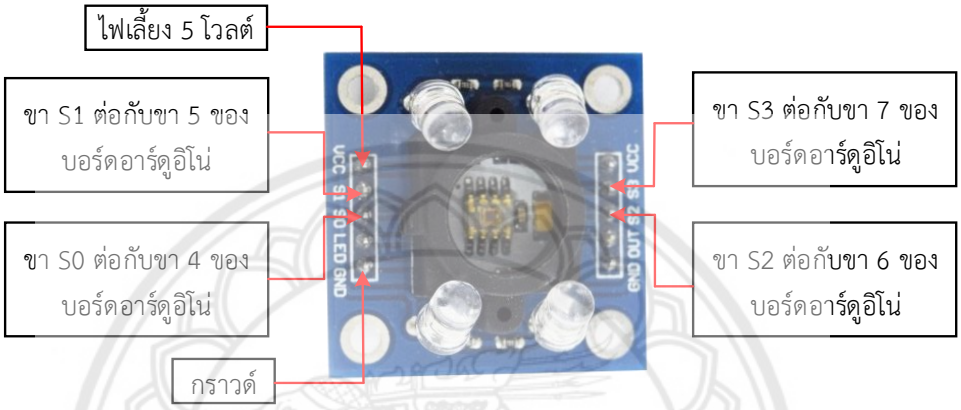


รูปที่ 3.11 วิธีการวัดความสูงของกล่องด้วยอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์

การวัดความสูงของกล่อง ทำได้โดยการวางอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ให้สูงจากพื้นผิวของสายพาน 13 เซนติเมตร จากนั้นอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์จะวัดระยะห่างจากอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์จนถึงกล่อง (X เซนติเมตร) แล้วนำไปลบออกจาก 13 เซนติเมตร จะได้เป็นความสูงของกล่องที่วัดได้

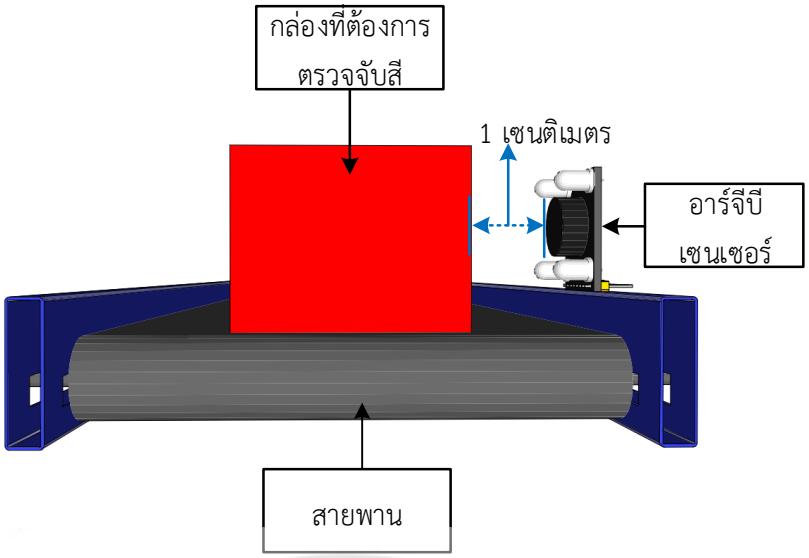
3.3.4 แผงวงจรอาร์จีบีเซนเซอร์

ในโครงงานนี้เลือกใช้อาร์จีบีเซนเซอร์ TCS230/TCS3200 คือเซนเซอร์แยกสี ใช้แยกว่าสีที่อยู่หน้าเซนเซอร์นี้เป็นสีอะไร เอาต์พุตที่อ่านได้ออกมาเป็นค่า R (Red) G (Green) B (Blue) มีไฟแฟลช (Flash) สำหรับตรวจจับสีวัตถุในที่มืด สามารถสั่งควบคุมเปิด-ปิดไฟได้จากโค้ดในโปรแกรม พื้นหลังเป็นสีขาว มีกระบอกพลาสติกสีดำกันไม่ให้สีอื่นไปรบกวน ไม่ต้องหาที่กั้นแสงเพิ่ม ซึ่งการต่อใช้งานแผงวงจรอาร์จีบีเซนเซอร์ TCS230/TCS3200 แสดงได้ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การต่อใช้งานแผงวงจรอาร์จีบีเซนเซอร์ TCS230/TCS3200

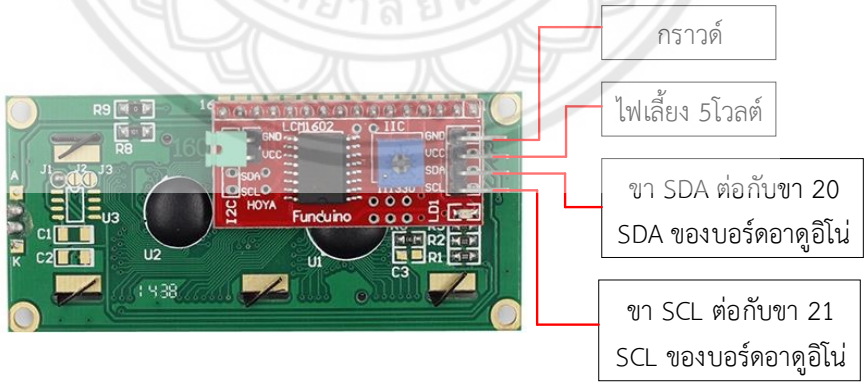
การควบคุมอาร์จีบีเซนเซอร์ TCS230/TCS3200 นี้ ทำได้โดยควบคุมจากขา S2 และ S3 และขาเอาต์พุต จะให้ออกมาเป็นสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม (50% duty cycle) เป็นความถี่ที่อ่านได้จากเซนเซอร์แสงโฟโต้ชันนอล (Photortional) โดยตรง สามารถขยายความเข้มของค่าที่อ่านได้ โดยควบคุมอัตราขยายที่ขา S0 และ S1 โดยระยะตรวจจับสีด้วยอาร์จีบีเซนเซอร์ที่ดีที่สุดคือ 1 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ระยะตรวจจับสีของกล่องด้วยอาร์จีบีเซนเซอร์

3.3.5 แผงวงจรจอแสดงผลแอลซีดี

ในโครงงานนี้เลือกใช้จอแสดงผลแอลซีดีขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ในการแสดงผล โดยทำการเชื่อมต่อแบบ ไอทูซี (I2C) เป็นการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างบอร์ดอะดูอิโน่กับอุปกรณ์ภายนอก โดยใช้สายสัญญาณ 2 เส้นคือ เอสดีเอ (SDA) และเอสซีแอล (SCL) ซึ่งการต่อใช้งานแผงวงจรจอแสดงผลแอลซีดี แสดงได้ดังรูปที่ 3.10 และการต่อใช้งานแผงวงจรไอทูซี แสดงดังรูปที่ 3.14



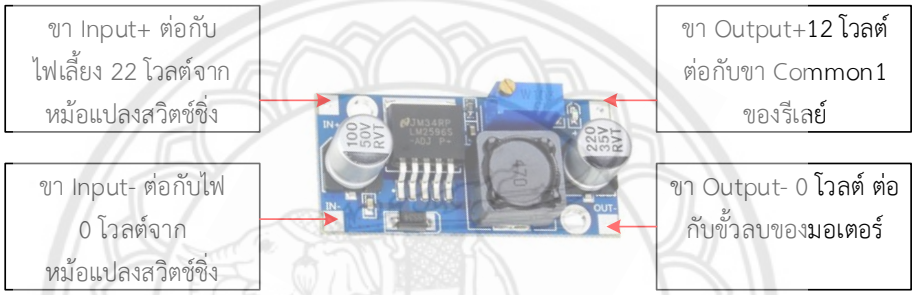
รูปที่ 3.14 การต่อใช้งานแผงวงจรจอแสดงผลแอลซีดี

ใช้การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดอะดูอิโนในรูปแบบของไอทูซี การทำงานเริ่มต้นด้วยการส่งข้อมูลสถานะเริ่มต้นเพื่อแสดงการขอใช้บัส แล้วตามด้วยรหัสควบคุมอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยรหัส

ประจำตัวอุปกรณ์ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล เมื่ออุปกรณ์รับทราบแล้วจะมีการส่งสถานะรับรู้หรือแจ้งให้รับทราบว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง และจะส่งสถานะสิ้นสุดเพื่อยกเลิกการใช้งาน

3.3.5 แผงวงจรทอนระดับแรงดัน

วงจรทอนระดับแรงดัน (Buck Converter) เป็นวงจรที่ใช้ลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลงเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน โครงสร้างของวงจรจะประกอบด้วยสวิตช์ที่สามารถสั่งให้เปิดหรือปิดได้ทุกขณะตามความต้องการในทางปฏิบัติสวิตช์ที่ใช้ในวงจรจริง ซึ่งการต่อใช้งานวงจรทอนระดับแรงดันแสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การต่อใช้งานวงจรทอนระดับแรงดัน

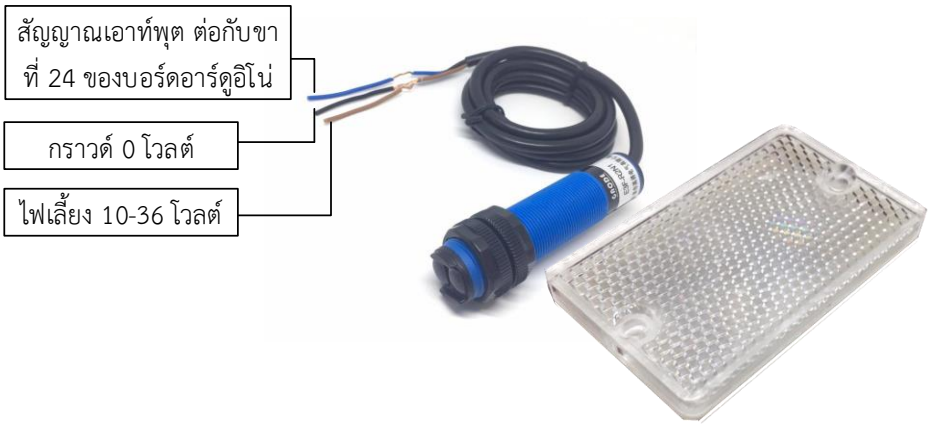
คุณสมบัติของวงจรทอนระดับแรงดัน

1) แรงดันด้านออกของวงจร (Output Voltage) น้อยกว่าแรงดันด้านเข้า (Input Voltage)

2) ขั้วของแรงดันด้านออกจะตรงกับขั้วของแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า

3.3.6 พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

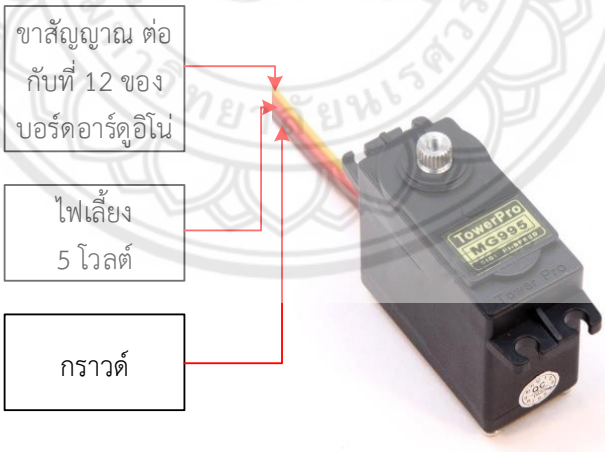
ในโครงงานนี้เลือกใช้พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบอินฟาเรด ใช้ร่วมกับแผ่นสะท้อนแสงอินฟาเรด ตรวจจับได้ไกลสูงสุด 2 เมตร ใช้ไฟเลี้ยงได้ช่วงกว้าง 10-36 โวลต์ กระแส 200 -300 มิลลิแอมแปร์ ซึ่งการต่อใช้งานพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบอินฟาเรด แสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การต่อใช้งานพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบอินฟาเรด

3.3.7 มอเตอร์เซอร์โว

โครงงานนี้เลือกใช้มอเตอร์เซอร์โวชนิดแบบหมุน 180 องศา ชุดมอเตอร์เซอร์โวมีวงจรขับมอเตอร์ในตัวไม่ต้องพึ่งพาวงจรขับมอเตอร์ภายนอก การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ใช้สายสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงเส้นเดียว สามารถส่งคำสั่งเพื่อให้มอเตอร์หยุดหรือกลับทิศทางการหมุนได้ง่าย สามารถควบคุมตำแหน่ง ทิศทาง และความเร็วได้ ซึ่งการต่อใช้งานมอเตอร์เซอร์โวชนิดแบบหมุน 180 องศา แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การต่อใช้งานมอเตอร์เซอร์โวชนิดแบบหมุน 180 องศา

3.3.7 หม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง

โครงงานนี้เลือกใช้หม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง 24 โวลต์ 10 แอมแปร์ 240 วัตต์ ที่แปลงแรงดันจาก 110-240 โวลต์เป็นแรงดัน 24 โวลต์ ซึ่งการต่อใช้งานหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง แสดงดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 การต่อใช้งานหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง

คุณสมบัติของหม้อแปลงสวิตช์ชิ่ง 24 โวลต์ 10 แอมแปร์ 240 วัตต์ มีดังนี้

1) ใช้สำหรับแถบแอลอีดีกล้องรักษาความปลอดภัย และอื่น ๆ อีกมากมาย

2) มีการป้องกันโหลดเกิน ป้องกันแรงดันไฟฟ้า และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

3) ขนาด 199 x 109 x 50 มิลลิเมตร

4) แรงดัน 110-240 โวลต์

5) แรงดันขาออก 24 โวลต์

6) กระแส 10 แอมแปร์

7) พลังงาน 240 วัตต์

บทที่ 4
ผลการทดลอง

หลังจากทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีหลักการทำงาน ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง ในบทนี้เป็นการทดลองการทำงานของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 หัวข้อดังนี้

1) การทดลองความถูกต้องของอาร์จีบีเซนเซอร์

2) การทดลองความถูกต้องของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์

3) การทดลองความถูกต้องของการคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

4) การทดลองเวลาของการคัดแยกกล่อง

4.1 การทดลองความถูกต้องของอาร์จีบีเซนเซอร์

การทดลองนี้เป็นการทดลองโดยใช้กระดาษสองแบบคือ กระดาษผิวธรรมดาและกระดาษผิวมัน เพื่อทดลองความถูกต้องในการทำงานของอาร์จีบีเซนเซอร์ โดยสีที่ต้องการคัดแยกคือ สีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง และสีขาว

เริ่มต้นการทดลองโดยการนำกล่องที่มีผิวกระดาษตามที่กำหนดวางบนจุดเริ่มต้นของสายพาน จากนั้นกล่องจะเคลื่อนที่ไปยังอาร์จีบีเซนเซอร์เพื่อทำการตรวจจับสี โดยจะทำการทดลองกล่องที่มีผิวกระดาษแตกต่างกันของแต่ละสีทั้งหมด 20 ครั้ง ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความถูกต้องของอาร์จีบีเซนเซอร์

ผิวกระดาษ	จำนวนครั้งที่ทดลอง	จำนวนครั้งที่ทำงานถูกต้อง				
		กล่องสีแดง	กล่องสีเขียว	กล่องสีน้ำเงิน	กล่องสีขาว	กล่องสีเหลือง
ผิวธรรมดา	20	20	20	19	20	19
ผิวมัน	20	20	20	20	19	20

จากตารางที่ 4.1 การทดลองความถูกต้องของอาร์จีบีเซนเซอร์ โดยใช้กระดาษสองแบบคือ กระดาษผิวธรรมดาและกระดาษผิวมัน ค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการคัดแยกสีในแต่ละกล่องที่ทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง พบว่า กล่องกระดาษสีน้ำเงินผิวธรรมดา และกล่องกระดาษสีเหลืองผิว

ธรรมดา มีค่าความผิดพลาด 5 เปอร์เซ็นต์ กล่องกระดาษสีขาวผิวมัน มีค่าความผิดพลาด 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นจากระยะห่างระหว่างกล่องกับอาร์จีบีเซนเซอร์มีค่ามากกว่า 1 เซนติเมตร หรือแสงสว่างที่ตกกระทบกล่องมีค่าไม่คงที่ จึงทำให้อาร์จีบีเซนเซอร์จับค่าสีของกล่องได้ผิดพลาด

4.2 การทดลองความถูกต้องของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อ หาค่าความถูกต้องของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ ซึ่งจะทดลองด้วยกล่องที่มีความสูงคือ 5, 5.1, 5.2 และ 5.3 เซนติเมตร โดยจะทดลองว่าอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์สามารถวัดความสูงได้ตามความสูงจริง ซึ่งทำการทดลอง 10 ครั้ง

เริ่มต้นการทดลองโดยการนำกล่องที่มีความสูงตามที่กำหนดคือ 5, 5.1, 5.2 และ 5.3 เซนติเมตร วางบนจุดเริ่มต้นของสายพานจากนั้นกล่องจะเคลื่อนที่ไปยังอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์เพื่อทำการวัดความสูง ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองความถูกต้องของของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์

ความสูงของกล่อง (เซนติเมตร)	**ค่าความสูงที่อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์อ่านได้ในแต่ละครั้ง (เซนติเมตร)**										**ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)**
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	4.80	5.04	4.90	4.88	4.85	4.90	5.04	4.90	5.04	4.80	2.22
5.1	4.98	4.88	4.95	4.93	4.93	5.00	5.03	5.19	5.03	4.83	2.85
5.2	5.09	5.10	5.01	4.98	5.09	5.09	5.10	4.98	5.09	5.11	2.61
5.3	5.44	5.46	5.52	5.44	5.53	5.46	5.41	5.44	5.41	5.46	2.95

จากตารางที่ 4.2 การทดลองความถูกต้องของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ พบว่า กล่องที่มีความสูง 5 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดเท่ากับ 2.22 เปอร์เซ็นต์ กล่องที่มีความสูง 5.1 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดเท่ากับ 2.85 เปอร์เซ็นต์ กล่องที่มีความสูง 5.2 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดเท่ากับ 2.61 เปอร์เซ็นต์ และกล่องที่มีความสูง 5.3 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดเท่ากับ 2.95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดลมหรือ

อุณหภูมิภายในห้องไม่คงที่ ส่งผลให้อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ไม่สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมแบบนี้ได้

4.3 การทดลองความถูกต้องของการคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อ คัดแยกสีที่ต้องการคือ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว สีที่ไม่ต้องการคือ สีเหลือง และสีขาว อีกทั้งยังวัดความสูงที่ต้องการคือ 5 เซนติเมตร ความสูงที่ไม่ต้องการคือ 3 และ 7 เซนติเมตรออกจากกัน และหาค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการทดลอง

เริ่มต้นการทดลองโดยการนำกล่องวางบนจุดเริ่มต้นของสายพาน จากนั้นกล่องเคลื่อนที่ไปยังจุดตรวจจับสีและวัดความสูง ซึ่งมีอาร์จีบีเซนเซอร์ในการตรวจจับสี และมีอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ในการวัดความสูง โดยทำการทดลองกล่องที่มีความสูง 3, 5, และ 7 เซนติเมตร ในแต่ละสีที่กำหนดไว้ ทดลองซ้ำ 15 ครั้ง ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองความถูกต้องของการคัดแยกสีและความสูงของกล่อง

สีของกล่อง	จำนวนครั้งที่ทดลอง	ความสูง 3 เซนติเมตร		ความสูง 5 เซนติเมตร		ความสูง 7 เซนติเมตร	
		จำนวนครั้งที่ทำงานถูกต้อง	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนครั้งที่ทำงานถูกต้อง	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนครั้งที่ทำงานถูกต้อง	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
สีแดง	15	14	7	15	0	14	7
สีเขียว	15	14	7	14	7	14	7
สีน้ำเงิน	15	15	0	15	0	15	0
สีขาว	15	14	7	14	7	15	0
สีเหลือง	15	15	0	15	0	14	7

จากตารางที่ 4.3 การทดลองความถูกต้องของการคัดแยกสีและความสูงของกล่อง พบว่ากล่องสีแดง กล่องสีเขียว กล่องสีเหลือง และกล่องสีขาว เกิดความผิดพลาดของการคัดแยกสีและความสูง โดยส่วนของการคัดแยกสีได้สีที่ผิดจากความเป็นจริง เนื่องจากระยะห่างของกล่องและอาร์จีบีเซนเซอร์เกิน 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่อาร์จีบีเซนเซอร์ทำงานได้ดีที่สุด และในส่วนของการวัดความสูงที่มีค่าต่างไปจากความสูงของกล่องใช้ในการทดลอง เกิดจากความไม่เรียบของสายพานที่ทำ

มาจากไวนิล หรือกล่องที่ทำมาจากกระดาษมีความสูงไม่ได้ตามที่ต้องการ และระนาบของกล่องที่มีความเรียบไม่สม่ำเสมอ จึงส่งผลให้เกิดการวัดค่าความสูงที่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง

4.4 การทดลองเวลาของการคัดแยกกล่อง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อ หาเวลาในการทำงานทั้งหมดของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง ตั้งแต่การวางกล่องลงบนจุดเริ่มต้นของสายพาน การตรวจจับสีและความสูง การแสดงผลของจอแสดงผลแอลซีดี และการคัดแยกกล่องลงจานรับ โดยนับเวลาในการทำกระบวนการเหล่านี้ที่มีระยะโดยรวมทั้งหมดคือ 65 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน

เริ่มต้นการทดลองโดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่นำกล่องวางลงบนจุดเริ่มต้นของสายพาน จนกล่องเคลื่อนที่ผ่านกระบวนการตรวจจับสีและวัดความสูง แสดงผลค่าที่วัดได้ผ่านจอแสดงผลแอลซีดี และกล่องเคลื่อนที่ลงไปสู่จานรับกล่องเพื่อคัดแยกสีตามที่กำหนดลงบนจาน เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการจับเวลาในการทำงาน ทำการทดลอง 10 ครั้ง ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเวลาของการคัดแยกกล่อง

การทดลองครั้งที่	ระยะเวลา (วินาที)
1	5.28
2	4.19
3	5.16
4	4.09
5	4.35
6	4.05
7	4.35
8	4.95
9	3.86
10	4.26
ค่าเฉลี่ย	4.45

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการหาค่าเวลาการทำงานของเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง พบว่า เวลาในการทำงานแต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.454 วินาที ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการทำงานนี้เป็นผลมาจากความเร็วมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงกล่อง ถ้ามอเตอร์ทำงานเร็วขึ้นจะส่งผลให้พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ทำงานผิดพลาด ทำให้กล่องหยุดไม่ตรงตำแหน่งของอาร์จีบีเซนเซอร์ และอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ ซึ่งเครื่องจะไม่สามารถทำกระบวนการแยกสีและความสูงต่อไปได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานสามารถสรุปผล และชี้แจงปัญหาต่างๆ ในการดำเนินโครงงาน รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ปัญหาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาโครงงานต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในโครงงานนี้ได้ออกแบบเครื่องคัดแยกสีและความสูงของกล่อง โดยควบคุมกระบวนการทำงานทั้งหมดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูอิโน่ MEGA 2560 ซึ่งใช้ไฟเลี้ยงแรงดัน 5 โวลต์ ในส่วนของไฟบ้านที่แรงดัน 220 โวลต์จะถูกแปลงแรงดันผ่านหม้อแปลงสวิตช์ชิ่งให้แรงดันเหลือ 24 โวลต์ จากนั้นต่อผ่านวงจรทอนระดับแรงดันให้แรงดันเหลือ 12 โวลต์ สำหรับเป็นไฟเลี้ยงให้กับมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพาน ในส่วนของอาจีบีเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับสี อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ที่ใช้วัดความสูง พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับกล่องเพื่อส่งสัญญาณให้มอเตอร์สายพานหยุดหมุน มอเตอร์เซอร์โวที่ใช้ในการติดตั้งจานรับกล่องในการคัดแยกกล่อง และจอแสดงผลแอลซีดีที่ใช้ในการแสดงค่าตรวจจับสีและค่าวัดความสูง จะใช้ไฟจากบอร์ดอาดูอิโน่ MEGA 2560 ที่แรงดัน 5 โวลต์

ในส่วนของการทดลองความถูกต้องของอาร์จีบีเซนเซอร์ พบว่า ค่าความผิดพลาดของการคัดแยกสีในแต่ละกล่องที่ทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้งมีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้น ซึ่งค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นจากระยะห่างระหว่างกล่องกับอาร์จีบีเซนเซอร์มีค่ามากกว่า 1 เซนติเมตร หรือแสงสว่างที่ตกกระทบกล่องมีค่าไม่คงที่ จึงทำให้อาร์จีบีเซนเซอร์จับค่าสีของกล่องได้ผิดพลาด

ในส่วนของการทดลองค่าความผิดพลาดของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ด้วยกล่องที่มีความสูงคือ 5, 5.1, 5.2 และ 5.3 เซนติเมตร พบว่า มีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นโดยค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความไม่เรียบของพื้นผิวกล่องที่นำมาทดลอง ซึ่งกล่องที่นำมาทดลองควรจะมีลักษณะเป็นผิวเรียบ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการวัดความสูงดีที่สุด ถ้ากล่องที่ทำการวัดความสูงเป็นชิ้นเล็กๆ หรือมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน จะทำให้ความสามารถในการตรวจจับและความแม่นยำลดลง

ในส่วนของการทดลองความถูกต้องของการคัดแยกสีและความสูงของกล่อง พบว่า ส่วนของการคัดแยกสีได้สีที่ผิดจากความเป็นจริง เนื่องจากการวางกล่องเกินระยะ 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่อาร์จีบีเซนเซอร์ทำงานได้ดีที่สุด และในส่วนของการวัดความสูงจะผิดเพี้ยนจากความสูงของกล่องจริง โดยปัญหานี้เกิดจากความไม่เรียบของสายพานซึ่งทำมาจากไวนิลเมื่อนำกล่องวางลงไปบนสายพาน

ส่งผลให้กล่องเอียง หรือกล่องที่ทำจากกระดาษความสูงไม่ถึงตามที่ต้องการ จึงส่งผลให้เกิดการวัดค่าความสูงที่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง

ในส่วนของการทดลองเวลาของการคัดแยกกล่อง พบว่า เวลาในการทำงานแต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.454 วินาที ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการทำงานนี้เป็นผลมาจากความเร็วมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงกล่อง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ส่วนของสายพานลักษณะของไวนิลไม่ค่อยเรียบ จึงทำให้การลำเลียงกล่องให้เคลื่อนที่ผ่านกระบวนการต่างๆ โดยเฉพาะกระบวนการการคัดแยกความสูง จะส่งผลให้ค่าความสูงที่วัดจริงผิดเพี้ยนไปจากค่าจริง เช่น ค่าของความสูงที่วัดได้ควรที่จะแสดงค่า 5 เซนติเมตร แต่กลับแสดงค่าความสูงเป็น 6 เซนติเมตร เป็นต้น การแก้ไขปัญหาในส่วนนี้เพื่อให้ค่าความสูงในการวัดมีความผิดพลาดน้อยที่สุด จะต้องเปลี่ยนตัวลำเลียงสายพานใหม่จากเดิมที่เป็นไวนิล เป็นสายพานที่สั่งทำโดยตรงจากโรงงานที่มีความเรียบและมีคุณภาพมากกว่าไวนิล

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

1) ปรับปรุงสายพานให้มีความเรียบมากขึ้น เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานของเครื่องคัดแยกสีและความสูง

2) เพิ่มจานแยกกล่องบนมอเตอร์เซอร์โว เพื่อสามารถแยกชนิดของกล่องที่มีสีและความสูงตามที่ต้องการได้มากขึ้น

3) ใช้เซนเซอร์ตัวตรวจจับสีที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าเดิม เพื่อลดค่าความผิดพลาดในการตรวจจับสี

4) ปรับปรุงโครงสร้างในส่วนของสายพานให้มีขนาดสั้นลง เพื่อลดระยะเวลาในการคัดแยกกล่อง

เอกสารอ้างอิง

ThaiSensorModule. **บอร์ดอาดูอิโน่ Mega 2560 R3**. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2560, จาก http://www.thaisensormodule.com/index.php/other-module/mega2560r3

ทันพงษ์ ภู่รักษ์. **โครงสร้างโปรแกรมบอร์ดอาดูอิโน่**. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2560, จาก http://www.sbt.ac.th/new/

มนตรี เงาเดช. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง**. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2560, จาก http://www.montri.rmutl.ac.th

C.R. Engineering and Technology Co., Ltd. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง**. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2560, จาก http://www.cr-engineer.com

tdhobby. **องค์ประกอบพื้นฐานของเซอร์โว**. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2560, จาก http://www.tdhobby.com/index.php?option=com_content&view=article&id=91:post-tracking&catid=42:2010-12-25-12-52-21&Itemid=79

Mind plp.com. **RGB คืออะไร**. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2560, จาก http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2172-rgb-คืออะไร.html

Blogger. **Sensorคืออะไร**. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2560, จาก http://hallencodersensorbme3.blogspot.com/2011/07/sensor.html

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. **การทดลองใช้งานโมดูล HC-SR04 วัดระยะห่างด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค.** สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2560, จาก http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=hc-sr04-ultrasonic

Arduino All. **อาร์จีบีเซนเซอร์**. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2560, จาก http://www.arduinoall.com/article/8/สอน-วิธีใช้-โมดูลแยกสี-arduino-tcs230-color-recognition-sensor-module-ภายใน-3-นาที

บริษัท พีเอสพี เทค จำกัด. **พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์**. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2560,
จาก www.psptech.co.th/พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์proximity-sensor-17211.page

ThaiEasyElec. **การใช้งาน Character LCD Display กับ Arduino.**
สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2560, จาก www.psptech.co.th/17211.page

วรภพ ปราโมทย์**. Buck Converter.** สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2560,
จาก https://ceemankorn.blogspot.com/

สิทธิพร รักแก้ว . **ความหมายของรีเลย์**. สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2560,
จาก http://relay2560.blogspot.com/

Factomart Co.,Ltd (Thailand). **Switching Power Supply กับหลักการทำงานที่ควรรู้**.
สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2560, จาก https://www.factomart.com/th/factomartblog

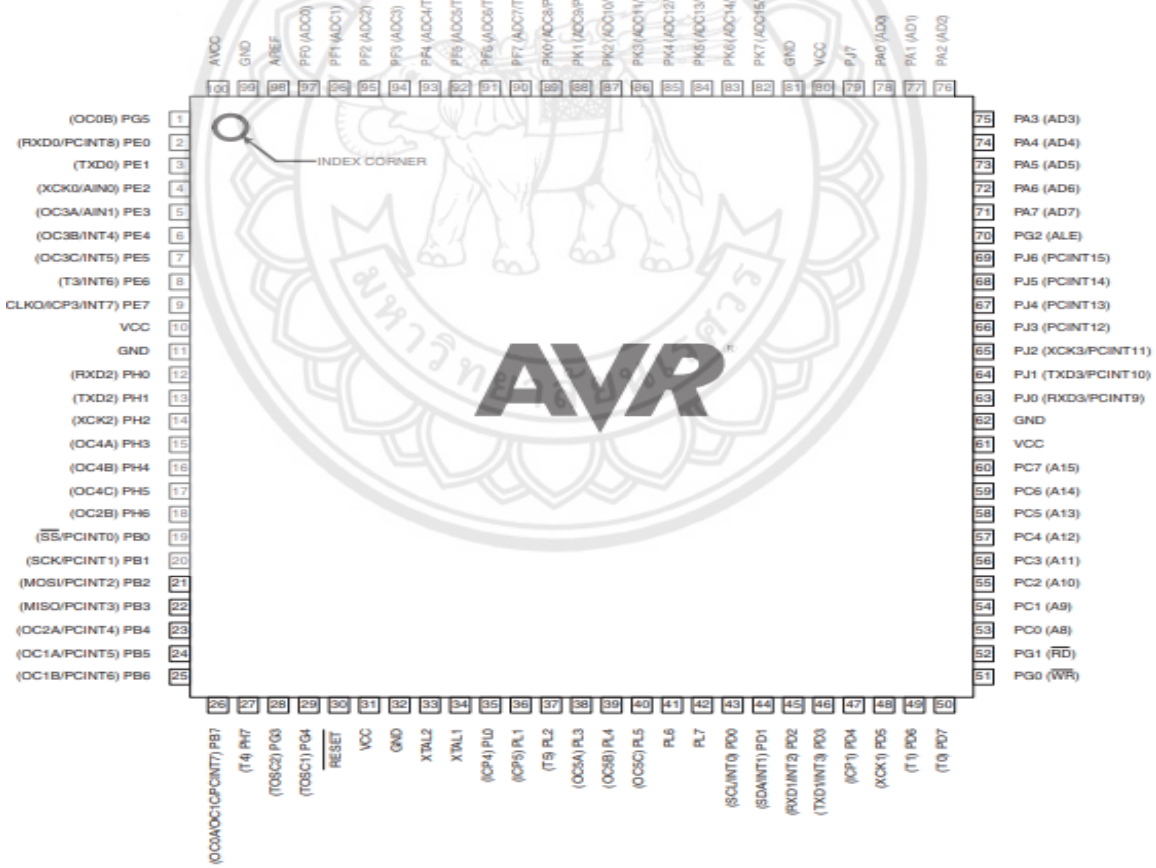
ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลของอาดูอิโน่ ATmega2560

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 64K/128K/256KBytes of In-System Self-Programmable Flash
  - 4Kbytes EEPROM
  - 8Kbytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles:10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
    - Endurance: Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
- Atmel® QTouch® library support
  - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
  - QTouch and QMatrix acquisition
  - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE® std. 1149.1 compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four 8-bit PWM Channels
  - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Output Compare Modulator
  - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change

- **Special Microcontroller Features**
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- **I/O and Packages**
  - 54/86 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - 64-pad QFN/MLF, 64-lead TQFP (ATmega1281/2561)
  - 100-lead TQFP, 100-ball CBGA (ATmega640/1280/2560)
  - RoHS/Fully Green
- **Temperature Range:**
  - -40°C to 85°C Industrial
- **Ultra-Low Power Consumption**
  - Active Mode: 1MHz, 1.8V: 500µA
  - Power-down Mode: 0.1µA at 1.8V
- **Speed Grade:**
  - ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V:
    - 0 - 4MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega2560V/ATmega2561V:
    - 0 - 2MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega640/ATmega1280/ATmega1281:
    - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V
  - ATmega2560/ATmega2561:
    - 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V

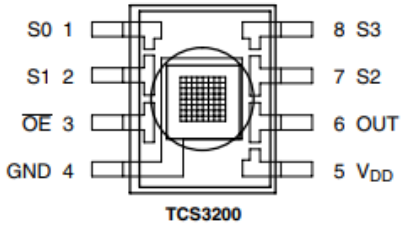


ภาคผนวก ข

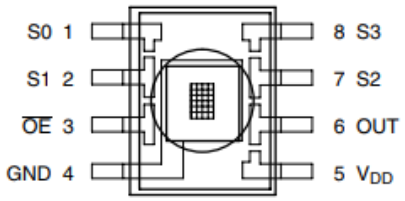
รายละเอียดข้อมูลของอาร์จีบีเซ็นเซอร์

- **High-Resolution Conversion of Light Intensity to Frequency**
- **Programmable Color and Full-Scale Output Frequency**
- **Communicates Directly With a Microcontroller**
- **Single-Supply Operation (2.7 V to 5.5 V)**
- **Power Down Feature**
- **Nonlinearity Error Typically 0.2% at 50 kHz**
- **Stable 200 ppm/°C Temperature Coefficient**
- **Low-Profile Lead (Pb) Free and RoHS Compliant Surface-Mount Package**

PACKAGE D
8-LEAD SOIC
(TOP VIEW)



TCS3200



TCS3210

Description

The TCS3200 and TCS3210 programmable color light-to-frequency converters that combine configurable silicon photodiodes and a current-to-frequency converter on a single monolithic CMOS integrated circuit. The output is a square wave (50% duty cycle) with frequency directly proportional to light intensity (irradiance).

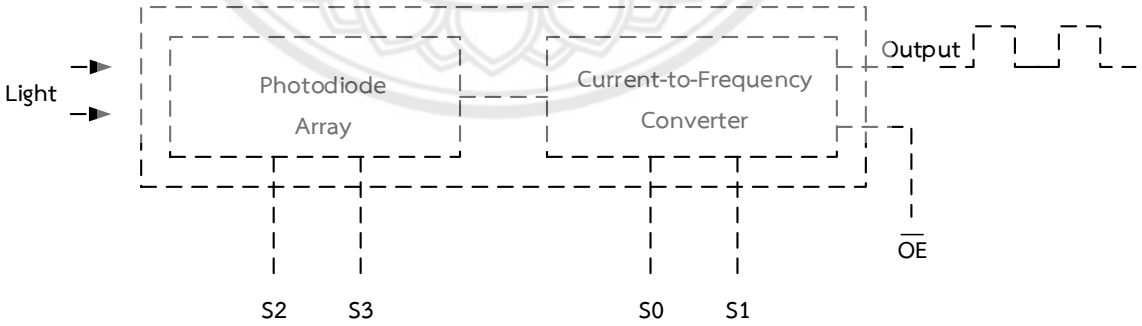
The full-scale output frequency can be scaled by one of three preset values via two control input pins. Digital inputs and digital output allow direct interface to a microcontroller or other logic circuitry. Output enable ($\overline{OE}$) places the output in the high-impedance state for multiple-unit sharing of a microcontroller input line.

In the TCS3200, the light-to-frequency converter reads an 8 x 8 array of photodiodes. Sixteen photodiodes have blue filters, 16 photodiodes have green filters, 16 photodiodes have red filters, and 16 photodiodes are clear with no filters.

In the TCS3210, the light-to-frequency converter reads a 4 x 6 array of photodiodes. Six photodiodes have blue filters, 6 photodiodes have green filters, 6 photodiodes have red filters, and 6 photodiodes are clear with no filters.

The four types (colors) of photodiodes are interdigitated to minimize the effect of non-uniformity of incident irradiance. All photodiodes of the same color are connected in parallel. Pins S2 and S3 are used to select which group of photodiodes (red, green, blue, clear) are active. Photodiodes are 110 µm x 110 µm in size and are on 134-µm centers.

Functional Block Diagram



TERMINAL NAME	TERMINAL NO.	I/O	DESCRIPTION
GND	4		Power supply ground. All voltages are referenced to GND.
$\overline{OE}$	3	I	Enable for f_o (active low).
OUT	6	O	Output frequency (f_o).
S0, S1	1, 2	I	Output frequency scaling selection inputs.
S2, S3	7, 8	I	Photodiode type selection inputs.
V_{DD}	5		Supply voltage

Table 1. Selectable Options

S0	S1	OUTPUT FREQUENCY SCALING (f_o)
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

S2	S3	PHOTODIODE TYPE
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green

Available Options

DEVICE	T_A	PACKAGE – LEADS	PACKAGE DESIGNATOR	ORDERING NUMBER
TCS3200	–40°C to 85°C	SOIC–8	D	TCS3200D
TCS3210	–40°C to 85°C	SOIC–8	D	TCS3210D

ภาคผนวก ค

รายละเอียดข้อมูลของจอแสดงผล

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Item	Symbol	Standard Value			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
Supply Voltage for Logic	V_{DD}-	0	—	7.0	V
Supply Voltage for LCD Driver	V_{DD}-V_{EE}	—	—	13.5	V
Input Voltage	V_I	V_{SS}	—	V_{DD}	V
Operature Temp.	Topr	0	—	50	°C
Storage Temp.	Tstg	-20	—	70	°C

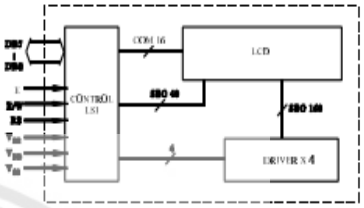
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (REFLECTIVE TYPE)

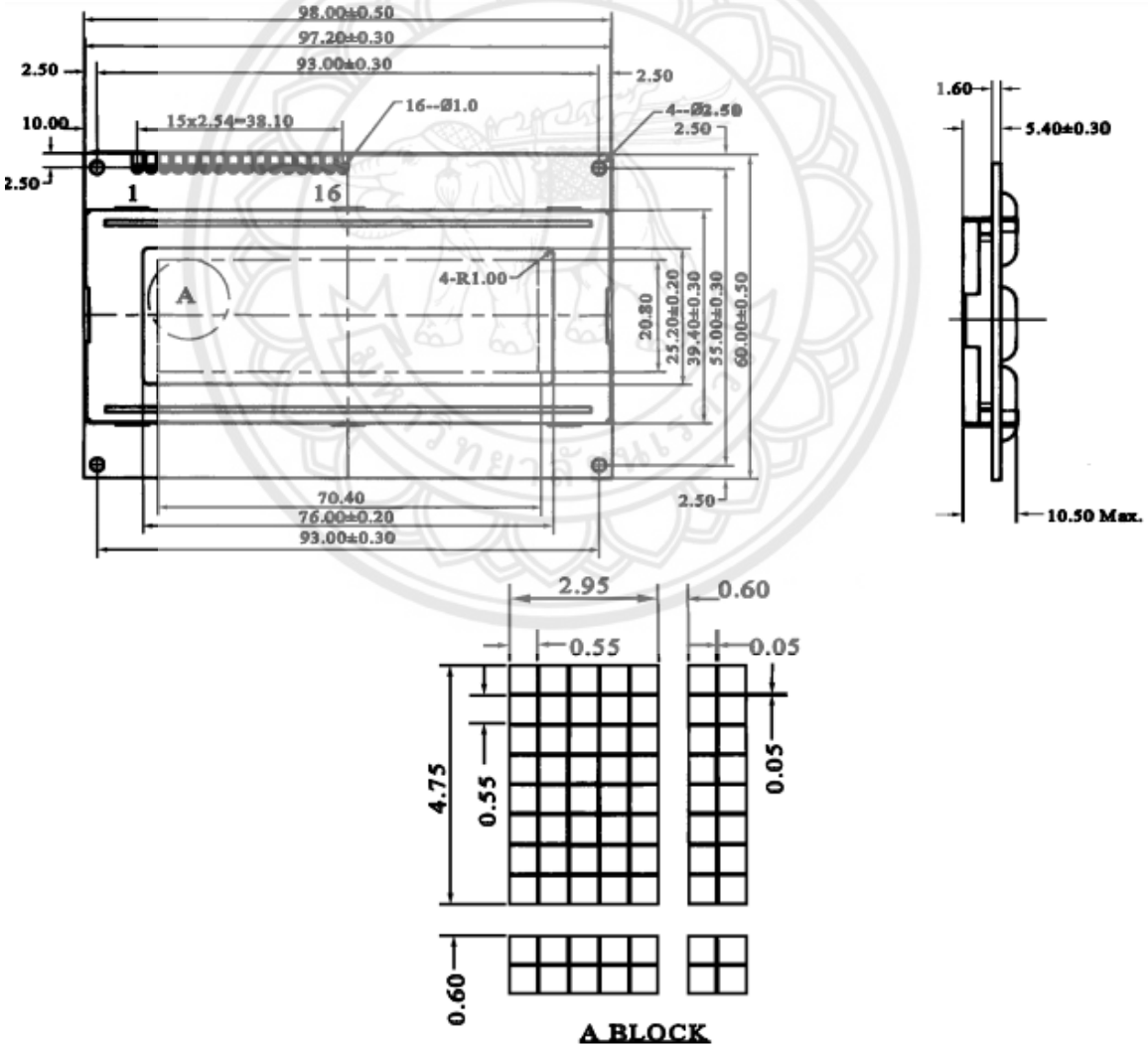
Item	Symbol	Test Condition	Standard Value			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Input "High" Voltage	V_{IH}	—	2.2	—	V_{EE}	V
Input "Low" Voltage	V_{IL}	—	—	—	0.6	V
Output "High" Voltage	V_{OH}	I_{OH}=0.2mA	2.2	—	—	V
Output "Low" Voltage	V_{OL}	I_{OL}=1.2mA	—	—	0.4	V
Supply Current	I_{DD}	V_{DD}=5.0A	—	2.5	4.0	mA

PIN FUNCTIONS

No	Symbol	Function	No	Symbol	Function
1	V_{SS}	GND, 0V	10	DB3	Data Bus
2	V_{DD}	+5V	11	DB4	—
3	V_{EE}	for LCD Drive	12	DB5	—
4	RS	Function Select	13	DB6	—
5	R/W	Read/Write	14	DB7	—
6	E	Enable Signal	15	LEDA	LED Power Supply
7-9	DB0-DB2	Data Bus Line	16	LEDA	

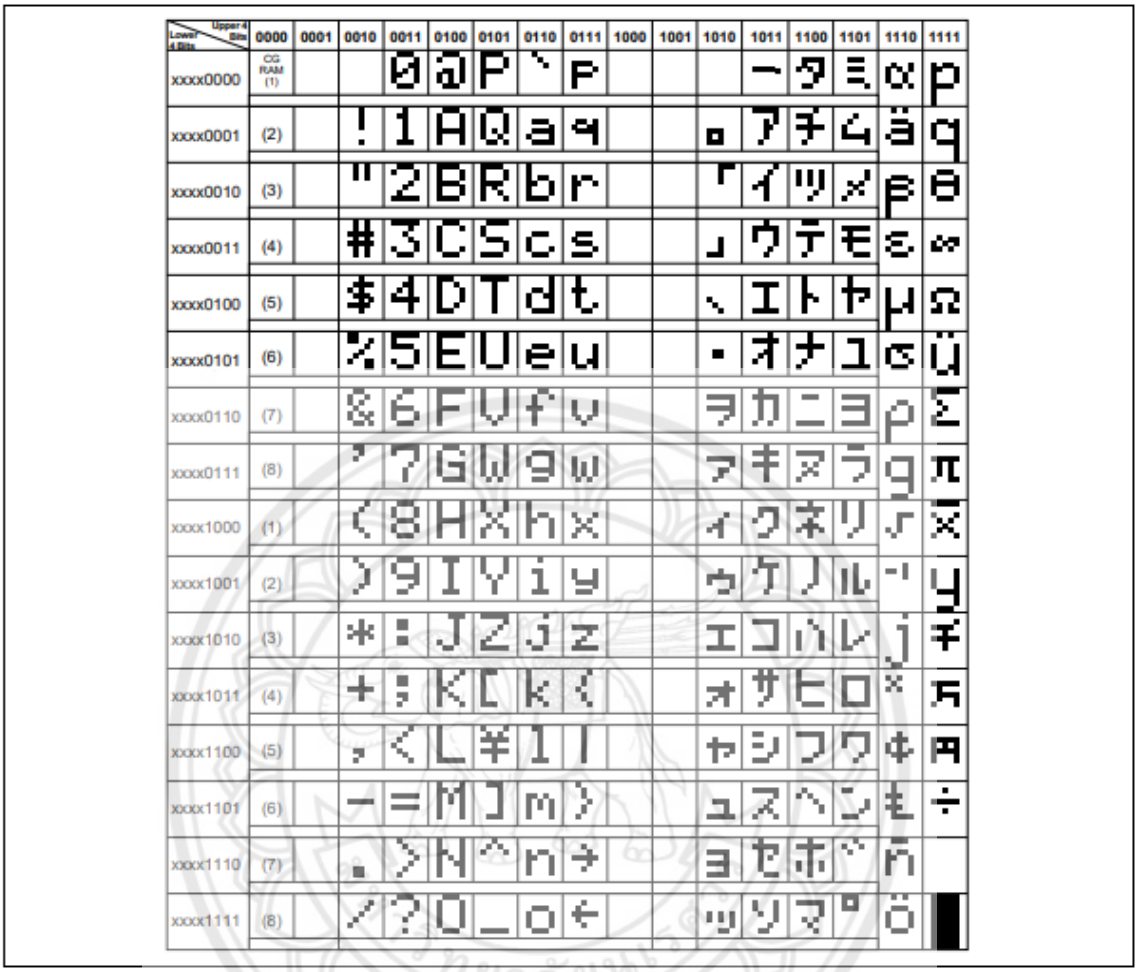
BLOCK DIAGRAM





A BLOCK

Table 4 Correspondence between Character Codes and Character Patterns (ROM Code: A00)



Upper 4 Bits / Lower 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)			0	@	P	`	p				ー	タ	ミ	α	p
xxxx0001	(2)		!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム	ä	q
xxxx0010	(3)		"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ	ß	θ
xxxx0011	(4)		#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	∞
xxxx0100	(5)		$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ヤ	μ	Ω
xxxx0101	(6)		%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ	σ	ü
xxxx0110	(7)		&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)		'	7	G	W	g	w			ァ	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)		(	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ	√	x
xxxx1001	(2)		)	9	I	Y	i	y			ゥ	ケ	ノ	ル	-¹	y
xxxx1010	(3)		*	:	J	Z	j	z			ェ	コ	ハ	レ	j	千
xxxx1011	(4)		+	;	K	[	k	{			ォ	サ	ヒ	ロ	x	万
xxxx1100	(5)		,	<	L	¥	l	|			ャ	シ	フ	ワ	¢	円
xxxx1101	(6)		-	=	M	]	m	}			ュ	ス	ヘ	ン	£	÷
xxxx1110	(7)		.	>	N	^	n	→			ョ	セ	ホ	゛	ñ	
xxxx1111	(8)		/	?	O	_	o	←			ッ	ソ	マ	°	ö	

Note: The user can specify any pattern for character-generator RAM.

ภาคผนวก ง
รายละเอียดข้อมูลของอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ HC-SR04

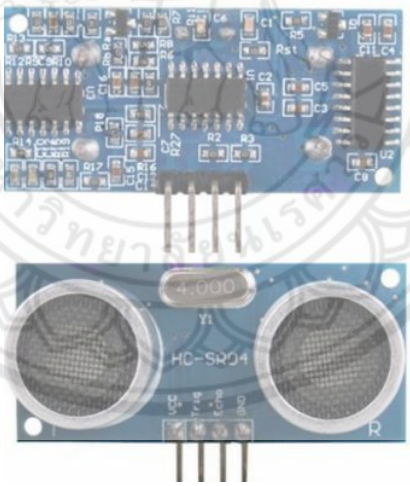
INTRODUCTION

The HC-SR04 ultrasonic sensor uses sonar to determine distance to an object like bats or dolphins do. It offers excellent non-contact range detection with high accuracy and stable readings in an easy-to-use package. From 2cm to 400 cm or 1" to 13 feet. It operation is not affected by sunlight or black material like Sharp rangefinders are (although acoustically soft materials like cloth can be difficult to detect). It comes complete with ultrasonic transmitter and receiver module.

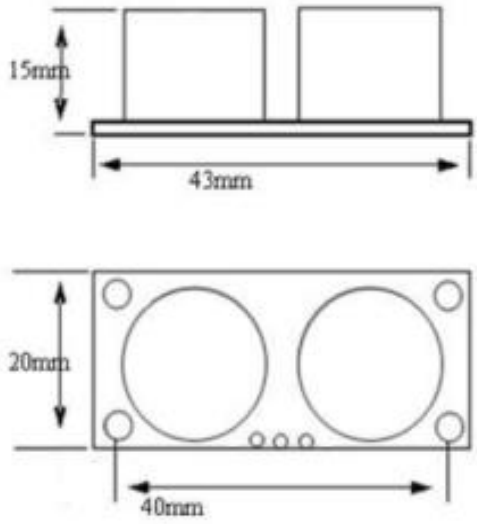
Features:

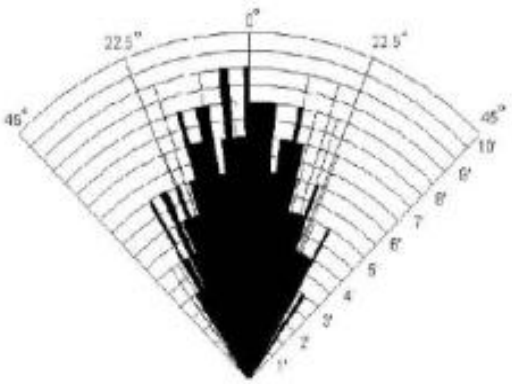
- Power Supply :+5V DC
- Quiescent Current : <2mA
- Working Currnt: 15mA
- Effectual Angle: <15°
- Ranging Distance : 2cm – 400 cm/1" - 13ft
- Resolution : 0.3 cm
- Measuring Angle: 30 degree
- Trigger Input Pulse width: 10uS
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm

PRODUCT LAYOUT



VCC = +5VDC
Trig = Trigger input of Sensor
Echo = Echo output of Sensor
GND = GND





Practical test of performance,
Best in 30 degree angle

PRODUCT SPECIFICATION AND LIMITATIONS

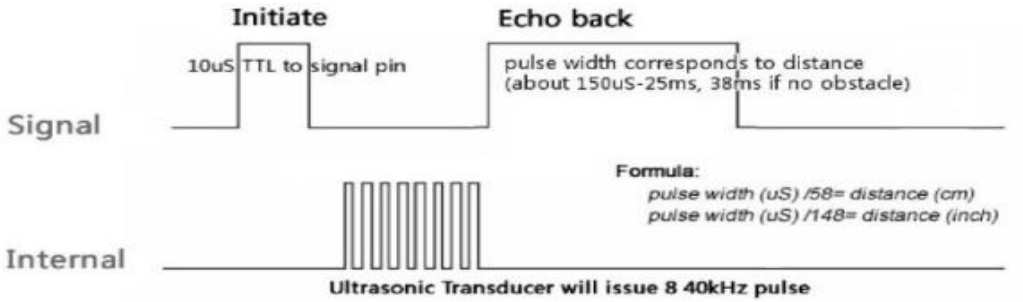
Parameter	Min	Typ.	Max	Unit
Operating Voltage	4.50	5.0	5.5	V
Quiescent Current	1.5	2	2.5	mA
Working Current	10	15	20	mA
Ultrasonic Frequency	-	40	-	kHz

OPERATION

The timing diagram of HC-SR04 is shown. To start measurement, Trig of SR04 must receive a pulse of high (5V) for at least 10us, this will initiate the sensor will transmit out 8 cycle of ultrasonic burst at 40kHz and wait for the reflected ultrasonic burst. When the sensor detected ultrasonic from receiver, it will set the Echo pin to high (5V) and delay for a period (width) which proportion to distance. To obtain the distance, measure the width (Ton) of Echo pin.

Time = Width of Echo pulse, in uS (micro second)

- Distance in centimeters = Time / 58
- Distance in inches = Time / 148
- Or you can utilize the speed of sound, which is 340m/s



ภาคผนวก จ

รายละเอียดข้อมูลของมอเตอร์เซอโว MG995

31150-MP

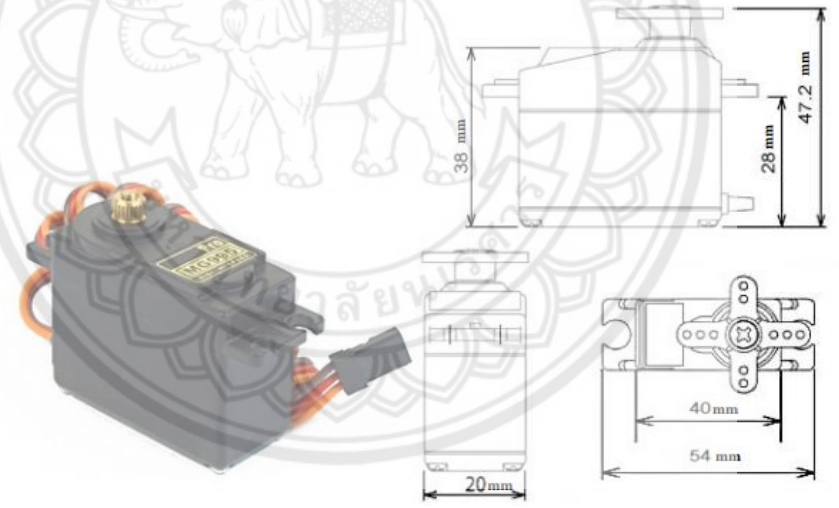
MG995 High Speed Servo Actuator

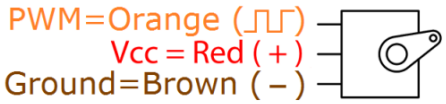
The unit comes complete with color coded 30cm wire leads with a 3 X 1 pin 0.1" Pitch type female header connector that matches most receivers, including Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum and Hitec.

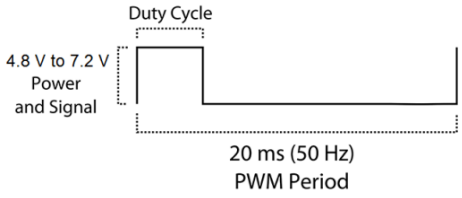
This high-speed servo actuator is not code dependant; You can use any servo code, hardware or library to control them. The MG995 Actuator includes arms and hardware to get started.

Specifications

- Weight: 55 g
- Dimension: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
- Stall torque: 8.5 kgf·cm (4.8 V), 10 kgf·cm (6 V)
- Rotation Angle: 120deg. (+- 60 from center)
- Operating speed: 0.2 s/60º (4.8 V), 0.16 s/60º (6 V)
- Operating voltage: 4.8 V to 7.2 V
- Dead band width: 5 µs
- Stable and shock proof double ball bearing design
- Metal Gears for longer life
- Temperature range: 0 ºC – 55 ºC







ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดข้อมูลของโมดูลเรกกูเลเตอร์ LM2596

LM2596

3.0 A, Step-Down Switching Regulator

ON Semiconductor®

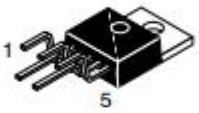
http://onsemi.com

The LM2596 regulator is monolithic integrated circuit ideally suite for easy and convenient design of a step−down switching regulato (buck converter). It is capable of driving a 3.0 A load with excellen line and load regulation. This device is available in adjustable outpu version and it is internally compensated to minimize the number o external components to simplify the power supply design.

Since LM2596 converter is a switch−mode power supply, it efficiency is significantly higher in comparison with popula three−terminal linear regulators, especially with higher input voltages

The LM2596 operates at a switching frequency of 150 kHz thu allowing smaller sized filter components than what would be neede with lower frequency switching regulators. Available in a standar 5−lead TO−220 package with several different lead bend options, an D^2PAK surface mount package.

The other features include a guaranteed ±4% tolerance on outpu voltage within specified input voltages and output load conditions, an ±15% on the oscillator frequency. External shutdown is included featuring 80 μA (typical) standby current. Self protection feature include switch cycle−by−cycle current limit for the output switch, a well as thermal shutdown for complete protection under faul conditions.

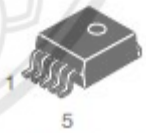


TO−220
TV SUFFIX
CASE 314B

Heatsink surface connected to Pin 3

TO−220
T SUFFIX
CASE 314D

Pin
1. V_{in}
2. Output
3. Ground
4. Feedback
5. $\overline{ON}$/OFF



D^2PAK
D2T SUFFIX
CASE 936A

Heatsink surface (shown as terminal 6 in case outline drawing) is connected to Pin 3

Features

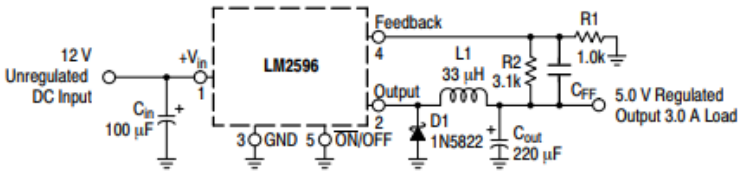
- Adjustable Output Voltage Range 1.23 V − 37 V
- Guaranteed 3.0 A Output Load Current
- Wide Input Voltage Range up to 40 V
- 150 kHz Fixed Frequency Internal Oscillator
- TTL Shutdown Capability
- Low Power Standby Mode, typ 80 μA
- Thermal Shutdown and Current Limit Protection
- Internal Loop Compensation
- Moisture Sensitivity Level (MSL) Equals 1
- Pb−Free Packages are Available

Applications

- Simple High−Efficiency Step−Down (Buck) Regulator
- Efficient Pre−Regulator for Linear Regulators
- On−Card Switching Regulators
- Positive to Negative Converter (Buck−Boost)
- Negative Step−Up Converters
- Power Supply for Battery Chargers

LM2596

Typical Application (Adjustable Output Voltage Version)



Block Diagram

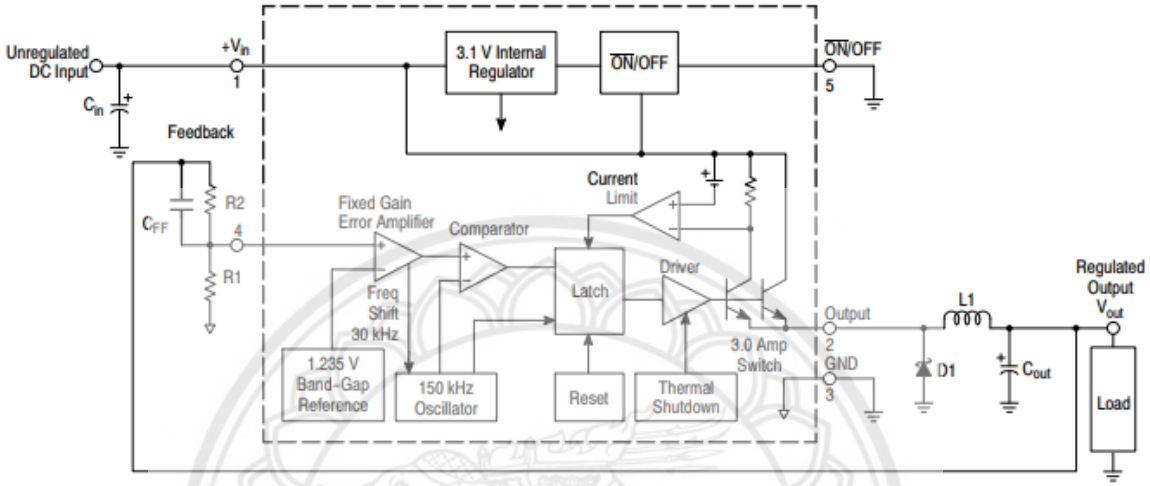


Figure 1. Typical Application and Internal Block Diagram

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Supply Voltage	V_{in}	45	V
ON/OFF Pin Input Voltage	–	−0.3 V ≤ V ≤ +V_{in}	V
Output Voltage to Ground (Steady−State)	–	−1.0	V
Power Dissipation			
Case 314B and 314D (TO−220, 5−Lead)	P_D	Internally Limited	W
Thermal Resistance, Junction−to−Ambient	$R_{\theta JA}$	65	°C/W
Thermal Resistance, Junction−to−Case	$R_{\theta JC}$	5.0	°C/W
Case 936A (D^2PAK)	P_D	Internally Limited	W
Thermal Resistance, Junction−to−Ambient	$R_{\theta JA}$	70	°C/W
Thermal Resistance, Junction−to−Case	$R_{\theta JC}$	5.0	°C/W
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C
Minimum ESD Rating (Human Body Model: C = 100 pF, R = 1.5 kΩ)	–	2.0	kV
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	–	260	°C
Maximum Junction Temperature	T_J	150	°C

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

PIN FUNCTION DESCRIPTION

Pin	Symbol	Description (Refer to Figure 1)
1	V_{in}	This pin is the positive input supply for the LM2596 step−down switching regulator. In order to minimize voltage transients and to supply the switching currents needed by the regulator, a suitable input bypass capacitor must be present (C_{in} in Figure 1).
2	Output	This is the emitter of the internal switch. The saturation voltage V_{sat} of this output switch is typically 1.5 V. It should be kept in mind that the PCB area connected to this pin should be kept to a minimum in order to minimize coupling to sensitive circuitry.
3	GND	Circuit ground pin. See the information about the printed circuit board layout.
4	Feedback	This pin is the direct input of the error amplifier and the resistor network R2, R1 is connected externally to allow programming of the output voltage.
5	$\overline{ON}$/OFF	It allows the switching regulator circuit to be shut down using logic level signals, thus dropping the total input supply current to approximately 80 μA. The threshold voltage is typically 1.6 V. Applying a voltage above this value (up to $+V_{in}$) shuts the regulator off. If the voltage applied to this pin is lower than 1.6 V or if this pin is left open, the regulator will be in the "on" condition.

OPERATING RATINGS (Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not guarantee specific performance limits. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Operating Junction Temperature Range	T_J	−40 to +125	°C
Supply Voltage	V_{in}	4.5 to 40	V