เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ
The Semi-Auto Pharmacy Dispenser

บุญญารัตน์ พิมมะษร
BOONYARAT PHIMMASORN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ
The Semi-Auto Pharmacy Dispenser

โดย

บุญญารัตน์ พิมมะษร รหัสนักศึกษา 57010702

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2561
สาขาวิชา วิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ
The Semi-Auto Pharmacy Dispenser
ผู้จัดทำ บุญญารัตน์ พิมมะษร รหัสนักศึกษา 57010702

รายงานนี้ผ่านการตรวจโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ
นักศึกษา	บุญญารัตน์ พิมมะษร รหัสนักศึกษา 57010702
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบขึ้นมาเพื่อลดภาระของเภสัชกรหรือผู้จัดยา ซึ่งในสถานประกอบการรักษาผู้ป่วยนั้นมียาจำนวนมาก ทำให้เกิดความล่าช้าในการค้นหายาที่ต้องการ ผู้ป่วยจึงต้องรอรับยาเป็นเวลานาน จึงทำการออกแบบเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติโดยแบ่งออกเป็น 3 ช่อง ใช้มอเตอร์กระแสตรง 3 ตัว ลิมิตสวิตช์ 6 ตัวในการตรวจสอบสถานะของช่องยา ตัวควบคุมกลไกการขับเคลื่อนของช่องใส่ยา ทำงานร่วมกับ Motor driver board สั่งการผ่าน Micro-controller (Arduino) และ หน้าจอทัชสกรีน Nextion เมื่อสั่งยาผ่านทางหน้าจอ Aduino จะสั่งการไปที่ Limit switch เพื่อให้ตรวจสอบสถานะของช่องยานั้นแล้วส่งข้อมูลกลับมายัง Arduino จากนั้นจะสั่งการไปยัง Motor driver board และ DC motor ทำให้ช่องใส่ยาสามารถเคลื่อนที่เปิดและปิดได้มากกว่านั้น แบบจำลองนี้สามารถตรวจสอบจำนวนยาที่จ่ายออกไปให้กับผู้ป่วยและยาคงเหลือภายในเครื่องได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	The Semi-Automatic Pharmacy Dispenser
Student	Boonyarat Phimmasorn student ID. 57010702
Program	Biomedical Engineering
Project Advisor	Dr.Sirinporn Visitsattapongse
Year	2018

Abstract

The semi-automatic pharmacy dispenser simulator is designed to reduce the burden of pharmacists or drug organizers. In which the treatment facility has many patients causing delays in finding the desired medication. The patient had to wait for a long time. Therefore, designed a semi-automatic pharmacy dispenser, divided into 3 channels, using 3 DC motors, 6 limit switches to check the status of the drug compartment The control mechanism of the medicine compartment works with the Motor driver board. Directly through the Micro-controller (Arduino) and the Nextion touchscreen. When ordering via the Aduino screen, the order will go to limit switch to check the status of the drug channel. And then sends the data back to the Arduino, then proceeds to the motor driver board and the DC motor makes the drug compartment able to move, open and close More than that, this model can check the amount of medication dispensed to the patient and the internal medicine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และคำปรึกษาจากบุคคลากรหลายท่าน ตลอดทั้งให้ความรู้ในการทำโครงงานแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลลอด คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ชีวการแพทย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ สถานที่และงบประมาณในการศึกษา ออกแบบ ประดิษฐ์และทดเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัตินี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำชี้แนะตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีอย่างเต็มที่

ขอขอคุณนายณัฐนันท์ วันลักษณ์ และ นายภาคภูมิ เหรียญอารีย์ ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัตินี้ขึ้นมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและให้การศึกษาอย่างดี ทำให้ผู้จัดทำมีวันนี้ได้ และยังให้คำปรึกษาในทุกๆด้าน รวมถึงเป็นแรงผลักดันให้ผู้จัดทำการสิ่งต่างๆให้ประสบความสำเร็จ

บุญญารัตน์ พิมมะษร
(ผู้จัดทำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
รูปที่ 2.2 ขดลวดสนามแม่เหล็ก	7
รูปที่ 2.3 ขั้วแม่เหล็ก	7
รูปที่ 2.4 โครงแม่เหล็ก	8
รูปที่ 2.5 อาร์เมอจอร์	8
รูปที่ 2.6 คอมมิวเตเตอร์	9
รูปที่ 2.7 แปรงถ่าน	9
รูปที่ 2.8 แบบของเกลียว	10
รูปที่ 2.9 ส่วนต่างๆที่สำคัญของเกลียว	11
รูปที่ 2.10 ส่วนสำคัญต่างๆของเกลียวสามเหลี่ยม	12
รูปที่ 2.11 เกลียวเมตริกธรรมดา	12
รูปที่ 2.12 เกลียวเมตริก ISO	13
รูปที่ 2.13 เกลียววิดเวอร์ต	14
รูปที่ 2.14 เกลียวสามเหลี่ยมยอดแหลม	15
รูปที่ 2.15 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเมตริก	15
รูปที่ 2.16 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูอเมริกัน	16
รูปที่ 2.17 เกลียวฟันเลื่อย	17
รูปที่ 2.18 เกลียวกลม	17
รูปที่ 2.19 บอร์ด Arduino Uno R3	18
รูปที่ 2.20 โปรแกรมอาดูโน่	20
รูปที่ 2.21 โปรแกรม Nextion Editor	20
รูปที่ 2.22 ลิมิตสวิตช์	21
รูปที่ 2.23 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม	22
รูปที่ 2.24 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน	23
รูปที่ 2.25 ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม	24
รูปที่ 2.26 ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ	24
รูปที่ 2.27 ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน	25
รูปที่ 2.28 ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ชนิดต่างๆ	26
รูปที่ 2.29 ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนาชนิดต่างๆ	26
รูปที่ 2.30 รูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง	27
รูปที่ 2.31 ลักษณะรูปร่างของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบเลื่อน	27
รูปที่ 2.32 ลักษณะรูปร่างของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบหมุนแกน	28
รูปที่ 2.33 ลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของโพเทนซิโอมิเตอร์และรีโอสตาท	29
รูปที่ 2.34 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานแบบ A และแบบ B	29
รูปที่ 2.35 แสดงลักษณะรูปร่างของรีโอสตาทแบบต่าง ๆ ที่มีอัตราทนกำลังวัตต์สูง	30
รูปที่ 2.36 ลักษณะของตัวต้านทานแบบโพเทนซิโอมิเตอร์แบบปรับละเอียด	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.37 รูปลักษณะโครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวแอลดีอาร์	31
รูปที่ 2.38 ค่าความต้านทานนามความเข้มของแสง	31
รูปที่ 2.39 การหาค่าความต้านทานและความสัมพันธ์กับแสงของ LDR	32
รูปที่ 2.40 ตัวต้านทานแบบ 4 แถบ	32
รูปที่ 2.41 ตัวต้านทานแบบ 5 แถบ	33
รูปที่ 2.42 รายละเอียดของบอร์ด	35
รูปที่ 2.43 การต่ออุปกรณ์	36
รูปที่ 2.44 Nextion Touchscreen 4.3”	37
รูปที่ 2.45 องค์ประกอบจอแบบ Resistive	38
รูปที่ 2.46 ตำแหน่งองค์ประกอบของบอร์ด	39
รูปที่ 2.47 คำเตือนแสดงความระมัดระวัง	39
รูปที่ 2.48 อะแดปเตอร์ไฟฟ้า	42
รูปที่ 3.1 ช่องเก็บยา	45
รูปที่ 3.2 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูและ Ball screw	45
รูปที่ 3.3 มอเตอร์คัปปลิ้งๆ	46
รูปที่ 3.4 Block bearing	46
รูปที่ 3.5 เหล็กฉากยึดมอเตอร์	46
รูปที่ 3.6 การประกอบฉากยึดมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์	47
รูปที่ 3.7 การประกอบอุปกรณ์จาก รูปที่ 3.5 เข้ากับชิ้นงาน	47
รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนตัว T	48
รูปที่ 3.9 ป้ายแสดงรายชื่อยาและช่องจ่ายยา	48
รูปที่ 3.10 บอร์ด Arduino Uno R3	49
รูปที่ 3.11 DC motor	49
รูปที่ 3.12 L298N Motor Drive	50
รูปที่ 3.13 อะแดปเตอร์ไฟฟ้า	50
รูปที่ 3.14 ลิมิตสวิตช์	51
รูปที่ 3.15 จอสัมผัส	51
รูปที่ 3.16 การต่อ DC Motor, Motor drive และ Arduino	52
รูปที่ 3.17 บล็อคไดอะแกรมของเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ	52
รูปที่ 4.1 หน้าจอทัชสกรีน Nextion 4.3”	53
รูปที่ 4.2 การขับเคลื่อนแบบ Feed Screw	53
รูปที่ 4.3 ฟังก์ชันหน้าจอแสดงผล	54
รูปที่ 4.4 การเลือกประเภทของยา	54
รูปที่ 4.5 การเลือกชนิดของยาที่ต้องการสั่ง	54
รูปที่ 4.6 การเคลื่อนเปิดของช่องใส่ยาชนิดที่เลือก	55
รูปที่ 4.7 ฟังก์ชันการเลือกตรวจสอบจำนวนยาในคลัง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แผนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 2	เกลียวเมตริกธรรมดา	13
ตารางที่ 3	เกลียวเมตริก ISO	13
ตารางที่ 4	สูตรการคำนวณของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเมตริก	16
ตารางที่ 5	สูตรการคำนวณของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูอเมริกัน	16
ตารางที่ 6	ความแตกต่างระหว่างการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน	23
ตารางที่ 7	แถบสีค่าความต้านทาน	33
ตารางที่ 8	คุณสมบัติของ L298N	36
ตารางที่ 9	คุณสมบัติของจอ	39
ตารางที่ 10	ลักษณะทางอิเล็กทรอนิกส์ของจอ	40
ตารางที่ 11	ประสิทธิภาพการทำงานและความน่าเชื่อถือ	41
ตารางที่ 12	ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อ	41
ตารางที่ 13	ประสิทธิภาพความจำ	42
ตารางที่ 14	คุณสมบัติของอะแดปเตอร์	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและคามสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีหลายปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรค และความเจ็บป่วยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางด้านพันธุกรรมที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่มีความผิดปกติขึ้นจึงทำให้เกิดโรค ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพอากาศที่เย็นเกินไป ร้อนเกินไป หรือการสูดดม สัมผัส สารเคมีเข้าสู่ร่างกายโดยเจตนาหรือไม่ก็ตาม หรือเกิดจากนำเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายโดยไม่รู้ตัว เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคและการเจ็บป่วย เช่น แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งซึ่งมีขนาดเล็กมากไม่สารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Micro-organism) พบอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม แบคที่เรียบางชนิดก่อโรคหรือ เรียกว่า การติดเชื้อ (Infection) ต่อมนุษย์ ตัวอย่างโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ อหิวาตกโรค วัณโรค โรคไส้ติ่งอักเสบ โรคบาดทะยัก โรคฉี่หนู เป็นต้น จากอัตราการเจ็บป่วยของมนุษย์ที่มีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดสถานพยาบาลเพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับการรักษาผู้ป่วยให้เพียงพอในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากการจ่ายยาในสถานพยาบาลจำเป็นต้องใช้เภสัชกรเป็นผู้จัด และจ่ายยาให้กับผู้ป่วย ในปัจจุบันนี้มีผู้ป่วยมารอรับบริการเป็นจำนวนมากการจัดและจ่ายยาให้ผู้ป่วยแต่ละบุคคลเภสัชกรต้องทำการค้นหายาด้วยมือให้ถูกต้องตามชนิด ที่แพทย์ได้ระบุไว้ให้แก่ผู้ป่วยแต่ละบุคคลนั้น ๆ จึงส่งผลให้เกิดความล่าช้า และอาจเกิดข้อผิดพลาดในการจัด และจ่ายยาได้ เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัตินี้ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ใช้งานจะป้อนคำสั่งการจ่ายยาผ่านทางซอฟต์แวร์ ซึ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำข้อมูล มาประมวลผล เพื่อสั่งให้เครื่องจำลองการจ่ายยาอัตโนมัตินั้น เคลื่อนช่องเก็บยาชนิดที่สั่งออกมา เพื่อสะดวกในการค้นหาและจ่ายให้กลับผู้ป่วย

ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงงานนี้จึงมีแนวคิดที่จะจัดทำเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ เพื่อมีส่วนช่วยให้ขั้นตอนการจัด และจ่ายยาของเภสัชกรนั้นสะดวก รวดเร็วขึ้น ลดข้อผิดพลาดในการจัดและจ่ายยาให้แก่ผู้ป่วย อีกทั้งเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัตินี้ยังช่วยตรวจสอบปริมาณยาคงเหลือในคลังของเครื่องจำลองการจ่ายยาอัตโนมัติอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาและประดิษฐ์เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติที่นำไปใช้ได้จริง

1.2.2 เพื่อศึกษากลไกและหลักการทำงานของเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ

1.2.3 เพื่อออกแบบระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ทำให้เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัตินี้สามารถจ่ายยาได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 เป็นเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติที่สามารถจ่ายยาได้เฉพาะยาชนิดเม็ด 3 ชนิด ภายในโครงงานนี้จะใช้ ยาพาราเซตามอล ยาแก้อักเสบ และยาปฏิชีวนะ ในการทดลอง

1.3.2 ควบคุมการทำงานของเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถควบคุมให้เครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติจ่ายยาตามชนิดที่ต้องการได้ถูกต้อง

1.3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ จะแสดงชื่อชนิดของยา และปริมาณยาคงเหลือในคลังของเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ บนระบบจอสัมผัส

1.3.4 ใช้ระบบจอสัมผัสในการสั่งจ่ายยา และเก็บคลังยา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.4.1 ได้รับความรู้จากการเลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการทำงานมากยิ่งขึ้น

1.4.2 ได้รับความรู้จากการการนำระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานกับการจัดทำโครงงาน

1.4.3 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการนำอาดูโน่ มอเตอร์ หน้าจอระบบสัมผัส และระบบการจัดการยามาใช้งานร่วมกัน

1.4.4 ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการเขียนคำสั่งการผ่านอาดูโน่

1.4.5 ได้เครื่องจำลองการจ่ายยาอัตโนมัติที่สามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาเพื่อนำไปใช้งานในสถานพยาบาลได้จริง

1.5 งบประมาณ

ประมาณ 5,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 การดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 1/2561

การนำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ค้นคว้าหัวข้อวิจัยและวิจัยที่เกี่ยวข้อง																
2. ปรึกษาวิธีการดำเนินงาน																
3. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ไมโครคอนโทลเลอร์และอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง																
4. ออกแบบและสร้างเครื่องจำลองการจ่ายยาอัตโนมัติ																
5. ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน																
6. ร่างวิทยานิพนธ์บทที่ 1-3 ในภาคการศึกษาที่ 1/2561																
7. เตรียมสไลด์นำเสนอและสอบวิทยานิพนธ์ในภาคการศึกษาที่ 1/2561																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 การดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 2/2561

การนำเนินงาน	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. แก้ไข ปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์																
2. ออกแบบหน้าจอแสดงผล																
3. ปรับปรุงอุปกรณ์ไมโครคอนโทลเลอร์และอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง																
4. ปรับปรุงระบบควบคุมคำสั่งการทางหน้าจอแสดงผล																
5. ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน																
6. เขียนวิทยานิพนธ์บทที่ 4-5 ในภาคการศึกษาที่ 2/2561																
7. เตรียมสไลด์นำเสนอและสอบวิทยานิพนธ์ในภาคการศึกษาที่ 2/2561																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ทฤษฎีและหลักการต่างๆที่จะกล่าวถึงจากนี้ต่อไป เป็นหนึ่งในส่วนประกอบของการสร้างเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ โดยการติดต่อระหว่างเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติโดยผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่ หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติในการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆและสามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานที่เกี่ยวข้องได้

2.2.1 ความหมายของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) หมายถึง เครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลมีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.2 ชนิดของไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิด ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor)

2.2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor)

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกได้3 ชนิดได้แก่

I. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส
   - สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase motor)
   - คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
   - รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole motor)

II. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 2 เฟส

III. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

2.2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

I. มอเตอร์แบบอนุกรม หรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

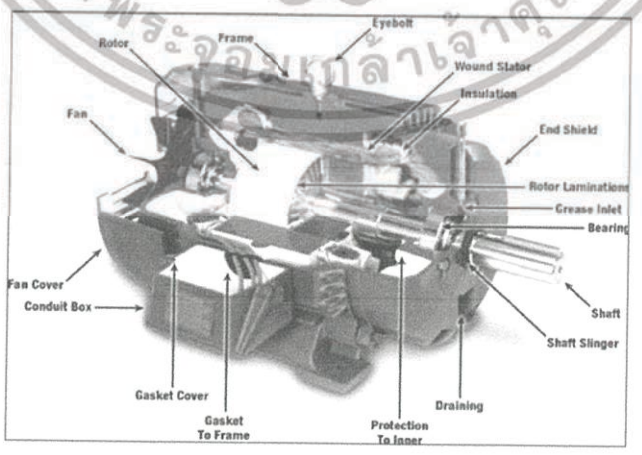
II. มอเตอร์แบบอนุขนาน หรือเรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

III. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสม หรือเรียกว่า คอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติดีเด่นในด้านการปรับความเร็ว สามารถปรับได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้าโรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้าเป็นต้น ในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ

2.2.2.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



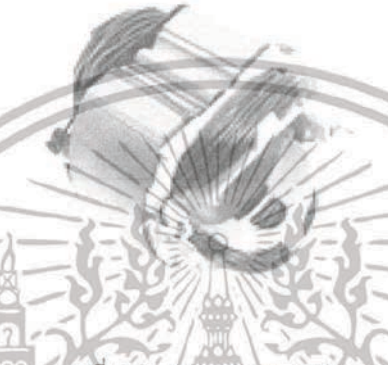
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ที่มา: http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR) แบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ 3 ชนิดดังนี้

I. มอเตอร์แบบอนุกรม หรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)
II. มอเตอร์แบบอนุขนาน หรือเรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)
III. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสม หรือเรียกว่า คอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)



รูปที่ 2.2 ขดลวดสนามแม่เหล็ก

ที่มา: http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm

ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือ ขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวร ขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

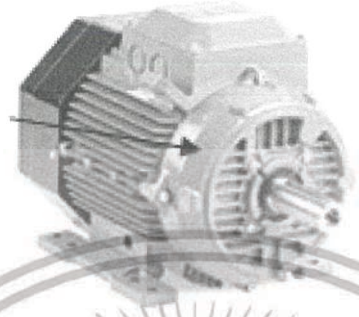
รูปที่ 2.3 ขั้วแม่เหล็ก

ที่มา: http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm.

ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือ แกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่ เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี



รูปที่ 2.4 โครงมอเตอร์

ที่มา: http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm

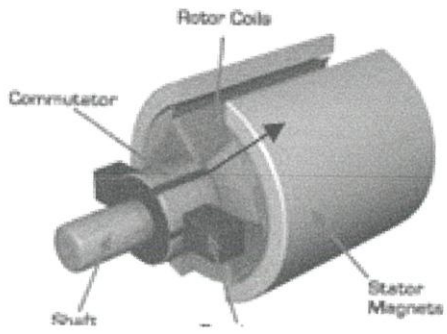
โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือ ส่วนเปลื อกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ ยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

รูปที่ 2.5 อาร์เมเจอร์

ที่มา: http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm

อาร์เมเจอร์ (Armature) คือ ส่วนเคลื่ อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นยึดขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมอเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

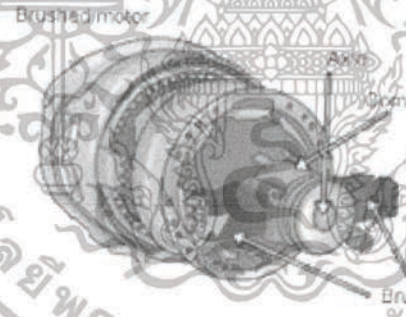
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 คอมมิวเตเตอร์

ที่มา: http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm.

คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมเจอร์



รูปที่ 2.7 แปรงถ่าน

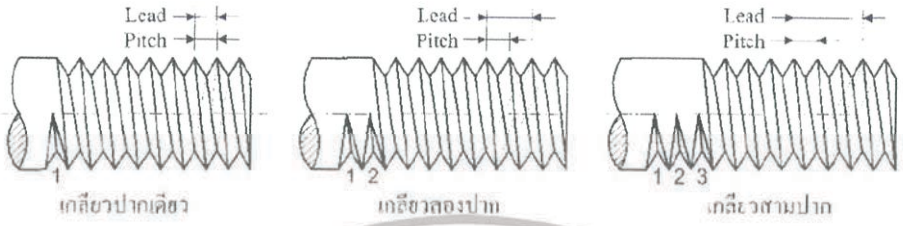
ที่มา: http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm

แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงตกแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เกลียว

เกลียว (Thread) หมายถึง สันหรือร่องที่เกิดขึ้นบนผิวงานวนไปรอบๆจะซ้ายหรือขวาก็ได้ด้วยระยะทางที่สม่ำเสมอ



รูปที่ 2.8 แบบของเกลียว

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

2.3.1 ชนิดของเกลียว

เกลียวแบ่งได้ออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

I. เกลียวสามเหลี่ยม
   - เกลียวเมตริก (M-Thread)
   - เกลียว ISO
   - เกลียววิตเวอร์ธ
   - เกลียวอเมริกัน
   - เกลียวยูนิไฟด์
   - เกลียวสามเหลี่ยมยอดแหลม

II. เกลียวสี่เหลี่ยม

III. เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู
   - เกลียว Tr
   - เกลียว Aeme
   - เกลียวหนอน

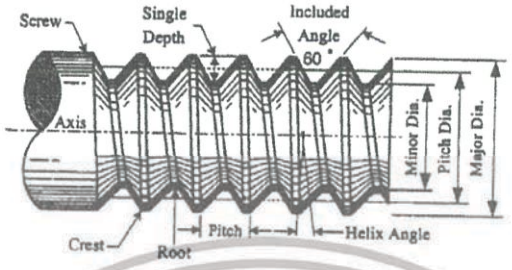
IV. เกลียกลม

V. เกลียวฟันเลื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ส่วนประกอบของเกลียว

เกลียวแบ่งตามลักษณะหน้าตัดได้หลายแบบซึ่งแต่ละแบบก็มีลักษณะการใช้งานทั้งแบบที่เหมือนกันและแตกต่างกันไปแบ่งออกได้ดังนี้



รูปที่ 2.9 ส่วนต่างๆที่สำคัญของเกลียว

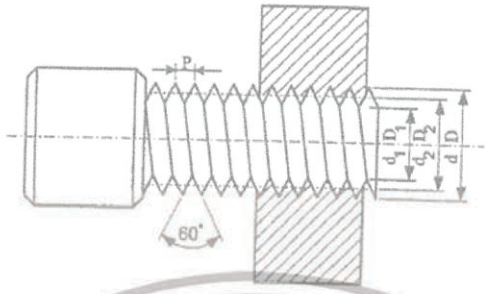
ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

Major Diameter	คือ ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกของชิ้นงานทั้งของเกลียวนอกและเกลียวในหรือคือขนาดกำหนดนั่นเอง
Minor Diameter	คือ ความเกลียวยาวเส้นผ่าศูนย์กลางวัดที่โคนทั้งของเกลียวนอกและเกลียวใน
Pitch Diameter	คือ ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางวัดที่วงกลมพิตช์
Pitch	คือ ระยะห่างระหว่างตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งไปยังตำแหน่งเดียวกันของเกลียวถัดไปเช่นวัดจากยอดเกลียวถึงยอดเกลียว
Helix Angle	คือ มุมเอียงของฟันเกลียว
Crest	คือ ยอดฟันเกลียว
Root	คือ โคนเกลียว
Axis of Screw	คือ แกนของสลักเกลียว
Depth of Thread	คือ ความลึกของเกลียววัดจากยอดเกลียวถึงโคนเกลียว
Number of Thread	คือ จำนวนเกลียวต่อนิ้ว
Angle of Thread	คือ มุมรวมยอดเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 เกลียวสามเหลี่ยม

เกลียวสามเหลี่ยมคือเกลียวที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมีทั้งเกลียวที่เป็นระบบเมตริกและเกลียวระบบอังกฤษ



รูปที่ 2.10 ส่วนสำคัญต่างๆของเกลียวสามเหลี่ยม

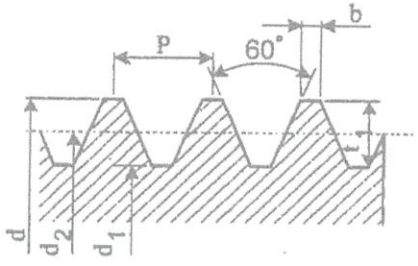
ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

ส่วนต่างๆที่สำคัญของเกลียวสามเหลี่ยม

- ยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโตนอก (d, D)
- ของเกลียว (P)
- ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโคนเกลียว (d_1, D_1)
- ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางที่วงกลมพิตช์ (d_2, D_2)
- ความลึกเกลียว (t_1)
- รัศมีโค้งที่ท้องเกลียว (R)
- ขนาดรูเจาะเพื่อทำเกลียว (TDS)

I. **เกลียวเมตริกธรรมดา** คือ เกลียวที่มีมุมรวมยอดเกลียว 60 องศาแตกต่างจากเกลียวเมตริก ISO ตรง

สูตรการคำนวณบางค่าแตกต่างกันเช่นสูตรหาค่าความลึก



รูปที่ 2.11 เกลียวเมตริกธรรมดา

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

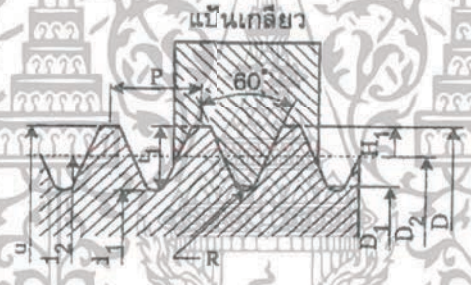
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่าง ๆ ของเกลียวเมตริกธรรมดา	สูตร
1. ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโคนนอก	d = ขนาดกำหนด
2. ระยะพิตช์ของเกลียว	P = ระยะพิตช์
3. ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโคนเกลียว	$d_1 = d - 1.299P$
4. ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางที่วงกลมพิตช์	$d_2 = d - 0.6495P$
5. ความลึกเกลียว	$t_1 = 0.6495P$
6. รัศมีโค้งที่ท้องเกลียว	R = 0.1082P
7. ขนาดรูเจาะเพื่อทำเกลียว	TDS = d-P

ตารางที่ 2 เกลียวเมตริกธรรมดา

หมายเหตุ: เกลียวเมตริกละเอียดใช้สูตรการคำนวณเหมือนกันต่างกันตรงระยะพิตช์น้อยกว่า

II. **เกลียวเมตริกISO** คือ เกลียวที่มีมุมรวมยอดเกลียว 60 องศาเป็นเกลียวสามเหลี่ยมที่เป็นมาตรฐานสากลของระบบเมตริกสูตรในการคำนวณแตกต่างจากเกลียวเมตริกธรรมดาและการบอกสัญบักษณ์ของเกลียวที่มีระยะพิตช์มาตรฐานอาจจะไม่บอกระยะพิตช์มาให้แต่ถ้าเป็นเกลียวละเอียดหรือเกลียวพิเศษจะบอกระยะพิตช์มาให้ระยะพิตช์ดูได้จากตารางที่ 2



รูปที่ 2.12 เกลียวเมตริก ISO

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

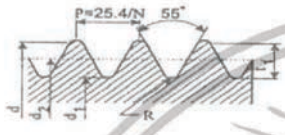
ขนาดกำหนด	เกลียวปกติหรือเกลียวหยาบ		เกลียวละเอียด	
	ระยะพิตช์	รูเจาะทำเกลียว	ระยะพิตช์	รูเจาะทำเกลียว
1.4	0.3	1.1	-	-
1.6	0.35	1.25	-	-
2	0.4	1.6	-	-
2.5	0.45	2.05	-	-
3	0.5	2.5	-	-
4	0.7	3.3	-	-
5	0.8	4.2	-	-
6	1.0	5.0	-	-
8	1.25	6.75	1.0	7.0
10	1.5	8.5	1.25	8.75
12	1.75	10.25	1.5	10.50
14	2.0	12.00	1.5	12.50
16	2.0	14.00	1.5	14.50
18	2.5	15.50	1.5	16.50
20	2.5	17.50	1.5	18.50
22	2.5	19.50	1.5	20.50
24	3.0	21.00	2.0	22.00
27	3.0	24.00	2.0	25.00

ตารางที่ 3 เกลียวเมตริก ISO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

III. **เกลียววิตเวอร์ต** คือ เกลียวระบบอังกฤษที่คิดค้นขึ้นโดย Mr. Joseph Whitworth เป็นชาวอังกฤษเป็นเกลียวที่มีมุมมนโค้งทั้งยอดเกลียวและโคนเกลียวมีมุมรวมยอดเกลียว 55 องศาบอกเกลียวเป็นจำนวนเกลียวต่อนิ้วการใช้สัญลักษณ์จะบอกด้วยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโตนอกของเกลียวเป็นนิ้วและตามด้วยจำนวนเกลียวต่อนิ้วและอักษรตัวย่อดังต่อไปนี้

- BSW = (British Standard Whitworth) หมายถึง เกลียววิตเวอร์ตชนิดหยาบ
- BSF = (British Standard Fine) หมายถึง เกลียววิตเวอร์ตชนิดละเอียด



ความโตยอดเกลียว	จำนวนเกลียว/นิ้ว
1/4	20
3/8	16
1/2	12
3/4	10
1	8
1 1/4	7
1 1/2	6
1 3/4	5
2	4 1/2

รูปที่ 2.13 เกลียววิตเวอร์ต

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

IV. **เกลียวอเมริกัน (American National Thread)** คือ เกลียวสามเหลี่ยมที่ใช้หน่วยเป็นนิ้วเหมือนเกลียววิตเวอร์ตแต่มีรูปร่างแตกต่างกันตรงมีมุมรวมยอดเกลียว 60 องศาบอกเป็นจำนวนเกลียวต่อนิ้วสัญลักษณ์ในการบอกจะขึ้นด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตนอกมีหน่วยเป็นนิ้วตามด้วยจำนวนเกลียวต่อนิ้วและตามด้วยอักษรตัวยอดังต่อไปนี้

- NC (National Coarse Thread Series) หมายถึง เกลียวอเมริกันชนิดเกลียวหยาบ
- NF (National Fine Thread) หมายถึง เกลียวอเมริกันชนิดละเอียด
- NEF (National Extra – Fine Thread Series) หมายถึง เกลียวอเมริกันชนิดพิเศษที่ผลิตมาใช้งานเฉพาะอย่างมีจำนวนเกลียวต่อนิ้วที่แตกต่างจากสองชนิดแรกเมื่อเทียบกับขนาดของเกลียวที่โตเท่ากัน

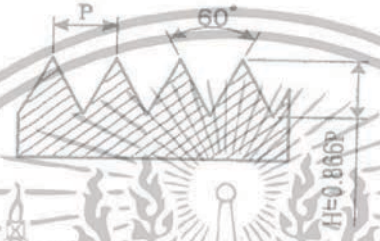
V. **เกลียวยูนิไฟด์ (Unified Thread)** คือ เกลียวสามเหลี่ยมที่ใช้หน่วยเป็นนิ้วเป็นเกลียวที่ดัดแปลงมาจากเกลียวอเมริกันแต่มาทำให้เป็นมาตราฐานสากลของระบบเกลียวสามเหลี่ยมระบบอังกฤษจึงเรียกว่าเกลียว ISO Inch มีมุมรวมยอดเกลียว 60 องศาบอกเป็นจำนวนเกลียวต่อนิ้วแต่แตกต่างจากเกลียวอเมริกันตรงสูตรการคำนวณเช่นความลึกเกลียวสัญญาลักษณ์ในการบอกจะขึ้นต้นด้วยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกมีหน่วยเป็นนิ้วและตามด้วยจำนวนเกลียวต่อนิ้วและตามด้วยอักษรตัวย่อดังนี้

- UNC (Unified National Coarse Thread Series) หมายถึง เกลียวยูนิไฟด์ชนิดหยาบ
- UNF (Unified National Fine Thread Series) หมายถึง เกลียวยูนิไฟด์ชนิดละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• UNEF (Unified National Extra – Fine Thread Series) หมายถึง เกลียวยูนิไฟด์ชนิดเกลียวพิเศษที่ผลิตมาใช้งานเฉพาะอย่างมีจำนวนเกลียวต่อนิ้วแตกต่างจากสองชนิดแรกเมื่อมีขนาดเกลียวโตนอกเท่ากันตัว

VI. **เกลียวสามเหลี่ยมยอดแหลม (Sharp V – Thread)** คือ เกลียวสามเหลี่ยมที่นำมาใช้ในช่วงเริ่มแรกแต่ในปัจจุบันไม่นิยมใช้เพราะเป็นเกลียวยอดแหลมไม่มีการตัดยอดตัดโคนเกลียวหรือทำการโค้งมนเกลียวแต่อย่างใดเมื่อใช้งานไปยอดฟันจะหักแตกง่ายทำให้เศษที่หักไปติดในเกลียวทำให้การขันติดขัดเป็นเกลียวพื้นฐานที่เกลียวสามเหลี่ยมชนิดต่างๆนำไปดัดแปลงใช้เป็นเกลียวชนิดต่างๆไม่ว่าจะเป็นเกลียวในระบบเมตริกและระบบอังกฤษ



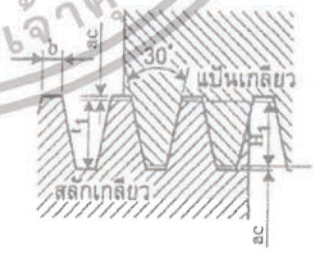
รูปที่ 2.14 เกลียวสามเหลี่ยมยอดแหลม

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

2.3.4 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู

I. **เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเมตริก (Tr)** คือ มุมที่มีมุมรวมยอดเกลียว 30 องศาเป็นเกลียวที่เหมาะสำหรับใช้ในการส่งกำลังขับเคลื่อนเพราะมีความแข็งแรงกว่าเกลียวสามเหลี่ยมเช่นเกลียวปากกาจับงานและเกลียวเพลานำของเครื่องกลึง

ระยะพิตช์	ac
1.5	0.15
2 – 5	0.25
6 – 12	0.5
14 – 44	1



รูปที่ 2.15 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเมตริก

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่าง ๆ ของเกลียว Tr สลักเกลียว	สูตร
1. ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโตนอก	d = ขนาดกำหนด
2. ระยะพิตช์ของเกลียว	P = ระยะพิตช์
3. ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโคนเกลียว	$d_1 = d - (P+2\ ac)$
4. ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางที่วงกลมพิตช์	$d_2 = d - 0.5P$
5. ความลึกเกลียว	$t_1 = 0.5P + ac$
6. ความกว้างปลายเกลียว	$b = 0.366P-0.54\ ac$
7. ช่วงที่ฟันขบกัน	$H_1 = 0.5P$

ตารางที่ 4 สูตรการคำนวณของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเมตริก

II. **เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูอเมริกัน (Acme)** คือ เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเหมือนเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเมตริกมีมุมรวมยอดเกลียว 29 องศาลักษณะการใช้งานเหมือนกับเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูเมตริกมีการกำหนดขนาดเป็นนิ้วและบอกจำนวนเกลียวต่อนิ้วแทนระยะพิตช์ ดังนั้นในการคำนวณถ้าต้องการหน่วยเป็นมิลลิเมตรจะต้องคูณด้วย 25.4 มิลลิเมตร จึงจะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2.16 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูอเมริกัน

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

ส่วนต่าง ๆ ของเกลียว Acme	สูตร
1. ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโตนอก	d = ขนาดกำหนด
2. ระยะพิตช์ของเกลียว	$P = \frac{1}{N}$
3. ความลึกเกลียว	D = 0.5P+0.010
4. ความกว้างยอดเกลียว	C = 0.3707P
5. ความกว้างโคนเกลียว	R = 0.3707P – 0.0052

ตารางที่ 5 สูตรการคำนวณของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูอเมริกัน

III.**เกลียวหนอนบราวแอนด์ชาร์ป (Brown and Shape Worm Thread)** คือ เกลียวหนอนที่ใช้เฟืองหนอนมีมุมยอดเกลียว 29 องศาต่างจากเกลียว Acme ตรงสูตรในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 เกลียวสี่เหลี่ยม (Square Thread)

คือ เกลียวที่มีมุมเป็น 90 องศาและมีความแข็งแรงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการส่งกำลังมากๆเช่น เกลียวของปากกาจับงาน

2.3.6 เกลียวฟันเลื่อย (Buttress Thread)

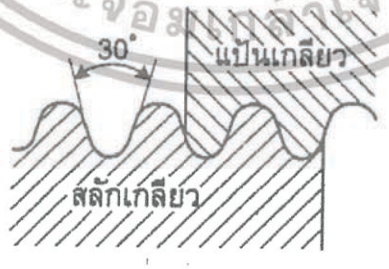
เหมาะสำหรับงานส่งกำลังที่ต้องการความปลอดภัยเคลื่อนที่ได้สะดวกในทิศทางเดียวอีกทางจะเคลื่อนที่ลงยากเป็นการป้องกันการรูดของเกลียวเหมาะสำหรับใช้ทำอุปกรณ์แม่แรงยกรถหรือของหนักเพราะปลอดภัยกว่าเกลียวชนิดอื่นๆมีมุมรวมยอดเกลียว 30 + 3 องศารวม 33 องศา

รูปที่ 2.17 เกลียวฟันเลื่อย

ที่มา: ttp://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

2.3.7 เกลียวกลม (Knuckle Thread)

คือ เกลียวที่มีมุมรวม 30 องศายอดเกลียวและโคนเกลียวโค้งมนเป็นเกลียวในระบบอังกฤษมีการบอกเป็นจำนวนเกลียวต่อนิ้วปัจจุบันได้มีการกำหนดขนาดเป็นมิลลิเมตรแต่ระยะพิตช์เป็นนิ้วเหมาะสำหรับงานที่ต้องการการเคลื่อนที่ได้สะดวกเช่นเกลียวที่ขวดน้ำอัดลมเกลียวหลอดไฟฟ้าเป็นต้น



รูปที่ 2.18 เกลียวกลม

ที่มา: http://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

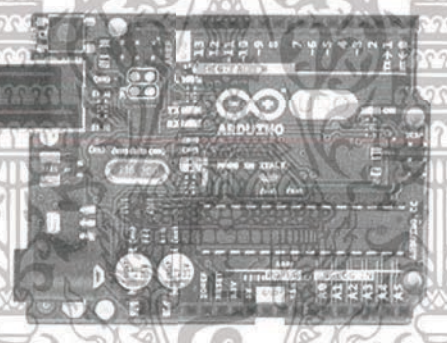
2.4 อาดูโน่

Arduino (อาดูอิโน่ เป็นภาษาอิตาเลียน) คือไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตในตระกูล AVR ที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่าย สามารถเชื่อต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ต USB มีบอร์ดอุปกรณ์เชื่อมต่อหรือ Arduino Shield มากมายทำให้สะดวกในการพัฒนางาน การออกแบบและพัฒนาได้เปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (Open Source) จึงมีผู้ใช้งานจำนวนมาก Arduino ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายทั้งฮาร์ดแวร์และการเขียนโปรแกรม สำหรับการสร้างต้นแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยประกอบด้วยส่วนที่ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

2.4.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU: Microcontroller Unit) เป็นการร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ประกอบเป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่าบอร์ด Arduino โดยบอร์ด Arduino เองก็มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดหรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้

Arduino Uno



รูปที่ 2.19 บอร์ด Arduino Uno R3

ที่มา: http://www.robotsiam.com/product/2/arduino-uno-r3-made-in-italy

คำว่า Uno เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่ง เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกที่ออกมา มีขนาดประมาณ 68.6x53.4mm เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจำเพาะ

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20V
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Booloader
พื้นที่แรม	2KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1KB
ความถี่คริสตัล	16MHz
ขนาด	68.6x53.4 mm
น้ำหนัก	25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ส่วนซอฟต์แวร์

2.4.2.1 Arduino IDE

คือ ส่วนของภาษา C / C++ เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุม Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino คอมไพล์โปรแกรม (Compile) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload)

รูปที่ 2.20 โปรแกรมอาดูโน่

ที่มา: https://www.elektormagazine.com/news/new-arduino-ide-is-packed-with-new-features

2.4.2.2 Nextion Editor

คือ โปรแกรมที่ใช้สำหรับการออกแบบหน้าจอแสดงผล เช่น ปุ่มกด กล่องข้อความ แถบแสดงสถานะ แถบเลื่อน เป็นต้น

รูปที่ 2.21 โปรแกรม Nextion Editor

ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/The-debug-screen-with-the-Nextion-editor_fig8_328928636

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ลิมิตสวิตช์

ลิมิตสวิตช์ (Limit switch) เป็นสวิตช์ที่จำกัดระยะทาง การทำงานอาศัยแรงกดภายนอกมากระทำ เช่น วางของทับที่ปุ่มกดหรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกด และเป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่ต่ออยู่กับก้านชน เปิด-ปิด ตามจังหวะของการชน

2.5.1 หลักการทำงาน

ลิมิตสวิทช์ โดยปกติแบ่งออกเป็น 2ลักษณะคือ ปกติ (NO) และปิด (NC) จากโครงสร้างภายในตำแหน่งปกติ หน้าสัมผัสจะไม่ต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ ตำแหน่งทำงาน เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมากดลิมิตสวิทช์ ทำให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิด (NO) เป็นปกติปิด (NC) มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะทำให้ลิมิตสวิทช์กลับสู่สภาพเดิมจากปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดวงจรการทำงาน

รูปที่ 2.22 ลิมิตสวิตช์

ที่มา: https://openbuildspartstore.com/micro-limit-switch/

2.6 ตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน หรือ **รีซิสเตอร์** (Resistor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ มีคุณสมบัติในการต้านการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า ทำด้วยลวดต้านทานหรือถ่านคาร์บอน เป็นต้น นั่นคือ ถ้าอุปกรณ์นั้นมีความต้านทานมาก กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะน้อยลง เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดพาสซีฟสองขั้ว ที่สร้างความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมขั้วทั้งสอง (V) โดยมีสัดส่วนมากน้อยตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (I) อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์และปริมาณกระแสไฟฟ้า ก็คือ ค่าความต้านทานทางไฟฟ้า หรือค่าความต้านทานของตัวนำมีหน่วยเป็นโอห์ม (สัญลักษณ์ : Ω) เขียนเป็นสมการตามกฎของโอห์ม ดังนี้

$$\frac{V}{I} = R$$

กฎของโอห์ม

ตัวต้านทานในอุดมคติจะถูกกำหนดโดยความสัมพันธ์ที่ระบุไว้ในกฎของโอห์มดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V = I \times R$$

กฎของโอห์ม ระบุว่า แรงดันไฟฟ้า(V) ที่ตกคร่อมความต้านทานจะเป็นสัดส่วนกับกระแส(I) เมื่อค่าคงที่ของสัดส่วนเป็นความต้านทาน(R)ในส่วนที่เท่าเทียมกัน กฎของโอห์มสามารถระบุได้ว่า

$$I \propto \frac{1}{R}$$

สมการนี้กำหนดว่ากระแส(I)เป็นสัดส่วนกับแรงดันไฟฟ้า(V)และแปรผกผันกับความต้านทาน(R) สมการนี้จะถูกนำมาใช้โดยตรงในการคำนวณในทางปฏิบัติ

$$I = \frac{V}{R}$$

ตัวต้านทานต่ออนุกรมและต่อขนาน

- **การต่อแบบอนุกรม** กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวมีจำนวนเท่ากัน แต่แรงดันไฟฟ้าในแต่ละตัวต้านทานจะเป็นสัดส่วนกับความต้านทานของมัน ความต่างศักย์(แรงดัน)ที่เห็นตกคร่อมในเครือข่ายทั้งหมดคือผลรวมของแรงดันไฟฟ้าเหล่านั้น ความต้านทานรวมสามารถหาได้จากผลรวมของความต้านทานของแต่ละตัวเหล่านั้น

รูปที่ 2.23 การต่อตัวทานแบบอนุกรม

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

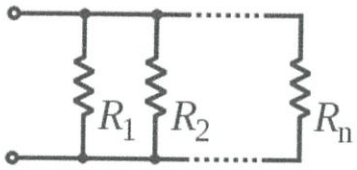
สูตร

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + \ldots + R_N$$

ในกรณีพิเศษ, ตัวต้านทานของจำนวน N ตัวมีความต้านทานเท่ากันเท่ากับ R ต่อกันแบบอนุกรม ความต้านทานรวมจะเท่ากับ N x R

- **การต่อแบบขนานกัน** ความต่างศักย์(แรงดัน) ของแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากัน แต่กระแสทั้งหมดจะเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวนำมารวมกันค่า conductance ของตัวต้านทานจะถูกนำมารวมกันเพื่อพิจารณาค่า conductance ของเครือข่าย ดังนั้นค่าความต้านทานเทียบเท่า (R_{tot}) ของเครือข่ายที่สามารถคำนวณได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การต่อตัวทานแบบขนาน

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

สูตร

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_{N-1}} + \frac{1}{R_N}$$

ยิ่งมีจำนวนของตัวต้านทานต่อขนานกันมากเท่าไร ความต้านทานโดยรวมยิ่งน้อยลงเท่านั้น และความต้านทานรวมจะไม่สูงไปกว่าตัวต้านทานที่มีค่าต่ำสุดในกลุ่ม

	Series	Parallel
How it looks		
Voltage	$V_{in} = V_1 + V_2 + V_3$	$V_{in} = V_1 = V_2 = V_3$
Current	$I_{series} = I_1 = I_2 = I_3$	$I_{in} = I_1 + I_2 + I_3$
Resistance	$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$	$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
Features	If one components burns current becomes inactive	If one component burns current stops only through that branch rest part works fine

ตารางที่ 6 แสดงความแตกต่างระหว่างการต่อตัวต้านแทนแบบอนุกรมและขนาน

2.6.1 ชนิดของตัวต้านทาน

ตัวต้านทานที่ผลิตออกมาในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด ในกรณีที่แบ่งโดยยึดเอาค่าความต้านทานเป็นหลักจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

I. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (Fixed Resistor)

II. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Adjustable Resistor)

III. ตัวต้านทานชนิดพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.1. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (Fixed Resistor)

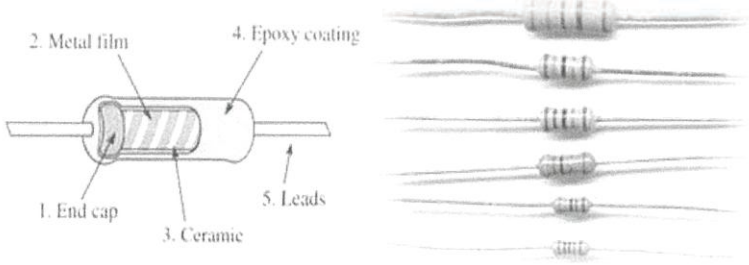
มีตัวต้านทานแบบสถิตหลายประเภท ที่ใช้ทั่วไปในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีดังนี้

- **ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม (Carbon Composition)** เป็นตัวต้านทานที่นิยมใช้กันแพร่หลายมาก มีราคาถูก โครงสร้างทำมาจากวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทานผสมกันระหว่างผงคาร์บอนและผงของฉนวน อัตราส่วนผสมของวัสดุทั้งสองชนิดนี้จะทำให้ค่าความต้ายทานมีค่ามากน้อยเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ บริเวณปลายทั้งสองด้านของตัวต้านทานต่อด้วยลวดตัวนำ บริเวณด้านนอกของตัวต้านทานจะฉาบด้วยฉนวน

รูปที่ 2.25 แสดงตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

- **ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ (Metal Film)** เป็นตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะทำมาจากแผ่นฟิล์มบางของแก้วและโลหะหลอมเข้าด้วยกันแล้วนำไปเคลือบที่เซรามิค ทำเป็นรูปทรงกระบอก แล้วตัดแผ่นฟิล์มที่เคลือบออกให้ได้ค่าความต้านทานตามที่ต้องการ ขั้นตอนสุดท้ายจะทำการเคลือบด้วยสารอีป็อกซี (Epoxy) ตัวต้านทานชนิดนี้มีค่าความผิดพลาดบวกลบ 0.1% ถึงประมาณบวกลบ 2% ซึ่งถือว่ามีค่าความผิดพลาดน้อยมาก นอกจากนี้ยังทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากภายนอกได้ดี สัญญาณรบกวนน้อยเมื่อเทียบกับตัวต้านทานชนิดอื่น ๆ



รูปที่ 2.26 แสดงตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน (Carbon Film)** เป็นตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอนเป็นตัวต้านทานแบบค่าคงที่โดยการฉาบผงคาร์บอนลงบนแท่งเซรามิคซึ่งเป็นฉนวน หลังจากที่ทำการเคลือบแล้วจะตัดฟิล์มเป็นวงแหวนเหมือนเกลียวน๊อต ในกรณีที่เคลือบฟิลม์คาร์บอนในปริมาณน้อยจะทำให้ได้ค่าความต้านทานสูง แต่ถ้าเพิ่มฟิล์มคาร์บอนในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ได้ค่าความต้านทานต่ำ ตัวต้านทานแบบฟิลมโลหะมีค่าความผิดพลาด บวกลบ 5% ถึง บวกลบ 20% ทนกำลังวัตต์ตั้งแต่ 1/8 วัตต์ ถึง 2 วัตต์ มีค่าความต้านทานตั้งแต่ 1 ถึง 100M

รูปที่ 2.27 แสดงตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน

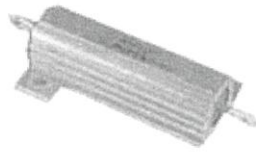
ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

- **ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ (Wire Wound)** โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้เกิดจากการใช้ลวดพันลงบนเส้นลวดแกนเซรามิค หลังจากนั้นต่อลวดตัวนำด้านหัวและท้ายของเส้นลวดที่พัน ส่วนค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำเป็นลวดตัวนำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแกนเซรามิคและความยาวของลวดตัวนำ ขั้นตอนสุดท้ายจะเคลือบด้วยสารประเภทเซรามิคบริเวณรอบนอกอีกครั้งหนึ่ง ค่าความต้านทานของตัวต้านทานแบบนี้จะมีค่าต่ำเพราะต้องการให้มีกระแสไหลได้สูง ทนความร้อนได้ดี สามารถระบายความร้อนโดยใช้อากาศถ่ายเท

(ก) การติดตั้งแนวนอน

(ข) ประเภททนกำลังวัตต์ได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง) ประเภทเซอรามิคไวร์วาวด์ (จ) ประเภทอลูมิเนียมไวร์วาวด์

รูปที่ 2.28 แสดงตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ชนิดต่าง ๆ

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

- **ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา (Thick Film Network)** โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้ทำมาจากแผ่นฟิล์มหนา มีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน ในรูปที่ 2.36 แสดงตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนาประเภทไร้ขา (Chip Resistor) ตัวต้านทานแบบนี้ต้องใช้เทคโนโลยี SMT (Surface Mount Technology) ในการผลิต มีอัตราทนกำลังประมาณ 0.063 วัตต์ ถึง 500 วัตต์ ค่าความคลาดเคลื่อนบวกลบ 1% ถึง บวกลบ 5%

(ก) ตัวต้านทานแบบชิพ (ข) ตัวต้านทานแบบเน็ทเวอร์ค

(ค) ตัวต้านทานแบบไร้ขา (ง) ตัวต้านทานแบบดิพไอซี

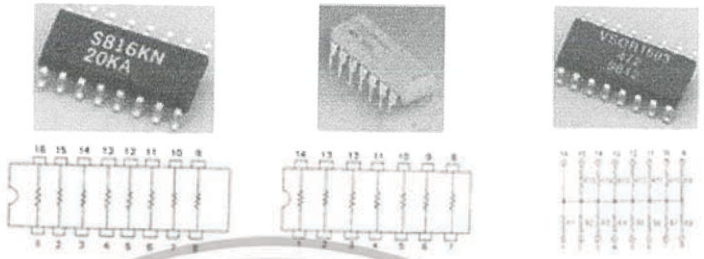
รูปที่ 2.29 แสดงตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนาชนิดต่าง ๆ

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

- **ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง (Thin Film Network)** โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้ทำมาจากแผ่นฟิล์มบาง มีลักษณะรูปร่างเหมือนกับตัวไอซี (Integrate Circuit) ใช้เทคโนโลยี SMT (Surface Mount Technology) ในการผลิตเช่นเดียวกับตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแผ่นฟิล์มหนา โดยส่วนใหญ่จะมีขาทั้งหมด 16 ขา การใช้งานต้องบัดกรีเข้ากับแผ่นลายวงจร อัตราทนกำลัง 50 มิลลิวัตต์ มีค่าความคลาดเคลื่อนบวกลบ 0.1% และอัตราทนกำลัง 100 มิลลิวัตต์ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนบวกลบ 5% ที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 50 VDC



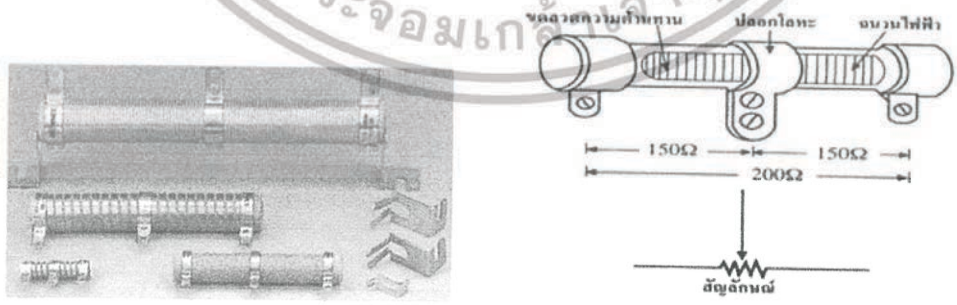
รูปที่ 2.30 แสดงรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

2.6.1.2. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Adjustable Resistor)

มีตัวต้านทาน 3 แบบดังนี้

- **ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบเลื่อน** เป็นตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์อีกชนิดหนึ่งที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานที่ต้องการใช้งานได้ โดยบนที่ตัวต้านทานชนิดนี้จะมีปลอกโลหะหลวมอยู่ และสามารถเลื่อนตำแหน่งเพื่อให้ได้ความต้านทานที่ต้องการ มีสกรูขันยึดปลอกโลหะให้สัมผัสแน่นกับเส้นลวดที่ตัวต้านทาน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่ง การใช้งานของตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ จะใช้ค่าความต้านทานเฉพาะค่าใดค่าหนึ่งที่ปรับไว้เท่านั้น รูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้นทานแบบเปลี่ยนค่า



รูปที่ 2.31 แสดงลักษณะรูปร่างของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบเลื่อน

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบหมุนแกน** เป็นตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistor) โครงสร้างภายในทำมาจากคาร์บอนเซรามิค หรือพลาสติกตัวนำ ใช้ในงานที่ต้องการเปลี่ยนค่าความต้านทานบ่อย ๆ เช่น ในเครื่องรับวิทยุ, โทรทัศน์ เพื่อปรับลดหรือเพิ่มเสียง, ปรับลดหรือเพิ่มแสงในวงจรหรี่ไฟ มีอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น โพเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) หรือพอต (Pot) สำหรับชนิดที่มีแกนเลื่อนค่าความต้านทานหรือแบบที่มีแกนหมุนเปลี่ยนค่าความต้านทานคือโวลลุ่ม (Volume) เพิ่มหรือลดเสียงมีหลายแบบให้เลือกคือ 1 ชั้น, 2 ชั้น และ 3 ชั้น เป็นต้น ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่ไม่มีแกนปรับโดยทั่วไปจะเรียกว่า โวลลุ่มเกือกม้า หรือทิมพอต (Trimpot) ซึ่งจะมี3ชนิดใหญ่ๆคือ

I. แบบ A หรือแบบล็อก(Log) ค่าจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในตอนปลาย

II. แบบ B หรือแบบลิเนียร์(Linear) ค่าจะเปลี่ยนแปลงแบบสม่ำเสมอแต่ต้นจนปลาย

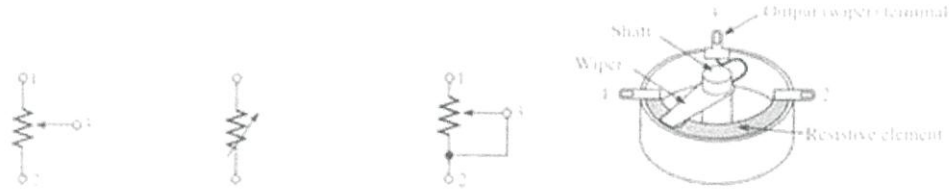
III. แบบ C ชนิดนี้จะตรงข้ามกับแบบ A คือค่าจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในตอนต้น

รูปที่ 2.32 แสดงลักษณะรูปร่างของตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้แบบหมุนแกน

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

- **โพเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer)หรือพอต (Pot)** คือ ตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ในวงจรต่าง ๆ โครงสร้างส่วนใหญ่จะใช้วัสดุประเภทคาร์บอนผสมกับเซรามิคและเรซินวางบนฉนวน ส่วนแกนหมุนขากลางใช้โลหะที่มีการยืดหยุ่นตัวได้ดี โดยทั่วไปจะเรียกว่าโวลลุ่มหรือ VR (Variable Resistor) มีหลายแบบที่นิยมใชในปัจจุบันคือแบบ A, B และ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



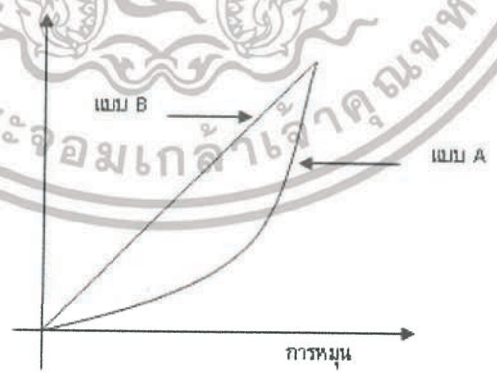
(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 2.33 แสดงลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของโพเทนชิโอมิเตอร์และรีโอสตาท

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

จากรูปที่2.33 (ก) จะเห็นว่าโพเทนชิโอมิเตอร์มี 3 ขา ขาที่ 1 และ 2 จะมีค่าคงที่ส่วนขาที่ 3 เปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามที่ต้องการ ส่วนรีโอสตาทนั้นจะมี 2 ขา ตามรูปที่ 2.33 (ข) แต่ในกรณีที่ต้องการต่อโพเทนชิโอมิเตอร์ให้เป็นรีโอสตาทก็ทำได้โดยการต่อขาที่ 3 เข้ากับขาที่ 2 ก็จะกลายเป็นรีโอสตาท ตามรูปที่ 2.33 (ค)ส่วนรูปที่ 2.33 (ง) แสดงโครงสร้างทั่ว ๆ ไปของโพเทนชิโอมิเตอร์

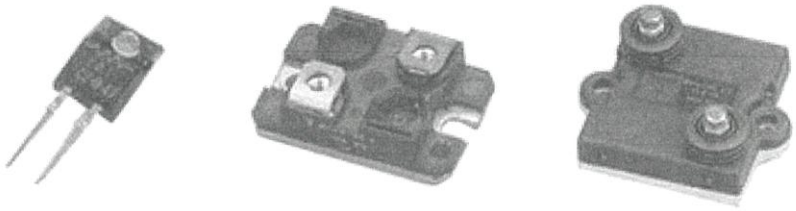
อีกชนิดหนึ่งคือจำพวกฟิล์มคาร์บอนใช้วิธีการฉาบหรือพ่นฟิล์มคาร์บอนลงในสารที่มีโครงสร้างแบบเฟโนลิค (Phenolic) ส่วนแกนหมุนจะใช้โลหะประเภทที่ใช้ทำสปริงเช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น VR 100 KA หมายความว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานต่อการหมุนในลักษณะของลอกการิทึม (Logarithmic) หรือแบบล็อกคือหมุนค่าความต้านทานจะค่อย ๆ เปลี่ยนค่า พอถึงระดับกลางค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วนิยมใช้เป็นโวลลุ่มเร่งความดังของเสียง ส่วนแบบ B นั้นค่าความต้านทานจะเปลี่ยนไปในลักษณะแบบลิเนีย (Linear) หรือเชิงเส้นคือค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นตามการหมุนที่เพิ่มขึ้น ส่วนมากนิยมใช้ในวงจรชุดควบคุมความทุ้มแหลมและวงจรแบ่งแรงดัน



รูปที่ 2.34 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานแบบ A และแบบ B

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 แสดงลักษณะรูปร่างของรีโอสตาทแบบต่าง ๆ ที่มีอัตราทนกำลังวัตต์สูง

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

ตัวต้านทานแบบโพเทนชิโอมิเตอร์อีกประเภทหนึ่งคือ ตัวต้านทานแบบปรับละเอียด (Trimmer Potentiometers) ตัวต้านทานแบบนี้ส่วนมากมักใช้ประกอบในวงจรประเภทเครื่องมือวัดและทดสอบ เพราะสามารถปรับหมุนเพื่อต้องการเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ทีละน้อยและสามารถหมุนได้ 15 รอบหรือมากกว่า ซึ่งเมื่อเทียบกับโพเทนชิโอมิเตอร์แบบที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุและเครื่องเสียง ซึ่งจะหมุนได้ไม่ถึง 1 รอบก็จะทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

รูปที่ 2.36 แสดงลักษณะของตัวต้านทานแบบโพเทนชิโอมิเตอร์แบบปรับละเอียด

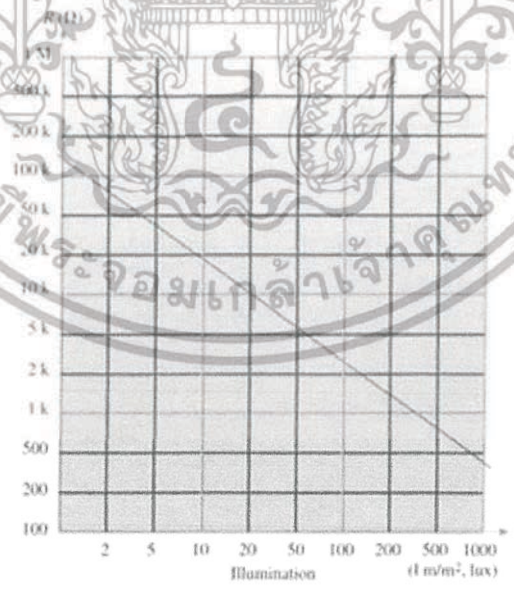
ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.3. ตัวต้านทานชนิดพิเศษ

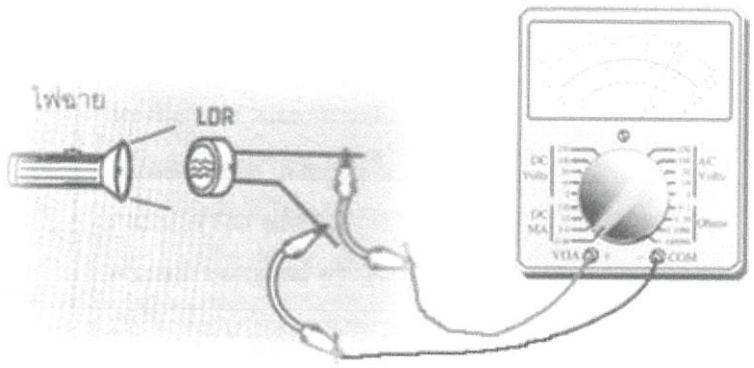
LDR คือตัวต้านทานชนิดที่มีความไวต่อแสงมาก บางครั้งเรียกว่าตัวต้านทานแบบโฟโต้คอนดัคตีฟเซล (Photoconductive Cell) หรือโฟโต้เซล โครงสร้างภายในโดยทั่วไปจะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟต์ (Cadmium Sulfide) หรือแคดเมียมเซลีไนต์ (Cadmium Selenide) มีความเข้มของแสงระหว่าง 4,000 A (Blue Light) ถึง 10,000 A (Infrared) 1 A เท่ากับ $1x10^{-10}$ M Light

รูปที่ 2.37 แสดงรูปลักษณะโครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวแอลดีอาร์
ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html



รูปที่ 2.38 แสดงค่าความต้านทานตามความเข้มของแสง
ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



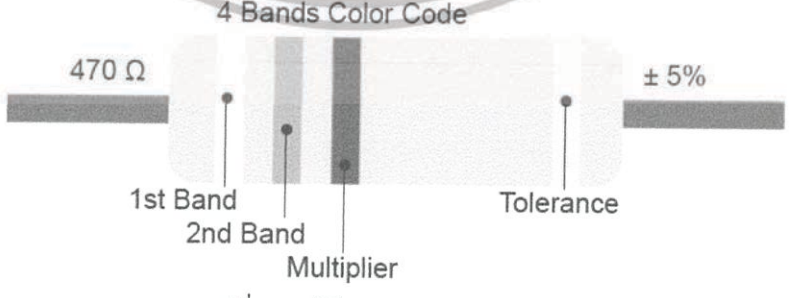
รูปที่ 2.39 แสดงการหาค่าความต้านทานและความสัมพันธ์กับแสงของ LDR
ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

เมื่อมีแสงมาตกกระทบที่ LDR จะทำให้ค่าความต้านทานภายในตัว LDR ลดลง จะลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบ ในกรณีที่ไม่มีแสงหรืออยู่ในตำแหน่งที่มืดค่าความต้านทานภายในตัว LDR จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามรูปที่ 2.46 การทดสอบ LDR อย่างง่าย ๆ คือต่อสายมิเตอร์เข้ากับ LDR ตั้งย่านวัดโอห์ม หาอุปกรณ์ให้แสงสว่างเช่นไฟฉายหรือหลอดไฟ โดยให้แสงตกกระทบที่ตัว LDR ตรงด้านหน้า แล้วสังเกตุค่าความต้านทานจากมิเตอร์จะมีค่าลดลง ถ้ามีอุปกรณ์ไปบังแสงทำให้มืดค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้น

การอ่านค่าตัวต้านทาน

ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ยังสามารถแบ่งได้เป็นแบบ 4 แถบสี และ 5 แถบสี และอาจมี 6 แถบสีด้วย ซึ่งที่เราเห็นอยู่บ่อยๆคือแบบ 4 และ 5 แถบสี (Color Band)

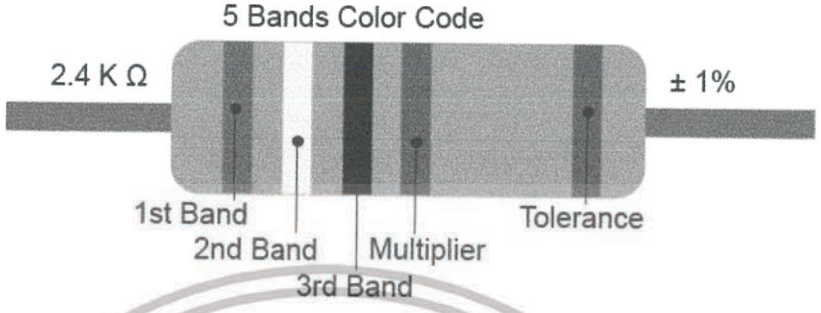
- **4 แถบสี (4 Bands Color)** ตัวต้านทานแบบนี้จะมีทั้งหมด 4 แถบสี แบ่งเป็น 3 แถบสีทางซ้าย คือช่วงอ่านค่าหลัก และ 1 แถบสีทางขวาสุดคือค่าความผิดพลาด(Tolerance) 3 แถบสีทางซ้าย คือช่วงอ่านค่าหลัก และ 1 แถบสีทางขวาสุดคือค่าความผิดพลาด(Tolerance)



รูปที่ 2.40 ตัวต้านทานแบบ 4 แถบ
ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **5 แถบสี (5 Bands Color)** ตัวต้านทานแบบนี้จะมีทั้งหมด 5 แถบสี แบ่งเป็น 4 แถบสีทางซ้าย คือช่วงอ่านค่าหลัก และ 1 แถบสีทางขวาสุดคือค่าความผิดพลาด(Tolerance)



รูปที่ 2.41 ตัวต้านทานแบบ 5 แถบ

ที่มา: http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/resistor2.html

ตารางแถบสีค่าตัวต้านทาน

COLOR	1ST BAND	2ND BAND	3RD BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black		0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (D)
Blue	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
Grey	8	8	8	100MΩ	± 0.05%
White	9	9	9	1GΩ	
Gold				0.1Ω	± 5% (J)
Silver				0.01Ω	± 10% (K)

ตารางที่ 7 แถบสีค่าความต้านทาน

วิธีการอ่าน

I. 1st, 2nd และ 3rd ให้นำตัวเลขที่ได้มาเรียงกันเลยจากซ้ายไปขวา
II. Multiplier ให้นำค่านี้ไปคูณกับตัวเลขที่เรียงกันที่ได้จาก 2 หรือ 3 แถบสีแรก
III. Tolerance คือ เปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนของค่าที่คำนวณได้ ยิ่งน้อยยิ่งแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Motor Drive

การใช้งาน L298N motor drive

การที่จะต้องใช้งานมอเตอร์ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพทั้ง การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์และการควบคุมการหมุนทวนเข็มและตามเข็ม จำเป็นต้องมีโมดูลเสริมหรือตัวกำหนดตัวแปรที่จะทำให้สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ ซึ่งโมดูลที่ใช้ได้มีด้วยกันหลายรุ่น แต่ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างรุ่น L298N motor drive มาเป็นกรณีศึกษา

L298N เป็นชุดขับมอเตอร์ชนิด H-Bridge ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์ ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ทั้งหมด 2 Channel

หลักการทำงาน

วงจร H-Bridge ของ L298N จะขับกระแสเข้ามอเตอร์ ตามขั้วที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทาง ส่วนความเร็วของมอเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วย สัญญาณ (Pulse Width Modulation)

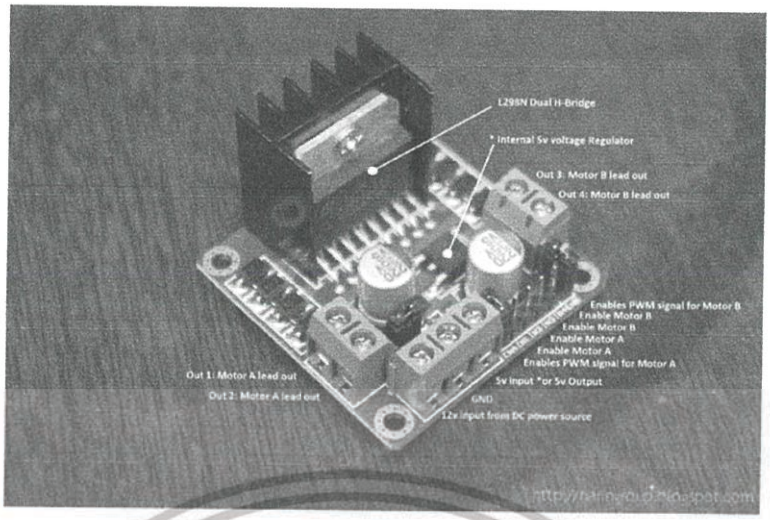
PWM (Pulse Width Modulation) หมายถึง การควบคุมช่วงจังหวะการทำงานของอิเล็กตรอนลองจินตนาการถึงแปรงขดลวดในมอเตอร์เป็นระหัดวิดน้ำและอิเล็กตรอนเป็นน้ำที่ตกลงมาจากระหัดวิดน้ำ ค่าแรงดันไฟฟ้าก็คล้ายกับกระแสน้ำที่ไหลผ่านระหัดวิดน้ำด้วยความเร็วคงที่ ยิ่งกระแสน้ำไหลเร็วเท่าไรก็จะหมายความว่าแรงดันไฟฟ้ายิ่งสูงขึ้น แต่มอเตอร์มีอัตราความเร็วคงที่และสามารถเสียหายได้หากมีแรงดันไฟฟ้าสูงไหลผ่านหรือหยุดทันทีเพื่อที่จะหยุดมอเตอร์ ดังนั้น PWM คล้ายกับการควบคุมระหัดวิดน้ำให้ตักน้ำในจังหวะคงที่ที่กระแสน้ำคงที่ ยิ่งระหัดวิดน้ำหมุนเร็วเท่าไรช่วงของ pulse ก็จะยาวขึ้น ในทางกลับกันถ้าระหัดวิดน้ำหมุนช้าช่วงของ pulse จะสั้นลง ดังนั้นเพื่อยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์จึงควรที่จะควบคุมมอเตอร์ด้วย PWM

โค้ดการทำงานของ Arduino มีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ แต่ยังไม่มีสร้าง library ที่เกี่ยวกับตัว L298N Dual H-Bridge เพื่อควบคุมมอเตอร์ดังนั้นผู้ใช้งานจึงต้องประกาศพินเพื่อใช้งานขึ้นมาเอง สามารถใช้โค้ด int dir(number)Pin(letter) ต่อเข้ากับพินดิจิตอลที่เลือกใช้ แค่นี้ก็สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและช่วยให้ตัว L298N Dual H-Bridge ควบคุมมอเตอร์ได้อย่างอเนกประสงค์ถ้าบอร์ด Arduino ที่เลือกใช้งานมีพินหลายตัว และถ้าต้องการปรับความเร็วของมอเตอร์ด้วย PWM สามารถใช้คำสั่ง int speedPin(letter) แล้วต่อเข้ากับพินที่เลือกใช้ หากต้องการวิธีลัดเพื่อใช้งาน PWM ย่างรวดเร็วสามารถเลือกพินใช้งานได้ตามรายการด้านล่าง

AT MEGA –PWM 2-13 และ 44-46 ตั้งค่าเอาท์พุทของ PWM ให้เป็น 8 bit ด้วยฟังก์ชั่น analogWrite()

UNO-PWM 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 ตั้งค่าเอาท์พุทของ PWM ให้เป็น 8 bit ด้วยฟังก์ชั่น analogWrite()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.42 รายละเอียดของบอร์ด

ที่มา: http://gamerbloggerport.blogspot.com

รายละเอียดของบอร์ด

- Out 1 คือ ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
- Out 2 คือ ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
- Out 3 คือ ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
- Out 4 คือ ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
- 12V คือ ช่องจ่ายไฟเลี้ยงมอเตอร์ 12V (ต่อได้ตั้งแต่ 5V ถึง 35V)
- GND คือ ช่องต่อไฟลบ (Ground)
- 5V คือ ช่องจ่ายไฟเลี้ยงมอเตอร์ 5V ทำหน้าที่จ่ายไฟออกเป็น 5V Output สามารถต่อไฟจาก ช่องนี้ไปเลี้ยงบอร์ด Arduino ได้
- ENA คือ ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ A
- IN1 คือ ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A
- IN2 คือ ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A
- IN3 คือ ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
- IN4 คือ ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
- ENB คือ ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

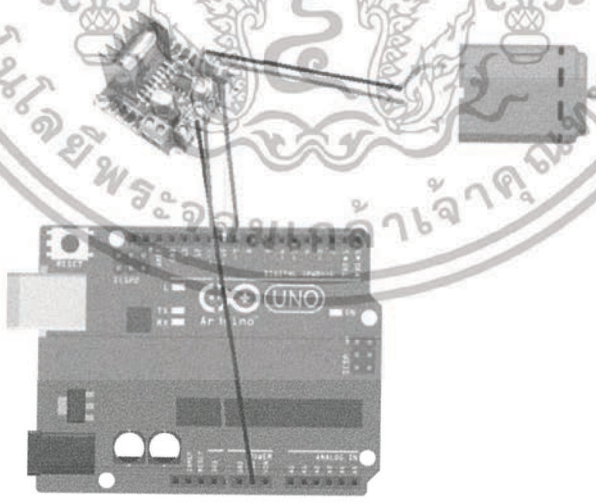
Specification

Dual H bridge Drive Chip	L298N
แรงดันสัญญาณลอจิก	5V Drive voltage: 5V-35V
กระแสของสัญญาณลอจิก	0-36mA
กระแสขับมอเตอร์	สูงสุดที่ 2A (เมื่อใช้มอเตอร์เดียว)
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	25W
ขนาด	43 x 43 x 26 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	26 กรัม

ตารางที่ 8 ตารางแสดงคุณสมบัติของ L298N

การต่อเข้าใช้งานกับ Arduino

ในการต่อกับ Arduino นั้น ขา IN1,IN2,IN3 และ IN4 นั้น สามารถต่อกับพอร์ต Digital ใดๆก็ได้ เนื่องจาก 4 ขานี้ จะใช้ในการควบคุมสัญญาณลอจิกบอกทิศทางให้กับมอเตอร์ ส่วน ENA และ ENB นั้น จำเป็นที่จะต้องต่อกับพอร์ต Digital ที่รองรับ PWM เนื่องจากจะต้องใช้สัญญาณ PWM ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์



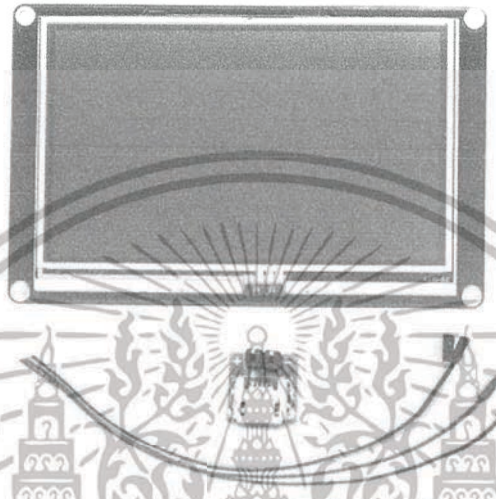
รูปที่ 2.43 ภาพแสดงการต่ออุปกรณ์

ที่มา: http://gamerbloggerport.blogspot.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 หน้าจอทัชสกรีน

จอสัมผัส (touchscreen) เป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์แสดงผลและนำเข้าข้อมูลที่ผสมร่วมกันเพื่อลดขนาดพื้นที่การใช้งาน โดยโปรแกรมจะแสดงผลภาพกราฟิกบนจอภาพ และผู้ใช้สามารถใช้นิ้วมือสัมผัสบนจอภาพ เพื่อเลือกรายการต่างๆ ทั้งที่อยู่ในลักษณะของรูปภาพ หรือข้อความก็ได้ เพื่อสั่งงาน จอสัมผัสนิยมนำมาใช้ในลักษณะของงานที่ช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาการใช้อุปกรณ์นำเข้าแบบจับต้อง เช่น แป้นพิมพ์, เมาส์ เป็นต้น



รูปที่ 2.44 Nextion TFT 4.3"

ที่มา: https://www.itead.cc/nextion-nx4827t043.html

หน้าจอสัมผัสจะสามารถรู้ตำแหน่งที่เราสัมผัสได้นั้นจะต้องอาศัยระบบพื้นฐานซึ่งมี 3 ประเภท คือ

ตัวต้านทาน (resistive) ระบบตัวต้านทานประกอบด้วย ช่องกระจกเคลือบด้วยตัวนำและตัวต้านทานโดยทั้งสองชั้นนี้ไม่ได้อยู่ติดกัน โดยมีตัวกั้นและชั้นตัวต้านทานที่ปรับค่าได้อยู่บนสุด ในขณะที่หน้าจอกำลังทำงานจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทั้งสองชั้น เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ทำให้ชั้นทั้งสองชั้นสัมผัสกันตรงตำแหน่งที่เราสัมผัส เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน และถูกบันทึกไว้และคำนวณหาตำแหน่งโดยทันที เมื่อรู้ว่าสัมผัสตรงส่วนใดแล้ว จะมีไดรเวอร์พิเศษที่ทำหน้าที่แปลการสัมผัสไปเป็นสัญญาณหรือรหัสส่งไปให้ระบบปฏิบัติการ

ตัวเก็บประจุ (capacitive) ระบบตัวเก็บประจุ จะเป็นชั้นที่ไว้สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าซึ่งจะวางอยู่บนช่องกระจกของหน้าจอ เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ประจุไฟฟ้าบางส่วนจะถูกส่งไปยังตัวผู้ใช้ทำให้ประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในตัวเก็บประจุลดลง การลดลงนี้จะเป็นตัวบอกตำแหน่งของการสัมผัสซึ่งจะมีวงจรที่คอยตรวจสอบอยู่ที่มุมของหน้าจอทั้งสี่มุม ต่อจากนั้นคอมพิวเตอร์จะคำนวณ จากผลต่างของประจุไฟฟ้าในแต่ละมุม จนได้ตำแหน่งตรงที่ผู้ใช้สัมผัสแล้วจึงส่งไปให้ไดรเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

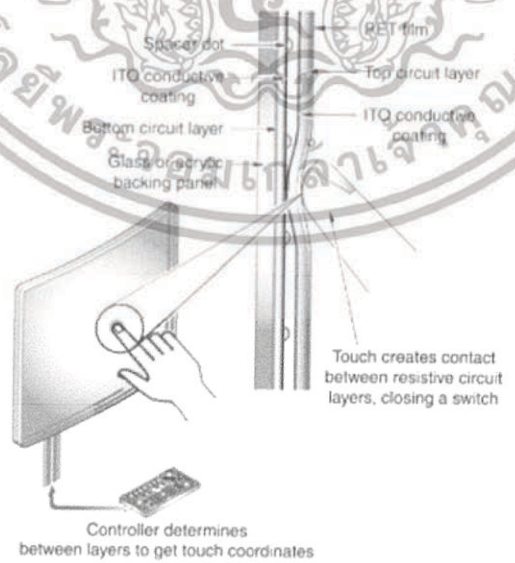
คลื่นเสียงที่ผิวของหน้าจอ (surface acoustic wave)ระบบคลื่นเสียง บนหน้าจอของระบบคลื่นเสียงที่ผิวหน้าจอจะมีตัวรับ และส่งสัญญาณอยู่ตลอดแนวตั้งและแนวนอน ของแผ่นกระจกของหน้าจอ และตัวตัวสะท้อน ซึ่งจะทำหน้าที่ ส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่มาจากตัวส่งสัญญาณไปยังตัวอื่น ตัวรับสัญญาณจะเป็นตัวบอกถ้าคลื่นถูกรบกวนโดยการสัมผัสของผู้ใช้ และจะสามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้ การใช้ระบบคลื่นทำให้หน้าจอสามารถแสดงภาพได้อย่างชัดเจนมากกว่าทั้งสองระบบข้างต้น ในที่นี้เราใช้หน้าจอแบบ Resistive

2.8.1 หน้าจอแบบ Resistive

เทคโนโลยี Resistive ถือว่าเป็นแบบที่ประหยัดและเหมาะกับการใช้งานประเภทต่างๆได้กว้างขวาง เช่น ร้านอาหาร ร้านค้าที่ใช้เครื่อง POS งานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม รวมทั้งใช้ในอุปกรณ์พกพาอย่าง PDA, Mobile เป็นต้น Touch Screenแบบ Resistive จะประกอบด้วย เลเยอร์ด้านบนที่ยืดหยุ่นและเลเยอร์ด้านล่างที่อยู่บนพื้นแข็งคั่นระหว่าง 2 เลเยอร์ด้วยเม็ดฉนวนซึ่งทำหน้าที่แยกไม่ให้ด้านในของ 2 เลเยอร์สัมผัสกันเพราะด้านในของ 2 เลเยอร์นี้จะเคลือบด้วยสารตัวนำไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงในเวลาจะมีการปล่อยกระแสที่เลเยอร์สารตัวนำ และเมื่อคุณกดที่ Touch Screen จะทำให้วงจร 2 เลเยอร์ต่อถึงกัน จากนั้นวงจรควบคุมก็จะคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งจะแตกต่างไปตามตำแหน่งที่สัมผัส เมื่อคำนาณค่ากระแสตามแนวตั้งและแนวนอนก็จะได้ตำแหน่งที่สัมผัสบนหน้าจอ

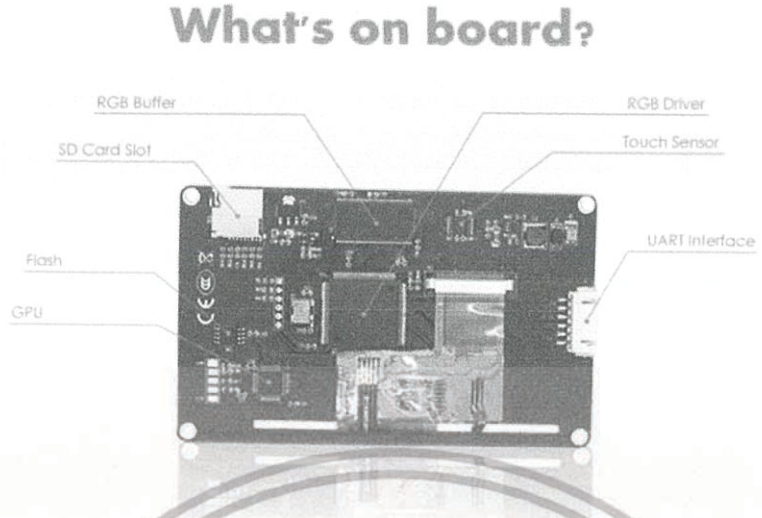
ข้อดีของหน้าจอแบบ Resistive

I. ราคาไม่แพง
II. สามารถใช้อะไรสัมผัสก็ได้
III. หาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียด
IV. กินพลังงานไฟฟ้าน้อย



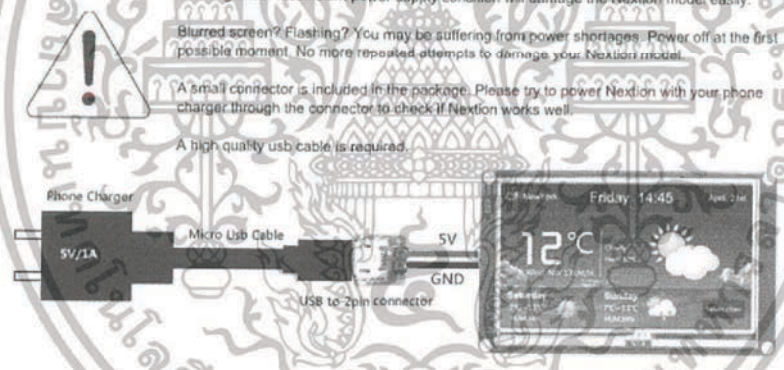
รูปที่ 2.45 ภาพแสดงองค์ประกอบจอแบบ Resistive
ที่มา: https://www.itead.cc/nextion-nx4827t043.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.46 ภาพแสดงตำแหน่งองค์ประกอบของบอร์ด

ที่มา: https://www.itead.cc/nextion-nx4827t043.html



รูปที่ 2.47 ภาพแสดงความระมัดระวัง

ที่มา: https://www.itead.cc/nextion-nx4827t043.html

Specification

	Data	Description
Color	65K (65536) colors	16 bit, 5R6G5B
Layout size	120(L)×74(W)×5(H)	NX4827K043_011N
	120(L)×74(W)×6.2(H)	NX4827K043_011R
Active Area (A.A.)	105.50mm(L)×67.20mm(W)	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Visual Area (V.A.)	95.04mm(L)×53.86mm(W)	-
Resolution	480×272 pixel	Also can be set as 272×480 pixel
Touch type	Resistive	-
Touches	> 1 million	-
Backlight	LED	-
Backlight lifetime (Average)	>30,000 Hours	-
Brightness	250nit (NX4827K043_011N)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
	230 nit (NX4827K043_011R)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
Weight	79.3g (NX4827K043_011N)	
	93.8g (NX4827K043_011R)	

ตารางที่ 9 ตารางแสดงคุณสมบัติของจอ

Electronic Characteristics

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Operating Voltage		4.75	5	7	V
Operating Current	VCC=+5V, Brightness is 100%	-	250	-	mA
	SLEEP Mode	-	15	-	mA
Power supply recommend ： 5V, 1A, DC					

ตารางที่ 10 ตารางแสดงลักษณะทางอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Working Environment & Reliability Parameter

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Working Temperature	5V, Humidity 60%	-20	25	70	℃
Storage Temperature	-	-30	25	85	℃
Working Humidity	25℃	10%	60%	90%	RH

ตารางที่ 11 ตารางแสดงประสิทธิภาพการทำงานและความน่าเชื่อถือ

Interfaces Performance

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Serial Port Baudrate	Standard	2400	9600	115200	bps
Output High Voltage	IOH=-1mA	3.0	3.2	-	V
Output Low Voltage	IOL=1mA	-	0.1	0.2	V
Input High Voltage	-	2.0	3.3	5.0	V
Input Low Voltage	-	-0.7	0.0	1.3	V
Serial Port Mode	TTL				
Serial Port	4Pin_2.54mm				
USB interface	NO				
SD card socket	Yes (FAT32 format), support maximum 32G Micro SD Card				
Extended IO	8 extended IO				
	I00-I07 support input, output and component binding event;				
	I04-I07 support PWM				
RTC	Support built-in RTC (Battery type: CR1220)				

ตารางที่ 12 ตารางแสดงประสิทธิภาพการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

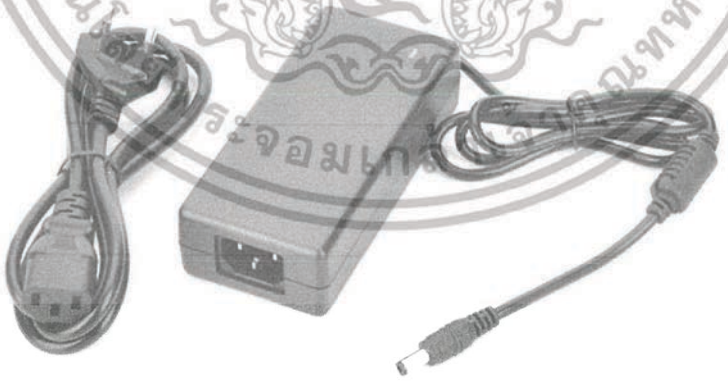
Memory Features

Memory Type	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
FLASH Memory	Store font and images	-	-	32	MB
User Storage	EEPROM	-	1024	-	byte
RAM Memory	Store variables	-	8192	-	Byte
Instruction Buffer	Instruction Buffer		1024		Byte

ตารางที่ 13 ตารางแสดงประสิทธิภาพความจำ

2.9 อะแดปเตอร์ไฟฟ้า

อะแดปเตอร์ไฟฟ้า (Adapter) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาขนาดเล็กและอุปกรณ์แปลงแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ(ไฟบ้าน)ที่มีค่าความต่างศักย์ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่มีค่าความต่างศักย์ต่ำลง เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้



รูปที่ 2.48 อะแดปเตอร์ไฟฟ้า
ที่มา: https://www.lazada.co.th/products/dc-adapter-12v-5a-5000ma-dc-55-x-25mm-ac-i7991111-s9975246.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications

Input	100-240V, 50/60Hz.
Output	12V 5A 60W Max
Tip Size	2.1mm x 5.5mm (Inner diameter x Outer diameter)

ตารางที่ 14 ตารางแสดงคุณสมบัติของอะแดปเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและการวิจัยการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าการวิจัยนั้น เริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเจ้าหน้าที่เภสัชกรในสถานพยาบาล จำนวนผู้ใช้บริการ เวลาในการจัดเตรียมยา การค้นหายา จากนั้นศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ มีการออกแบบอุปกรณ์และกลไกการทำงานของเครื่องอย่างไร เพื่อศึกษาเป็นแนวทางและนำมาปรับใช้ในการออกแบบเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติให้สามารถใช้งานได้จริง

3.2 ลักษณะข้อมูล การเลือกข้อมูล และการทดลอง

Arduino ทำงานร่วมกับ DC motor, L298N motor drive โดยเขียนโค้ดภาษาซีเพื่อสั่งการให้ช่องใส่ยาเคลื่อนเข้า-ออกได้ร่วมกับอุปกรณ์ดังกล่าว และใช้ Arduino ร่วมกับ ลิมิตสวิทช์ หน้าจอทัสสกรีน และระบบตรวจนับปริมาณยาคงเหลือในเครื่อง

ในการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เพื่อให้เคลื่อนที่ตามที่กำหนดไว้ ทำการออกแบบเลือกอุปกรณ์ เลือกวัสดุ ออกแบบส่วน hardware และ software ทำการทดสอบว่าอุปกรณ์สามารถเคลื่อนที่เข้า-ออกได้หรือไม่ หากเคลื่อนที่ได้แล้วเมื่อทำการสั่งการผ่านทางหน้าจอทัสสรีนการเคลื่อนที่เป็นไปอย่างถูกต้องหรือไม่ เมื่อทุกส่วนทำงานสัมพันธ์กับอุปกรณ์จะสามารถเคลื่อนที่ได้ตามที่กำหนดไว้

3.3 เครื่องมือและวิธีการทดลอง

ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดและส่วน hardware ร่วมกับการเขียนโค้ดภาษาซี เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่เข้า-ออกของช่องใส่ยา เมื่อทำการสั่งผ่านทางหน้าจอทัสสรีนจะส่งค่าไปยัง Arduinoจากนั้นArduino จะประมวลผลและส่งค่าไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้ช่องใส่ยาสามารถเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามคำสั่งได้

3.4 ขั้นตอนออกแบบและสร้างเครื่องมือ

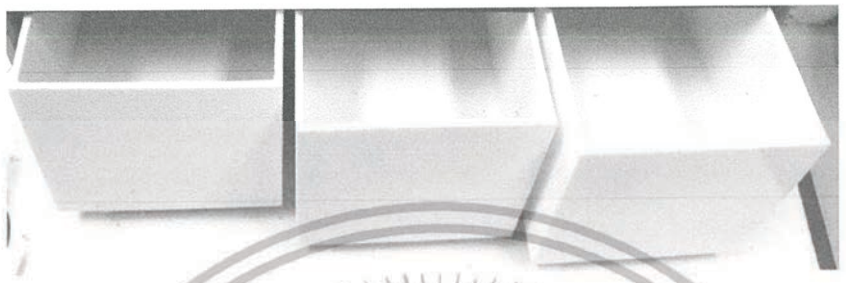
ในการออกแบบอุปกรณ์แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.4.1 การออกแบบส่วน Hardware

3.4.1.1 ศึกษากลไกและงานวิจัยต่างๆ รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 การออกแบบเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ ในส่วนของช่องเก็บยาจะแบ่งออกเป็น 3 ช่อง แต่ละช่องจะมีขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และสูง 8 เซนติเมตร วัสดุที่นำมาใช้ คือ ฟิลาเมนต์ ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งเป็นลักษณะของเส้นพลาสติกที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ



รูปที่ 3.1 ช่องเก็บยา

3.4.1.3 การเคลื่อนที่จะแบ่งออกเป็นเคลื่อนเข้าและเคลื่อนออก โดยใช้ DC motor เป็นตัวควบคุม โดยจะทำงานร่วมกับ Motor drive board และ Arduino

3.4.1.4 การควบคุมการเคลื่อนช่องยาของเครื่องจำลองการจ่ายยึ่งอัตโนมัติ ประกอบไปด้วย

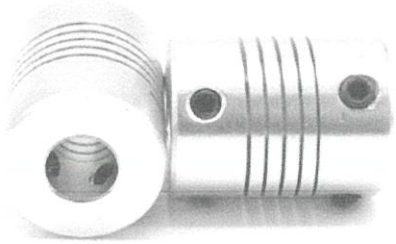
3.4.1.4.1 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู ใช้ในการเคลื่อนช่องยาเข้า-ออก วัสดุที่นำมาใช้ คือ สแตนเลส มีลักษณะเป็นเหล็กแท่งกลมมีเกลียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร และระยะพิตช์ 2 มิลลิเมตร และ Ball screw ใช้ยึดกับช่องเก็บยา ดังแสดงในภาพที่ 3.2

รูปที่ 3.2 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูและ Ball screw

ที่มา: https://www.arduinothai.com/product/988/lead-screw-8x300mm-brass-nut

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.4.2 มอเตอร์คัปปลิ้ง ใช้ ยึดเกลียวสี่เหลียมคางหมูกับแกนของมอเตอร์ไม่ให้หลุดออกจากกัน



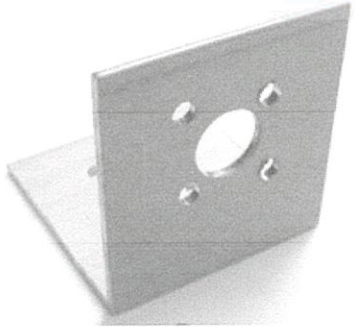
รูปที่ 3.3 มอเตอร์คัปปลิ้ง

ที่มา: https://openbuildspartstore.com/5mm-8mm-flexible-coupling/

3.4.1.4.3 Block bearing เป็นชิ้นส่วนที่ยึดเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูอีกฝั่งเพื่อให้เกลียวสารถหมุนเคลื่อนเข้า-ออกได้ โดยการใช้โปรแกรม SolidWorks ในการเขียนแบบ จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

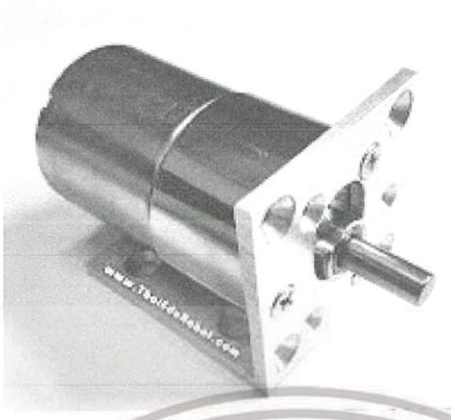
รูปที่ 3.4 Block bearing

3.4.1.4.4 เหล็กฉากยึดมอเตอร์ ช่วยในการยึดมอเตอร์ไม่ให้เคลื่อนที่และยึดมอเตอร์เข้ากับชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 3.5 เหล็กฉากมีขนาด กว้าง 2 cm. ยาว 2.5 ซม. สูง 2.5 ซม.



รูปที่ 3.5 เหล็กฉากยึดมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ภาพแสดงการประกอบฉากยึดมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์

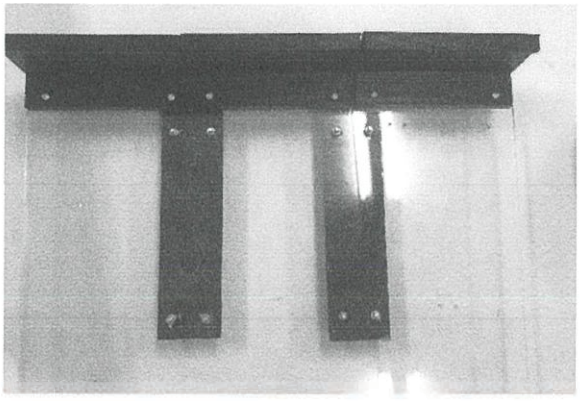
ที่มา: http://edurobot.tarad.com/product-th-1126965-6988835-11160+ฉากยึดมอเตอร์+(อลูมิเนียม)+หนา+3.2mm+พร้อมสกรู.html

เมื่อนำชิ้นส่วนที่ใช้ในกลไกการขับเคลื่อนมาประกอบเข้าด้วย ซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ ฉากยึดมอเตอร์ มอเตอร์คัปปิ้ง เกลียวคางหมู บอลสกรู จะได้ลักษณะออกมา ดังภาพที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ภาพแสดงการประกอบอุปกรณ์จากรูปที่ 3.5 เข้ากับชิ้นงาน

3.4.1.4.5 ชิ้นส่วนรูปตัว T เป็นชิ้นส่วนที่ป้องกันไม่ให้ช่องยาชนกันขณะเคลื่อนที่เข้า-ออก ทำการแบ่งพื้นที่ภายในเครื่องให้ช่องเก็บยาแต่ละช่อง ชิ้นส่วนรูปตัว T นี้ทำการออกแบบโดยการใช้โปรแกรม SolidWorks ในการเขียนแบบ จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ดังแสดงในภาพที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนตัว T

3.4.1.4.6 ป้ายแสดงรายชื่อยา ทำการออกแบบโดยการใช้โปรแกรม SolidWorks ในการเขียนแบบ จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

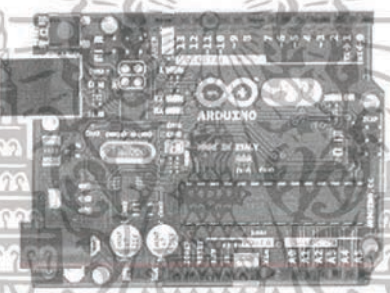
รูปที่ 3.9 ป้ายแสดงรายชื่อยาและช่องเก็บยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การออกแบบส่วน Software

ในการออกแบบส่วน Software จะใช้วิธีการเขียนโค้ดภาษาซีร่วมกับการทำงานของ Arduino เครื่องจำลองการจ่ายยิ่งอัตโนมัตินี้จะใช้ DC motor ทำงานร่วมกับ Motor drive board, Micro switch limit switch, Arduino และหน้าจอทัสสกรีน โดยเริ่มจากการสั่งการผ่านทางหน้าจอทัสสกรีนด้วยการเลือกช่องยา จากนั้น DC motor จะทำงานทำให้ช่องยาช่องนั้นเคลื่อนออกมาเมื่อช่องยาเคลื่อนออกมาชน Micro switch limit switch ช่องยาจะหยุดการเคลื่อนและเมื่อเสร็จสิ้นทำการสั่งการผ่านทางหน้าจอทัสสกรีนอีกครั้งเพื่อให้ช่องยานั้นกลับเข้าที่เดิม โดย DC motor 1 ตัว, Micro switch limit switch 2 ตัว จะควบคุมการเคลื่อนที่ได้เพียง 1 ช่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

3.4.2.1 Arduino Uno ใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล ส่งค่าไปยังอุปกรณ์ต่างๆและแสดงผลออกมา



รูปที่ 3.10 บอร์ด Arduino Uno R3

ที่มา: http://www.robotsiam.com/product/2/arduino-uno-r3-made-in-italy

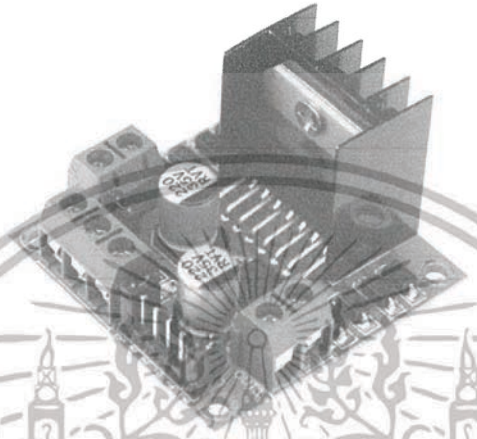
3.4.2.2 DC motor แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ และความเร็วที่ 50 รอบต่อนาที โดยเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัตินั้นจะใช้ DC motor ทั้งหมด 3 ตัว ทำงานร่วมกับ Motor drive และ Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ DC motor ที่ใช้ดังแสดงในภาพที่ 3.11

รูปที่ 3.11 DC motor

ที่มา: http://www.diybkk.com/th/products/341615-dc-motor-12v-50-rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 L298N Motor drive เป็นชุดขับมอเตอร์ชนิด H-Bridge ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์ สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ทั้งหมด 2 Channel ทำงานร่วมกับ DC Motor และ Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ L298N Motor Drive ที่ใช้ดังแสดงในภาพที่ 3.12



รูปที่ 3.12 L298N Motor drive
ที่มา: http://gamerbloggerport.blogspot.com

3.4.2.4 อะแดปเตอร์ไฟฟ้า (Adapter) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาขนาดเล็กและอุปกรณ์แปลงแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ไฟบ้าน) ที่มีค่าความต่างศักย์ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่มีค่าความต่างศักย์ต่ำลง เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.13

รูปที่ 3.13 อะแดปเตอร์ไฟฟ้า
ที่มา: https://www.lazada.co.th/products/dc-adapter-12v-5a-5000ma-dc-55-x-25mm-ac-i7991111-s9975246.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.5 ลิมิตสวิตช์ (Limit switch) เป็นสวิตช์ที่จำกัดระยะทาง การทำงานอาศัยแรงกดภายนอกมากระทำ เช่น วางของทับที่ปุ่มกดหรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกด และเป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่ต่ออยู่กับก้านชน เปิด-ปิด ตามจังหวะของการชน ดังแสดงในภาพที่ 3.14

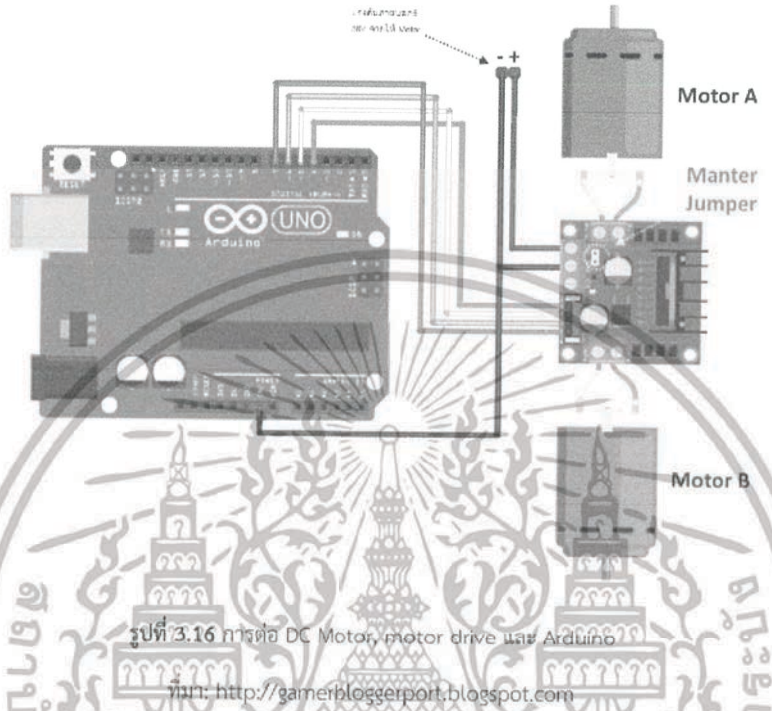
รูปที่ 3.14 ลิมิตสวิตช์
ที่มา: https://openbuildspartstore.com/micro-limit-switch/

3.4.2.6 จอสัมผัส (touchscreen) เป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์แสดงผลและนำเข้าข้อมูลที่ผสมร่วมกันเพื่อลดขนาดพื้นที่การใช้งาน โดยโปรแกรมจะแสดงผลภาพกราฟิกบนจอภาพ และผู้ใช้สามารถใช้นิ้วมือสัมผัสบนจอภาพ เพื่อเลือกรายการต่างๆ ทั้งที่อยู่ในลักษณะของรูปภาพ หรือข้อความก็ได้ เพื่อสั่งงาน จอสัมผัสนิยมนำมาใช้ในลักษณะของงานที่ช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาการใช้อุปกรณ์นำเข้าแบบจับต้อง เช่น แป้นพิมพ์, เมาส์ เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 3.15

รูปที่ 3.15 จอสัมผัส
ที่มา: https://www.itead.cc/nextion-nx4827t043.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.7 การทำให้ DC motor หมุนโดยการต่อ DC Motor เข้ากับ motor drive และจอสัมผัสเข้ากับ Arduino ดังแสดงในรูปที่ 3.13 เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง DC Motor, motor drive เข้ากับ Arduino ดังแสดงในภาพที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การต่อ DC Motor, motor drive และ Arduino

ที่มา: http://gamerbloggerport.blogspot.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 หลักการทำงานของอุปกรณ์

สั่งการผ่านทางหน้าจอทัชสกรีน จากนั้นข้อมูลจะส่งไปยังอาดูโน่เพื่อให้อาดูโน่สั่งการไปให้ลิมิตสวิตซ์ตรวจสอบสถานะการเปิด-ปิดของช่องเก็บยา จากนั้นจะแจ้งสถานะมายังอาดูโน่เพื่อให้อาดูโน่สั่งการไปที่ L298N Motor Drive เพื่อให้ทำการขับกระแสให้กับมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์หมุนกลไกการขับเคลื่อนจะทำงานไปพร้อมกับมอเตอร์ ทำให้ช่องเก็บยานั้นๆเคลื่อนที่เข้า-ออกตามคำสั่งของผู้ใช้

รูปที่ 3.17 ภาพแสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ

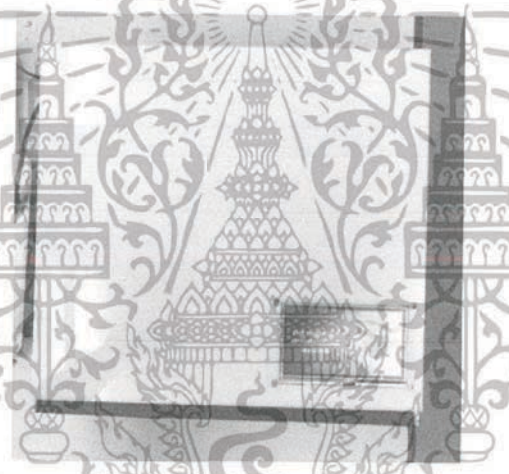
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

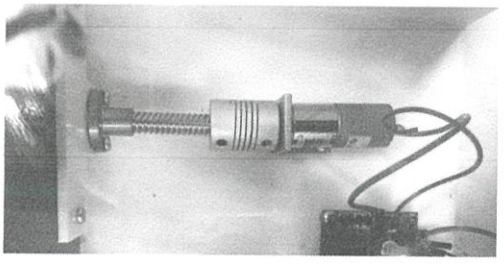
4.1 การออกแบบและสร้าง Hardware

จากการทดลองเบื้องต้นทำการออกแบบโดยใช้ปุ่มกด Push Button ในการสั่งการช่องยานั้นพบว่า มีปัญหาในการแสดงรายชื่อยา จำนวนยาคงเหลือในคลัง ผู้วิจัยจึงทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ในการสั่งการใหม่ โดยอุปกรณ์ใหม่นั้นต้องสามารถแสดงรายชื่อยาและจำนวนยาคงเหลือในคลังได้ พบว่าจอทัชสกรีน Nextion สามารถนำมาใช้แทน Push Button ได้ ถูกนำมาใช้เป็นจอแสดงข้อมูล เพราะสามารถแสดงรายชื่อยาแต่ละชนิด ปริมาณยาคงเหลือ เพิ่มจำนวนยา และรับข้อมูลผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ Nextion จึงมีความสะดวกรวดเร็วและความถูกต้องในการสั่งยา



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงหน้าจอทัชสกรีน Nextion 4.3"

ในส่วนของระบบการขับเคลื่อนแบบ Feed Screw เป็นระบบขับเคลื่อนหรือส่งกำลังประเภทหนึ่ง มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ เพลาเกลียว (Screw shaft) และนัด (Nut) เมื่อเพลาเกลียวหมุน นัตจะเคลื่อนไปตามความยาวของของเพลาเกลียว ซึ่งจะเกิดการเสียดสีระหว่างเกลียวของเพลาเกลียวกับเกลียวของนัต เหตุผลที่เลือกใช้การขับเคลื่อยนแบบ Feed Screw คือ ราคาถูก หาง่าย ทนทาน



รูปที่ 4.2 ภาพแสดงการขับเคลื่อนแบบ Feed Screw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

เมื่อนำเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติที่สร้างนั้นมาใช้งานร่วมกันกับซอฟแวร์ที่ถูกออกแบบเพื่อสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆแล้วทดสอบการขับเคลื่อนจะได้ผลดังภาพ

รูปที่ 4.3 ภาพแสดงฟังก์ชันหน้าจอแสดงผล

รูปที่ 4.4 ภาพแสดงการเลือกประเภทของยา

รูปที่ 4.5 ภาพแสดงการเลือกชนิดของยาที่ต้องการสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 ภาพแสดงการเคลื่อนเปิดของช่องใส่ยาชนิดที่เลือก

รูปที่ 4.7 ภาพแสดงฟังก์ชันการเลือกตรวจสอบจำนวนยาในคลัง

รูปที่ 4.8 ภาพแสดงจำนวนยาคงเหลือในคลัง

ตัวอย่างแสดงกลไกการขับเคลื่อนและการแสดงผลคงเหลือในคลังของเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ สามารถเพิ่ม ลดจำนวนยาคลัง เมื่อเพิ่มและจ่ายยาได้

รูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.7 หมวดหมู่ฟังก์ชันที่มีในเครื่อง คือ หมวดหมู่ยาและหมวดหมู่การตรวจสอบจำนวนยาในเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4, 4.5, 4.6 ภาพแสดงการเลือกประเภทอละชนิดของยา ซึ่งยาแต่ละประเภทนั้นมี 3 ชนิด รวมแล้วภายในเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัตินั้นจะมีตัวอย่างยา 9 ชนิด เมื่อทำการเลือกยาแล้วนั้นช่องเก็บยาที่เลือกจะเคลื่อนออกมาเพื่อให้ทำการหยิบยาและเมื่อจัดยาเสร็จแล้วนั้นกดที่หน้าจอคำว่า "HOME" ฟรือ "DONE" ช่องใส่ยาที่เคลื่อนออกมานั้นกลไกการขับเคลื่อยนจะทำการหมุนกลับเพื่อให้ช่องใส่ยาอยู่กลับสู่สภาพปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบและสร้างเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติ พบว่าเครื่องจำลองการจ่ายยากึ่งอัตโนมัติดังกล่าวสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยพื้นที่ถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่อง ในแต่ละช่องจะใช้มอเตอร์ 1 ตัวและใช้ลิมิตสวิท 2 ตัวในการตรวจสอบสถานะการขับเคลื่อนช่องใส่ยา 1 ช่อง จากการออกแบบและการเลือกใช้อุปกร์นั้นแสดงให้เห็นว่า งานวิจัยนี้เป็นเพียงการจำลองการออกแบบเพื่อศึกษากลไกการเคลื่อนที่ของระบบเท่านั้น สามารถนำไปพัฒนาและต่อยอดได้ หากจะสร้างเพื่อนำไปใช้งานได้จริง จำเป็นต้องศึกษา ออกแบบให้เหมาะสม และมีงบประมาณที่เพียงพอ

5.2 ปัญหาที่พบ

- งบประมาณไม่เพียงพอ
- ระยะเวลาในการทำงาน
- หน้าจอแสดงผล Nextion พัง
- ใช้เวลาในการปริ้น 3D นาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานนั้นต้องคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลัก ต้องมีความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ รวมทั้งความรู้ทางด้านซอฟแวร์ต่างๆที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุม จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Stephen Herman, Industrial Motor Control Cengage Learning, 2009 chapter 11 "Limit Switches" ISBN 1435442393

[2] "Updated: Arduino announces FPGA board, ATmega4809 in Uno Wi-Fi mk2, cloud-based IDE and IoT hardware". Electronics Weekly. 2018-05-18. Retrieved 2018-06-14.

[3] Bob Tremblay (March 26, 2008). "Former MIT blackjack team member talks about breaking the bank". Galesburg Register News.

[4] World Health Organization (2003). Introduction to drug utilization research (PDF). Geneva: World Health Organization. p. 33. ISBN 924156234

[5] chang. 2554. Arduino Tutorial 3 : Digital Input, Debounce. [online]. Available : http://www.ayarafun.com/2011/04/arduino-tutorial-3-digital-input-and-debounce/

[6] James Hewes. 2561. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supplies). [online]. Available : http://icelectronic.com/brginner/study/powersup.htm

[7] อาจารย์กรัณวิณัฐ วงษ์ไชยมูล. Arduino คือ. [online]. Available : https://sites.google.com/site/karanwinatktech/unit1

[8] เกลียว คือ. [online]. Available : http://www.bpcd.net/new_subject/industry/yungyut/mathematic%20subject/unit%207/knowledge%20sheet.pdf

[9] เกลียว คือ. [online]. Available : http://www.moro.co.th/ชนิดและส่วนต่างๆของเกล/

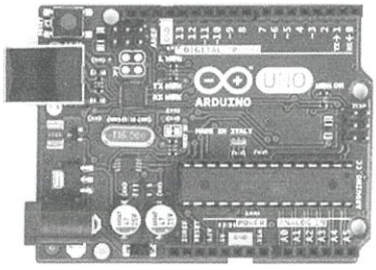
[10] L298N ข้อมูล. [online]. Available : http://www.robotsiam.com/article/7/การใช้-arduino-uno-กับ-l298n-ควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Uno R3



ที่มา: http://www.robotsiam.com/product/2/arduino-uno-r3-made-in-italy

Specification

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20V
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Booloader
พื้นที่แรม	2KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1KB
ความถี่คริสตัล	16MHz
ขนาด	68.6x53.4 mm
น้ำหนัก	25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Supply

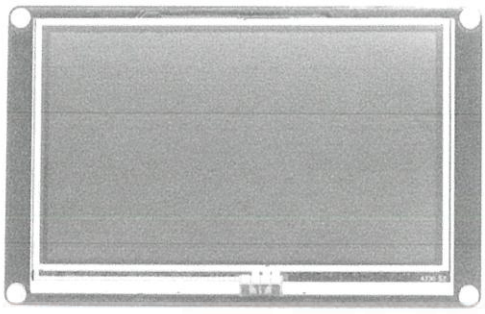
ที่มา: https://www.lazada.co.th/products/dc-adapter-12v-5a-5000ma-dc-55-x-25mm-ac-i7991111-s9975246.html

Specifications

Input	100-240V, 50/60Hz.
Output	12V 5A 60W Max
Tip Size	2.1mm x 5.5mm (Inner diameter x Outer diameter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nextion Touchscreen 4.3”



ที่มา: https://www.tread.cc/nextion-nx4827t043.html

Specification

	Data	Description
Color	65K (65536) colors	16 bit, 5R6G5B
Layout size	120(L)×74(W)×5(H)	NX4827K043_011N
	120(L)×74(W)×6.2(H)	NX4827K043_011R
Active Area (A.A.)	105.50mm(L)×67.20mm(W)	-
Visual Area (V.A.)	95.04mm(L)×53.86mm(W)	-
Resolution	480×272 pixel	Also can be set as 272×480 pixel
Touch type	Resistive	-
Touches	> 1 million	-
Backlight	LED	-
Backlight lifetime (Average)	>30,000 Hours	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brightness	250nit (NX4827K043_011N)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
	230 nit (NX4827K043_011R)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
Weight	79.3g (NX4827K043_011N)	-
	93.8g (NX4827K043_011R)	-

Electronic Characteristics

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Operating Voltage		4.75	5	7	V
Operating Current	VCC=+5V, Brightness is 100%	-	250	-	mA
	SLEEP Mode	-	15	-	mA
	Power supply recommend : 5V, 1A, DC				

Working Environment & Reliability Parameter

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Working Temperature	5V, Humidity 60%	-20	25	70	°C
Storage Temperature	-	-30	25	85	°C
Working Humidity	25°C	10%	60%	90%	RH

Interfaces Performance

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Serial Port Baudrate	Standard	2400	9600	115200	bps
Output High Voltage	IOH=-1mA	3.0	3.2	-	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

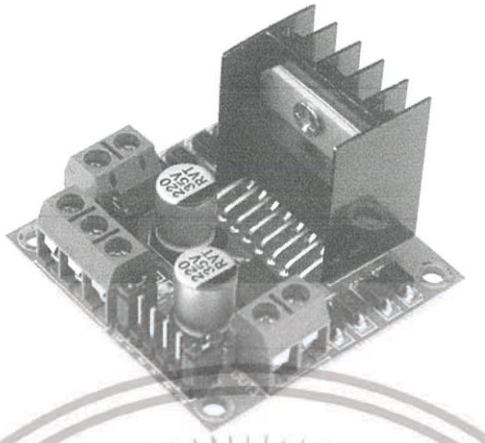
Output Low Voltage	IOL=1mA	-	0.1	0.2	V
Input High Voltage	-	2.0	3.3	5.0	V
Input Low Voltage	-	-0.7	0.0	1.3	V
Serial Port Mode	TTL				
Serial Port	4Pin_2.54mm				
USB interface	NO				
SD card socket	Yes (FAT32 format), support maximum 32G Micro SD Card				
Extended IO	8 extended IO I00-I07 support input, output and component binding event; I04-I07 support PWM				
RTC	Support built-in RTC (Battery type: CR1220)				

Memory Features

Memory Type	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
FLASH Memory	Store font and images	-	-	32	MB
User Storage	EEPROM	-	1024	-	byte
RAM Memory	Store variables	-	8192	-	Byte
Instruction Buffer	Instruction Buffer		1024		Byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Motor Drive L298N



ที่มา: http://gamerbloggerport.blogspot.com

Specification

Dual H bridge Drive Chip	L298N
แรงดันสัญญาณลอจิก	5V Drive voltage: 5V-35V
กระแสของสัญญาณลอจิก	0-36mA
กระแสขับมอเตอร์	สูงสุดที่ 2A (เมื่อใช้มอเตอร์เดียว)
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	25W
ขนาด	43 x 43 x 26 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	26 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้