



ตู้จ่ายยาอัตโนมัติ

AUTOMATIC TABLET MACHINE

นายภาณุพงษ์	จันทร์	รหัส 57363313
นายวัฒนากุล	ปิ่นแก้ว	รหัส 57363450
นายอภิรักษ์	แก้วสีนาถ	รหัส 57363627

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2560



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ	ตู้จ่ายยาอัตโนมัติ
ผู้ดำเนินโครงการ	นายภาณุพงษ์ จันทจร รหัส 57363313
	นายวัฒนากุล ปิ่นแก้ว รหัส 57363450
	นายอภิรักษ์ แก้วสีนาถ รหัส 57363627
ที่ปรึกษาโครงการ	อาจารย์ ดร.จิรวดี ผลประเสริฐ
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร.จิรวดี ผลประเสริฐ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยนัย ภาชนะพรรณ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณนิภา วัฒนนะ)

ชื่อหัวข้อโครงการงาน	ผู้จ่ายยาอัตโนมัติ	
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นาย ภาณุพงษ์ จันทจร	รหัส 57363313
	นาย วัฒนากุล ปิ่นแก้ว	รหัส 57363450
	นาย อภิรักษ์ แก้วสีนาถ	รหัส 57363627
ที่ปรึกษาโครงการงาน	อ.ดร.จิรวดี ผลประเสริฐ	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2560	

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงการงานเกี่ยวกับการนำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมผู้จ่ายยาให้มีความสามารถจ่ายยาได้ตามความต้องการ โดยจะอำนวยความสะดวกในการแก้ไขปัญหาความยุ่งยากในการอ่านฉลากยาและการหายาที่ต้องการใช้ในชีวิตประจำวัน ให้ง่ายและประหยัดเวลามากขึ้น ในการทำโครงการนี้เกิดจากการที่ในปัจจุบัน พบว่า มีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและส่วนใหญ่ของผู้สูงอายุมักจะมีปัญหาในเรื่องของสุขภาพ และต้องทำการรักษาทางการแพทย์รวมถึงการได้รับยา ซึ่งในการใช้ยาของผู้สูงอายุมักจะประสบปัญหาในเรื่องของการลืมทานยาหรือได้รับยาไม่ตรงตามที่แพทย์สั่งอยู่บ่อยครั้งทำให้เสียเวลาในการอ่านฉลากยาและการหายาจากช่องบรรจุยาที่มีเป็นจำนวนมากในการรับประทานยาแต่ละครั้ง ซึ่งโครงการนี้จะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมผู้จ่ายยาให้ทำงานตามชุดคำสั่งที่ตั้งไว้ โดยการรับอินพุตจากสวิทช์ปุ่มกดผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงานในการจ่ายยาและยังเพิ่มความสะดวกในการจ่ายยาโดยสามารถส่งจ่ายยาบนสมาร์ตโฟนผ่านสัญญาณไวไฟ เพื่อควบคุมการส่งจ่ายยาอีกทางหนึ่งได้อีกด้วย

Project title	Automatic Tablet Machine		
Name	Mr. Panupong	Chantajorn	ID. 57363313
	Mr. Wattanakool	Pinkaew	ID. 57363450
	Mr. Apirak	Keawseenat	ID. 57363627
Project advisor	Dr. Jirawadee	Polprasert	
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2017		

Abstract

This thesis proposes automatic tablet machine using microcontroller board applications. It will facilitate a solution to the frustration of reading labels and finding drug to be used in daily life easier and more time saving. The motivation of this research is from the olderies to have increasing steadily and most of the elderly people often have problems in terms of health and required medical treatment. This work employs Arduino Nano microcontroller board for controlling the number tablet by pressing the switch to order servo motor and users also can use smart phone via WI-FI to control the tablet machine as an alternative way.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่องตู้จ่ายยาอัตโนมัติฉบับนี้ จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีไม่ได้ หากไม่ได้รับความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณบุคคลสำคัญดังที่จะเอ่ยนามดังต่อไปนี้ เป็นอย่างยิ่งที่ช่วยให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนช่วยให้โครงการฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. จีรวดี ผลประเสริฐ ซึ่งคอยให้คำแนะนำและแนวคิดในการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ ของโครงการนี้มาโดยตลอด ขอขอบคุณที่ปรึกษาร่วมโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยดนัย ภาชนะพรรณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณนิภา วัฒนะ โดยให้คำแนะนำและคำปรึกษาต่างๆ

สำหรับโครงการฉบับนี้หากทำให้เกิดประโยชน์แก่ อาจารย์ บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจศึกษาหาความรู้ทั่วไป ขอมอบคุณงามความดีอันพึงมีในครั้งนี้แต่ครอบครัว คณาจารย์และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้อบรมเลี้ยงดูและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ แก่คณะผู้จัดทำโครงการจนทำให้ผู้ดำเนินโครงการมีความรู้ความสามารถที่จะดำเนินการโครงการในครั้งนี้เป็นผลสำเร็จ

ผู้ดำเนินโครงการ

นายภาณุพงษ์ จันทจร

นายวัฒนากุล ปิ่นแก้ว

นายอภิรักษ์ แก้วสีนาถ

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ.....	2
1.5 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....	3
1.6 งบประมาณโครงการ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....	4
2.1 ส่วนประกอบในวงจรควบคุม.....	4
2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano.....	4
2.1.2 วงจรลดแรงดันไฟฟ้า LM2596 DC-DC Buck Step Down Module.....	7
2.1.3 วงจรฐานเวลา RTC (Real time clock) ด้วย DS3231.....	8
2.1.4 วงจรควบคุมผ่านโมดูล Wi-Fi ESP8266.....	9
2.1.5 เซอร์โวมอเตอร์ Servo Motor.....	11
2.1.6 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22.....	12
2.1.7 พัฒลมระบายอากาศ.....	13
2.2 ส่วนการแสดงผล.....	13
2.2.1 จอแสดงผล LCD 20x4 Blue Backlight with I2C interface module.....	13
2.3 การเก็บรักษาข้อมูลที่ถูกต้อง.....	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	17
3.1 ขั้นตอนการทำงานของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ.....	17
3.2 โครงสร้างของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ.....	19
3.2.1 การออกแบบโครงสร้างของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ.....	19
3.3 การออกแบบวงจร.....	21
3.3.1 วงจรสำหรับลดแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ.....	21
3.3.2 วงจรการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่านปุ่มสวิตช์.....	22
3.3.3 ส่วนแสดงผลการทำงานของวงจรการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่านสวิตช์.....	23
3.3.4 วงจรการสั่งการทำงานของมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi.....	24
3.3.5 ส่วนแสดงผลการทำงานของวงจรการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi.....	26
3.3.6 วงจรแสดงเวลาและอุณหภูมิ.....	27
3.3.7 วงจรทั้งหมดเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน.....	28
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....	28
4.1 รูปแบบในการสั่งจ่ายยา.....	28
4.1.1 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 1.....	30
4.1.2 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 2.....	30
4.1.3 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 3.....	30
4.1.4 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 4.....	31
4.2 การทดสอบการควบคุมการจ่ายยาด้วยสวิตช์.....	31
4.3 การทดสอบการควบคุมการจ่ายยาผ่าน Wi-Fi.....	34
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	37
5.1 สรุปผล.....	37
5.1.1 การเก็บรักษาอย่างถูกวิธีภายในตู้จ่ายยา.....	37
5.1.2 ระบบการสั่งจ่ายยา.....	38
5.1.3 การสั่งจ่ายยาผ่านสัญญาณ Wi-Fi.....	38
5.2 ปัญหาที่พบ.....	38
5.2.1 ปัญหาทางด้านการบรรจุยา.....	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.2 ปัญหาทางด้านระบบ Wi-Fi.....	38
5.2.3 ปัญหาการจ่ายยาผิดพลาด.....	39
5.3 พัฒนาและปรับปรุงแก้ไข.....	39
5.3.1 การเพิ่มกลไกในการบรรจุนยา.....	39
5.3.2 การควบคุมการทำงานของพัสดม.....	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก ตารางข้อมูลของอุปกรณ์ในวงจร	41
ภาคผนวก ข รหัสต้นฉบับ (Source Code) ที่ใช้ในโปรแกรมต่างๆ.....	41
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	64



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปั๊มกดของชุดคำสั่งที่ 1	32
4.2 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปั๊มกดของชุดคำสั่งที่ 2	32
4.3 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปั๊มกดของชุดคำสั่งที่ 3	33
4.4 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปั๊มกดของชุดคำสั่งที่ 4	33
4.5 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 1	34
4.6 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 2	35
4.7 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 3	35
4.8 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 4	36



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผงวงจร Arduino Nano.....	5
2.2 ส่วนประกอบของวงจร Arduino Nano	6
2.3 LM2596 DC-DC Buck Step Down Module	7
2.4 วงจรฐานเวลา.....	8
2.5 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307.....	8
2.6 วงจรควบคุมผ่าน Wi-Fi	10
2.7 ขาวจรควบคุมผ่าน Wi-Fi.....	10
2.8 เซอร์โวมอเตอร์.....	11
2.9 DHT22 หรือ โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น.....	12
2.10 พัดลมระบายอากาศ.....	13
2.11 จอแสดงผล LCD ขนาด 20x4.....	14
3.1 การแจ้งเตือนการทำงานไปยังที่อยู่อีเมล	17
3.2 ผังขั้นตอนการทำงาน.....	18
3.3 โครงสร้างภายนอกด้านหน้าตู้จ่ายยาอัตโนมัติ.....	19
3.4 โครงสร้างภายนอกด้านหลังตู้จ่ายยาอัตโนมัติ.....	20
3.5 การต่อวงจรลดแรงดันแหล่งจ่ายไฟ.....	21
3.6 วงจรในการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่านปุ่มสวิตช์.....	22
3.7 การแสดงผลของหน้าจอ LCD เมื่อกดปุ่มสวิตช์.....	23
3.8 วงจรการแสดงผลการทำงานของวงจรสั่งการมอเตอร์ผ่านสวิตช์.....	23
3.9 วงจรในการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi.....	24
3.10 สัญลักษณ์ของแอปพลิเคชัน Blynk.....	25
3.11 รูปแบบการตั้งค่าของแอปพลิเคชัน Blynk	25
3.12 วงจรการแสดงผลในการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi.....	26
3.13 การแสดงเวลา อุณหภูมิและความชื้นบนจอ LCD.....	27
3.14 วงจรแสดงเวลาและอุณหภูมิ.....	27
3.15 ภาพรวมของวงจรทั้งหมด.....	28
4.1 ลักษณะเม็ดยาแต่ละชนิด	28

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบัน พบว่า ประชากรผู้สูงอายุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบกับสัดส่วนของประชากรทั้งหมดในประเทศ สำหรับประชากรผู้สูงอายุหรือประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป มีจำนวนและสัดส่วนเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอนาคต ซึ่งจากการที่มีผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น ในกลุ่มผู้สูงอายุส่วนใหญ่พบว่า มีโรคประจำตัวที่อยู่ในกลุ่มโรคเรื้อรัง ซึ่งโรคเรื้อรังเป็นโรคเป็นโรคที่เมื่อเป็นแล้วจะมีอาการ หรือต้องรักษาติดต่อกันนาน หรือตลอดชีวิตและจะต้องให้การดูแลรักษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อควบคุมอาการของโรคไม่ให้ลุกลามจนเกิดภาวะแทรกซ้อน หรือเป็นอันตรายรุนแรง ตัวอย่างของโรคเรื้อรัง เช่น โรคหืด โรคความดันเลือด โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง โรคข้อเข่าเสื่อม โรคไทรอยด์ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นต้นซึ่งโรคเหล่านี้จัดอยู่ในกลุ่มผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เมื่อป่วยเป็นโรคเรื้อรังแล้วจำเป็นที่จะต้องควบคุมอาการไม่ให้ลุกลามรุนแรงด้วยการปฏิบัติตนเองตามคำแนะนำของแพทย์อย่างสม่ำเสมอ และต้องได้รับยาตามที่แพทย์สั่งเป็นประจำ เพื่อควบคุมหรือลดการเกิดอาการของโรค

การได้รับยาที่ถูกต้องและตรงเวลาจึงเป็นสิ่งสำคัญ และการได้รับยาเป็นประจำอย่างถูกต้องในกลุ่มผู้สูงอายุ จึงมักจะมีประสพปัญหาในเรื่องของการลืมรับประทานยาหรือรับประทานยาผิดประเภทรวมถึงประสพปัญหาในการอ่านฉลากยาเนื่องจากเป็นผู้สูงอายุจึงมักมีปัญหาสายตาทำให้เกิดความลำบากในการอ่านฉลากยา ดังนั้น จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดจึงได้เกิดเป็นการจัดทำโครงการตู้จ่ายยาอัตโนมัติภายในที่อยู่อาศัย เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้แก่ผู้ป่วยสูงอายุเพื่อให้สามารถได้รับยาถูกต้องตรงตามเวลาและสะดวกสบายไม่ต้องประสพปัญหาต่างๆ และยังสามารถควบคุมอาการป่วยไม่ให้ลุกลามหรือรุนแรงขึ้น

ในสังคมปัจจุบัน สมาร์ทโฟนถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ซึ่งสมาร์ทโฟนนี้นี้ถือว่ามีหลากหลายทางฟังก์ชันในการทำงาน และมีความสามารถในการรับส่งสัญญาณไร้สาย ทำให้เกิดความสะดวกสบายและการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว โดยอุปกรณ์รับส่งสัญญาณไร้สายมีหลายแบบ ซึ่งเทคโนโลยี Wi-Fi เป็นหนึ่งในฟังก์ชันการรับส่งสัญญาณที่ทำงานง่ายไม่ซับซ้อนเหมาะกับการใช้ส่งสัญญาณทั้งระยะใกล้และระยะไกลในการควบคุมการทำงานของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ รวมถึงการตั้งค่าชุดคำสั่งในการจ่ายยา

ของตู้ให้มีความถูกต้องและตรงกับความต้องการของผู้ป่วย โดยชุดคำสั่งที่สั่งการผ่านแอปพลิเคชันและ Wi-Fi จะสั่งให้ตั้งระบบการทำงานของบอร์ด Arduino Nano ในการควบคุมการจ่ายยา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อประยุกต์ใช้บอร์ด Arduino Nano นำมาสร้างตู้จ่ายยาอัตโนมัติให้สามารถจ่ายยาได้ทั้งจาก สวิตช์และจากสมาร์ทโฟนผ่านระบบสัญญาณ Wi-Fi ได้ โดยการควบคุมการจ่ายยาตามชุดคำสั่งที่ตั้งไว้ และสามารถเก็บรักษาได้อย่างถูกต้อง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ตู้จ่ายยาสามารถจ่ายยาชนิดเม็ด ซึ่งสามารถบรรจุยาไว้ภายในตู้จ่ายยาได้ทั้งหมด 4 ชนิด ซึ่ง ยาแต่ละชนิดจะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป และการจ่ายยาแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับที่ตั้งค่า ชุดคำสั่งและการกดสวิตช์
- 2) มีสวิตช์จ่ายยาทั้งหมด 7 สวิตช์
- 3) เขียนโปรแกรมลงบอร์ด Arduino Nano เพื่อใช้ควบคุมมอเตอร์ภายในตู้จ่ายยา และสามารถ ป้อนชุดคำสั่งในแอปพลิเคชันจากสมาร์ทโฟนผ่านโมดูล Wi-Fi ซึ่งรองรับการส่งข้อมูลจาก ระยะไกลโดยใช้ความถี่ 2.4 GHz

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

ตู้จ่ายยาอัตโนมัติที่ถูกออกแบบขึ้นในโครงการนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจ่ายยาชนิด เม็ดให้กับผู้ป่วยหรือบุคคลที่ต้องการใช้ยาเป็นประจำ โดยการกดสวิตช์ที่หน้าตู้จ่ายยา และมีฟังก์ชัน ในการสั่งจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนผ่านสัญญาณ Wi-Fi จากระยะไกล ส่วนภายในตู้จ่าย ยานั้นจะมีการควบคุมอุณหภูมิโดยการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ การเก็บยาให้พ้นจากแสงแดดโดย การติดฟิล์มกรองแสงที่ช่องบรรจุยาและมีสารดูดความชื้นในตัวตู้เพื่อให้เป็นไปตามแนวทางการเก็บ รักษา ยา และส่วนของการใช้งานนั้นจะมีสวิตช์คำสั่งอยู่ที่ด้านหน้าตู้รวมถึงหน้าจอแสดงผลที่แสดงทั้ง วัน เวลา และสถานะการทำงานต่างๆ ทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้นและสามารถเป็นประโยชน์ ต่อผู้ที่มาศึกษาหรือนำไปประยุกต์พัฒนาต่อไปได้

1.5 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2560					พ.ศ. 2561			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาหลักการการทำงานของบอร์ด Arduino Nano									
2. เลือกอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทำโครงการ									
3. ออกแบบตู้จ่ายยาและเขียนโปรแกรมลงบอร์ด Arduino Nano									
4. ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน									
5. สรุปผลการดำเนินโครงการและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

1.6 งบประมาณโครงการ

1) บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์	1500 บาท
2) มอเตอร์	500 บาท
3) อุปกรณ์ไหล	700 บาท
4) วัสดุอุปกรณ์	1500 บาท
5) เอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1,400 บาท

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (ห้าพันหกร้อยบาทถ้วน) 5,600 บาท

หมายเหตุ: เฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

โครงการ “ตู้จ่ายยาอัตโนมัติ” โดยตู้จ่ายยาที่สร้างขึ้นมานั้นจะใช้วัสดุที่มีลักษณะใสเพื่อให้เห็นกลไกการทำงานภายใน มีความสามารถในการเก็บรักษาให้พ้นจากแสงแดดและความชื้น มีการตั้งค่าปุ่มคำสั่งการจ่ายยาแต่ละชนิดรวมทั้งหมด 4 ชนิด และปุ่มคำสั่งการจ่ายยาเป็นเวลาคือ เช้า กลางวัน เย็น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano มาควบคุมกลไกการทำงานของมอเตอร์ในการจ่ายยาอัตโนมัติ ทำงานร่วมกับวงจรรีเลย์ และการควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนหรือการควบคุมผ่าน Wi-Fi โดยใช้ Arduino ESP8266 โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนประกอบในวงจรควบคุมและส่วนการแสดงผล

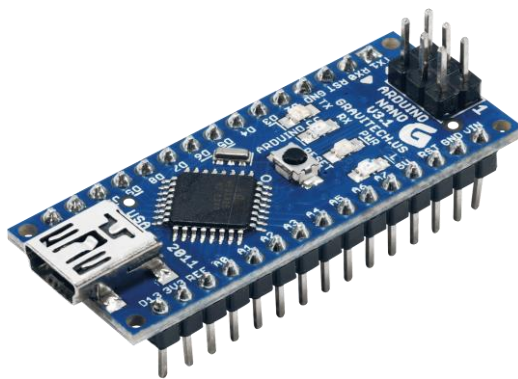
2.1 ส่วนประกอบในวงจรควบคุม

ส่วนประกอบในวงจรควบคุมเป็นส่วนที่มีการปรับแรงดันไฟฟ้า การควบคุมคำสั่งจากปุ่มกด การรับคำสั่งจาก Wi-Fi จอแสดงผล รวมถึงการอ้างอิงจากฐานเวลาจริง โดยมีอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano

บอร์ด Arduino Nano เป็นการพัฒนาแบบโอเพนซอร์ส (Open Source คือ การเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software เพื่อเปิดโอกาสให้บุคคลอื่น นำไปพัฒนาหรือดัดแปลงโปรแกรม โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ใดๆ) [1] ถูกออกแบบมาให้มีขนาด 1.8×4.8 เซนติเมตร² มีวงจรสำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับตัวมันเอง และเป็นบอร์ดที่ใช้หน่วยเป็นมวลผล ATmega328 โดยสามารถติดต่อสื่อสารผ่านยูเอสบี (USB : Universal Serial Bus) ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านยูเอสบีได้ เพื่อติดตั้งหรือลงโปรแกรมลงในบอร์ดโดยใช้โปรแกรมในการเขียนชุดคำสั่งที่มีชื่อว่า Arduino IDE (IDE: Integrated Development Environment) สามารถใช้งานได้กับทุกระบบปฏิบัติการ [2]

ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับนำมาพัฒนาใช้ในการควบคุมระบบ ทั้งนี้ยังสามารถดัดแปลงและพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมให้มีความสอดคล้องกับอุปกรณ์ที่ต้องการเพิ่มหรือเสริมเข้าไป ลักษณะภายนอกของบอร์ด Arduino Nano โดยจะแสดงดังรูปที่ 2.1

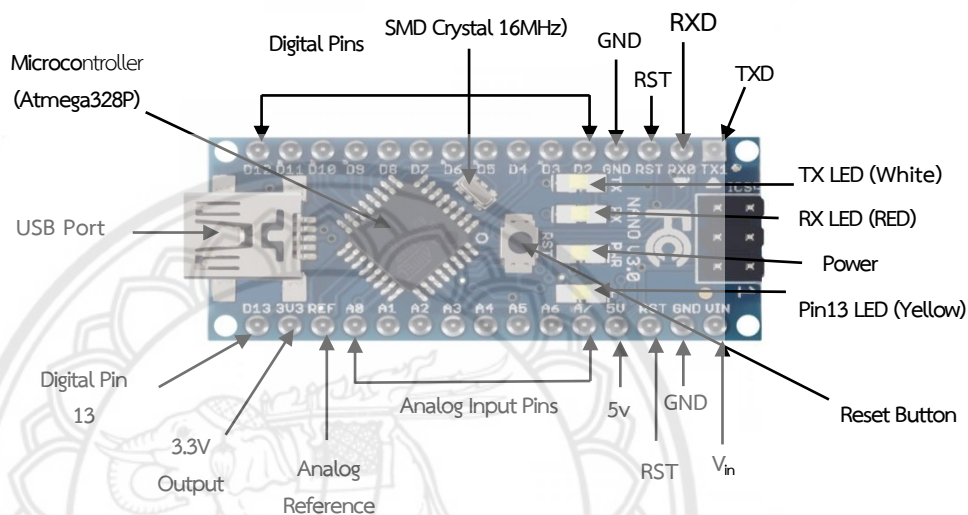


รูปที่ 2.1 แผงวงจร Arduino Nano

จากรูปที่ 2.1 บอร์ด Arduino Nano เป็นบอร์ดที่มีรูปแบบของคำสั่งที่ไม่มีความซับซ้อน จึงสามารถนำมาใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เหมาะสำหรับนำมาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆ และทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายๆ ด้านบอร์ดที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นสถาปัตยกรรมของ AVR ซึ่ง AVR ย่อมาจาก Automatic Voltage Regulator เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงการปรับคุณภาพไฟฟ้าให้ดีขึ้น เพื่อช่วยป้องกันการรับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่ง AVR มีขนาด 8 บิต โดยเป็นซีพียูแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) จะมีหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูล และอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถอธิบายคุณสมบัติที่สำคัญได้ดังนี้

- 1) ใช้ชิป (chip) ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 และมีความถี่คริสตัลขนาด 16MHz
- 2) ใช้แรงดันไฟฟ้า 5V ในการเลี้ยงวงจร และมีการรองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า 6 ถึง 20V
- 3) มีพอร์ต Digital I/O 14 พอร์ต 6 พอร์ต เป็น PWM output และอีก 8 พอร์ต เป็น Analog Input ซึ่ง PWM นั้นย่อมาจากคำว่า Pulse Width Modulation คือ การนำสัญญาณสามเหลี่ยม และสัญญาณที่ต้องการปรับความกว้างของพัลส์มาเปรียบเทียบกับ) หน่วยความจำข้อมูลแบบ SRAM (Static Random Access Memory) ขนาด 2 KB ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล หรือตัวแปรชั่วคราว โดยข้อมูลจะสูญหาย เมื่อไม่มีแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงวงจร

- 4) หน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) ขนาด 1 KB ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถลบและแก้ไขข้อมูลซ้ำไปซ้ำมาได้หลายๆ ครั้ง โดยที่ข้อมูลจะไม่สูญหายถึงแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟ และมีหน่วยความจำแฟลช (Flash Memory) ซึ่งใช้ระดับไฟปกติในเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับลบ เขียน หรือแก้ไขข้อมูล



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของวงจร Arduino Nano

จากรูปที่ 2.2 เป็นส่วนประกอบของบอร์ด Arduino Nano ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ได้แก่

- 1) ยูเอสบีพอร์ต (USB Port) เป็นช่องทางในการเชื่อมต่อและสื่อสารระหว่างบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ เพื่ออัปเดตโปรแกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ และเป็นตัวจ่ายไฟให้กับบอร์ด
- 2) รีเซตบัตตอน (Reset Button) เป็นปุ่มรีเซตระบบของบอร์ด Arduino Nano ใช้เมื่อต้องการ ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เริ่มการทำงานใหม่ โดนการกดปุ่ม
- 3) ไอซีเอสพีพอร์ต (ICSP Port) ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
- 4) I/O Port เป็น Digital ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บางขาจะทำหน้าที่อื่น เพิ่มเติมด้วย เช่น ขา PIN 0, 1 เป็นขา Tx, Rx Serial ขา PIN 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM
- 5) ซีเอสพีพอร์ต (CSP Port: Atmega328) เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Boot Loader
- 6) I/O Port นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังสามารถเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ได้ ตั้งแต่ขา A0 ถึง A5

- 7) เพาเวอร์พอร์ต (Power Port) เป็นไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง 3.3 V, 5 V, GND, VIN

2.1.2 วงจรลดแรงดันไฟฟ้า LM2596 DC-DC Buck Step Down Module

วงจรลดแรงดันไฟฟ้าทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันสำหรับลดแรงดันไฟฟ้า ซึ่งมีระบบ Switching ที่ควบคุมด้วย IC เบอร์ LM2596S ใช้สำหรับแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลง โดยสามารถปรับค่าแรงดันเอาต์พุตได้โดยหมุนที่ตัวต้านทานปรับค่าได้บนบอร์ด ซึ่งสามารถปรับแรงดันไฟฟ้าได้ โดยการปรับให้หมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการปรับให้หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดแรงดันไฟฟ้าลง โดยลักษณะของบอร์ดจะแสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งสามารถรับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 4-40V และสามารถปรับลดแรงดันได้ตั้งแต่ 1.5V ถึง 35V โดยมีกระแสในการทำงาน 2A อีกทั้งยังสามารถตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าขาออกได้ตามความต้องการ ด้วยการปรับค่า R-Trimpot หลังจากตั้งค่าแล้ว วงจรจะทำการปรับแรงดันไฟฟ้าขาออกให้คงที่อัตโนมัติ ซึ่งสามารถแสดงลักษณะภายนอกของวงจรลดแรงดันไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 2.3

หมายเหตุ: วงจรนี้ไม่สามารถเพิ่มแรงดันให้สูงกว่าแหล่งจ่ายได้



รูปที่ 2.3 LM2596 DC-DC Buck Step Down Module

2.1.3 วงจรฐานเวลา RTC (Real time clock) ด้วย DS3231

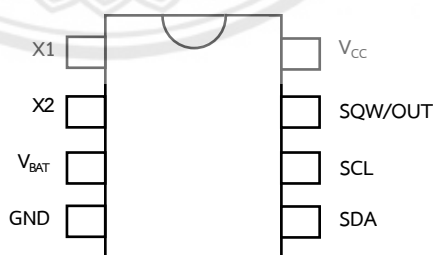
ระบบฐานเวลา เป็นสิ่งสำคัญที่นำไปใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลาย ซึ่งภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีไทมเมอร์ เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริง

DS3231 เป็น IC ฐานเวลา มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I2C (Inter-IC Communication) ซึ่งเป็นแบบ 2 เส้นทาง สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง โดยฐานเวลาของ DS3231 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปีได้ ซึ่งระบบเวลาสามารถทำงานในรูปแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง AM/PM ได้ ซึ่งภายในมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS3231 จะสามารถสลับไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่และทำงานต่อไป [3] โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขาดังแสดงในรูปที่

2.4



รูปที่ 2.4 วงจรฐานเวลา



รูปที่ 2.5 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307

จากรูปที่ 2.5 สามารถแสดงรายละเอียดของตำแหน่งต่างๆ ได้ดังนี้

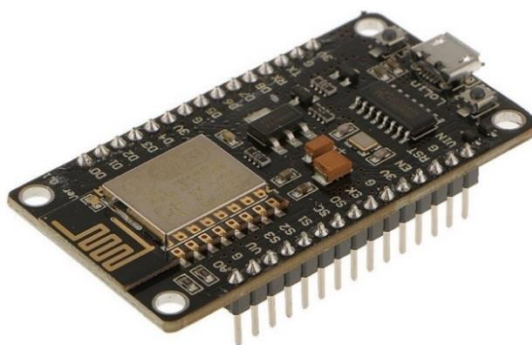
- 1) V_{CC} ใช้ต่อแรงดันไฟฟ้า 5 V
- 2) GND ใช้ต่อกราวด์
- 3) V_{BAT} ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3 V เพื่อรักษาการทำงาน ในกรณีที่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าจ่าย
- 4) SDA เป็นขารับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C
- 5) SCL เป็นขาสัญญาณนาฬิกาสำหรับรับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C
- 6) SQW/OUT เป็นขาเอาต์พุตสัญญาณ Square Wave สามารถเลือกความถี่ได้ตามความต้องการ
- 7) X1, X2 ใช้ต่อกับคริสตัลความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อสร้างฐานเวลาจริงให้กับ IC

2.1.4 วงจรควบคุมผ่านโมดูล Wi-Fi ESP8266

ESP8266 เป็นโมดูล Wi-Fi ภายในมีเฟิร์มแวร์ ซึ่งทำงานในลักษณะ Serial-to-WiFi ที่ช่วยให้อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตได้โดยใช้ port serial (ขา Tx, ขา Rx) โดยใช้คำสั่ง AT ในการควบคุมการทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ที่มีชื่อว่า “Blynk” เป็น platform ที่ช่วยให้เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino Nano กับ MobileApp ได้ง่ายมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้จ่ายยาอัตโนมัติสามารถควบคุมการจ่ายยาผ่านสมาร์ทโฟนได้ ภายในบริเวณที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต โดยสามารถทำงานได้ 3 โหมด คือ โหมด AP โหมด STA และโหมด AP & STA ในแต่ละโหมดมีความแตกต่างกันดังนี้

- 1) โหมด AP เป็นโหมดที่จะต้องรอให้มีอุปกรณ์มาเชื่อมต่อจึงจะสามารถรับส่งข้อมูลกันได้
- 2) โหมด STA เป็นโหมดที่กำหนดให้ ESP8266 ไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น เราเตอร์ แล้วรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องในวงแลนได้
- 3) โหมด AP & STA เป็นโหมดที่สามารถทำงานได้ทั้ง 2 อย่างภายในเวลาเดียวกัน แต่ความเสถียรจะลดลง และทำให้ใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้น

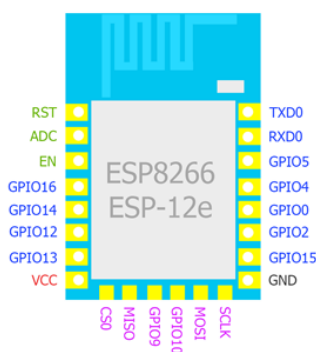
ซึ่งสามารถแสดงลักษณะภายนอกของวงจรควบคุมผ่าน Wi-Fi ได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 วงจรควบคุมผ่าน Wi-Fi

จากรูปที่ 2.7 สามารถอธิบายรายละเอียดของขาบนวงจรมาดังนี้

- 1) V_{CC} เป็นขาสำหรับต่อแรงดันไฟฟ้า 5 V เพื่อเข้าไปหล่อเลี้ยงวงจร
- 2) SCLK MOSI MISO GPIO9 GPIO10 เป็นขาที่ใช้เชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่ง SPI ย่อมาจาก Serial Peripheral Interface เป็นวิธีการสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous โดยมีการทำงานเป็นรูปแบบที่ให้อุปกรณ์ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น Master ในขณะที่อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น Slave และส่งข้อมูลในโหมด Full-duplex ซึ่งหมายความว่า สัญญาณสามารถส่งหากันได้ระหว่าง Master และ Slave ได้อย่างต่อเนื่อง
- 3) GPIO มีทั้งหมด 7 ขา ได้แก่ 2, 4, 5, 12, 13, 14, 16 สามารถใช้งานเป็นดิจิตอลอินพุตเอาต์พุต
- 4) Tx, Rx เป็นขาสำหรับต่อซีเรียลพอร์ต
- 5) GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมด
- 6) GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลงกราวด์



รูปที่ 2.7 ขาวงจรควบคุมผ่าน Wi-Fi

2.1.5 เซอร์โวมอเตอร์ Servo Motor

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ ไม่ว่าจะ เป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed) ควบคุมแรงบิด (Torque) ควบคุมตำแหน่ง (Position) ระยะทางในการเคลื่อนที่หรือการหมุน ของตัวมอเตอร์ได้ซึ่ง เซอร์โวมอเตอร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่านและเซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน [5]

- 1) เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน คือ เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ที่มีสเตเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร ส่วนโรเตอร์ยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์เรียงกระแสเข้าสู่ชุดลวดอาร์เมเจอร์ เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป
- 2) เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน คือ เซอร์โวมอเตอร์ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยดีซีเซอร์โว (DC Brushless Servo เป็นโรเตอร์ที่ทำด้วยแม่เหล็กถาวร) เอซีเซอร์โว (AC Servo) มีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โวและอะซิงโครนัสเซอร์โว และสแต็ปปีงเซอร์โว

เซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนเป็นองศาได้ตามที่ต้องการได้ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- 1) มอเตอร์ (Motor) เป็นส่วนของตัวมอเตอร์
- 2) Gear Train หรือ Gearbox เป็นชุดเกียร์ทดแรง
- 3) Position Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งเพื่อหาค่าองศาในการหมุน
- 4) Electronic Control System เป็นส่วนที่ควบคุมและประมวลผล

โดยสามารถแสดงตำแหน่งที่สำคัญบนเซอร์โวมอเตอร์ได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เซอร์โวมอเตอร์

2.1.6 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22

DHT22 หรือ โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ซึ่งมีความแม่นยำและความละเอียดในการวัดสูง ให้ค่าแบบดิจิทัลหรือแบบแอนะล็อก ใช้ขาสัญญาณดิจิทัลเพียงเส้นเดียว ในการเชื่อมต่อแบบบิตอนุกรมสองทิศทาง (Serial Data, Bi-Directional) [6] โดยนำมาเชื่อมต่อกับ Arduino เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญดังนี้

- 1) ใช้แรงดันไฟ 3.3V ถึง 5.5V ในการเลี้ยงวงจร
- 2) สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง 40 ถึง 80 °C
- 3) สามารถวัดความชื้นได้ในช่วง 0 ถึง 100 RH% ซึ่ง RH ย่อมาจาก relative humidity หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ กับปริมาณความชื้นที่อากาศขณะนั้น หากปริมาณความชื้น มีมากกว่าก็จะกลั่นตัว เป็นหยดน้ำ)
- 4) คอนเนคเตอร์มีทั้งหมด 4 ขา ได้แก่

Pin 1 คือ V_{CC} เป็นขาสำหรับต่อแรงดัน เพื่อเลี้ยงวงจร

Pin 2 คือ SDA (Serial data, bidirectional)

Pin 3 คือ N.C. (Not Connect)

Pin 4 คือ GND

ซึ่งโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นหรือ DHT22 สามารถแสดงลักษณะภายนอกได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 DHT22 หรือ โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น

2.1.7 พัฒนาระบายอากาศ

พัฒนาระบายอากาศทำหน้าที่ระบายอากาศ โดยจะดูดเอาอากาศจากภายในตู้จ่ายยาอัตโนมัติออกไปด้านนอก เพื่อช่วยทำให้การหมุนเวียนของอากาศดีขึ้นหรือถ่ายเทอากาศได้ดี ซึ่งพัฒนาระบายอากาศจะมีขนาด 80 x 80 x 15 มิลลิเมตร ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้สูงสุด 12 V และมีความเร็วรอบ 1,800 รอบต่อนาที ซึ่งสามารถแสดงลักษณะภายนอกของพัฒนาระบายอากาศได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 พัฒนาระบายอากาศ

2.2 ส่วนการแสดงผล

ส่วนการแสดงผลเป็นส่วนที่จะแสดงข้อมูลหรือฟังก์ชันในการทำงานของตู้จ่ายยาอัตโนมัติและแสดงเวลา ซึ่งเชื่อมต่อกับโมดูลนาฬิกาและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.1 จอแสดงผล LCD 20x4 Blue Backlight with I2C interface module

จอแสดงผลที่นำมาใช้เป็นโมดูลแอลซีดี ขนาด 20x4 พร้อม I2C (I2C: Inter Integrate Circuit Bus) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบอนุกรมแบบซิงโครนัส ด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น คือ สายสัญญาณข้อมูล SDA (Serial Data Line) และสายสัญญาณนาฬิกา SCL โดย I2C จะแบ่งการทำงานออกเป็น 4 โหมดตามความเร็วในการรับส่งข้อมูล ดังนี้

- 1) Normal Mode: 100Kbps
- 2) Fast Mode: 400Kbps
- 3) Fast Mode Plus: 1Mbps
- 4) High Speed Mode: 3.4 Mbps

ซึ่งจอแสดงผลจะใช้แรงดันไฟฟ้าไปเลี้ยงวงจรในการทำงาน 5V โดยสามารถควบคุมการปิดหรือเปิดได้ด้วยโปรแกรม Arduino library สำหรับจอ LCD รุ่นที่ใช้จะเป็นรุ่น I2C Address: 0x27 แต่ในบางรุ่นจะใช้เป็น 0x3F และมีขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ A0, A1 และ A2 ซึ่งจะมีลักษณะภายนอกดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 จอแสดงผล LCD ขนาด 20x4

2.3 การเก็บรักษายาที่ถูกต้อง

โดยทั่วไปยาแต่ละชนิดจะมีวิธีแนะนำการเก็บรักษาที่ถูกต้องอยู่บนฉลาก ซึ่งอาจจะกำหนดช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ช่วงของความชื้น รวมไปถึงการเก็บให้พ้นจากแสงแดด แต่ถ้าเก็บยาไม่ถูกต้องแล้ว ยาดังกล่าวมีโอกาสที่จะเสื่อมคุณภาพก่อนวันหมดอายุของยา ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการรักษาโรค และอาจเกิดอันตรายจากการใช้ยาที่เสื่อมคุณภาพนั้น จากปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นทำให้ตัวยาสำคัญมีการเสื่อมสลายทำให้ปริมาณยาที่ไปออกฤทธิ์ในการรักษาลดลง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวได้แก่ แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น และอากาศ [7]

- 1) แสงแดด เมื่อตัวยาหลายชนิดโดนแสง จะทำให้ตัวยาเกิดการเสื่อมสภาพ จึงไม่ควรเก็บยาให้โดนแสงแดด และไม่แกะเม็ดยาออกจากภาชนะบรรจุเดิมของยา โดยที่ยังไม่ต้องการใช้ เพราะเมื่อแกะยาแล้ว ยาจะมีโอกาสโดนแสงทำให้ยาเสื่อมสภาพได้
- 2) อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อคุณภาพของยา โดยทั่วไปมักให้เก็บยาที่อุณหภูมิห้อง คือ อุณหภูมิประมาณ 18 ถึง 25 องศาเซลเซียส หรือไม่เกิน 30 องศา

- เซลเซียส แต่ยาบางชนิดอาจจะบูให้เก็บในตู้เย็น โดยเก็บในตู้เย็นช่องธรรมดา ไม่เก็บไว้ที่ช่องแช่แข็งหรือที่ฝาตู้เย็น เพราะเมื่อเราเปิด-ปิดตู้เย็น อาจทำให้อุณหภูมิแกว่งขึ้นลงได้
- 3) ความชื้น เมื่อตัวยาหลายชนิดเจอความชื้นตัวยาจะเกิดการสลายตัว และยาเม็ดส่วนใหญ่เมื่อโดนความชื้นจะมีผลต่อชั้นเคลือบเม็ดยาทำให้บวมหรือเกาะเป็นก้อนได้ จึงไม่ควรเก็บยาในบริเวณที่มีความชื้นสูง และควรปิดฝาขวดยาให้สนิททุกครั้ง ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษายาควรมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 75
- 4) อากาศ โดยในอากาศจะมีก๊าซต่าง ๆ ซึ่งจะสามารถเร่งให้ยาเสื่อมสภาพได้เร็ว ดังนั้น จึงควรเก็บยาในภาชนะที่สามารถปิดสนิทมิดชิด และไม่แกะเม็ดยาออกจากภาชนะบรรจุเดิมของยาโดยที่ยังไม่ต้องการใช้



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะรวบรวมขั้นตอนการทำงานและโครงสร้างของตู้จ่ายยาอัตโนมัติรวมถึงการเขียนโปรแกรมภาษาซีลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นการติดตั้งระบบส่งการต่างๆ ในการทำงานของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ โดยระบบส่งงานสามารถแบ่งออกได้ 2 ระบบ คือ ระบบที่ใช้สวิทช์ปุ่มกดในการทำงานและระบบการส่งงานในแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนผ่าน Wi-Fi

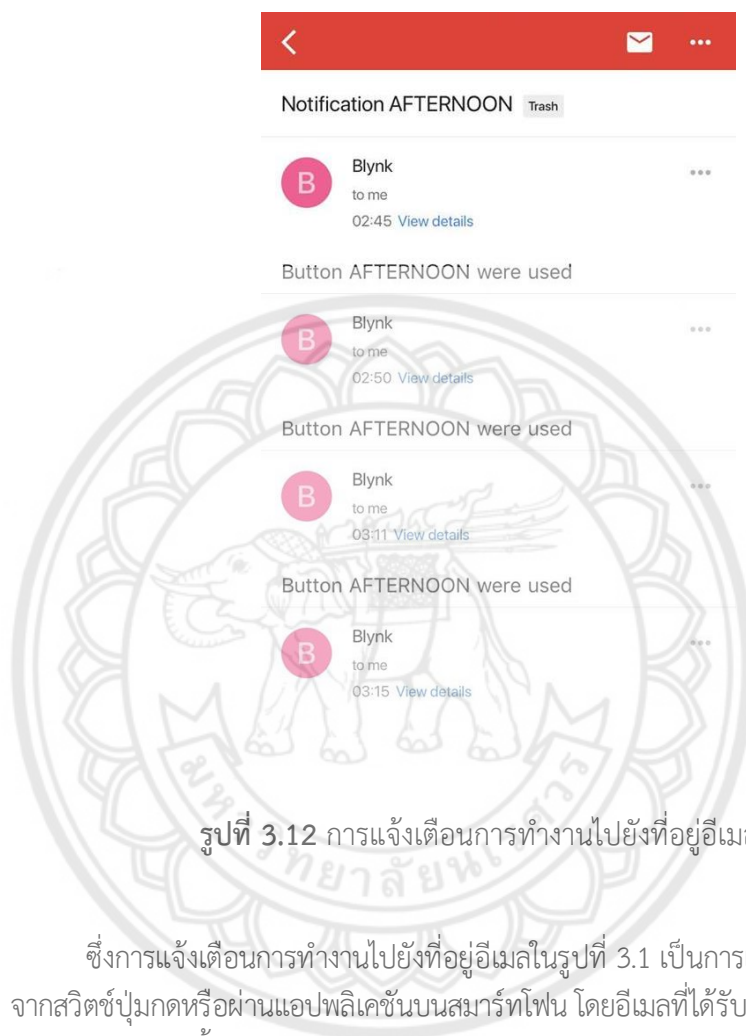
หลังจากศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานในบทที่ผ่านมา สามารถนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ โดยสร้างตู้จ่ายยาอัตโนมัติที่สามารถจ่ายยาแต่ละชนิดที่เราต้องการได้ ซึ่งส่งการจากตัวโปรแกรมภาษาซีที่เขียนลงในบอร์ดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการทำงานของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ

ขั้นตอนการทำงานของตู้จ่ายยา ก่อนเริ่มการทำงานจำเป็นต้องมีการบรรจุยาลงในช่องที่เตรียมไว้ตามขนาดยาแต่ละชนิด โดยได้เลือกใช้ยาทั้งหมด 4 ขนาด ซึ่งถูกบรรจุในหลอดบรรจุยาแต่ละชนิดที่เชื่อมต่อกับลิ้นปิด-เปิดช่องจ่ายยา ที่ควบคุมการทำงานด้วยเซอร์โวมอเตอร์ทั้งหมด 4 ตัว ที่เชื่อมต่อกับทางเดินยา เมื่อมีการทำงานยาจะไหลจากหลอดบรรจุยาผ่านลิ้นปิด-เปิดทางเดินยาไปยังช่องรับยา ทุกครั้งที่มีการทำงานสำเร็จ ระบบจะมีการส่งข้อความไปที่ยูเอชเอ็กซ์ของผู้ใช้งาน เพื่อแจ้งเตือนการจ่ายยาและมีการแสดงจำนวนเม็ดยาที่เหลืออยู่ในแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถสรุปการทำงานได้ดังนี้

- 1) การส่งจ่ายยาของตู้จ่ายยาอัตโนมัติสามารถส่งจ่ายยาได้จาก 2 ช่องทาง คือ จากสวิทช์ปุ่มกดหน้าตู้จ่ายยาและการส่งจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยส่งข้อมูลผ่านสัญญาณ Wi-Fi
- 2) การทำงานของสวิทช์ปุ่มกดหน้าตู้จ่ายยาจะแบ่งการทำงานออกเป็นทั้งหมด 7 ปุ่ม คือ 3 ปุ่มแรกจะเป็นการส่งจ่ายยาตามช่วงเวลาที่ต้องรับประทานยา ได้แก่ เช้า กลางวัน เย็น และอีก 4 ปุ่มที่เหลือจะเป็นการส่งจ่ายยาจากแต่ละช่องจ่ายยาโดยตรง
- 3) การส่งจ่ายยาจากแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนจะมีปุ่มกดเช่นเดียวกับสวิทช์ปุ่มกดหน้าตู้จ่ายยา แต่การทำงานจะใช้การส่งข้อมูลผ่านสัญญาณ Wi-Fi ไปให้กับตัวรับสัญญาณหรือ Node MCU เพื่อส่งค่าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

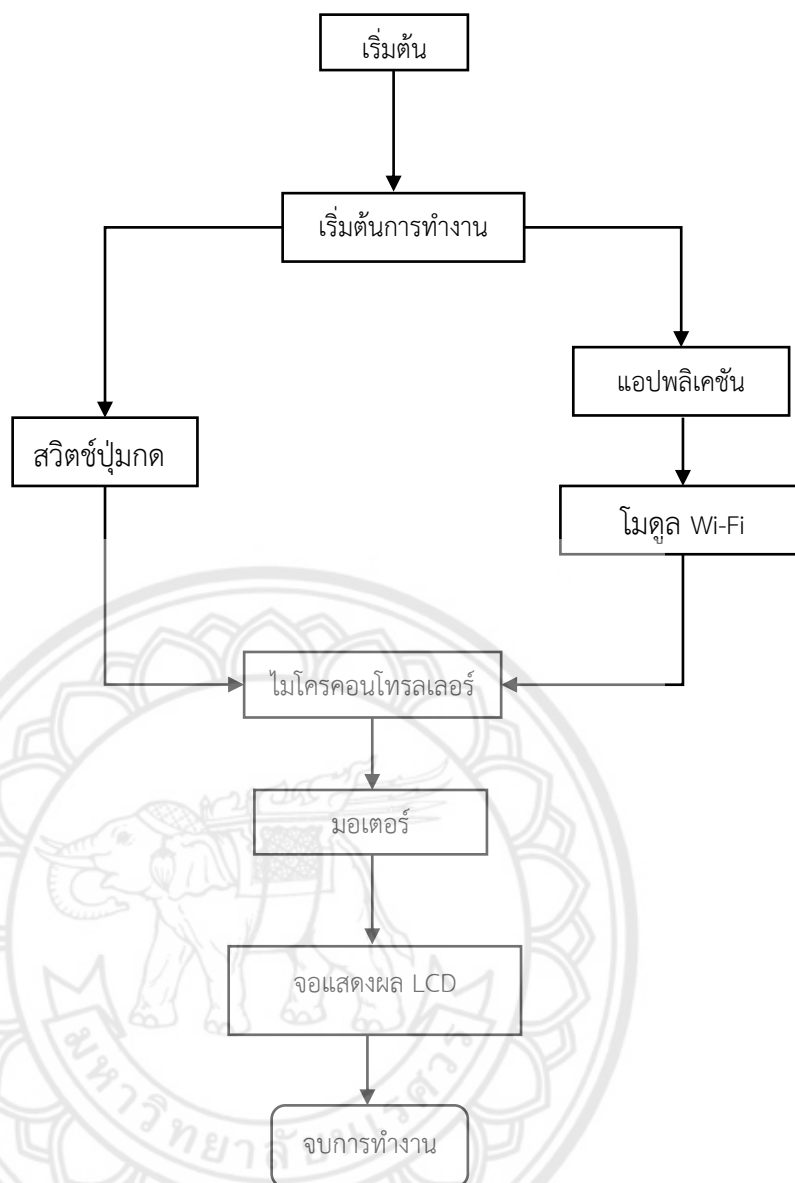
- 4) ในส่วนของแอปพลิเคชันจะมีการแสดงจำนวนเม็ดยาที่มีในช่องบรรจุยา และเมื่อมีการสั่งจ่ายยาเกิดขึ้น ตัวแอปพลิเคชันจะมีการส่งข้อความแจ้งเตือนการทำงานไปยังที่อยู่อีเมล โดยมีตัวอย่างการแจ้งเตือนการทำงานไปยังที่อยู่อีเมลดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.12 การแจ้งเตือนการทำงานไปยังที่อยู่อีเมล

ซึ่งการแจ้งเตือนการทำงานไปยังที่อยู่อีเมลในรูปที่ 3.1 เป็นการแจ้งเตือนการสั่งจ่ายยาจากสวิตช์ปุ่มกดหรือผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยอีเมลที่ได้รับจะแสดงวันและเวลาในการจ่ายยาแต่ละครั้ง

- 5) เมื่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับค่าอินพุตจากทั้ง 2 ช่องทาง ในการสั่งจ่ายยา โดยที่ตัวบอร์ดจะทำการประมวลผลโดยอ้างอิงกับชุดคำสั่งที่ได้ทำการออกแบบโปรแกรมไว้ และจะทำการส่งค่าเอาต์พุตไปสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงาน เพื่อจ่ายยาไปยังช่องรับยา โดยมีขั้นตอนการทำงาน ซึ่งสามารถแสดงตามผังขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ 3.2

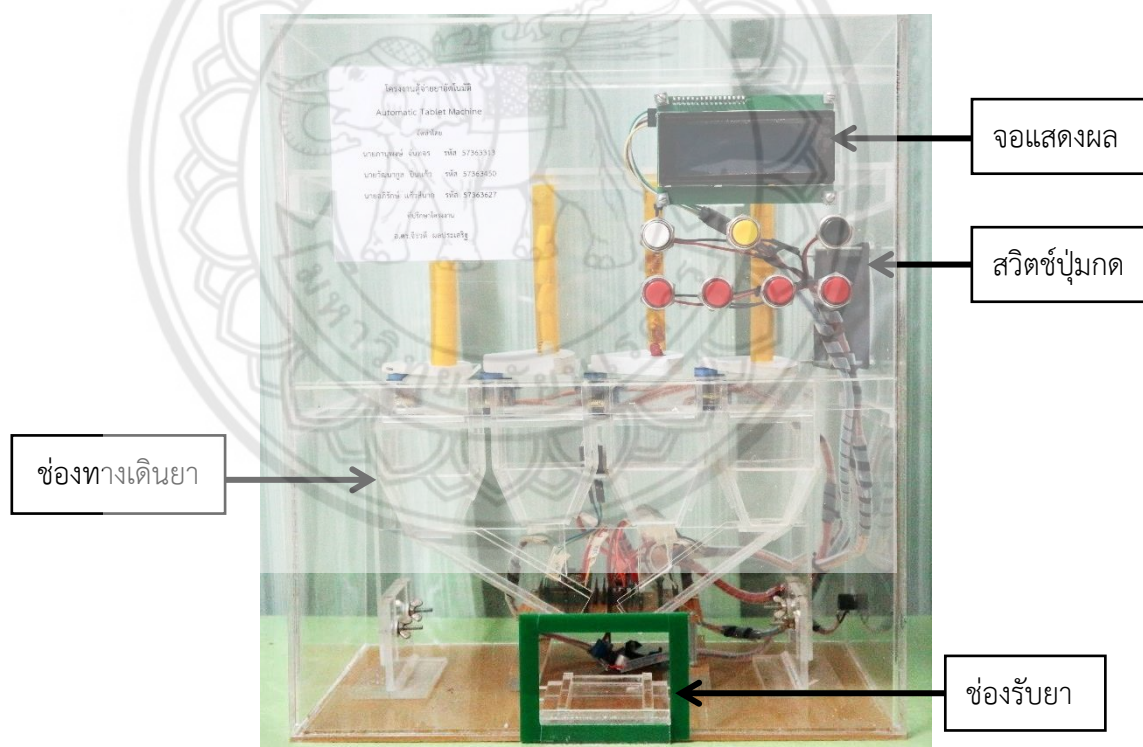


รูปที่ 3.2 ฟังก์ชันตอนการทำงาน

3.2 โครงสร้างของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ

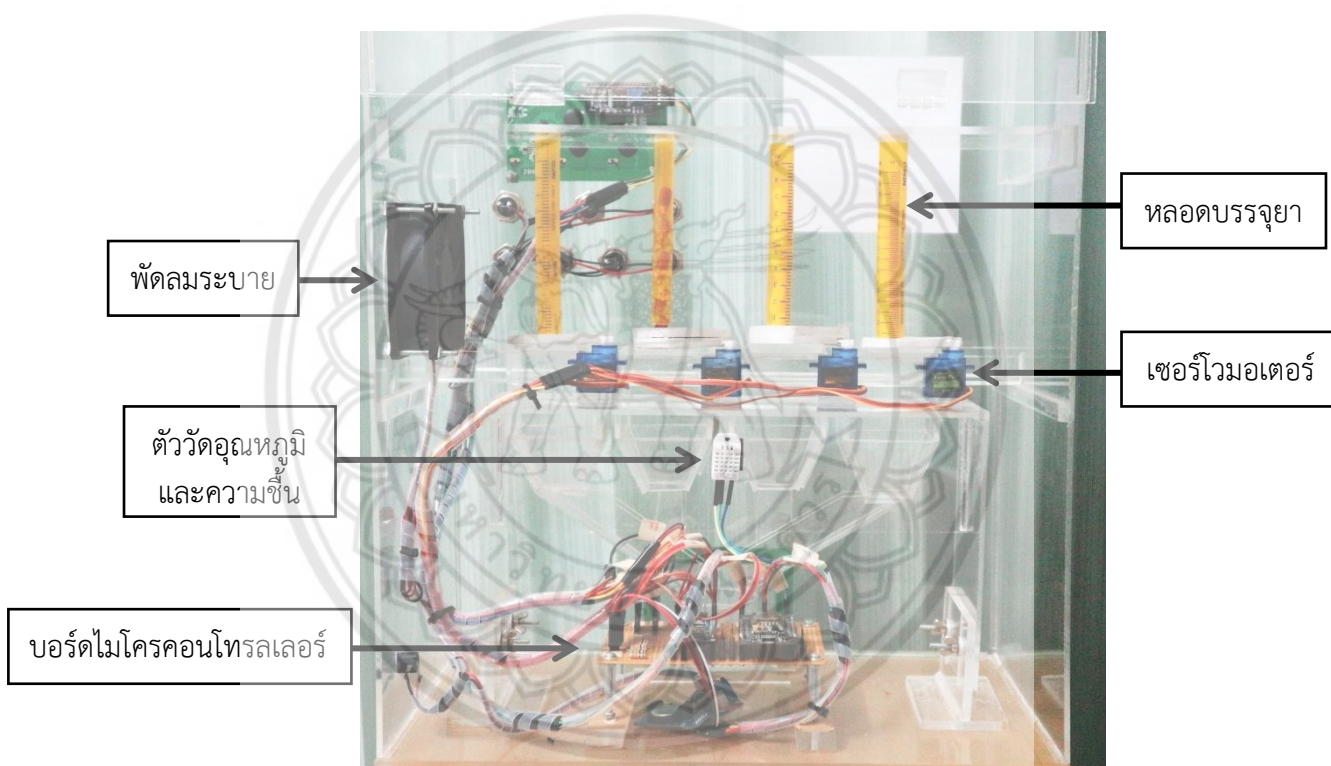
3.2.1 การออกแบบโครงสร้างของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ

การออกแบบโครงสร้างของตู้จ่ายยาอัตโนมัติจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก โดยส่วนแรกจะเป็น ส่วนของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมมีขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตรและสูง 40 เซนติเมตร โดยใช้แผ่นอะคริลิกชนิดใสเป็นวัสดุในการทำโครงสร้างภายนอก ของตู้จ่ายยา เพื่อให้เห็นกลไกในการทำงานภายใน ซึ่งด้านหน้าตู้จะมีช่องรับยาอยู่ด้านล่างตรงกลาง ขนาดความยาว 7 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร และด้านหน้าของตู้จะมีการติดตั้งจอแอลซีดี ในการ แสดงสถานะของการทำงาน ซึ่งมีปุ่มกดสำหรับรับค่าอินพุตเพื่อสั่งการทำงานของตู้จ่ายยาอัตโนมัติ สำหรับด้านบนตู้จะมีบานพับเปิด-ปิด เพื่อใช้สำหรับบรรจุยาไปในหลอดบรรจุยาและด้านหลังตู้จะมี บานพับเปิด-ปิด สำหรับการซ่อมบำรุงกลไกต่างๆภายใน ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างภายในของตู้จ่าย ยาอัตโนมัติได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โครงสร้างภายนอกด้านหน้าตู้จ่ายยาอัตโนมัติ

ส่วนที่สองคือส่วนของกลไกภายในตู้จ่ายยาอัตโนมัติโดยด้านบนจะมีหลอดบรรจุยาวางในแนวตั้งและด้านล่างของหลอดจะเชื่อมต่อกับลิ้นจ่ายยา ซึ่งตรงกลางจะมีเซอร์โวมอเตอร์โดยแกนของเซอร์โวมอเตอร์จะถูกเชื่อมติดกับลิ้นจ่ายยา และด้านล่างจะเป็นช่องทางเดินยา ซึ่งแต่ละช่องทางเดินจะไปรวมกันที่ช่องรับยา สำหรับเซอร์โวมอเตอร์จะเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งรับค่าอินพุตมาจากสวิตช์ปุ่มกดด้านหน้าของตู้หรือจากการส่งสัญญาณ Wi-Fi ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ จะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งด้านล่างที่ฐานของตู้จ่ายยา ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมการทำงานของตู้และประมวลผลการควบคุมในการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ในการเปิด-ปิดลิ้นจ่ายยา และสำหรับด้านข้างของตู้จ่ายยาจะติดตั้งพัดลมเพื่อใช้ในการระบายอากาศภายในตู้ ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างภายในของตู้จ่ายยาอัตโนมัติได้ดังรูปที่ 3.4

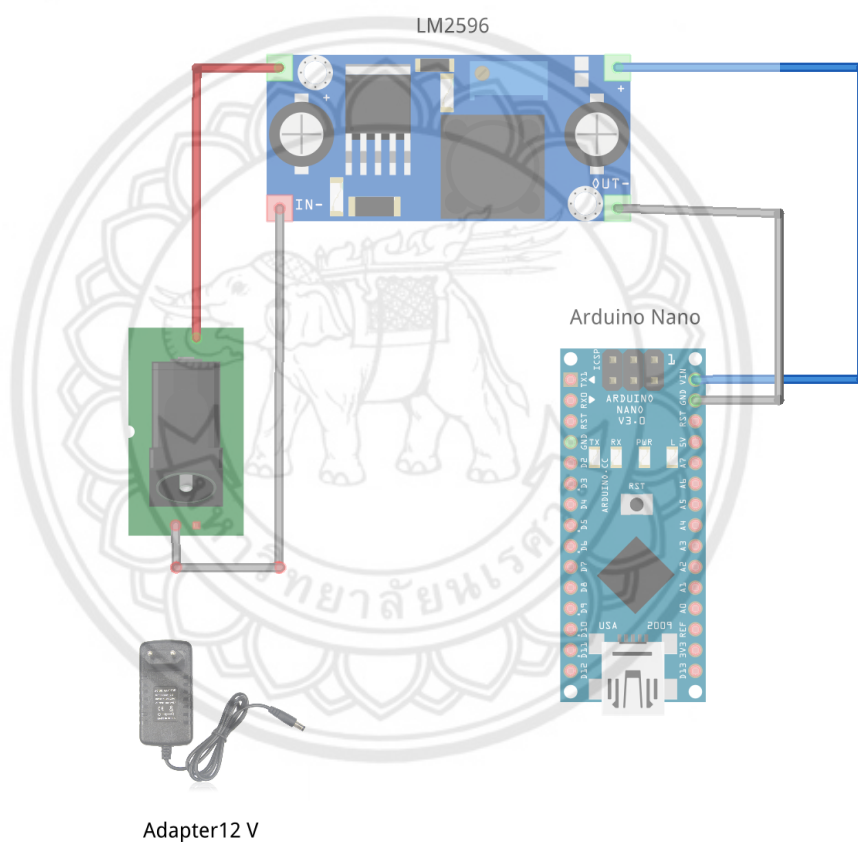


รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายนอกด้านหลังตู้จ่ายยาอัตโนมัติ

3.3 การออกแบบวงจร

3.3.1 วงจรสำหรับลดแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ

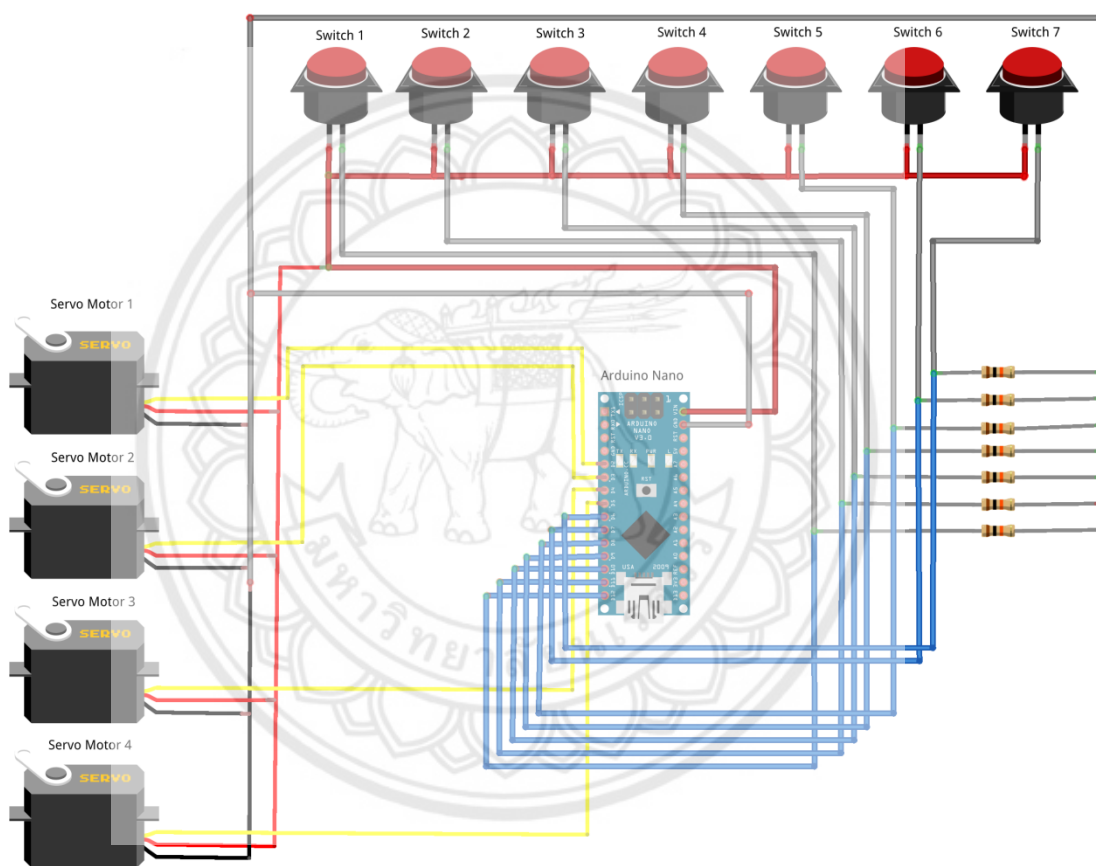
เป็นการลดแรงดันแหล่งจ่ายไฟเพื่อปรับแรงดันให้เหมาะสมกับการใช้งานวงจร ซึ่งแหล่งจ่ายที่เราใช้งานมีขนาด 12 V แต่บอร์ด Arduino Nano ต้องการไฟเลี้ยงวงจรเพียง 5 V ดังนั้น จึงต้องลดแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ โดยนำวงจรลดแรงดัน หรือ LM2596 DC-DC Buck Step Down Module มาต่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino Nano เพื่อลดแหล่งจ่ายไฟจาก 12 V ให้ลดลงเหลือ 5 V เพื่อให้เหมาะสมกับบอร์ด ซึ่งมีรูปแบบของวงจรในการเชื่อมตอดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การต่อวงจรลดแรงดันแหล่งจ่ายไฟ

3.3.2 วงจรการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่านปุ่มสวิตช์

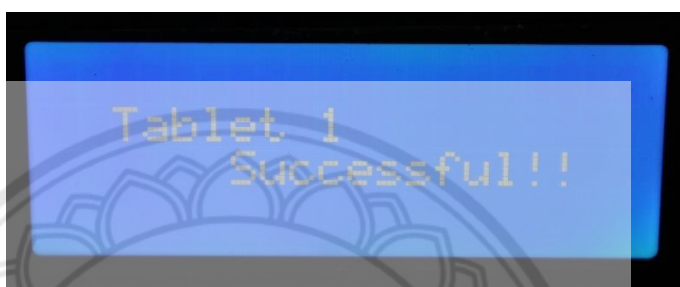
ใช้ Servo Motor เป็นตัวควบคุมการปิดเปิดของช่องจ่ายยาโดยจะมี 4 ตัว ซึ่งจะเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino Nano ผ่านขา D2 D3 D4 และ D5 ตามลำดับ โดยจะถูกควบคุมหรือสั่งการจากสวิตช์ทั้ง 7 ตัว ซึ่งจะต่อกับตัวต้านทานขนาด 10 k Ω จำนวน 7 ตัว เข้ากับสวิตช์แต่ละตัว เพื่อป้องกันการเกิดกระแสเกินขึ้นกับบอร์ด Arduino Nano และสวิตช์จะเป็นตัวส่งค่า Input ให้กับ Arduino Nano เพื่อที่จะประมวลผลตามชุดคำสั่งและส่งค่า Output ออกไปสั่งการ Servo Motor ให้ทำงานตามชุดคำสั่งที่ตั้งไว้ ซึ่งมีรูปแบบของวงจรในการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.6



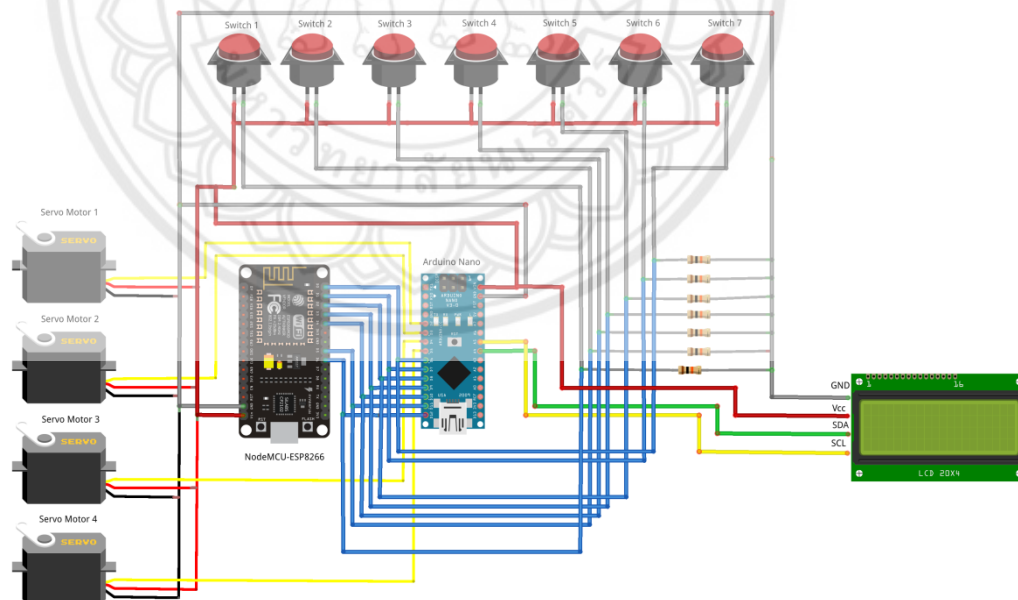
รูปที่ 3.6 วงจรในการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่านปุ่มสวิตช์

3.3.3 ส่วนแสดงผลการทำงานของวงจรการสั่งการมอเตอร์ผ่านสวิทช์

หลังจากต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 แล้ว จะนำจอ LCD มาต่อเข้ากับวงจร เพื่อแสดงผลของชุดคำสั่งของการทำงาน เมื่อมีการกดปุ่มสวิทช์ ซึ่งการต่อจอ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino Nano นั้นทำได้โดยการนำขา SDA (สายสัญญาณข้อมูล) เชื่อมต่อเข้ากับขา A4 และ SCL (สายสัญญาณนาฬิกา) เชื่อมต่อเข้ากับขา D5 ของบอร์ด Arduino Nano ซึ่งเมื่อกดปุ่มสวิทช์จะสามารถแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD ดังรูปที่ 3.7 และมีรูปแบบการเชื่อมต่อของวงจรดังรูปที่ 3.8



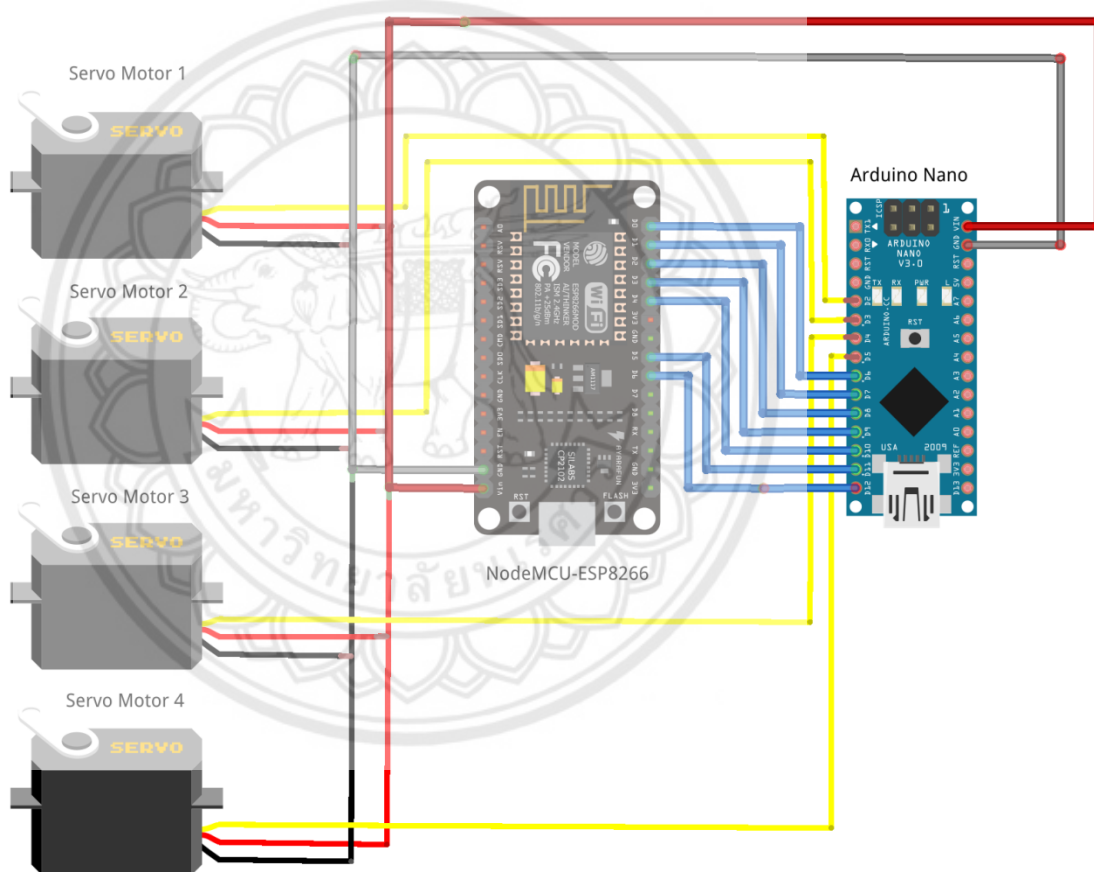
รูปที่ 3.7 การแสดงผลของหน้าจอ LCD เมื่อกดปุ่มสวิทช์



รูปที่ 3.8 วงจรการแสดงผลการทำงานของวงจรสั่งการมอเตอร์ผ่านสวิทช์

3.3.4 วงจรการสั่งการทำงานของมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi

ในการสั่งการด้วยระบบ Wi-Fi จะนำโมดูล Wi-Fi หรือ NodeMCU-ESP8266 มาเป็นตัวควบคุมมอเตอร์ผ่านระบบ Wi-Fi โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ทโฟน ซึ่งจะนำเอา Output Digital ของ NodeMCU-ESP8266 เชื่อมต่อเข้ากับขา Input Digital ของบอร์ด Arduino Nano โดยเอา Output D0, D1, D2, D3, D4, D5 และ D6 ของ NodeMCU-ESP8266 จะเชื่อมต่อกับขา Input D6, D7, D8, D9, D10, D11 และ D12 ของบอร์ด Arduino Nano ตามลำดับ ซึ่งขา Input ของ Servo Motor ของแต่ละตัวจะถูกนำไปเชื่อมต่อเข้ากับขา D2, D3 และ D4 ของบอร์ด Arduino Nano เช่นเดิม โดยมีรูปแบบการเชื่อมต่อของวงจรทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 3.9



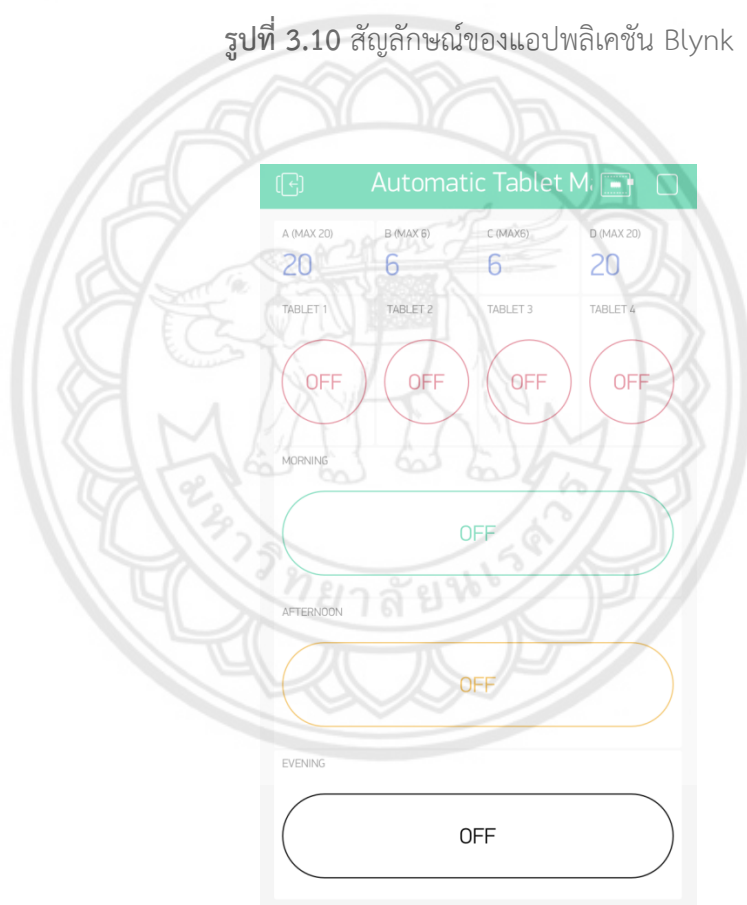
รูปที่ 3.9 วงจรในการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi

ซึ่งแอปพลิเคชัน Blynk เป็นแอปพลิเคชันสำเร็จรูป เพื่อนำมาควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในการเปิดปิดช่องจ่ายยาผ่านสัญญาณ Wi-Fi ซึ่งวิธีการทำงานของ Blynk จะเริ่มจากบอร์ด NodeMCU ESP8266 ที่เชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ของ Blynk โดยตรง และสามารถรับส่งข้อมูลหากันได้ โดยสมาร์ทโฟนจะเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ของ Blynk

ซึ่งแอปพลิเคชัน Blynk จะมีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 3.10 และมีรูปแบบการตั้งค่าของแอปพลิเคชัน Blynk ที่เชื่อมต่อกับบอร์ด NodeMCU ESP8266 ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 สัญลักษณ์ของแอปพลิเคชัน Blynk

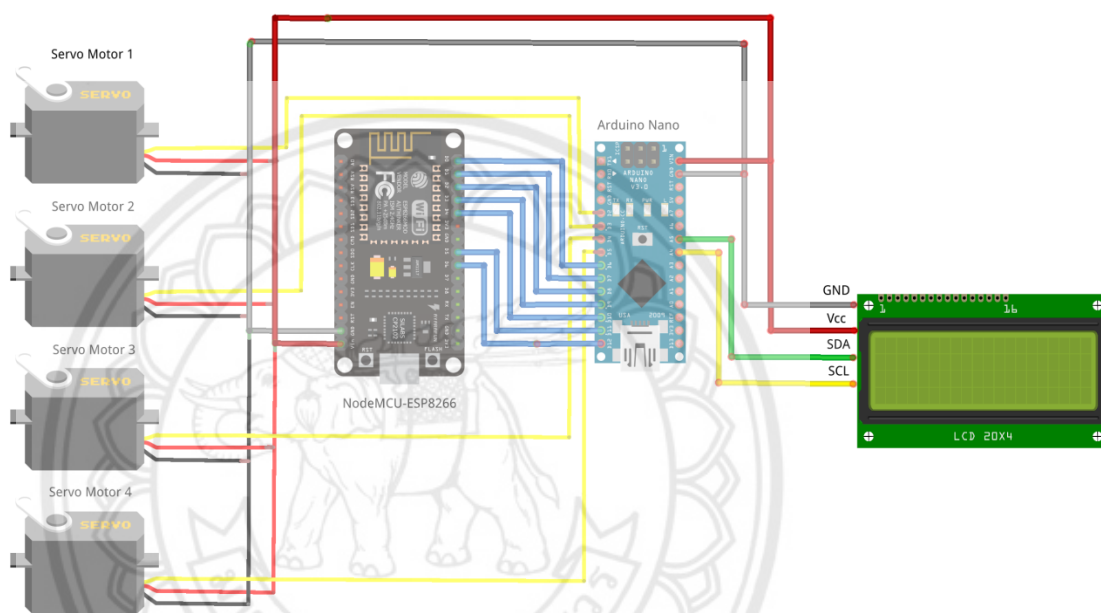


รูปที่ 3.11 รูปแบบการตั้งค่าของแอปพลิเคชัน Blynk

ซึ่ง GP16, GP5, GP4, GP0, GP2, GP14 และ GP12 บนแอปพลิเคชัน Blynk จะเชื่อมต่อกับขา D0, D1, D2, D3, D4, D5 และ D6 ของ NodeMCU ESP8266 ตามลำดับ

3.3.5 ส่วนแสดงผลการทำงานของวงจรการสั่งการมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi

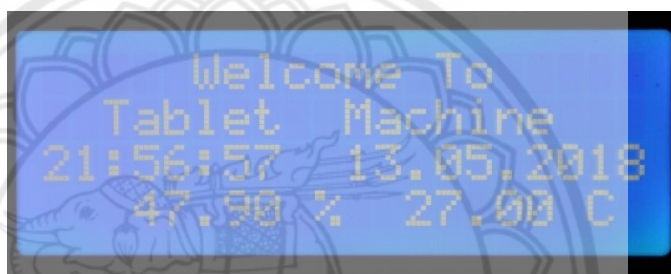
เมื่อเชื่อมต่อวงจรดังรูปที่ 3.7 แล้วจะนำจอ LCD มาเชื่อมต่อเพิ่ม เพื่อเป็นการแสดงผลของการทำงานของ Servo Motor ผ่านระบบ Wi-Fi ที่เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino Nano ซึ่งจอ LCD จะมีขา SDA ที่เชื่อมต่อกับขา D5 ของบอร์ด Arduino Nano และขา SCL ที่เชื่อมต่อกับขา D4 ของบอร์ด Arduino Nano โดยเมื่อสั่งให้ Servo Motor ทำงานผ่านระบบ Wi-Fi ผลของการทำงานจะถูกแสดงออกไปที่จอ LCD ดังรูปที่ 3.6 และมีรูปแบบการเชื่อมต่อของวงจรดังรูปที่ 3.12



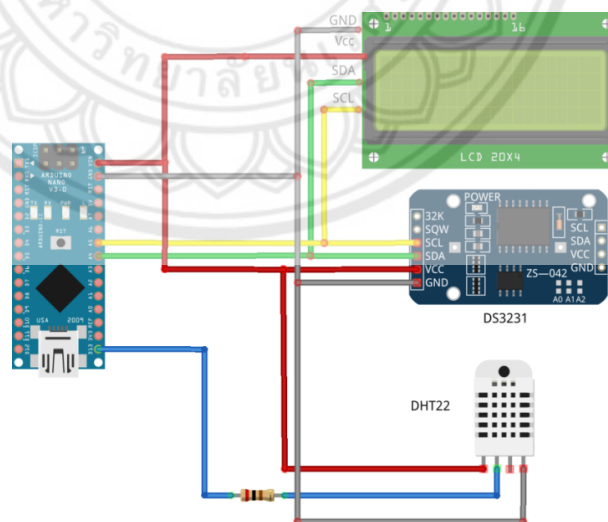
รูปที่ 3.12 วงจรการแสดงผลในการสั่งการทำงานมอเตอร์ผ่าน Wi-Fi

3.3.6 วงจรแสดงเวลาและอุณหภูมิ

วงจรแสดงเวลาและอุณหภูมิ เป็นวงจรที่สามารถแสดงเวลา และอุณหภูมิออกไปยังจอ LCD โดยใช้โมดูล DHT22 หรือตัววัดอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino Nano โดยใช้ขาที่ 2 ของ DHT22 เชื่อมต่อเข้ากับขา D13 ของบอร์ด Arduino Nano โดยผ่านตัวต้านทานขนาด 200 โอห์ม และในการแสดงเวลาผ่านจอ LCD จะใช้โมดูลนาฬิกา DS3231 เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino Nano และจอ LCD โดยขาของ DS3231 กับจอ LCD จะมี 2 ขา ที่เหมือนกัน นั่นก็คือขา SDA (สายสัญญาณข้อมูล) และขา SCL (สายสัญญาณนาฬิกา) ซึ่งทั้ง 2 ขา นี้ จะนำไปเชื่อมต่อเข้ากับขา D4 และ D5 ตามลำดับ เพื่อที่จะสามารถแสดงเวลาและค่าอุณหภูมิความชื้นออกไปยังหน้าจอ LCD ได้ดังรูปที่ 3.13 และมีรูปแบบการเชื่อมต่อของวงจรดังรูปที่ 3.14



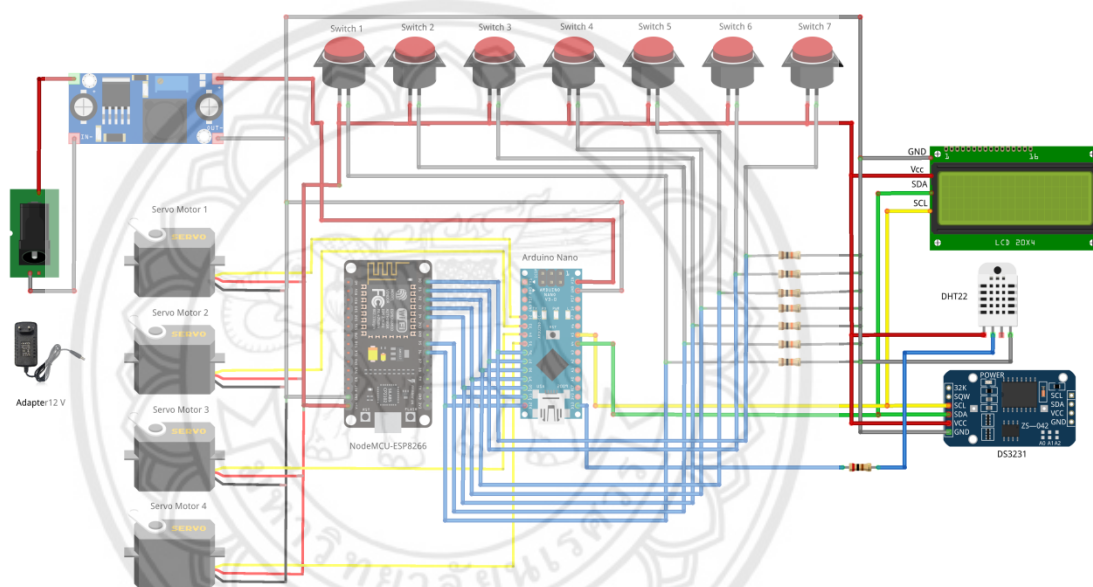
รูปที่ 3.13 การแสดงเวลา อุณหภูมิและความชื้นบนจอ LCD



รูปที่ 3.14 วงจรแสดงเวลาและอุณหภูมิ

3.3.7 วงจรทั้งหมดเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน

เมื่อนำอุปกรณ์ทั้งหมดมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันจะเห็นได้ว่าตัวที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในการส่งจ่ายยานั้นได้แก่ บอร์ด Arduino Nano ที่รับคำสั่งมาจากสวิตช์ และ NodeMCU-ESP8266 ที่ควบคุมจาก Wi-Fi ผ่านแอปพลิเคชัน และในการส่งงานมอเตอร์ทุกครั้งจะถูกแสดงสถานะออกทางหน้าจอ LCD และเมื่อยังไม่ได้รับคำสั่งใดๆ หน้าจอ LCD ก็จะแสดงเวลา อุณหภูมิ และความชื้น จากโมดูล DS3231 และ DHT22 โดยวงจรทั้งหมดจะรับแหล่งจ่ายไฟที่มีแรงดัน 5 ถึง 12 V ผ่านโมดูลลดระดับแรงดัน หรือ LM2596 จากนั้นโมดูล LM2596 จะนำแรงดันมาปรับลดแรงดันให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งมีรูปแบบของการเชื่อมต่อวงจรทั้งหมดดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ภาพรวมของวงจรทั้งหมด

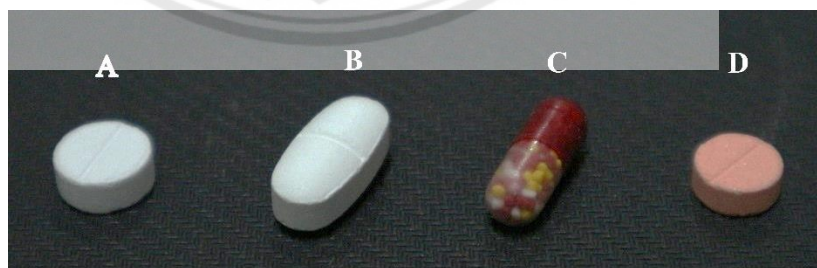
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองของการส่งจ่ายยาของผู้จ่ายยาอัตโนมัติ ซึ่งจะมีฟังก์ชันในการส่งจ่ายยาผ่านสองช่องทาง คือการป้อนอินพุตผ่านสวิตช์ปุ่มกดและการป้อนอินพุตให้กับแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อทำการส่งจ่ายยาผ่านระบบ Wi-Fi ซึ่งบอร์ด Arduino Nano จะทำการรับค่าอินพุตจากทั้งสองช่องทางแล้วนำมาประมวลผลตามชุดคำสั่งที่คณะผู้ดำเนินโครงการได้ออกแบบไว้ และทำการส่งค่าเอาต์พุตไปให้ Servo Motor ทำงานเพื่อเปิดปิดช่องจ่ายยา

4.1 รูปแบบในการส่งจ่ายยา

ในการส่งจ่ายยาทางคณะผู้ดำเนินโครงการจะสมมุติกรณีในการส่งจ่ายออกเป็น 4 รูปแบบตามชุดคำสั่ง และอ้างอิงจากการใช้ยาของบุคคลทั่วไปซึ่งจะแบ่งการรับประทานยาออกเป็นตามช่วงเวลา คือ มื้อเช้า มื้อกลางวัน และมื้อเย็น สำหรับประเภทของยาที่เลือกนำมาใช้ในการทดลอง จะเลือกใช้ยาชนิด A, B, C และ D ซึ่งชนิด A มีลักษณะเป็นเม็ดกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร สามารถบรรจุปริมาณยาไว้ในหลอดได้ 20 เม็ด ชนิด B มีลักษณะเป็นวงรีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร และขนาดความยาว 18 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถบรรจุได้ 6 เม็ด ชนิด C มีลักษณะเป็นแคปซูลมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.40 มิลลิเมตรและขนาดความยาว 18 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถบรรจุได้ 6 เม็ด และชนิด D มีลักษณะเป็นเม็ดกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร สามารถบรรจุได้ 20 เม็ด โดยสามารถแสดงขนาดและลักษณะของเม็ดยาที่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 13 ลักษณะเม็ดยาแต่ละชนิด

4.1.1 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 1

ในการสั่งจ่ายยาจากชุดคำสั่งที่ 1 บอร์ด Arduino Nano จะรับอินพุตมาจากสวิตช์ปุ่มกดหน้าตู้และจากแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านระบบ Wi-Fi โดยที่ทั้งสองช่องทางจะมีปุ่มกดรับค่าอินพุตแบ่งเป็น ปุ่มเช้า ปุ่มกลางวัน และปุ่มเย็น ซึ่งการทำงานนั้นเมื่อมีการป้อนอินพุตจากปุ่มกดเช้า บอร์ด Arduino Nano จะประมวลผลและทำงานโดยการป้อนเอาต์พุตส่งให้ Servo Motor ที่ควบคุมช่องเปิดเปิดของยาชนิด A และ B ทำงานเพื่อจ่ายยาทั้งสองชนิดให้กับผู้ใช้หรือคนไข้ แต่เมื่อได้รับอินพุตจากปุ่มกดกลางวัน บอร์ด Arduino Nano ก็จะสั่งให้ Servo Motor ที่ควบคุมช่องเปิดเปิดของยาชนิด C และ D ทำงานแทนเพื่อจ่ายยา และปุ่มกดเย็นนั้นจะควบคุมการสั่งจ่ายยาสำหรับช่องจ่ายยาชนิด A และ D เพื่อสั่งจ่ายยาทั้งสองชนิดนี้ให้กับคนไข้

4.1.2 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 2

ในการสั่งจ่ายยาจากชุดคำสั่งที่ 2 บอร์ด Arduino Nano จะประมวลผลที่ได้รับจากอินพุตสองทางคือสวิตช์ปุ่มกดหน้าตู้และจากแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านระบบ Wi-Fi โดยที่ทั้งสองช่องทางจะมีปุ่มกดรับค่าอินพุตแบ่งเป็น ปุ่มเช้า ปุ่มกลางวัน และปุ่มเย็น โดยที่การทำงานของปุ่มกดเช้า ควบคุมอินพุตในการสั่งให้ Servo Motor ทำการเปิดจ่ายยาจากช่องจ่ายยาชนิด A และ C เพื่อทำการจ่ายยาทั้งสองชนิดให้กับผู้ใช้หรือคนไข้ และสำหรับปุ่มกดกลางวัน ควบคุมอินพุตที่ส่งให้กับบอร์ด Arduino Nano ในการสั่ง Servo Motor ทำการเปิดจ่ายยาจากช่องจ่ายยาชนิด B และ D และปุ่มกดเย็นนั้นจะทำหน้าที่ในการควบคุม Servo Motor เพื่อการสั่งจ่ายยาสำหรับช่องจ่ายยาชนิด B และ C เพื่อสั่งจ่ายยาทั้งสองชนิดนี้ให้กับคนไข้ต่อไป

4.1.3 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 3

สำหรับการสั่งจ่ายยาจากชุดคำสั่งที่ 3 นั้นจะมีการสั่งจ่ายคล้ายกับสองแบบแรกแต่จะเป็นการสั่งจ่ายยาในลักษณะการจ่ายยาคั้งละ 3 - 4 เม็ด ซึ่งการทำงานจะควบคุมผ่านบอร์ด Arduino Nano ที่จะทำหน้าที่ประมวลผลที่ได้รับจากอินพุตสองทางคือสวิตช์ปุ่มกดหน้าตู้และจากแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านระบบ Wi-Fi โดยที่ทั้งสองช่องทางจะมีปุ่มกดรับค่าอินพุตแบ่งเป็น ปุ่มเช้า ปุ่มกลางวัน และปุ่มเย็น โดยที่การทำงานของปุ่มกดเช้า ควบคุมอินพุตในการสั่งให้ Servo Motor ทำการเปิดจ่ายยาจากช่องจ่ายยาชนิด A, B และ C เพื่อทำการจ่ายยาทั้ง 3 ชนิดพร้อมกันให้กับผู้ใช้หรือคนไข้ และสำหรับปุ่มกดกลางวัน ควบคุมอินพุตที่ส่งให้กับบอร์ด Arduino Nano ในการสั่ง Servo Motor ทำการเปิดจ่ายยาจากช่องจ่ายยาชนิด B, C และ D และปุ่มกดเย็นนั้นจะทำหน้าที่ในการควบคุม Servo Motor เพื่อการสั่งจ่ายยาสำหรับช่องจ่ายยาทั้ง 4 ชนิดคือ A, B, C และ D เพื่อจ่ายให้กับคนไข้

4.1.4 รูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 4

รูปแบบการทำงานของชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 4 คือจะมีหน้าที่เป็นชุดคำสั่งจ่ายยาในกรณีฉุกเฉินสำหรับความต้องการในการได้รับยาเฉพาะชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งการจ่ายยาจะขึ้นอยู่กับคำสั่งจ่ายยาแบบเป็นมือ โดยที่ปั๊มกดสำหรับรับค่าอินพุตจากสวิตช์ปั๊มกดหน้าตู้และจากแอปพลิเคชัน Blynk ผ่านระบบ Wi-Fi นั้นจะมีการตั้งชื่อปั๊มกดเป็น Tablet 1 ถึง 4 ซึ่งจะมีทั้งหมด 4 ปั๊ม และสำหรับการทำงานของปั๊ม Tablet 1 นั้นจะรับหน้าที่ในการดูแลการสั่งเปิดช่องจ่ายยาชนิด A เพื่อสั่งจ่ายยาในกรณีฉุกเฉิน ในกรณีปั๊ม Tablet 2 จะควบคุมการจ่ายยาฉุกเฉินของช่องจ่ายยาชนิด B และ Tablet 3 จะรับผิดชอบการสั่งจ่ายยาฉุกเฉินสำหรับช่องจ่ายยาชนิด C และสำหรับ Tablet 4 จะควบคุมการสั่งจ่ายยาฉุกเฉินสำหรับช่องจ่ายยาชนิด D ซึ่งปั๊มทั้งหมดมีไว้สำหรับการจ่ายยาในกรณีฉุกเฉินที่ไม่ได้ต้องการใช้ยาตามมืออาหารในช่วงเวลา เช้า กลางวัน และเย็น

4.2 การทดสอบการควบคุมการจ่ายยาด้วยสวิตช์

การทดสอบนี้เป็นการจ่ายยาด้วยสวิตช์ปั๊มกดจำนวน 100 ครั้งเพื่อจำลองสถานการณ์ในการจ่ายยาจริงเพื่อตรวจสอบหาค่าความผิดพลาดในการจ่ายยา ซึ่งสามารถคิดได้จากสมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \frac{|E - S|}{S} \times 100 \quad (4.1)$$

โดยที่ E คือค่าที่ได้จากการทดลอง (จำนวนครั้งที่จ่ายยาสำเร็จ)
S คือค่ามาตรฐาน (ทดลองการจ่ายยา 100 ครั้ง)

โดยขั้นตอนแรกเป็นการทดสอบกดปั๊มสวิตช์คำสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 1 จากการทดสอบ พบว่า การจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์เช้าคือช่อง A, B มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 2 ของการจ่ายยาทั้งหมด การจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์กลางวันคือช่อง C, D ไม่มีความผิดพลาดในการจ่ายยาและการจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์เย็นคือช่อง A, D มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 1 ของการจ่ายยาทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปั๊มกดของชุดคำสั่งที่ 1

ลำดับสวิตช์ปั๊มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปั๊มกดเช้า (ควบคุมช่องจ่ายยา A, B)	98	2
ปั๊มกดกลางวัน (ควบคุมช่องจ่ายยา C, D)	100	0
ปั๊มกดเย็น (ควบคุมช่องจ่ายยา A, D)	99	1

ขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบกดปั๊มสวิตช์คำสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 2 จากการทดสอบ พบว่า การจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์เช้าคือช่อง A, C มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 1 ของการจ่ายยาทั้งหมด การจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์กลางวันคือช่อง B, D มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 1 ของการจ่ายยาทั้งหมด และการจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์เย็นคือช่อง B, C มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 1 ของการจ่ายยาทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปั๊มกดของชุดคำสั่งที่ 2

ลำดับสวิตช์ปั๊มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปั๊มกดเช้า (ควบคุมช่องจ่ายยา A, C)	99	1
ปั๊มกดกลางวัน (ควบคุมช่องจ่ายยา B, D)	99	1
ปั๊มกดเย็น (ควบคุมช่องจ่ายยา A, D)	99	1

ขั้นตอนที่สามเป็นการทดสอบกดปั๊มสวิตช์คำสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 3 จากการทดสอบ พบว่า การจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์เช้าคือช่อง A, B, C มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 3 ของการจ่ายยาทั้งหมด และการจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์กลางวันคือช่อง B, C, D มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 2 ของการจ่ายยาทั้งหมด และการจ่ายยาจากการกดปั๊มสวิตช์เย็นคือ

ช่อง A, B, C, D มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 3 ของการจ่ายยาทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปุ่มกดของชุดคำสั่งที่ 3

ลำดับสวิตช์ปุ่มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปุ่มกดเช้า (ควบคุมช่องจ่ายยา A, B, C)	97	3
ปุ่มกดกลางวัน (ควบคุมช่องจ่ายยา B, C, D)	98	2
ปุ่มกดเย็น (ควบคุมช่องจ่ายยา A, B, C, D)	97	3

ขั้นตอนที่สี่เป็นการทดสอบกดปุ่มสวิตช์คำสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 4 จากการทดสอบ พบว่า การจ่ายยาจากการกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน 1 คือช่อง A มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 1 ของการจ่ายยาทั้งหมด การจ่ายยาจากการกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน 2 คือช่อง B มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 3 ของการจ่ายยาทั้งหมด และการจ่ายยาจากการกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน 3 คือช่อง C และสวิตช์ฉุกเฉิน 4 คือช่อง D ไม่มีความผิดพลาดในการจ่ายยา ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อัตราการจ่ายยาผ่านสวิตช์ปุ่มกดของชุดคำสั่งที่ 4

ลำดับสวิตช์ปุ่มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปุ่มกด Tablet 1 (ควบคุมช่องจ่ายยา A)	99	1
ปุ่มกด Tablet 2 (ควบคุมช่องจ่ายยา B)	97	3
ปุ่มกด Tablet 3 (ควบคุมช่องจ่ายยา C)	100	0
ปุ่มกด Tablet 4 (ควบคุมช่องจ่ายยา D)	100	0

4.3 การทดสอบการควบคุมการจ่ายยาผ่าน Wi-Fi

การทดสอบนี้เป็นการควบคุมจ่ายยาด้วยคำสั่งจากแอปพลิเคชันผ่าน Wi-Fi จำนวน 100 ครั้ง เพื่อจำลองสถานการณ์ในการจ่ายยาจริงเพื่อตรวจสอบหาค่าความผิดพลาดในการจ่ายยา

โดยขั้นตอนแรกจะเป็นการทดสอบการสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 1 จากการทดสอบพบว่า การจ่ายยาจากคำสั่งเช้าคือช่อง A, B มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 2 ของการจ่ายยาทั้งหมด การจ่ายยาจากคำสั่งกลางวันคือช่อง C, D และการจ่ายยาจากคำสั่งเย็นคือช่อง A, D จะไม่มีความผิดพลาดในการจ่ายยา ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 1

ลำดับสวิตช์ปุ่มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปุ่มกดเช้า (ควบคุมช่องจ่ายยา A, B)	98	2
ปุ่มกดกลางวัน (ควบคุมช่องจ่ายยา C, D)	100	0
ปุ่มกดเย็น (ควบคุมช่องจ่ายยา A, D)	100	0

ขั้นตอนที่สองจะเป็นการทดสอบการสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 2 จากการทดสอบพบว่า การจ่ายยาจากคำสั่งเช้าคือช่อง A, C การจ่ายยาจากคำสั่งกลางวันคือช่อง B, D และการจ่ายยาจากคำสั่งเย็นคือช่อง B, C จะมีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 1 ของการจ่ายยาทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 2

ลำดับสวิตช์ปุ่มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปุ่มกดเช้า (ควบคุมช่องจ่ายยา A, C)	99	1
ปุ่มกดกลางวัน (ควบคุมช่องจ่ายยา B, D)	99	1
ปุ่มกดเย็น (ควบคุมช่องจ่ายยา A, D)	99	1

ขั้นตอนที่สามจะเป็นการทดสอบการสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 3 จากการทดสอบพบว่า การจ่ายยาจากคำสั่งเช้าคือช่อง A, B, C มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 3 ของการจ่ายยาทั้งหมด และการจ่ายยาจากคำสั่งกลางวันคือช่อง B, C, D มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 2 ของการจ่ายยาทั้งหมด และการจ่ายยาจากคำสั่งเย็นคือช่อง A, B, C, D มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 3 ของการจ่ายยาทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 3

ลำดับสวิตช์ปุ่มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปุ่มกดเช้า (ควบคุมช่องจ่ายยา A, B, C)	97	3
ปุ่มกดกลางวัน (ควบคุมช่องจ่ายยา B, C, D)	98	2
ปุ่มกดเย็น (ควบคุมช่องจ่ายยา A, B, C, D)	97	3

ขั้นตอนที่สี่จะเป็นการทดสอบการสั่งจ่ายยาจากรูปแบบชุดคำสั่งจ่ายยาที่ 4 จากการทดสอบพบว่า การจ่ายยาจากคำสั่งฉุกเฉิน 1 คือช่อง A มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 1 ของการจ่ายยาทั้งหมด จ่ายยาจากคำสั่งฉุกเฉิน 2 คือช่อง B มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ 3 ของการจ่ายยาทั้งหมด การจ่ายยาจากคำสั่งฉุกเฉิน 3 คือช่อง C และคำสั่งฉุกเฉิน 4 คือช่อง D ไม่มีความผิดพลาดในการจ่ายยาร้อยละ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 อัตราการจ่ายยาผ่านแอปพลิเคชันของชุดคำสั่งที่ 4

ลำดับสวิตช์ปุ่มกด	อัตราการจ่ายยาสำเร็จ (ร้อยละ)	อัตราการจ่ายยาผิดพลาด (ร้อยละ)
ปุ่มกด Tablet 1 (ควบคุมช่องจ่ายยา A)	99	1
ปุ่มกด Tablet 2 (ควบคุมช่องจ่ายยา B)	97	3
ปุ่มกด Tablet 3 (ควบคุมช่องจ่ายยา C)	100	0
ปุ่มกด Tablet 4 (ควบคุมช่องจ่ายยา D)	100	0



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการที่คณะผู้ดำเนินโครงการได้มีความสนใจการทำงานของระบบอัตโนมัติโดยการควบคุมระบบผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้กับการจ่ายยาตามวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขในเรื่องของการได้รับยาอย่างถูกต้องและตรงตามเวลา รวมถึงการเก็บรักษายาที่ถูกวิธี ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ป่วยที่ต้องได้รับยา โดยหมดปัญหาในเรื่องของการเสียเวลาในการจัดยาเพื่อรับประทานในแต่ละครั้ง รวมถึงยังสามารถควบคุมการส่งจ่ายยาจากระยะไกลได้โดยผ่านสัญญาณ Wi-Fi เพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ใช้และญาติของผู้ป่วยหรือผู้ที่ต้องดูแลผู้ป่วยในการช่วยเตือนให้ผู้ป่วยรับประทานยา โดยไม่จำเป็นต้องกดปุ่มส่งจ่ายยาจากหน้าตู้

5.1.1 การเก็บรักษาอย่างถูกวิธีภายในตู้จ่ายยา

จากการศึกษาจากกลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลเมตตาประชารักษ์ พบว่า การเก็บรักษา ยาเม็ดภายในอาคารควรมีอุณหภูมิอยู่ที่ 25-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 75 ซึ่งจากการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้จ่ายยาจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 50 ถึง 60 โดยประมาณ ส่งผลทำให้สามารถรักษาคุณสมบัติของยาเม็ดให้เป็นไปตามการเก็บรักษาที่ถูกต้องได้ และปัจจัยที่ส่งผลอีกประการหนึ่งในการเก็บรักษา ยา คือ การเก็บยาให้พ้นจากแสงแดด ซึ่งการเก็บรักษาในอาคารโดยทั่วไปมักไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง แต่ก็ไม่สามารถยืนยันได้ว่าในอาคารจะไม่มีรังสีจากแสงแดดหรือไม่ ดังนั้นจึงมีการทอหุ้มหลอดบรรจุยาด้วยฟิล์มกรองแสง เพื่อช่วยในการลดทอนรังสีจากแสงแดดที่จะเข้าไปสู่ เม็ดยาจึงส่งผลให้การเก็บรักษายามีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.1.2 ระบบการส่งจ่ายยา

จากการทดลองตู้จ่ายยาอัตโนมัติได้ทำการตั้งค่าการส่งจ่ายยาโดยผ่านการกดสวิตช์ทั้งจากหน้าตู้และผ่านการกดสวิตช์ในแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนผ่านสัญญาณ Wi-Fi สรุปได้ว่าระยะเวลาในการทำงานของตู้ในการจ่ายยาแต่ละมือออกมาเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 4-6 วินาที เมื่อเทียบกับการค้นหาและจัดยาจากของบรรจุยาจะใช้เวลาอยู่ที่ 2-3 นาที สำหรับการกดจ่ายยาที่ละชนิดของตู้จ่ายยาจะมีระยะเวลาอยู่ที่ 1.6 วินาทีต่อช่องจ่ายยา ดังนั้น จึงช่วยลดเวลาในการค้นหายาลงรวมถึงการได้รับยาที่ถูกต้องและตรงตามจำนวนที่ต้องได้รับในแต่ละมือ อีกทั้งตัวตู้จ่ายยายังมีหน้าจอแสดงวันและเวลาเพื่อใช้ในการอ้างอิงเวลาในการรับประทานยาในแต่ละมือใน 1 วัน

5.1.3 การส่งจ่ายยาผ่านสัญญาณ Wi-Fi

จากการเชื่อมต่อระบบส่งจ่ายยาผ่านสัญญาณ Wi-Fi พบว่า สามารถส่งจ่ายยาได้จริงตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสามารถส่งจ่ายยาได้จากทุกที่ที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยผ่านการทำงานของแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งจะส่งสัญญาณเชื่อมต่อกับบอร์ด ESP8266 เพื่อควบคุมระบบส่งจ่ายยาได้โดยตรง ดังนั้น จึงช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ต้องการส่งจ่ายยา

5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 ปัญหาทางด้านการบรรจุยา

เนื่องจากเม็ดยาที่ใช้โดยทั่วไปมีหลายขนาด ซึ่งการทำอุปกรณ์บรรจุยาหรือกลไกในการลำเลียงยาที่จ่ายลงไปในห้องรับยานั้น ต้องมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของหลอดบรรจุยาให้มีความพอดีกับเม็ดยาที่ต้องการบรรจุ ดังนั้น ในการเปลี่ยนชนิดเม็ดยาจึงส่งผลต่อกลไกในการบรรจุยา ทำให้ต้องทำอุปกรณ์บรรจุยาใหม่ เพื่อให้รองรับกับขนาดของเม็ดชนิดอื่น

5.2.2 ปัญหาทางด้านระบบ Wi-Fi

ในบางครั้งเมื่ออยู่ในที่อับสัญญาณหรือบริเวณที่สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร อาจทำให้เกิดการหน่วงเวลาในการทำงานของตู้จ่ายยา หรือไม่สามารถส่งสัญญาณได้ ทำให้เกิดความผิดพลาดในการส่งจ่ายยาในแต่ละครั้ง

5.2.3 ปัญหาการจ่ายยาผิดพลาด

ในการทดสอบตู้จ่ายยาอัตโนมัติ พบว่า มีการเกิดการทำงานที่ผิดพลาดในการจ่ายยา ซึ่งข้อผิดพลาดนั้น เกิดจากลิ้นปิด-เปิดช่องจ่ายยารวมถึงหลอดบรรจุยาที่ไม่พอดีกับขนาดของเม็ดยา และมีข้อจำกัดในการหาหรือการผลิตชิ้นส่วนของกลไกการจ่ายยาที่ต้องทำขึ้นเอง จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในเรื่องของตำแหน่งในการทำงานของลิ้นปิด-เปิดช่องจ่ายยากับหลอดบรรจุยา

5.3 พัฒนาและปรับปรุงแก้ไข

5.3.1 การเพิ่มกลไกในการบรรจุยา

เนื่องจากลักษณะเฉพาะของช่องบรรจุยานั้นสามารถบรรจุยาได้โดยการเรียงยาใส่ในช่องที่ละเม็ด ทำให้ไม่สะดวกต่อการบรรจุยาลงไปไว้ แต่ถ้าสามารถเพิ่มกลไกการบรรจุยาให้สามารถบรรจุยาได้ครั้งละหลายๆ เม็ดรวมถึงสามารถเก็บยาได้มากขึ้นจากเดิม จะทำให้ลดจำนวนครั้งในการบรรจุยาในแต่ละเดือนได้

5.3.2 การควบคุมการทำงานของพัดลม

เนื่องจากตู้จ่ายยาอัตโนมัติ นั้น มีการระบายอากาศโดยการทำงานของพัดลม ซึ่งจะทำงานตลอดเวลา แต่ในบางครั้งอุณหภูมิภายในตู้จ่ายยามีความเหมาะสมในการเก็บรักษายาอยู่แล้ว จึงทำให้การทำงานของพัดลมตลอดเวลานั้นจึงถือเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้น การทำงานของพัดลมจึงควรทำงานในกรณีที่อุณหภูมิและความชื้นเพิ่มสูงขึ้นจนไม่เหมาะสมกับการเก็บรักษา ยา เช่น กรณีที่อุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกว่าร้อยละ 75 เป็นต้น

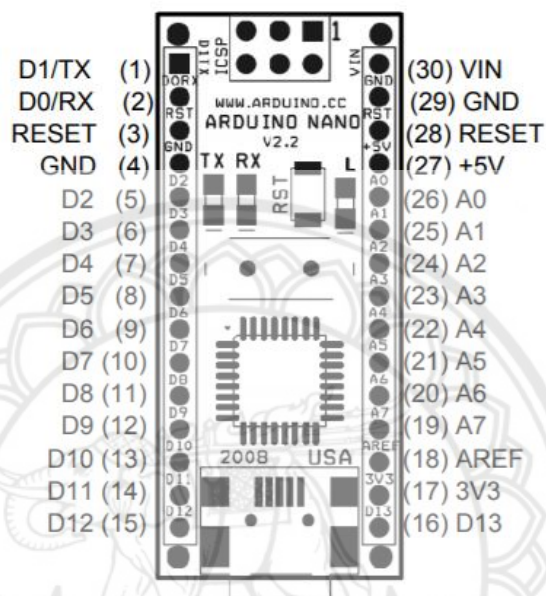
เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. (14 ธันวาคม 2560). Open Source. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2560, จาก th.wikipedia.org/wiki/โอเพนซอร์ซ
- [2] eProLabs. (16 พฤษภาคม 2558). arduino nano. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2560, จาก https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=Arduino_Nano
- [3] Geeetech. (16 พฤษภาคม 2557). RTC DS3231. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2560, จาก www.geeetech.com/wiki/index.php/Real_Time_Clock_RTC_DS1307_Module
- [4] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. (10 พฤษภาคม 2557). ESP8266. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2560, จาก <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266>
- [5] Blogger. (6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559). Servo motor. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2560, จาก <http://chanaphinp.blogspot.com/>
- [6] waveshare. (2 กันยายน 2557). DHT22. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2560, จาก https://www.waveshare.com/wiki/DHT22_Temperature-Humidity_Sensor
- [7] กลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลเมตตาประชารักษ์. (11 มิถุนายน 2556), การเก็บรักษายา. สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2561, จาก https://mettapharmacy.blogspot.com/2013/06/blog-post_2128.html?m=1



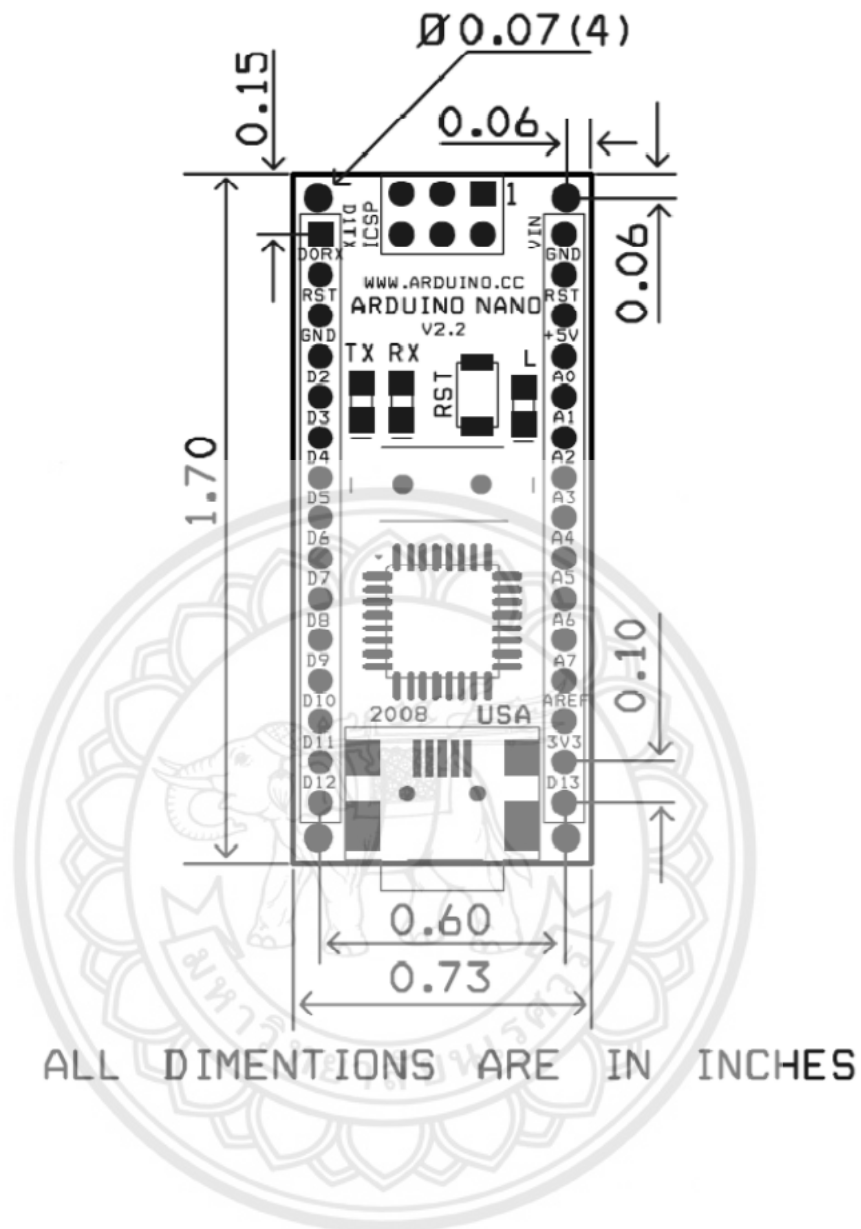
ก. 1 ตารางข้อมูลของ Arduino Nano

Arduino Nano Pin Layout



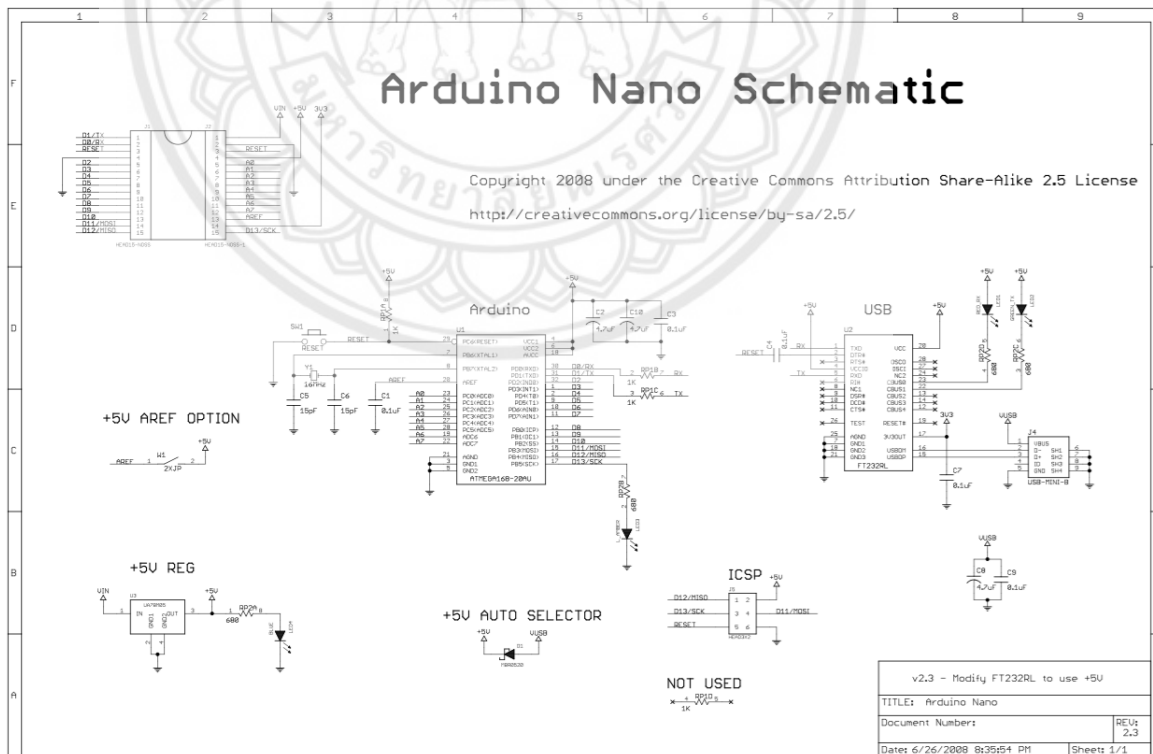
Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Arduino Nano Mechanical Drawing



Arduino Nano Bill of Material

Item Number	Qty.	Ref. Dest.	Description	Mfg. P/N	MFG	Vendor P/N	Vendor
1	5	C1,C3,C4,C7,C9	Capacitor, 0.1uF 50V 10% Ceramic X7R 0805	C0805C104K5RACTU	Kemet	80-C0805C104K5R	Mouser
2	3	C2,C8,C10	Capacitor, 4.7uF 10V 10% Tantalum Case A	T491A475K010AT	Kemet	80-T491A475K010	Mouser
3	2	C5,C6	Capacitor, 18pF 50V 5% Ceramic NOP/COG 0805	C0805C180J5GACTU	Kemet	80-C0805C180J5G	Mouser
4	1	D1	Diode, Schottky 0.5A 20V	MBR0520LT1G	ONsemi	863-MBR0520LT1G	Mouser
5	1	J1,J2	Headers, 36PS 1 Row	68000-136HLF	FCI	649-68000-136HLF	Mouser
6	1	J4	Connector, Mini-B Recept Rt. Angle	67503-1020	Molex	538-67503-1020	Mouser
7	1	J5	Headers, 72PS 2 Rows	67996-272HLF	FCI	649-67996-272HLF	Mouser
8	1	LD1	LED, Super Bright RED 100mcd 640nm 120degree 0805	APT2012SRCPRV	Kingbright	604-APT2012SRCPRV	Mouser
9	1	LD2	LED, Super Bright GREEN 50mcd 570nm 110degree 0805	APHCM2012CGCK-F01	Kingbright	604-APHCM2012CGCK	Mouser
10	1	LD3	LED, Super Bright ORANGE 160mcd 601nm 110degree 0805	APHCM2012SECK-F01	Kingbright	04-APHCM2012SECK	Mouser
11	1	LD4	LED, Super Bright BLUE 80mcd 470nm 110degree 0805	LTST-C170TBKT	Lite-On Inc	160-1579-1-ND	Digikey
12	1	R1	Resistor Pack, 1K +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-071KL	Yageo	YC164J-1.0KCT-ND	Digikey
13	1	R2	Resistor Pack, 680 +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-07680RL	Yageo	YC164J-680CT-ND	Digikey
14	1	SW1	Switch, Momentary Tact SPST 150gf 3.0x2.5mm	B3U-1000P	Omron	SW1020CT-ND	Digikey
15	1	U1	IC, Microcontroller RISC 16kB Flash, 0.5kB EEPROM, 23 I/O Pins	ATmega168-20AU	Atmel	556-ATMEGA168-20AU	Mouser
16	1	U2	IC, USB to SERIAL UART 28 Pins SSOP	FT232RL	FTDI	895-FT232RL	Mouser
17	1	U3	IC, Voltage regulator 5V, 500mA SOT-223	UA78M05CDCYRG3	TI	595-UA78M05CDCYRG3	Mouser
18	1	Y1	Cystal, 16MHz +/-20ppm HC-49/US Low Profile	ABL-16.000MHZ-B2	Abrakon	815-ABL-16-B2	Mouser



ก. 2 ตารางข้อมูลของ LM2596

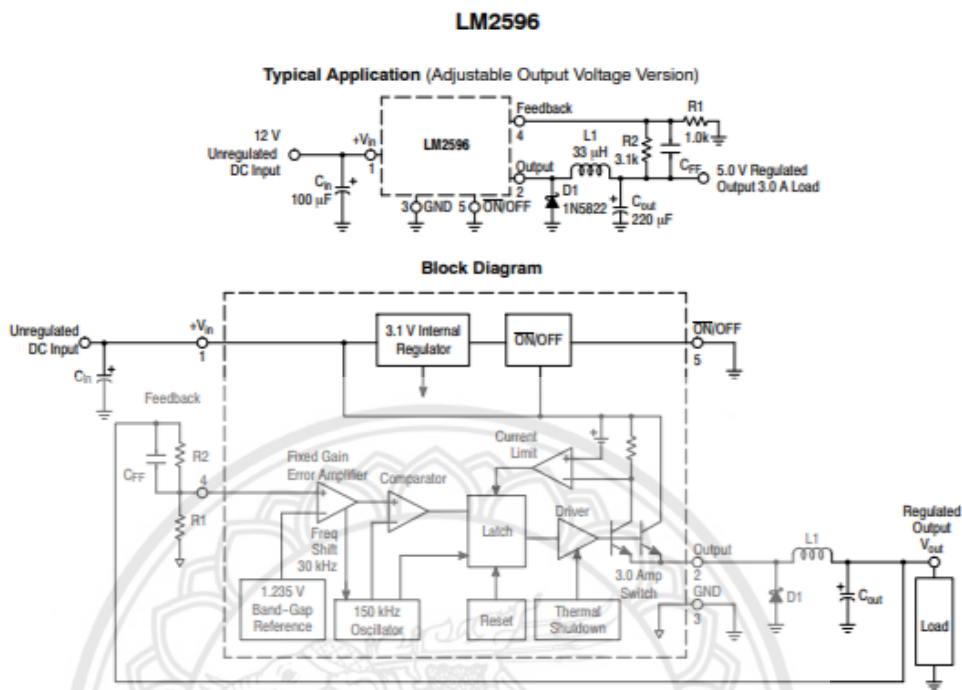


Figure 1. Typical Application and Internal Block Diagram

MAXIMUM RATINGS

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

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

PIN FUNCTION DESCRIPTION

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

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

Rating	Symbol	Value	Unit
Operating Junction Temperature Range	T _J	-40 to +125	°C
Supply Voltage	V _{IN}	4.5 to 40	V

SYSTEM PARAMETERS

ELECTRICAL CHARACTERISTICS Specifications with standard type face are for T_J = 25°C, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range -40°C to +125°C

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
LM2596 (Note 1, Test Circuit Figure 15)					
Feedback Voltage (V _{IN} = 12 V, I _{Load} = 0.5 A, V _{OUT} = 5.0 V,)	V _{FB_nom}		1.23		V
Feedback Voltage (8.5 V ≤ V _{IN} ≤ 40 V, 0.5 A ≤ I _{Load} ≤ 3.0 A, V _{OUT} = 5.0 V)	V _{FB}	1.193 1.18		1.267 1.28	V
Efficiency (V _{IN} = 12 V, I _{Load} = 3.0 A, V _{OUT} = 5.0 V)	η	-	73	-	%
Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Feedback Bias Current (V _{OUT} = 5.0 V)	I _b		25	100 200	nA
Oscillator Frequency (Note 2)	f _{osc}	135 120	150	165 180	kHz
Saturation Voltage (I _{OUT} = 3.0 A, Notes 3 and 4)	V _{sat}		1.5	1.8 2.0	V
Max Duty Cycle "ON" (Note 4)	DC		95		%
Current Limit (Peak Current, Notes 2 and 3)	I _{CL}	4.2 3.5	5.6	6.9 7.5	A
Output Leakage Current (Notes 5 and 6) Output = 0 V Output = -1.0 V	I _L		0.5 6.0	2.0 20	mA
Quiescent Current (Note 5)	I _Q		5.0	10	mA
Standby Quiescent Current (ON/OFF Pin = 5.0 V ("OFF")) (Note 6)	I _{stby}		80	200 250	μA

ON/OFF PIN LOGIC INPUT

Threshold Voltage			1.6		V
V _{OUT} = 0 V (Regulator OFF)	V _{IH}	2.2 2.4			V
V _{OUT} = Nominal Output Voltage (Regulator ON)	V _{IL}			1.0 0.8	V

ON/OFF Pin Input Current

ON/OFF Pin = 5.0 V (Regulator OFF)	I _{IH}	-	15	30	μA
ON/OFF Pin = 0 V (regulator ON)	I _{IL}	-	0.01	5.0	μA

- External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in the Figure 15 test circuit, system performance will be as shown in system parameters section.
- The oscillator frequency reduces to approximately 30 kHz in the event of an output short or an overload which causes the regulated output voltage to drop approximately 40% from the nominal output voltage. This self protection feature lowers the average dissipation of the IC by lowering the minimum duty cycle from 5% down to approximately 2%.
- No diode, inductor or capacitor connected to output (Pin 2) sourcing the current.
- Feedback (Pin 4) removed from output and connected to 0 V.
- Feedback (Pin 4) removed from output and connected to +12 V to force the output transistor "off".
- V_{IN} = 40 V.

ก. 3 ตารางข้อมูลของ DS3231

DS3231

General Description

The DS3231 is a low-cost, extremely accurate I²C real-time clock (RTC) with an integrated temperature-compensated crystal oscillator (TCXO) and crystal. The device incorporates a battery input, and maintains accurate timekeeping when main power to the device is interrupted. The integration of the crystal resonator enhances the long-term accuracy of the device as well as reduces the piece-part count in a manufacturing line. The DS3231 is available in commercial and industrial temperature ranges, and is offered in a 16-pin, 300-mil SO package.

The RTC maintains seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with an AM/PM indicator. Two programmable time-of-day alarms and a programmable square-wave output are provided. Address and data are transferred serially through an I²C bidirectional bus.

A precision temperature-compensated voltage reference and comparator circuit monitors the status of V_{CC} to detect power failures, to provide a reset output, and to automatically switch to the backup supply when necessary. Additionally, the RST pin is monitored as a pushbutton input for generating a reset externally.

Applications

- Servers Utility Power Meters
- Telematics GPS

Pin Configuration appears at end of data sheet.

Features

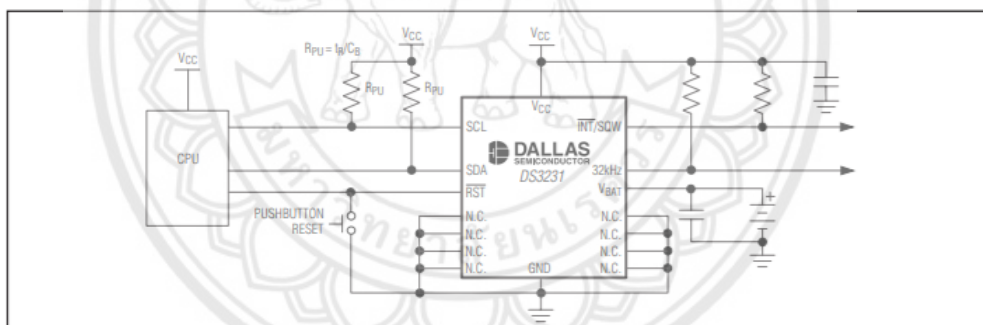
- ◆ Accuracy ±2ppm from 0°C to +40°C
- ◆ Accuracy ±3.5ppm from -40°C to +85°C
- ◆ Battery Backup Input for Continuous Timekeeping
- ◆ Operating Temperature Ranges
Commercial: 0°C to +70°C
Industrial: -40°C to +85°C
- ◆ Low-Power Consumption
- ◆ Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Day, Date, Month, and Year with Leap Year Compensation Valid Up to 2100
- ◆ Two Time-of-Day Alarms
- ◆ Programmable Square-Wave Output
- ◆ Fast (400kHz) I²C Interface
- ◆ 3.3V Operation
- ◆ Digital Temp Sensor Output: ±3°C Accuracy
- ◆ Register for Aging Trim
- ◆ RST Input/Output
- ◆ UL Recognized

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
DS3231S	0°C to +70°C	16 SO	DS3231
DS3231SN	-40°C to +85°C	16 SO	DS3231N
DS3231S+	0°C to +70°C	16 SO	DS3231+
DS3231SN+	-40°C to +85°C	16 SO	DS3231N+

+Denotes lead-free

Typical Operating Circuit



Purchase of I²C components from Maxim Integrated Products, Inc., or one of its sublicensed Associated Companies, conveys a license under the Philips I²C Patent Rights to use these components in an I²C system, provided that the system conforms to the I²C Standard Specification as defined by Philips.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on VCC, VBAT, 32kHz, SCL, SDA, $\overline{\text{RST}}$,
 $\overline{\text{INT/SQW}}$ Relative to Ground.....-0.3V to +6.0V
 Operating Temperature Range
 (noncondensing)-40°C to +85°C
 Junction Temperature+125°C

Storage Temperature Range-40°C to +85°C
 Lead Temperature
 (Soldering, 10s).....+260°C/10s
 Soldering Temperature..... See the *Handling,
 PC Board Layout, and Assembly* section.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	VCC		2.3	3.3	5.5	V
	VBAT		2.3	3.0	5.5	V
Logic 1 Input SDA, SCL	V _{IH}		0.7 x VCC		VCC + 0.3	V
Logic 0 Input SDA, SCL	V _{IL}		-0.3		+0.3 x VCC	V
Pullup Voltage (SDA, SCL, 32kHz, $\overline{\text{INT/SQW}}$)	V _{PU}	VCC = 0V			5.5V	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VCC = 2.3V to 5.5V, VCC > VBAT, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Typical values are at VCC = 3.3V, VBAT = 3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Supply Current	I _{CCA}	(Notes 3, 4)	VCC = 3.63V		200	μA
			VCC = 5.5V		300	
Standby Supply Current	I _{CCS}	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off (Note 4)	VCC = 3.63V		110	μA
			VCC = 5.5V		170	
Temperature Conversion Current	I _{CCSCONV}	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off	VCC = 3.63V		575	μA
			VCC = 5.5V		650	
Power-Fail Voltage	V _{PF}		2.45	2.575	2.70	V
Logic 0 Output, 32kHz, $\overline{\text{INT/SQW}}$, SDA	V _{OL}	I _{OL} = 3mA			0.4	V
Logic 0 Output, $\overline{\text{RST}}$	V _{OL}	I _{OL} = 1mA			0.4	V
Output Leakage Current 32kHz, $\overline{\text{INT/SQW}}$, SDA	I _{LO}	Output high impedance	-1	0	+1	μA
Input Leakage SCL	I _{LI}		-1		+1	μA
$\overline{\text{RST}}$ Pin I/O Leakage	I _{OL}	$\overline{\text{RST}}$ high impedance (Note 5)	-200		+10	μA
VBAT Leakage Current (VCC Active)	I _{BATLKG}			25	100	nA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = 2.3V$ to $5.5V$, $V_{CC} > V_{BAT}$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Typical values are at $V_{CC} = 3.3V$, $V_{BAT} = 3.0V$, and $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Frequency	f_{OUT}	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$		32.768		kHz
Frequency Stability vs. Temperature (Commercial)	$\Delta f/f_{OUT}$	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$, aging offset = 00h	$0^\circ C$ to $+40^\circ C$		± 2	ppm
			$>40^\circ C$ to $+70^\circ C$		± 3.5	
Frequency Stability vs. Temperature (Industrial)	$\Delta f/f_{OUT}$	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$, aging offset = 00h	$-40^\circ C$ to $<0^\circ C$		± 3.5	ppm
			$0^\circ C$ to $+40^\circ C$		± 2	
			$>40^\circ C$ to $+85^\circ C$		± 3.5	
Frequency Stability vs. Voltage	$\Delta f/V$			1		ppm/V
Trim Register Frequency Sensitivity per LSB	$\Delta f/LSB$	Specified at:	$-40^\circ C$		0.7	ppm
			$+25^\circ C$		0.1	
			$+70^\circ C$		0.4	
			$+85^\circ C$		0.8	
Temperature Accuracy	Temp	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$	-3		+3	$^\circ C$
Crystal Aging	$\Delta f/f_0$	After reflow, not production tested	First year		± 1.0	ppm
			0–10 years		± 5.0	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = 0V$, $V_{BAT} = 2.3V$ to $5.5V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Note 1)

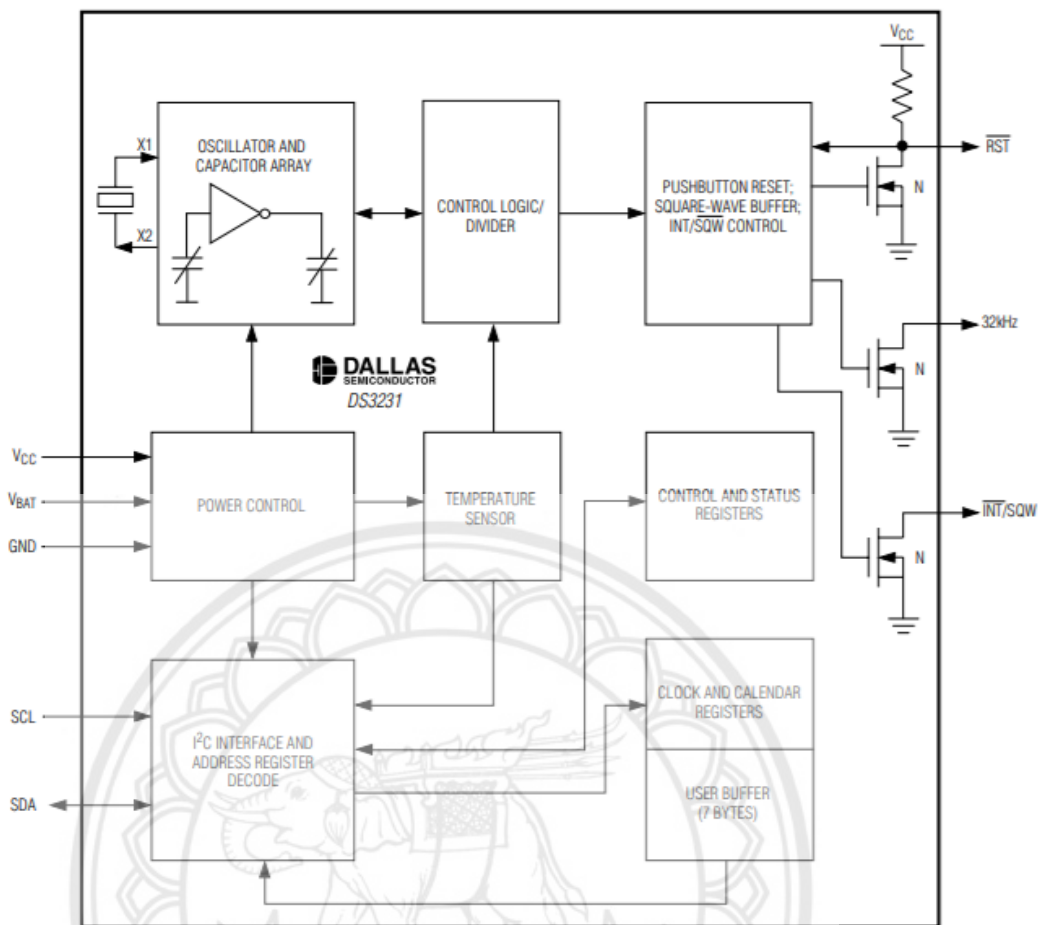
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Battery Current	I_{BATA}	$E_{OSC} = 0$, $BBSQW = 0$, $SCL = 400kHz$ (Note 4)	$V_{BAT} = 3.63V$		70	μA
			$V_{BAT} = 5.5V$		150	
Timekeeping Battery Current	I_{BATT}	$E_{OSC} = 0$, $BBSQW = 0$, $EN32kHz = 1$, $SCL = SDA = 0V$ or $SCL = SDA = V_{BAT}$ (Note 4)	$V_{BAT} = 3.63V$	0.84	3.0	μA
			$V_{BAT} = 5.5V$	1.0	3.5	
Temperature Conversion Current	$I_{BATT C}$	$E_{OSC} = 0$, $BBSQW = 0$, $SCL = SDA = 0V$ or $SCL = SDA = V_{BAT}$	$V_{BAT} = 3.63V$		575	μA
			$V_{BAT} = 5.5V$		650	
Data-Retention Current	$I_{BATT DR}$	$E_{OSC} = 1$, $SCL = SDA = 0V$, $+25^\circ C$			100	nA

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS(V_{CC} = V_{CC(MIN)} to V_{CC(MAX)} or V_{BAT} = V_{BAT(MIN)} to V_{BAT(MAX)}, V_{BAT} > V_{CC}, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}	Fast mode	100		400	kHz
		Standard mode	0		100	
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{BUF}	Fast mode	1.3			μs
		Standard mode	4.7			
Hold Time (Repeated) START Condition (Note 6)	t _{HD:STA}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.0			
Low Period of SCL Clock	t _{LOW}	Fast mode	1.3			μs
		Standard mode	4.7			
High Period of SCL Clock	t _{HIGH}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.0			
Data Hold Time (Notes 7, 8)	t _{HD:DAT}	Fast mode	0		0.9	μs
		Standard mode	0		0.9	
Data Setup Time (Note 9)	t _{SU:DAT}	Fast mode	100			ns
		Standard mode	250			
Start Setup Time	t _{SU:STA}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.7			
Rise Time of Both SDA and SCL Signals (Note 10)	t _R	Fast mode	20 +		300	ns
		Standard mode	0.1C _B		1000	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals (Note 10)	t _F	Fast mode	20 +		300	ns
		Standard mode	0.1C _B		300	
Setup Time for STOP Condition	t _{SU:STO}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.7			
Capacitive Load for Each Bus Line (Note 10)	C _B				400	pF
Capacitance for SDA, SCL	C _{I/O}			10		pF
Pulse Width of Spikes That Must Be Suppressed by the Input Filter	t _{SP}			30		ns
Pushbutton Debounce	PB _{DB}			250		ms
Reset Active Time	t _{RST}			250		ms
Oscillator Stop Flag (OSF) Delay	t _{OSF}	(Note 11)		100		ms
Temperature Conversion Time	t _{CONV}			125	200	ms

POWER-SWITCH CHARACTERISTICS(T_A = T_{MIN} to T_{MAX})

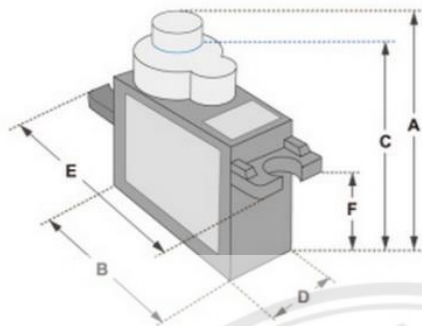
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC} Fall Time; V _{PF(MAX)} to V _{PF(MIN)}	t _{VCCF}		300			μs
V _{CC} Rise Time; V _{PF(MIN)} to V _{PF(MAX)}	t _{VCCR}		0			μs
Recovery at Power-Up	t _{REC}	(Note 12)		250	300	ms



PIN	NAME	FUNCTION
1	32kHz	32kHz Output. This open-drain pin requires an external pullup resistor. It may be left open if not used.
2	V _{CC}	DC Power Pin for Primary Power Supply. This pin should be decoupled using a 0.1µF to 1.0µF capacitor. If not used, connect to ground.
3	$\overline{\text{INT}}/\text{SQW}$	Active-Low Interrupt or Square-Wave Output. This open-drain pin requires an external pullup resistor. It may be left open if not used. This multifunction pin is determined by the state of the INTCN bit in the Control Register (0Eh). When INTCN is set to logic 0, this pin outputs a square wave and its frequency is determined by RS2 and RS1 bits. When INTCN is set to logic 1, then a match between the timekeeping registers and either of the alarm registers activates the $\overline{\text{INT}}/\text{SQW}$ pin (if the alarm is enabled). Because the INTCN bit is set to logic 1 when power is first applied, the pin defaults to an interrupt output with alarms disabled.
4	$\overline{\text{RST}}$	Active-Low Reset. This pin is an open-drain input/output. It indicates the status of V _{CC} relative to the V _{PF} specification. As V _{CC} falls below V _{PF} , the $\overline{\text{RST}}$ pin is driven low. When V _{CC} exceeds V _{PF} , for t _{RST} , the $\overline{\text{RST}}$ pin is driven high impedance. The active-low, open-drain output is combined with a debounced pushbutton input function. This pin can be activated by a pushbutton reset request. It has an internal 50kΩ nominal value pullup resistor to V _{CC} . No external pullup resistors should be connected. If the crystal oscillator is disabled, the startup time of the oscillator is added to the t _{RST} delay.
5–12	N.C.	No Connection. Must be connected to ground.
13	GND	Ground
14	V _{BAT}	Backup Power-Supply Input. This pin should be decoupled using a 0.1µF to 1.0µF low-leakage capacitor. If the I ² C interface is inactive whenever the device is powered by the V _{BAT} input, the decoupling capacitor is not required. If V _{BAT} is not used, connect to ground. UL recognized to ensure against reverse charging when used with a lithium battery. Go to www.maxim-ic.com/qa/info/ul .
15	SDA	Serial Data Input/Output. This pin is the data input/output for the I ² C serial interface. This open-drain pin requires an external pullup resistor.
16	SCL	Serial Clock Input. This pin is the clock input for the I ² C serial interface and is used to synchronize data movement on the serial interface.

ก. 4 ตารางข้อมูลของเซอร์โวมอเตอร์

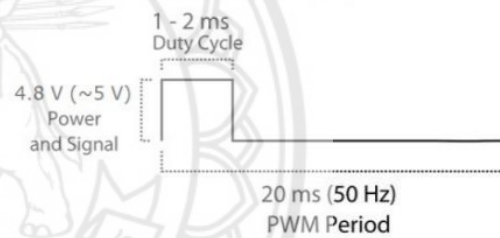
Tiny and lightweight with high output power. Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and works just like the standard kinds but smaller. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.



Dimensions & Specifications	
A (mm) :	32
B (mm) :	23
C (mm) :	28.5
D (mm) :	12
E (mm) :	32
F (mm) :	19.5
Speed (sec) :	0.1
Torque (kg-cm) :	2.5
Weight (g) :	14.7
Voltage :	4.8 - 6

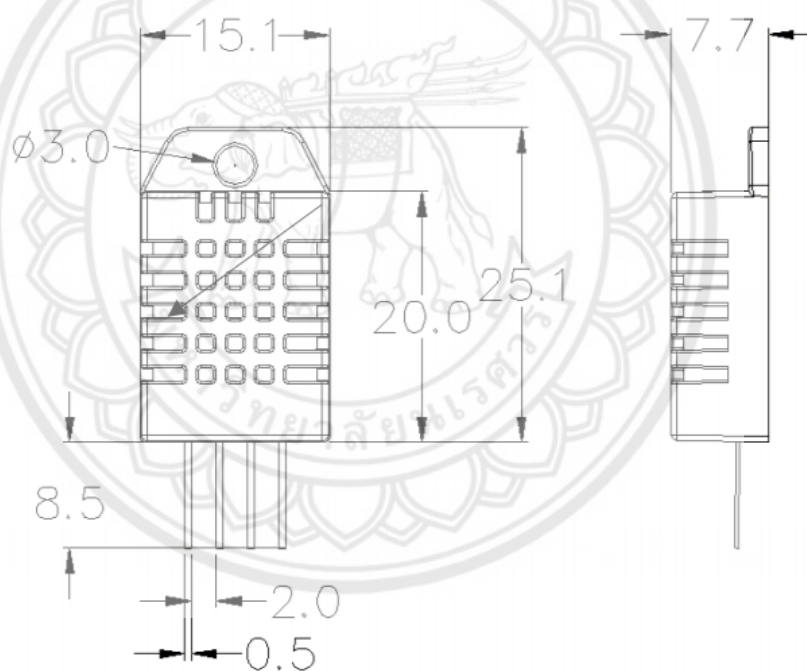
Position "0" (1.5 ms pulse) is middle, "90" (~2ms pulse) is middle, is all the way to the right, "-90" (~1ms pulse) is all the way to the left.

PWM = Orange (⏏)
 Vcc = Red (+)
 Ground = Brown (-)

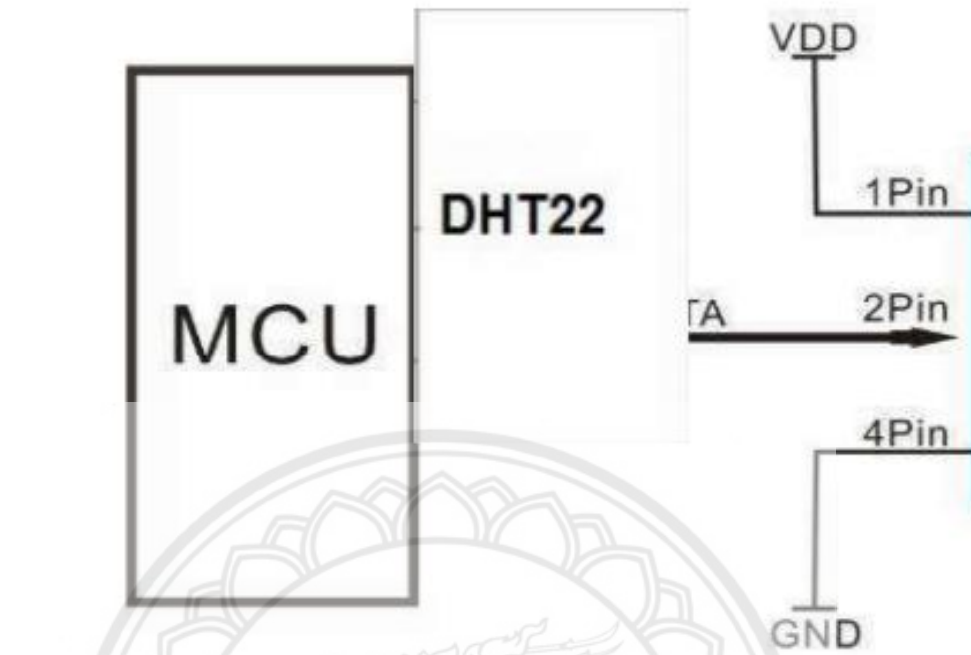
ก. 5 ตารางข้อมูลของ DHT22

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH(Max +5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

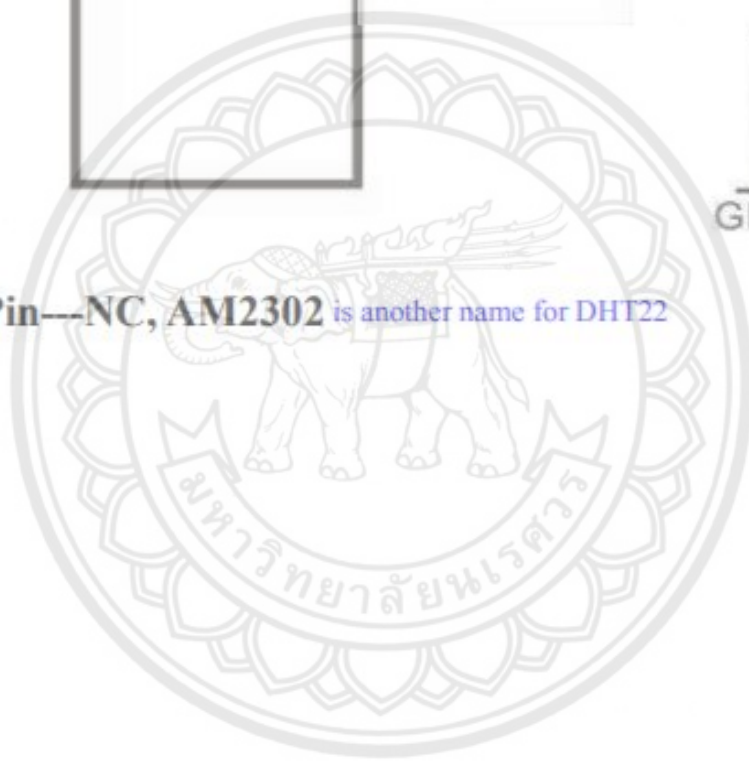


Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD---power supply
2	DATA--signal
3	NULL
4	GND

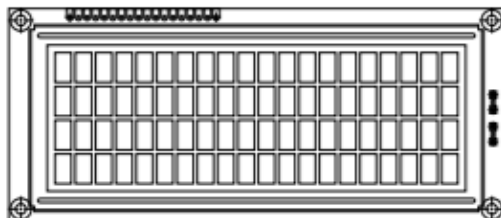


3Pin—NC, AM2302 is another name for DHT22



ก. 6 ตารางข้อมูลของ LCD 20x4

20 x 4 Character LCD



FEATURES

- Type: Character
- Display format: 20 x 4 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply (also available for + 3 V)
- LED can be driven by pin 1, pin 2, pin 15, pin 16 or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912

RoHS
COMPLIANT

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	146.0 x 62.5	mm
Viewing Area	123.5 x 43.0	
Dot Size	0.92 x 1.10	
Dot Pitch	0.98 x 1.16	
Mounting Hole	139.0 x 55.5	
Character Size	4.84 x 9.22	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	V_{DD} to V_{SS}	- 0.3	-	7.0	V
Input Voltage	V_I	- 0.3	-	V_{DD}	

Note

- $V_{SS} = 0$ V, $V_{DD} = 5.0$ V

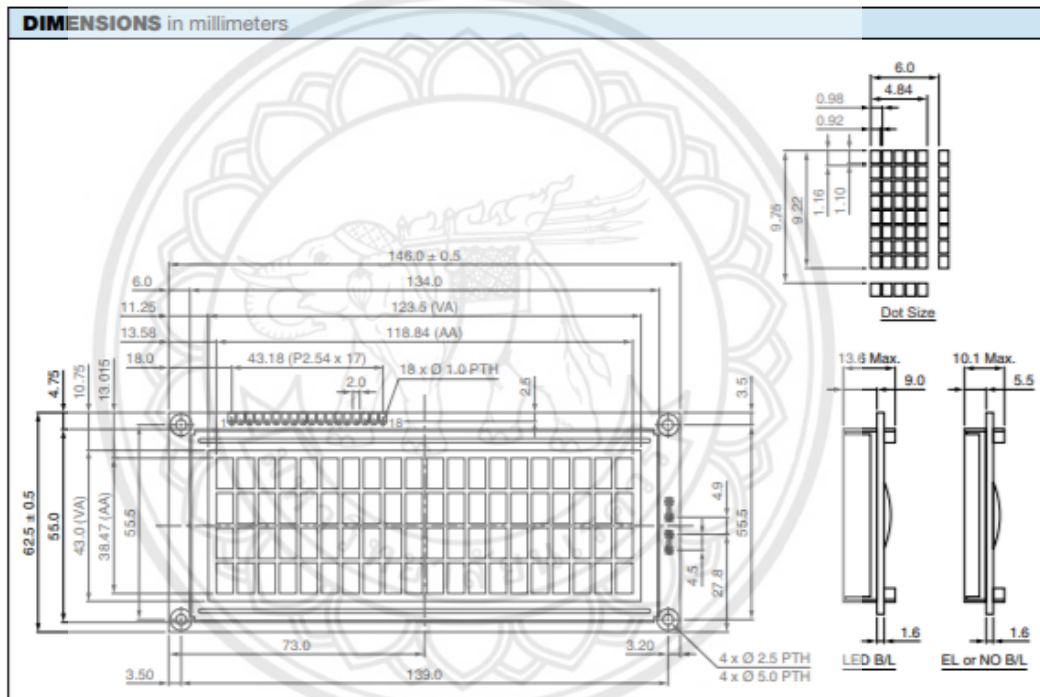
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	V_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	4.7	5.0	5.3	V
		$V_{DD} = +3$ V	2.7	3.0	5.3	
Supply Current	I_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	-	8.0	10.0	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	V_{DD} to V_0	- 20 °C	5.0	5.1	5.7	V
		0 °C	4.6	4.8	5.2	
		25 °C	4.1	4.5	4.7	
		50 °C	3.9	4.2	4.5	
		70 °C	3.7	3.9	4.3	
LED Forward Voltage	V_F	25 °C	-	4.2	4.6	V
LED Forward Current	I_F	25 °C	-	540	1080	mA
EL Power Supply Current	I_{EL}	$V_{EL} = 110$ V _{AC} , 400 Hz	-	-	5.0	mA

OPTIONS									
TN	PROCESS COLOR					BACKLIGHT			
	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
x	x	x	x	x		x	x	x	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE																					
Display Position		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DD RAM Address		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
DD RAM Address		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
DD RAM Address		14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
DD RAM Address		54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

INTERFACE PIN FUNCTION		
PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{SS}	Ground
2	V _{DD}	+ 3 V or + 5 V
3	V ₀	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/write signal
6	E	H → L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	A	Power supply for LED (4.2 V)
16	K	Power supply for B/L (0 V)
17	NC/V _{EE}	NC or negative voltage output
18	NC	NC connection





ภาคผนวก ข

รหัสต้นฉบับ (Source Code) ที่ใช้ในโปรแกรมต่างๆ

ข. 1 รหัสต้นฉบับของเซอร์โวมอเตอร์

```

#include <Servo.h>

Servo myservo1, myservo2, myservo3, myservo4; \ \ กำหนดตัวแปรให้ Servo Motor

void setup()

{ pinMode(6, INPUT);           // กำหนดขาสัญญาณที่บอร์ด Arduino

  pinMode(myservo1.attach(2), OUTPUT); // กำหนดขาสัญญาณที่ Servo Motor

  myservo1.write(45);          // ควบคุมตำแหน่งที่ต้องการให้หมุนไปยังองศาที่กำหนด
}

void loop()

{ int sw = digitalRead(6);

  if (sw == HIGH) {

    lcd.begin();lcd.setCursor(2, 1);

    lcd.print("EMERGENCY 1");

    myservo1.write(20);

    delay(400);

    myservo1.write(45);

    delay(400);

    lcd.setCursor(6, 2);

    lcd.print ("Successful!!");

    lcd.begin();

    lcd.setCursor(0, 1);

  }

}

```

ข. 2 รหัสต้นฉบับของDS3231 (Real time clock)

```
#include <DS3231.h>

DS3231 rtc(SDA, SCL);

void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  rtc.begin();

  rtc.setDOW(WEDNESDAY); // ตั้งค่าการกำหนดวัน
  rtc.setTime(12, 0, 0); // ตั้งค่าการกำหนดเวลา
  rtc.setDate(1, 1, 2014); // ตั้งค่าการกำหนดวัน เดือน ปี
}

void loop()
{
  // Send Day-of-Week
  Serial.print(rtc.getDOWStr());

  Serial.print(" ");

  // Send date
  Serial.print(rtc.getDateStr());

  Serial.print(" -- ");

  // Send time
  Serial.println(rtc.getTimeStr());

  delay (1000);
}
```

ข. 3 รหัสต้นฉบับของโมดูล Wi-Fi หรือ ESP8266

```

#define BLYNK_MAX_SENDBYTES 256

#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

int buttonState;

int chana1 = 20;

int bt1 = 16;

char auth[] = "e53dd181409b49289cde855e36304fed";
\\ โค้ด Auth Token ที่ได้จากแอปพลิเคชัน Blynk

char ssid[] = "ssid"; //Username ของ Wi-Fi ที่ใช้
char pass[] = "Password"; //Password ของ Wi-Fi ที่ใช้

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  Blynk.begin(auth, WIFI_SSID, WIFI_PASS, "blynk-cloud.com", 8442);

  pinMode(bt1, OUTPUT); Blynk.begin(auth, ssid, pass);

  digitalWrite(bt1, LOW);
}

BLYNK_WRITE(V5) {

  buttonState = param.asInt();

  if (buttonState == 1) { chana1 = 20; }

void loop()

```

```
{ Blynk.run();

  if (digitalRead(bt1) == HIGH) { if (digitalRead(bt1) == HIGH)
  {

    chanal1 -= 1;

    if (chanal1 < 0) {

      chanal1 = 0;

    }

    Blynk.email("wattanakooln57@email.nu.ac.th", "Notification TABLET 1 ", "Button
TABLET 1 were used");

    Serial.println("BT1 : ON");

    Serial.println(chanal1);

  }

}

Blynk.virtualWrite(1, chanal1);

}
```



ข. 4 รหัสต้นฉบับของ DHT 22

```
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 13

#define DHTTYPE DHT22

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

int timeSinceLastRead = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.setTimeout(2000);
  while (!Serial) { }
  Serial.println("Device Started");
  Serial.println("-----");
  Serial.println("Running DHT!");
  Serial.println("-----");
}

void loop()
{
  if (timeSinceLastRead > 2000) {
    float h = dht.readHumidity(); // อ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์
    float t = dht.readTemperature(); // อ่านค่าอุณหภูมิ
    float f = dht.readTemperature(true);
  }

  if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
```



```
Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");  
  
timeSinceLastRead = 0;  
  
return;  
  
}  
  
float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);  
  
float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);  
  
}
```

