

เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ
AUTOMATIC MEDICATION DISPENSER

โดย

นายพิชัยยุทธ	สัมมาวรรณ
นายภาณุพงศ์	อาชวนิมิตรกุล
นายภาบอล	ไกรกฤตยากุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

AUTOMATIC MEDICATION DISPENSER

โดย

นายพิชัยยุทธ์	สัมมาวรรณ	57010896
นายภาณุพงศ์	อาชวนิมิตรกุล	57010975
นายภาบอล	ไกรกฤตยากุล	57010981

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สมปอง วิเศษพานิชกิจ

ผศ.ดร. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

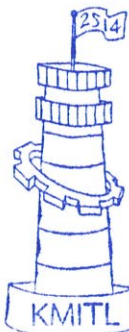
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

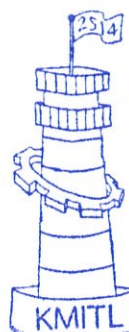
ปีการศึกษา 2560



ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)
อาจารย์ที่ปรึกษา
18/5/61

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
18/5/61

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

ปริญญาโทปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

AUTOMATIC MEDICATION DISPENSER

ผู้จัดทำ

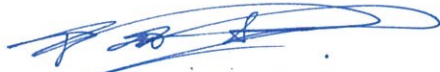
- | | | |
|------------------|--------------|----------|
| 1. นายพิชัยยุทธ์ | สัมมารรณ | 57010896 |
| 2. นายภาณุพงศ์ | อาชนิมิตรกุล | 57010975 |
| 3. นายภาบล | ไกรกฤตยากุล | 57010981 |



.....

(ดร. สมปอง วิเศษพานิชกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....

(ผศ.ดร. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ดร. สมปอง วิเศษพานิชกิจ และ ผศ.ดร. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์ และ ผศ.ดร. นภัทร สระเอี่ยม ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาในการออกแบบตัวเครื่องและระบบตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทางคณะผู้จัดทำโครงการนี้ได้ตระหนักถึงความตั้งใจจริงและทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้หากพบข้อบกพร่องใด ๆ ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และคณะผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์หวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากนักน้อย

นายพิชัยยุทธ์	สัมมาวรรณ
นายภาณุพงศ์	อาชนิมิตรกุล
นายภาภ	ไกรกฤตยากุล

ผู้จัดทำ

เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

AUTOMATIC MEDICATION DISPENSER

โดย	นายพิชัยยุทธ์ สัมมาวรรณ	57010896
	นายภาณุพงศ์ อาชนิมิตกุล	57010975
	นายภาบถ ไกรกฤตยากุล	57010981

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สมปอง วิเศษพานิชกิจ
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร. ธเนศ พัฒนชาติพงศ์

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์นี้นำเสนอเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ โดยจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือส่วนตัวเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติและเว็บไซต์เพื่อรองรับการใช้งานจากผู้ใช้งาน เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ ออกแบบเพื่อช่วยแก้ปัญหาให้ผู้ใช้งานสามารถรับประทานได้อย่างถูกต้องตามกำหนดเวลาและตัวเครื่องสามารถเก็บรักษายาได้ โดยเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติจะใช้อุปกรณ์ในการประมวลผลข้อมูลคือ อาตูดูโน้ เพื่อควบคุมการจ่ายยาให้จ่ายยาได้ตามจำนวนที่ต้องการ ต่อมาใช้ราสเบอร์รี่พายเพื่อเก็บฐานข้อมูล, จัดการเว็บไซต์ในการควบคุม, และตั้งเวลาการจ่ายยา โดยที่เก็บยาจะสามารถเก็บรักษา ยาได้อย่างเหมาะสม

ABSTRACT

This project offered 'Automatic medication dispenser' consisting of 2 parts those are medication dispensing machine and website to support the users. Automatic medication dispenser designed to help users can eat properly in time and can keep the medication. We use 2 devices for data processing. First is Arduino to control the supply of drugs to dispense the desired amount. The second is raspberry pi to set the time for alarm and manage the database and website. Automatic medication dispenser will be able to keep medicines properly.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริิญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 อาดูยโน้ (ARDUINO)	2
2.1.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของอาดูยโน้	2
2.1.2 ARDUINO MEGA 2560 R3	3
2.2 ราสเบอร์รี่พาย (RASPBerry PI)	4
2.2.1 RASPBerry PI 3 MODEL B	5
2.3 สเต็ปั้งมอเตอร์	6
2.3.1 ชนิดของสเต็ปั้งมอเตอร์	6
2.3.2 การขับสเต็ปั้งมอเตอร์	9
2.3.3 สเต็ปั้งมอเตอร์ 28BYJ-48 12V	11
2.3.4 บอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003A	12
2.4 เซ็นเซอร์แสง	14
2.4.1 โฟโตไดโอด (PHOTO DIODE)	14
2.4.2 โฟโตทรานซิสเตอร์ (PHOTO TRANSISTORS)	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 โมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุขีดขวาง	15
2.5 โมดูลนาฬิกา DS3231 + AT24C32	16
2.6 บอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัลเซอร์ YL-44	17
2.7 จอ LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)	17
2.8 INTER INTEGRATE CIRCUIT BUS (I ² C)	21
2.8.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัล I ² C	21
2.8.2 หลักการของบัล I ² C	22
2.8.3 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัล I ² C	22
2.9 โมดูลอีเทอร์เน็ต W5100 (ETHERNET SHIELD W5100)	23
2.10 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบเชื่อมโยงระยะใกล้ (LOCAL AREA NETWORK)	24
2.10.1 อีเทอร์เน็ต (ETHERNET)	25
2.11 รูปร่างของยา	26
2.11.1 ยาเม็ด (TABLETS)	26
2.11.2 ยาแคปซูล (CAPSULES)	28
2.12 แนวทางการเก็บรักษา	28
2.12.1 แนวทางปฏิบัติ	29
2.13 ยาก่อนอาหาร ยาหลังอาหาร และการรับประทานยาไม่ตรงเวลาที่กำหนด	30
2.13.1 ยาก่อนอาหาร ควรรับประทานก่อนอาหาร อย่างน้อย 30 นาที	30
2.13.2 ยาหลังอาหาร ควรรับประทานหลังอาหารทันทีและไม่ควรนานเกิน 15 นาทีหลังอาหาร	31
2.13.3 ยาก่อนนอน ควรรับประทานยาก่อนเข้านอน 15 – 30 นาที	31
2.13.4 ยารับประทานเวลามีอาการ	31
2.14 ฐานข้อมูล (DATABASE)	32
2.14.1 อาปาเซ่ (APACHE WEB SERVER)	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.15 มาเรียดีบี (MARIADB)	33
2.16 พีเอชพี (PHP)	33
2.16.1 PHPMYADMIN	34
2.17 ข้อเปรียบเทียบ ข้อจำกัดของเครื่องจ่ายยาในแต่ละเครื่อง	35
2.17.1 กล่องจ่ายยาอัตโนมัติ AUTOMATIC MEDICATION DISPENSER (รุ่น WMD1201)	35
2.17.2 เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติและแจ้งเตือน (AUTOMATIC PILL DISPENSER AND ALARM-KMITL01)	36
2.17.3 AUTOMATIC PILL DISPENSER (ผลงานของนักศึกษาวิชามหาลัย มิสซูรีสาขาวิชาสถาปัตยกรรมด้านหุ่นยนต์)	37
2.18 การออกแบบเครื่องจ่ายยา	38
2.19 ผลแบบสอบถามความต้องการใช้งานเครื่องจ่ายยา	40
2.19.1 ช่วงอายุของบุคคลที่รับประทานยาเป็นประจำในครอบครัว	41
2.19.2 จำนวนชนิดของยาที่รับประทานมากที่สุดในแต่ละครั้ง	41
2.19.3 ผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการทานยาผิดเวลาหรือไม่	42
2.19.4 ผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการลืมทานยาตามที่ใบสั่ง ยาหรือไม่?	43
2.19.5 ผู้รับประทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่?	43
2.19.6 ท่านต้องการฟังก์ชันใดในการช่วยเหลือการรับประทานยาของ ท่านหรือผู้อยู่ใต้การดูแลของท่าน	44
2.19.7 สรุปผลจากแบบสอบถาม	45
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาพันธัน์	46
3.1 การออกแบบ	46
3.1.1 บล็อกไดอะแกรมรวม	46
3.1.2 บล็อกไดอะแกรมส่วนสั่งการและลำเลียงยา	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.3 บล็อกไดอะแกรมส่วนบรรจุยา	49
3.1.4 บล็อกไดอะแกรมส่วนทางออกและแสดงผล	50
3.1.5 ระบบการทำงานรวม	51
3.1.6 ระบบบรรจุยา	53
3.1.7 ระบบจ่ายยาทันที	54
3.1.8 ระบบจ่ายยาตามเวลา	55
3.1.9 การออกแบบส่วนประกอบของเครื่องจ่ายยาด้วย SOLID WORK	57
3.1.10 การประกอบส่วนจ่ายยาและส่วนบรรจุยาเข้าด้วยกัน	59
3.1.11 เว็บเซิร์ฟเวอร์เก็บข้อมูลเครื่องจ่ายยา	60
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	62
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	62
บทที่ 4 ผลการทดลอง	63
4.1 ความถูกต้องของการบรรจุยาแต่ละรูปร่าง	63
4.1.1 ยากลมแบน (ยาแก้ปวด เช่น IBUPROFEN SARA PARACETAMOL)	63
4.1.2 ยาแคปซูล (ยาแก้ไอแสบ เช่น AMOXIL)	64
4.1.3 ยากลมแบนขนาดเล็ก (ยาแก้แพ้ เช่น LORATADINE)	64
4.1.4 ยาเม็ดทรงแคปซูล (ไทลินอล 500)	65
4.2 การบรรจุยาของตัวเครื่อง	65
4.3 การจ่ายยาของตัวเครื่อง	69
4.4 การตั้งเวลาเพื่อจ่ายยาผ่านเว็บไซต์	71
4.5 ความถูกต้องของการจ่ายยา	75
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	76
5.1 สรุปผล	76

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 ข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม	77

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ARDUINO MEGA 2560 R3	3
2.2 RASPBERRY PI 3 MODEL B	5
2.3 ลักษณะการพันขดลวดสเต็ปิ่งมอเตอร์แบบไปโพลาร์	7
2.4 ลักษณะการพันขดลวดสเต็ปิ่งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	7
2.5 สเต็ปิ่งมอเตอร์แบบรูปลูกบาศก์	8
2.6 สเต็ปิ่งมอเตอร์แบบทรงกระบอก	8
2.7 สเต็ปิ่งมอเตอร์แบบทรงกระป๋องซ้อน	8
2.8 การขับสเต็ปิ่งมอเตอร์	9
2.9 สเต็ปิ่งมอเตอร์ 28BJY-48	11
2.10 รายละเอียดคอนเน็คเตอร์ของสเต็ปิ่งมอเตอร์สำหรับต่อใช้งาน	11
2.11 ภาพการออกแบบสเต็ปิ่งมอเตอร์ 28BYJ-48	12
2.12 การต่อขดลวดภายในสเต็ปิ่งมอเตอร์ 28BYJ-48	12
2.13 บอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003A	12
2.14 การต่อใช้งานสเต็ปิ่งมอเตอร์และบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003A	13
2.15 โครงสร้างของโฟโตไดโอด	14
2.16 โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์	15
2.17 โมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุทึดขวาง	15
2.18 โมดูลนาฬิกา DS3231 + AT24C32	16
2.19 บอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัสเซอร์ YL-44	17
2.20 จอ LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)	17
2.21 ขาเชื่อมต่อ 16 ขาของจอ LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)	19
2.22 รายละเอียดขาของจอ LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)	20
2.23 ภาพรายละเอียดของ I ² C สำหรับเชื่อมต่อจอ LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)	20

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.24	รายละเอียดขาของ I ² C สำหรับเชื่อมต่อจอ LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)	20
2.25	ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I ² C	21
2.26	การรับส่งบิตข้อมูลของ I ² C	23
2.27	โมดูลไอเทอเน็ต W5100	23
2.28	การเชื่อมต่อแบบบัส	24
2.29	การเชื่อมต่อแบบดาว	24
2.30	การเชื่อมต่อแบบวงแหวน	25
2.31	ยาเม็ด (TABLETS)	26
2.32	ยาแคปซูล (CAPSULES)	28
2.33	ซอฟต์แวร์เพื่อสร้างฐานข้อมูล	35
2.34	กล่องจ่ายยาอัตโนมัติ AUTOMATIC MEDICATION DISPENSER (รุ่น WMD1201)	35
2.35	เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติและแจ้งเตือน (AUTOMATIC PILL DISPENSER AND ALARM-KMITL01)	36
2.36	AUTOMATIC PILL DISPENSER (ผลงานของนักศึกษาวิทยาลัยมิสซูรี สาขาวิชาสถาปัตยกรรมด้านหุ่นยนต์)	37
2.37	การออกแบบการจ่ายยาแบบหมุนวงกลม	38
2.38	ระบบการคัดแยกในอุตสาหกรรม	39
2.39	ระบบจ่ายยาแบบกรวย	39
2.40	ระบบจ่ายยาแบบแฉกครึ่งวงกลม	40
2.41	ระบบจ่ายยาแบบใบพัด	40
2.42	ผลแบบสอบถามช่วงอายุคน	41
2.43	ผลแบบสอบถามจำนวนชนิดยา	42
2.44	ผลแบบสอบถามผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการทานยาผิดเวลา	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.45	ผลแบบสอบถามผู้รับประทานยาที่เคยประสบปัญหาในการลิ้มทานยาตามที่ไปสั่งยา	43
2.46	ผลแบบสอบถามผู้รับประทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่	44
2.47	ผลแบบสอบถามท่านต้องการฟังก์ชันใดในการช่วยเหลือรับประทานยาของท่าน	44
3.1	บล็อกไดอะแกรมรวม	46
3.2	บล็อกไดอะแกรมส่วนสั่งการและลำเลียงยา	43
3.3	บล็อกไดอะแกรมส่วนบรรจุยา	44
3.4	บล็อกไดอะแกรมส่วนทางออกและแสดงผล	44
3.5	ระบบการทำงานรวม	51
3.6	ระบบบรรจุยา	53
3.7	ระบบจ่ายยาทันที	54
3.8	ระบบจ่ายยาตามเวลา	55
3.9	ส่วนบรรจุยาขั้นที่ 1	57
3.10	ส่วนบรรจุยาขั้นที่ 2	57
3.11	ส่วนจ่ายยาขั้นที่ 1	58
3.12	ส่วนจ่ายยาขั้นที่ 2	58
3.13	ตัวเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ	59
3.14	ส่วนของเซิร์ฟเวอร์ที่แสดงฐานข้อมูล	60
3.15	หน้าหลักของเว็บใช้งาน	61
3.16	หน้าที่ใช้ในการตั้งเวลาในการจ่ายและกำหนดจำนวนเม็ดในการจ่าย	61
3.17	หน้าที่แสดงสถานะการตั้งเวลาและจำนวนเม็ด	61
4.1	SERIAL MONITOR แสดงผลเริ่มต้น	65
4.2	SERIAL MONITOR แสดงการเลือกบรรจุยาแต่ละชนิด	65
4.3	สัญญาณแรงดันของมอเตอร์จานหมุนเมื่อเลือกบรรจุยาชนิดแรก	66

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.4	SERIAL MONITOR แสดงการบรรจุยาชนิดแรก	66
4.5	สัญญาณแรงดันของมอเตอร์งานหมุนและเซ็นเซอร์ของส่วนลำเลียงเมื่อ บรรจุยา	67
4.6	SERIAL MONITOR แสดงการเลือกบรรจุยาชนิดอื่นๆ	68
4.7	SERIAL MONITOR แสดงจำนวนยาแต่ละชนิดที่มีอยู่ในตัวเครื่อง	68
4.8	SERIAL MONITOR แสดงการสั่งจ่ายยา	69
4.9	ส่วนช่องจ่ายยาเปิดออกเพื่อรอการจ่าย	69
4.10	ส่วนช่องจ่ายยาปิดเมื่อจ่ายยาชนิดนั้นเสร็จ	70
4.11	SERIAL MONITOR แสดงข้อมูลหลังจากการจ่ายยาเสร็จสิ้น	70
4.12	สัญญาณแรงดันของมอเตอร์งานหมุนและมอเตอร์ส่วนจ่ายยาเมื่อสั่งจ่าย ยา	71
4.13	การตั้งเวลาเพื่อจ่ายยาผ่านเว็บไซต์	72
4.14	แสดงสถานการณ์ตั้งเวลาและการกำหนดจำนวนเม็ดในการจ่ายยา	72
4.15	สถานะเวลารับประทานยาทั้งหมด	72
4.16	SERIAL MONITOR แสดงการจ่ายยาเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้	73
4.17	SERIAL MONITOR แสดงจำนวนเม็ดยาที่คงเหลือหลังจากจ่ายยาเสร็จสิ้น	74
4.18	SERIAL MONITOR แสดงการตรวจพบยาที่ช่องรอรับยา	74

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	ฟลูสเต็มป์ 1 เฟส	10
2.2	ฟลูสเต็มป์ 2 เฟส	10
2.3	ฮาล์ฟสเต็มป์	10
2.4	ผลแบบสอบถามช่วงอายุ	41
2.5	ผลแบบสอบถามจำนวนชนิดของยาที่รับประทานมากที่สุดในแต่ละครั้ง	41
2.6	ผลแบบสอบถามผู้ที่เคยประสบปัญหาในการทานยาผิดเวลา	42
2.7	ผลแบบสอบถามผู้ที่เคยประสบปัญหาในการลืมทานยา	43
2.8	ผู้รับประทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่	43
2.9	สรุปผลจากแบบสอบถาม	45
4.1	ความถูกต้องของการบรรจุยารูปร่างกลมแบน	63
4.2	ความถูกต้องของการบรรจุยารูปร่างแบบแคปซูล	64
4.3	ความถูกต้องของการบรรจุยารูปร่างกลมแบนขนาดเล็ก	64
4.4	ความถูกต้องของการบรรจุยารูปร่างทรงแคปซูล	65
4.5	ความถูกต้องของการจ่ายยา	75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนในชีวิตประจำวันรวมทั้งผลิตภัณฑ์ประเภทหุ่นยนต์หรือแม้กระทั่งแอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นไม่เว้นแต่ละวันจึงทำให้ชีวิตของคนหลาย ๆ คนดำเนินไปได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเราจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาการรับประทานยาและนำมาประยุกต์เพื่อใช้กับเทคโนโลยีปัจจุบันโดยปัญหาดังที่กล่าวมานี้ก็คือการรับประทานยาที่ไม่ตรงเวลา, ลืมรับประทานยา และอาจจะมีการรับประทานยาที่ผิดประเภทด้วยเช่นกัน ปัญหาดังที่กล่าวมานี้ อาจจะนำมาสู่การออกฤทธิ์ที่ไม่เต็มประสิทธิภาพหรือแม้กระทั่งทำให้ผู้รับประทานยาเกิดอาการหรือมีผลข้างเคียงที่ตามมา ดังนั้นเราจึงได้คิดค้นเครื่องนี้ออกมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น เช่น การรับประทานยาตามเวลา ชนิดยา และจำนวนยาได้อย่างถูกต้องตามกำหนด โดยตัวเครื่องสามารถเก็บรักษายาได้ โดยเครื่องจ่ายยาอัจฉริยะจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมระบบจ่ายยาเพื่อให้จ่ายยาได้ตามวัตถุประสงค์ และใช้ Raspberry Pi 3 ในการเก็บค่าสถานะการรับประทานยาของผู้ใช้งานขึ้นหน้าเว็บไซต์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับประทานยาและขนาดยาโดยทั่วไปของกลุ่มผู้ใช้งาน
- 2) เพื่อช่วยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบพฤติกรรมการรับประทานยาของตนเองได้
- 3) เพิ่มความสะดวกในการใช้งานแก่ผู้ใช้งาน

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการสร้างเครื่องจ่ายยาอัจฉริยะ สำหรับคนทุพวิสัยซึ่งสามารถใช้งานได้ภายในบ้านโดยจะเป็นการทำงานร่วมกันทั้งสิ้น 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนบรรจุยา ส่วนจ่ายยา และส่วนช่วยเหลือผู้ใช้งานโดยรวมทั้งสิ้น 3 ส่วนนี้จะเป็นการทำงานร่วมกันของ บอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003a, สเต็ปมิ่งมอเตอร์ 28BJY-48 12V, Arduino Mega 2560 R3 และ Raspberry Pi 3

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญาานิพนธ์เรื่อง “เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ” มีจุดประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานรับประทานยาได้ตามกำหนดและเพื่อเก็บรักษายาให้อยู่ในที่ที่เหมาะสมโดยได้ทำการแบ่งตัวเครื่องเป็น 3 ส่วนนั่นก็คือ ส่วนลำเลียงยา ส่วนบรรจุและจ่ายยา และส่วนช่วยเหลือผู้ใช้งานซึ่งใช้ Arduino Mega 2560 R3 ในการสั่งการมอเตอร์ร่วมกับบอร์ดไดรฟ์มอเตอร์ ULN2003a เพื่อหมุนบรรจุยาและจ่ายยาซึ่งเป็นอุปกรณ์ในส่วนลำเลียงยากับส่วนบรรจุและจ่ายยา และในที่สุดท้ายซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยเหลือในการใช้งานเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติแก่ผู้ใช้งาน

2.1 อาดูยโน้ (Arduino)

Arduino (อาดูยโน้ หรือ อาดูยโน) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Opensource คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ตัวบอร์ด อาดูยโน้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความสะดวกในการใช้งานของบอร์ดอาดูยโน้ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขาสัญญาณของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

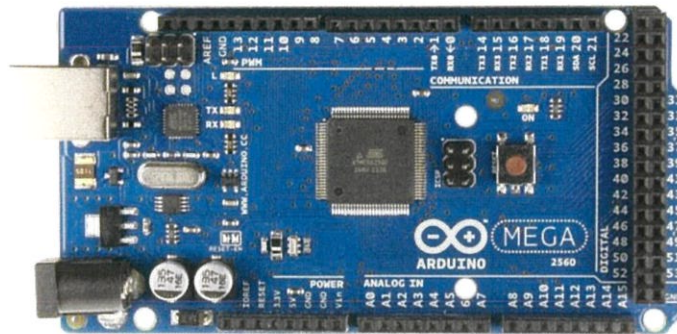
2.1.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของอาดูยโน้

บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ดอาดูยโน้ โดยบอร์ดอาดูยโน้เองก็มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ด หรือสเปก เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ, แรงดันไฟที่ใช้, ประสิทธิภาพของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น

ในส่วนของซอฟต์แวร์ของอาดูยโน้นั้นจะภาษา Arduino เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีรูปแบบทางภาษาแบบเดียวกับภาษา C/C++ ซึ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามรุ่นของบอร์ด โดยมีโปรแกรม Arduino IDE สามารถดาวน์โหลด

โพลดได้ฟรี เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino, คอมไพล์โปรแกรม (Compile) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload) ตัวอย่างที่นำมาใช้งานคือ Arduino Mega 2560 R3

2.1.2 Arduino Mega 2560 R3



รูปที่ 2.1 Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega 2560 R3 บอร์ดรุ่นใหญ่ในของตระกูลอาดูยโนมีคุณสมบัติต่าง ๆ เพิ่มขึ้นจาก Arduino Uno R3 ใช้ชิพ ATmega 2560 ที่มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB แรม 8 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา, Serial UART 4 ชุด, I²C 1 ชุด และ SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE และโปรแกรมผ่าน USB เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการบอร์ด Arduino ที่มีหน่วยความจำและขาสัญญาณต่าง ๆ ให้ต่อใช้งานมากขึ้นตัว Arduino Mega 2560 R3 สามารถประกอบขึ้นมาใช้เองหรือซื้อสำเร็จรูปมาก็มีจำหน่าย

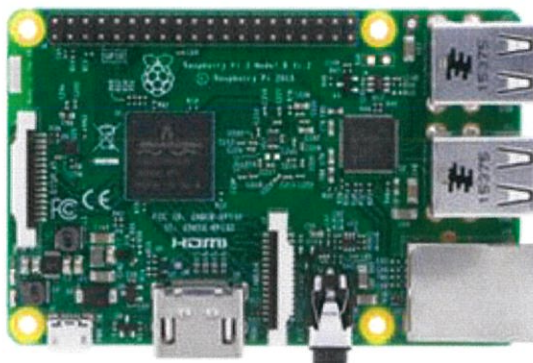
รายละเอียด Arduino Mega 2560 R3

1) ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega2560
2) แหล่งจ่ายไฟ	5V
3) ไฟเข้า (แนะนำ)	7-12V
4) ไฟเข้า (จำกัดไว้ที่)	6-20V
5) ขาดิจิตอล I/O	54 ขา (ขา 14 รองรับ เอาต์พุตแบบ PWM)
6) ขานาล็อกอินพุต	16 ขา
7) กระแสไฟฟ้า DC ต่อขา I/O	40 mA
8) Flash Memory	256 KB
9) SRAM	8 KB
10) EEPROM	4 KB

2.2 ราชเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)

ราชเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีราคาที่ถูกมาก ๆ เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปปกติ โดยราชเบอร์รี่พายทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่าง และสามารถต่อราชเบอร์รี่พายนี้เข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีที่รองรับ HDMI หรือถ้าไม่มีพอร์ต HDMI ก็สามารถต่อผ่านสายสัญญาณวิดีโอปกติได้เช่นกัน แต่ความละเอียดอาจจะต่ำกว่า นอกจากต่อจอแสดงผลแล้ว ราชเบอร์รี่พายนี้รองรับเมาส์และคีย์บอร์ดผ่าน USB port ปกติ เพราะฉะนั้นสามารถนำเมาส์และคีย์บอร์ดที่มีอยู่แล้วมาต่อได้เลยครับ ระบบจ่ายไฟของราชเบอร์รี่พายนั้นจะใช้สาย microUSB เพื่อเป็นสายจ่ายไฟ ในส่วนของซอฟต์แวร์ใช้แบบที่เป็น Opensource คือ Linux ดังนั้นระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ของราชเบอร์รี่พายจึงมีพื้นฐานมาจาก Linux แล้วพัฒนาต่อให้มี Graphic User Interface ที่คล้าย ๆ Windows ครอบลงไปอีกที ซึ่งราชเบอร์รี่พายมีขาสัญญาณ GPIO ทำให้สามารถเล่นกับเซนเซอร์ หรือส่งค่าออกไปติดต่อสั่งงานภายนอกได้แบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และสามารถทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์ได้ จะเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทั่ว ๆ ไปแต่ประสิทธิภาพอาจจะน้อยกว่าเพราะไม่มีฮาร์ดไดรฟ์ภายในตัว ขนาดใหญ่ ทำให้ต้องใช้ SD Card เพื่อบรรจุระบบปฏิบัติการแทน โดยตัวอย่างที่นำมาใช้งานคือ Raspberry Pi 3 Model B

2.2.1 Raspberry Pi 3 Model B



รูปที่ 2.2 Raspberry Pi 3 Model B

บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B จาก Raspberry Pi Foundation ใช้ซีพียู Broadcom BCM2837 64-bit Quad-Core ARM Cortex-A53 ARMv8 ความเร็ว 1.2 GHz มีหน่วยความจำ LPDDR 2 SDRAM ขนาด 1 GB ซีพ Broadcom BCM43438 เป็น Wi-Fi 802.11 b/g/n และ Bluetooth 4.1 พร้อมสายอากาศแบบชิปบนบอร์ด พอร์ตอื่น ๆ ประกอบด้วย USB 2.0 Host จำนวน 4 พอร์ต, Fast Ethernet RJ-45 10/100 Mbps 1 พอร์ต, HDMI 1 พอร์ต, Audio and Composite Video 3.5mm4-pole 1 พอร์ต, CSI Camera 1 พอร์ต, DSI Display 1 พอร์ต, Micro SD Card Slot 1 พอร์ต และ GPIO 40 ขา

รายละเอียดของ Raspberry Pi 3 Model B

- 1) ซีพียู Broadcom BCM2837 ทำงานที่ 1.2 GHz
- 2) สนับสนุนทั้งระบบ ARM GNU/Linux และ Windows 10 IoT
- 3) ใช้สาย microUSB สำหรับแหล่งจ่าย 2.5 A
- 4) พอร์ต 10/100 Ethernet จำนวน 1 พอร์ต
- 5) พอร์ต HDMI video/audio จำนวน 1 พอร์ต
- 6) พอร์ต RCA video/audio จำนวน 1 พอร์ต
- 7) พอร์ต USB 2.0 จำนวน 4 พอร์ต
- 8) ขา GPIO จำนวน 40 ขา
- 9) ใช้ชิปสายอากาศสำหรับรองรับ Wi-Fi และ Bluetooth 4.1

2.3 สเต็ปป์มอเตอร์

สเต็ปป์มอเตอร์ เป็นมอเตอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกนิยมนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายต่อ งานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ส่วนประกอบภายในหุ่นยนต์ หรือเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่ถูก ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น โดยสเต็ปป์มอเตอร์นั้นเป็นที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ ลักษณะการ ขับเคลื่อนจะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่องแต่มีลักษณะเป็นสเต็ป ในแต่ละสเต็ป จะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศาแล้วแต่ละโครงสร้างของมอเตอร์

2.3.1 ชนิดของสเต็ปป์มอเตอร์

2.3.1.1 แบ่งตามโครงสร้างของสเต็ปป์มอเตอร์

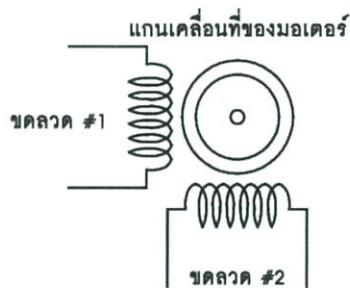
1) แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet หรือ PM) สเต็ปป์ มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรจะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลาย ๆ โพล โดยมีโรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อยและโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวรเพื่อป้อนไฟฟ้ากระแสตรง ให้กับสเตเตอร์จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักโรเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุน มอเตอร์แบบแม่เหล็ก ถาวรจะเกิดแรงฉุดยัดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม้จะไม่ได้ป้อนไฟฟ้าเข้าขดลวด

2) แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (Variable Reluctance หรือ VR) สเต็ปป์มอเตอร์แบบแปรค่ารีลักแตนซ์จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระแม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้โร เตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติกกำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก โดยจะมี ความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ไปในเส้นทางของ อำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนซ์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้ หลาย ๆ จุด ดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่าง ๆ ในมอเตอร์แตกต่างกันไปก็ทำให้มอเตอร์หมุนไป ตำแหน่งต่าง ๆ กันโรเตอร์ของสเต็ปป์มอเตอร์แบบแปรค่ารีลักแตนซ์จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์ น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3) แบบผสม (Hybrid หรือ H) สเต็ปป์มอเตอร์แบบผสมจะเป็น ลูกผสมของแบบแม่เหล็กถาวรกับแบบแปรค่ารีลักแตนซ์ โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ในแบบแปร ค่ารีลักแตนซ์ โรเตอร์มีหมวกหุ้มปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุม ขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุมการหมุนน้อยครั้งและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิด สูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยัดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ

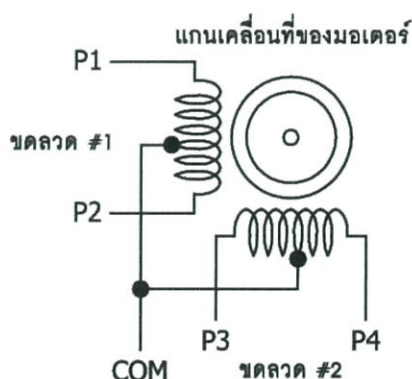
2.3.1.2 แบ่งตามลักษณะของการพันขดลวดบนสเตเตอร์

1) สเต็ปป์มอเตอร์แบบไบโพลาร์ (Bipolar) มีลักษณะการพันขดลวดของมอเตอร์แสดงในรูปที่ แบ่งออกเป็น 2 ขดที่ไม่มีแท่งกลาง ทำให้บางครั้งจึงเรียก สเต็ปป์มอเตอร์แบบนี้ว่าเป็นสเต็ปป์มอเตอร์แบบ 2 เฟส การขับให้มอเตอร์แบบนี้หมุนจะต้องป้อนแรงดันต่างขั้วกันให้แก่ขดลวดแต่ละขด ทำให้วงจรขับสเต็ปป์มอเตอร์แบบนี้ค่อนข้างซับซ้อน



รูปที่ 2.3 ลักษณะการพันขดลวดสเต็ปป์มอเตอร์แบบไบโพลาร์

2) สเต็ปป์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) มีลักษณะการพันขดลวดของมอเตอร์แสดงในรูปที่มีด้วยกัน 2 แบบคือ แบบ 5 และ 6 สาย บางครั้งเรียก สเต็ปป์มอเตอร์แบบนี้ว่าเป็น สเต็ปป์มอเตอร์แบบ 4 เฟส การขับจะต้องป้อนสัญญาณเข้าที่ขั้วหรือเฟสของมอเตอร์ให้เรียงลำดับอย่างถูกต้อง มอเตอร์จึงจะสามารถหมุนได้อย่างราบรื่น สเต็ปป์มอเตอร์แบบนี้มีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ แต่ละขดแบ่งเป็น 2 เฟส รวมมอเตอร์ทั้งตัวจะมี 4 เฟส คือ เฟส 1, 2, 3 และ 4 มีการต่อสายออกมาจากขดลวดแต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยง ทำให้สเต็ปป์มอเตอร์แบบนี้มีทั้งแบบ 5 สายและ 6 สาย ถ้าเป็นแบบ 5 สาย จะเป็นการนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้งสองมาต่อรวมกันเป็นสายเดียว



รูปที่ 2.4 ลักษณะการพันขดลวดสเต็ปป์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

2.3.1.3 แบ่งตามขนาดมาตรฐานของสเต็ปิ่งมอเตอร์

สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนทางไฟฟ้าแห่งชาติหรือ NEMA (National Electrical Manufacturer's Association) ได้มีการกำหนดมาตรฐานขนาดของสเต็ปิ่งมอเตอร์ขึ้น เพื่อให้การเลือกใช้งานสเต็ปิ่งมอเตอร์เป็นสากล

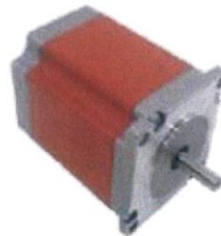
1) รูปลูกบาศก์ (Cube) มีด้วยกัน 4 ขนาดคือ NEMA 14, 15, 16 และ 17 โดยสเต็ปิ่งมอเตอร์แบบรูปลูกบาศก์จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุน 0.197 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลางของร่องแกน 0.866 นิ้ว ซึ่งจะมีจำนวนสเต็ปต่อรอบ 200 หรือ 400 (1.8 องศาต่อสเต็ป หรือ 0.9 องศาต่อสเต็ป)

2) ทรงกระบอก (Cylinder) มีขนาดเดียวคือ NEMA 23 โดยสเต็ปิ่งมอเตอร์แบบทรงกระบอกจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุน 0.25 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลางของร่องแกน 1.5 นิ้ว ซึ่งจะมีจำนวนสเต็ปต่อรอบ 200 (1.8 องศาต่อสเต็ป)

3) ทรงกระป๋องซ้อน (Stack can) สเต็ปิ่งมอเตอร์ที่มีรูปร่างแบบนี้จะมีขนาดที่ไม่แน่นอน แต่ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กคือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว และจะไม่มีร่องแกน ซึ่งจะมีจำนวนสเต็ปต่อรอบ 24 หรือ 48 (15 องศาต่อสเต็ป หรือ 7.5 องศาต่อสเต็ป) โดยสเต็ปิ่งมอเตอร์แบบทรงกระป๋องซ้อนนั้นที่ปลายแกนหมุนมักจะติดตั้งเฟืองเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนต่อไป



รูปที่ 2.5 สเต็ปิ่งมอเตอร์แบบรูปลูกบาศก์



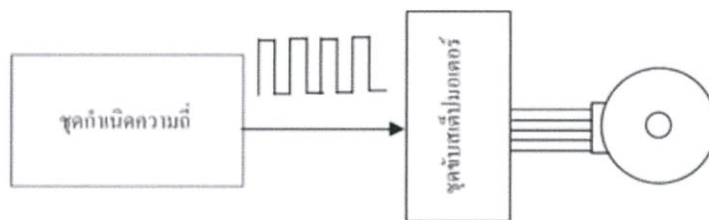
รูปที่ 2.6 สเต็ปิ่งมอเตอร์แบบทรงกระบอก



รูปที่ 2.7 สเต็ปิ่งมอเตอร์แบบทรงกระป๋องซ้อน

2.3.2 การขับสตีปิ้งมอเตอร์

การขับสตีปิ้งมอเตอร์จะต้องมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณเพื่อส่งไปยังวงจรขับสตีปิ้งมอเตอร์อีกทีหนึ่ง การสร้างสัญญาณนั้นจะต้องสร้าง และเรียงลำดับของสัญญาณด้วย และยังต้องดูตำแหน่งของสายที่ต่อเข้ากับตัวสตีปิ้งอีกด้วย ไม่เหมือนกับมอเตอร์กระแสตรง ถ้าเป็นตัวเล็ก ๆ ที่ใช้ในการทดลองทั่วไปจะต่อสายเข้ากับตัวมอเตอร์แบบนี้โดยตรงได้เลย ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของสตีปิ้งมอเตอร์คือ ชิดจำกัดในความเร็ว โดยที่ตัวสตีปิ้งมอเตอร์จะไม่สามารถหมุนเร็วมาก ๆ ได้แต่สามารถทำให้หมุนช้า ๆ ได้



รูปที่ 2.8 การขับสตีปิ้งมอเตอร์

ในการควบคุมสตีปิ้งมอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุน มีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่ง่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ในแต่ละเฟสของสตีปิ้งมอเตอร์อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้าหากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใด ๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้น ๆ เป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟสของของสตีปิ้งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

2.3.2.1 การกระตุ้นเฟส แบบฟูลสตีปมอเตอร์ (Full Step Motor) ยังสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก 2 วิธีด้วยกัน คือ

1) การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสตีป 1 เฟส (Single-Phase Driver) หรือแบบเวฟ จะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวดของสตีปิ้งมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแสที่ไหลในขดลวดจะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสตีปิ้งมอเตอร์มีน้อย

2) การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสตีป 2 เฟส (Two-Phase Driver) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสตีปิ้งมอเตอร์พร้อม ๆ กันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

ตารางที่ 2.1 ฟลูสเต็ม 1 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

ตารางที่ 2.2 ฟลูสเต็ม 2 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

2.3.2.2 การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step Motor) หรือ one-two phase Driver คือการกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ม 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้เราจะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของสเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียว ของแบบฟลูสเต็ม 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

ตารางที่ 2.3 ฮาล์ฟสเต็ป

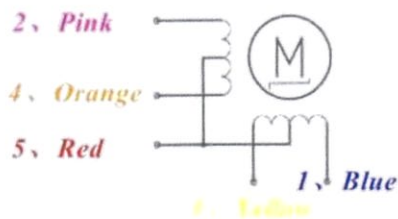
สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

2.3.3 สเต็ปป์มอเตอร์ 28BJY-48 12V



รูปที่ 2.9 สเต็ปป์มอเตอร์ 28BJY-48

สเต็ปป์มอเตอร์ 28BJY-48 12V เป็นสเต็ปป์มอเตอร์แบบทรงกระบอกป้องกัน โดยมี การพันขดลวดบนสเตเตอร์แบบยูนิโพลาร์ ซึ่งลักษณะภายนอกจะมีสายสัญญาณ 5 สาย 4 เฟส ใช้ งานร่วมกับบอร์ดไดรฟ์มอเตอร์ ULN2003a โดยสเต็ปป์มอเตอร์ 28BJY-48 สามารถต่อ สายสัญญาณกับบอร์ดไดรฟ์มอเตอร์ ULN2003a ได้โดยตรงเลย และสเต็ปป์มอเตอร์ 28BJY-48 เป็นสเต็ปป์มอเตอร์ที่ถูกนิยมนำมาใช้งานเพราะมีราคาถูก และสามารถใช้งานร่วมกับบอร์ดไดรฟ์ มอเตอร์ ULN2003a ได้ทันทีไม่จำเป็นต้องสร้างวงจรขับสเต็ปป์มอเตอร์เอง

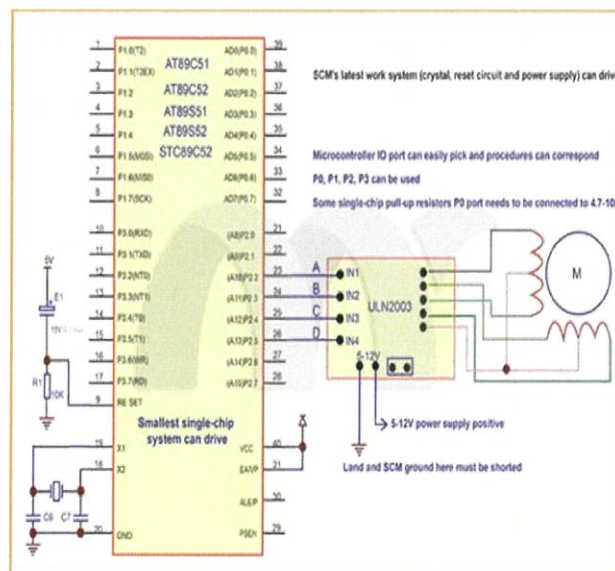


รูปที่ 2.10 รายละเอียดคอนเน็คเตอร์ของสเต็ปป์มอเตอร์สำหรับต่อใช้งาน

บอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003a ชูนี้้ง่ายต่อการใช้งานควบคุมสเต็ปมอเตอร์ โดยต่อระหว่างสเต็ปมอเตอร์กับบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003a กับขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ของบอร์ด Raspberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC สามารถรองรับการใช้งานร่วมกับสเต็ปมอเตอร์สูงสุด 12 VDC โดยมีการควบคุมหรือสั่งงานด้วยแรงดันระดับ TTL และมี LED แสดงสถานะการทำงาน A, B, C, D

รายละเอียดบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003a

- 1) ไฟเลี้ยงบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ VCC = 5-12 VDC
- 2) ULN2003a ใช้ขับไดร์ฟเวอร์ Stepper motor ที่มีพลังงานสูง
- 3) มี LED แสดงสถานะการทำงาน A, B, C, D LED 4 เฟส บ่งบอกการทำงาน
- 4) ไดรฟ์สเต็ปมอเตอร์ 5-12VDC ได้ 1 channel
- 5) สั่งงานด้วยระดับแรงดัน TTL
- 6) รองรับมอเตอร์ 5-12 VDC บอร์ดขนาด 3.2cm. (กว้าง) x 3.5cm. (ยาว) x 1.0cm. (สูง)



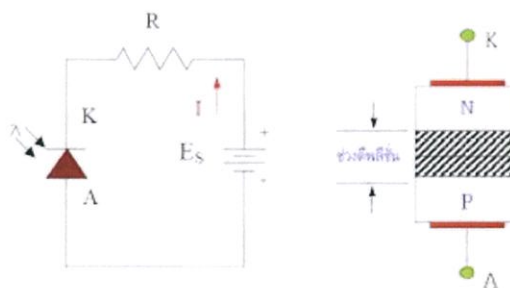
รูปที่ 2.14 การต่อใช้งานสเต็ปมอเตอร์และบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์ ULN2003a

2.4 เซ็นเซอร์แสง

เซ็นเซอร์แสง (Optical Sensor) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน หรือการนำไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวมันได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ โดยเซ็นเซอร์แสงนี้จะประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำ ซึ่งอาจจะนำมาเชื่อมต่อให้เกิดเป็นรอยต่อ หรือเป็นเนื้อสารกึ่งตัวนำอย่างเดียวกันก็ได้ มีหลายชนิดดังนี้

2.4.1 โฟโตไดโอด (Photo Diode)

โฟโตไดโอด (Photo Diode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส โฟโตไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบคือ แบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด ในการรับใช้งานจะต้องต่อโฟโตไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ โฟโตไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เมื่อโฟโตไดโอดได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มาตกกระทบมีความยาวคลื่นหรือแลมด้าที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจรจะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ ลักษณะทั่วไปขณะไบอัสตรง (Forward Bias) จะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดาคือยอมให้กระแสไหลผ่านได้

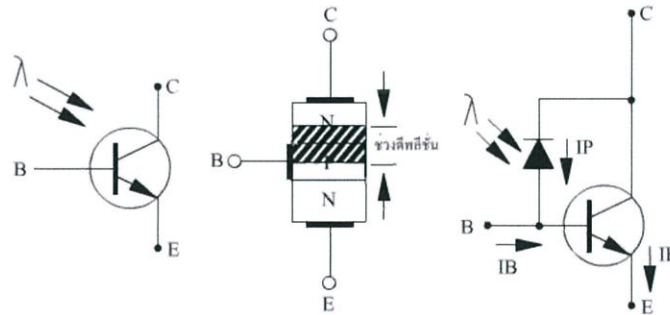


รูปที่ 2.15 โครงสร้างของโฟโตไดโอด

2.4.2 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistors)

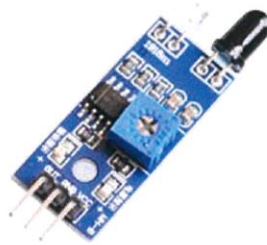
โฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยแสง ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาจากทรานซิสเตอร์ธรรมดานำมาใช้งานแทนโฟโตไดโอดได้ โดยโฟโตทรานซิสเตอร์มีข้อดีกว่าโฟโตไดโอด ที่เวลาการทำงานสามารถขยายสัญญาณที่ส่งออกเอาต์พุตได้ มีความไวต่อแสงมากทั้งที่มีแสงส่องมากกระทบเพียงเล็กน้อย โดยโครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์จะประกอบด้วยโฟโตไดโอด ซึ่งต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ในการใช้งาน

โฟโตทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบส-อิมิตเตอร์ (Base-Emitter) จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อนี้เองเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์

2.4.3 โมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุทึดขวาง



รูปที่ 2.17 โมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุทึดขวาง

เซ็นเซอร์แสง คืออุปกรณ์ที่นำโฟโตไดโอดหรือโฟโตทรานซิสเตอร์ มารวมเข้ากับวงจรควบคุมภายใน เพื่อใช้สำหรับความถี่สูงโดยเฉพาะเซ็นเซอร์แสงนั้น จะตอบสนองกับแสงอินฟราเรดเท่านั้น ใช้งานร่วมกับ LED อินฟราเรด นิยมใช้ส่งข้อมูลที่อยู่ในระยะไกล เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้งาน IR Sensor ก็จำพวก โทรทัศน์, เครื่องเล่น, DVD, วิทยุในรถยนต์ หรือกล้องรับดาวเทียม เป็นต้น

รายละเอียดของโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุทึดขวาง

- 1) แรงดันไฟฟ้า : 3.3 – 5 VDC
- 2) ระยะเวลาตรวจจับ : สามารถปรับระยะเวลาตรวจจับได้โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา จะลดระยะเวลาตรวจจับ แต่ถ้าหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเพิ่มระยะเวลาตรวจจับ
- 3) ตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด : LED เป็นตัวยิงอินฟราเรด
- 4) ตัวรับสัญญาณอินฟราเรด : รับสัญญาณอินฟราเรดจากตัวสร้างแสงอินฟราเรด

2.5 โมดูลนาฬิกา DS3231 + AT24C32



รูปที่ 2.18 โมดูลนาฬิกา DS3231 + AT24C32

โมดูลนาฬิกา คืออุปกรณ์ที่ให้ค่าเวลาตามจริงซึ่งทำงานโดยการจับสัญญาณนาฬิกาที่ได้มาจาก Crystal ทำหน้าที่ในการบันทึกเวลาอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงมาที่ตัวบอร์ดตัวเวลาก็ยังคงนับได้ต่อ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลามาตั้งเวลาใหม่หลังจากที่หยุดจ่ายไฟเลี้ยง โมดูลนาฬิกาจำเป็นอย่างยิ่งกับการใช้งานที่ต้องมีการบันทึกเวลา เช่น อุปกรณ์ Data logger ดังนั้นในการประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเวลาที่แม่นยำ และเป็นเวลาตามนาฬิกาที่บอก วันที่ เดือน ปี ชั่วโมง นาที วินาที ก็เลยจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จับเวลาแยกซึ่งก็ทำให้ต้องมีสัญญาณนาฬิกาจาก Crystal แยกต่างหากด้วย

รายละเอียดสำคัญของ โมดูลนาฬิกา DS3231 + AT24C32

- 1) ใช้แรงดันไฟเลี้ยงในช่วง +2.5V ไปจนถึง +5.5V
- 2) ใช้แบตเตอรี่สำรองได้ แรงดันในช่วง (VBAT) +2.5V ไปจนถึง +5.5V
- 3) ใช้พลังงานต่ำดังนั้นเมื่อปิดแรงดันไฟเลี้ยง VCC สามารถทำงานต่อเนื่องได้โดยใช้แรงดันไฟเลี้ยง VBAT ได้โดยอัตโนมัติ
- 4) ใช้ตัวถังแบบ SO (Small Outline) จำนวน 16 ขา
- 5) เชื่อมต่อแบบบัส I2C (สัญญาณ SDA และ SCL) และใช้ความเร็วได้ถึง 400kHz
- 6) ภายในมีวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (crystal oscillator) ความถี่ 32kHz
- 7) สามารถตั้งค่าการแจ้งเตือนเลือกได้จาก 2 ชุด และ สร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์ได้
- 8) สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ ให้ข้อมูลดิจิทัลแบบ 10 บิต (2's complement) ความละเอียด 0.25°C แต่มีความแม่นยำ $\pm 3^{\circ}\text{C}$

2.6 บอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัลเซอร์ YL-44



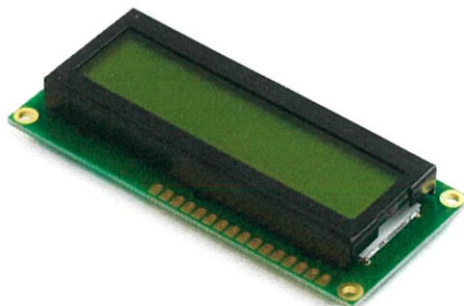
รูปที่ 2.19 บอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัลเซอร์ YL-44

บัลเซอร์คือ ลำโพงแบบแม่เหล็ก หรือแบบเปียโซที่มีวงจรถูกกำเนิดความถี่ (oscillator) อยู่ภายในตัว ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 – 5 V สามารถสร้างเสียงเตือนหรือส่งสัญญาณที่เป็นรูปแบบต่าง ๆ ตัวอย่างการใช้งานบัลเซอร์ เช่น เสียงบีบที่อยู่ในคอมพิวเตอร์ก็ใช้บัลเซอร์ในการส่งสัญญาณให้ทราบสถานะของคอมพิวเตอร์ ให้ทราบว่ามีปัญหาอะไรบอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัลเซอร์ YL-44 สามารถส่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรงผ่านขาสัญญาณ

รายละเอียดของบอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัลเซอร์ YL-44

- 1) บอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัลเซอร์ใช้ทรานซิสเตอร์ 9012
- 2) แรงดันที่ใช้ 3.3V-5V
- 3) มีรูเกลียวถาวรสำหรับการติดตั้งง่าย
- 4) ขนาดของบอร์ดคือ : 3.3cm x 1.3cm

2.7 จอ Liquid Crystal Display (LCD)



รูปที่ 2.20 จอ Liquid Crystal Display (LCD)

จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นอุปกรณ์จอภาพแบบแบน บาง สร้างขึ้นจาก พิกเซลสี หรือพิกเซลโมโนโครมจำนวนมาก ที่เรียงอยู่ด้านหน้าของแหล่งกำเนิดแสง หรือตัวสะท้อนแสง นับเป็นจอภาพที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยมาก ด้วยเหตุนี้ จึงเหมาะสำหรับการใช้งานที่มีแหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรี่แต่ละพิกเซลของจอผลึกเหลว นั้นประกอบด้วยชั้นโมเลกุลผลึกเหลวที่แขวนลอยอยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงสองขั้ว ที่ทำด้วยวัสดุอินเดียมทินออกไซด์ (Indiumtinoxide) และฟิลเตอร์แบบโพลาริซสองตัว แกนโพลาริซของฟิลเตอร์นั้นจะตั้งฉากกัน เมื่อไม่มีผลึกเหลวอยู่ระหว่างกลาง แสงที่ผ่านทะลุตัวกรองตัวหนึ่งก็จะถูกกั้นด้วยตัวกรองอีกตัวหนึ่งก่อนที่มีการจ่ายประจุไฟฟ้าเข้าไป โมเลกุลผลึกเหลวจะอยู่ในสภาวะไม่เป็นระบบ (chaotic state) ประจุบนโมเลกุลเหล่านี้ทำให้โมเลกุลทั้งหลายปรับเรียงตัวตามร่องขนาดเล็กจิ๋วบนขั้วอิเล็กโตรด ร่องบนขั้วทั้งสองวางตั้งฉากกัน ทำให้โมเลกุลเหล่านี้เรียงตัวในลักษณะโครงสร้างแบบเกลียว หรือไขว้ (ผลึก) แสงที่ผ่านทะลุตัวกรองตัวหนึ่ง จะถูกหมุนปรับทิศทางเมื่อมันผ่านทะลุผลึกเหลว ทำให้มันผ่านทะลุตัวกรองโพลาริซตัวที่สองได้ แสงครึ่งหนึ่งถูกดูดกลืนโดยตัวกรองโพลาริซตัวแรก แต่อีกครึ่งหนึ่งผ่านทะลุตัวกรองอีกตัวเมื่อประจุไฟฟ้าถูกจ่ายไปยังขั้วไฟฟ้า โมเลกุลของผลึกเหลวก็ถูกถึงขนานกับสนามไฟฟ้า ทำให้ลดการหมุนของแสงที่ผ่านเข้าไป หากผลึกเหลวถูกหมุนปรับทิศทางโดยสมบูรณ์ แสงที่ผ่านทะลุก็จะถูกปรับโพลาริซให้ตั้งฉากกับตัวกรองตัวที่สอง ทำให้เกิดการปิดกั้นแสงโดยสมบูรณ์ พิกเซลนั้นก็จะมีมืด จากการควบคุมการหมุนของผลึกเหลวในแต่ละพิกเซล ทำให้แสงผ่านทะลุได้ในปริมาณต่าง ๆ กัน ทำให้พิกเซลมีความสว่างแตกต่างกันไปโดยปกติ การปรับฟิลเตอร์โพลาริซเพื่อพิกเซลโปร่งแสง เมื่อพิกตัว และทึบแสงเมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม บางครั้งก็เกิดผลตรงกันข้าม สำหรับแอปพลิเคชันพิเศษ

จอ Liquid Crystal Display (LCD) มี 2 ประเภท คือแบบแสดงผล (Character LCD) เป็นตัวอักษร ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้วและแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ (Graphic LCD) ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น จอ LCD 16x2 Character ที่นิยมวางจำหน่ายจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ แบบปกติที่เชื่อมต่อแบบขนาน และ LCD แบบที่เชื่อมต่ออนุกรมแบบ I²C โดยทั้ง 2 แบบตัวจอลักษณะเดียวกันเพียงแต่แบบ I²C จะมีบอร์ดเสริมทำให้สื่อสารแบบ I²C ได้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้นโดยองค์ประกอบสำคัญของจอ Liquid Crystal Display (LCD) ทั้ง 4 ประเภทมีดังนี้

1) จอ Liquid Crystal Display (LCD) แบบดอตเมตริกซ์ (Dot Matrix LCD) เป็นตัวแสดงผลให้เห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงก็คือ ส่วนที่เป็นกระจกบรรจุผลึก

2) ไดรฟ์เวอร์ (Driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับผลึก LCD อีกทางหนึ่ง โดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ คือ HD44780 ซึ่งใช้ในแบบ Character LCD ส่วน HD61830 จะใช้ในแบบ Graphic LCD

3) HD44780 เป็นไอซี LSI ตัวหนึ่งใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผลในรูปของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตัวมันเองสามารถต่อใช้งานได้ 4 บิต หรือ 8 บิต โดยถ้าต่อแบบ 4 บิตจะต่อใช้งานที่ DB7-DB4 เท่านั้น โดยข้อมูลครั้งแรกที่ส่งนั้น HD44780 จะถือว่าเป็นข้อมูลที่ส่งต่อมานั้นเป็นข้อมูล 4 บิตล่าง

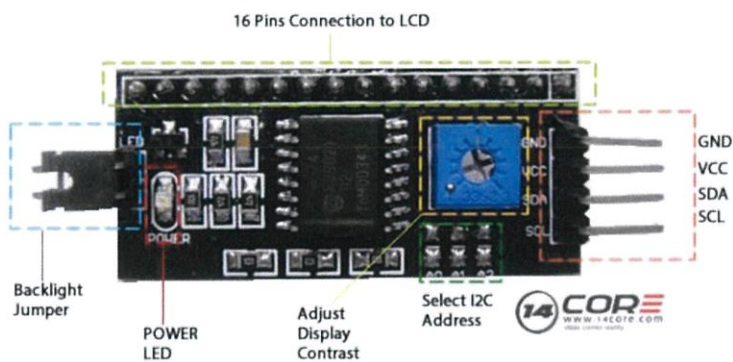
4) ส่วนของการทำงานของคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงานที่มาจากส่วนต่าง ๆ ร่วมกัน ทั้งหมดจึงถูกเรียกว่า แอลซีดีโมดูล โดยบางรุ่นอาจจะมีส่วนของแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผล หรือที่เรียกว่า แบ็กไลท์ (Backlight) เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้ามา



รูปที่ 2.21 ขาเชื่อมต่อ 16 ขาของจอ Liquid Crystal Display (LCD)

Pin No	Symbol	Description
1	VSS/GND	Ground
2	VDD	+5VDC
3	VO/VEE	LCD Control สำหรับปรับความเข้มของตัวอักษร
4	RS	Register Select เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกเขียนอ่านข้อมูลในรีจิสเตอร์
5	RW	Read/Write เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกโหมดเขียนหรืออ่านข้อมูล
6	E/EN	Enable เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณ Pulse เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูล
7	DB0	Data Pins 8-Bit
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	A	(LED+) เป็นขา V _{CC} สำหรับ LED backlight (5V)
16	K	(LED-) เป็นขา G _{nd} สำหรับ LED backlight (G _{nd})

รูปที่ 2.22 รายละเอียดของจอ Liquid Crystal Display (LCD)



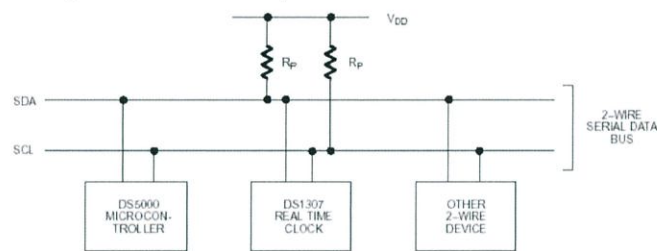
รูปที่ 2.23 ภาพรายละเอียดของ I²C สำหรับเชื่อมต่อจอ Liquid Crystal Display (LCD)

Pin No	Symbol	Description
1	GND	Ground
2	VCC	+5VDC
3	SDA	Serial Data
4	SCL	Serial Clock

รูปที่ 2.24 รายละเอียดของ I²C สำหรับเชื่อมต่อจอ Liquid Crystal Display (LCD)

2.8 Inter Integrate Circuit Bus (I²C)

I²C ย่อมาจาก Inter-IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซี โดย บัส I²C พัฒนาเพื่อต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อ สั้งงาน และควบคุมด้วยสายสัญญาณ เพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้กำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของ อุปกรณ์บนบัส I²C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัว ขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรส หรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้ รหัสข้อมูลและการกำหนดสถานะลอจิก ที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว สายข้อมูลบนบัส I²C คือ สายข้อมูลอนุกรม หรือ SDA (Serial Data line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกาคือ สายสัญญาณ นาฬิกาอนุกรม หรือ SCL (Serial Clock line)



รูปที่ 2.25 ลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I²C

2.8.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I²C

สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง (bi-directional line) ต้องมีการต่อ ตัวต้านทานพูลอัพกับแรงดัน +5V ไว้ตลอดเวลา เพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อ ใช้งาน ทั้งยังช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาต์พุตของ อุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C ต้องเป็นวงจรทรานซิสเตอร์เปิด (Open-drain) หรือ คอลเล็กเตอร์เปิด (Open-collector) อัตราการถ่ายเทข้อมูลบนบัส I²C สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดปกติ และ สูงถึง 400 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดความเร็วสูง อุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C จะต้องมีความจุไฟฟ้ารวมที่ เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400pf การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I²C ใช้ข้อมูลสำหรับการ เข้าถึงสองค่าคือ 7 บิต (7-bit addressing) หรือ 10 บิต (10-bit addressing)

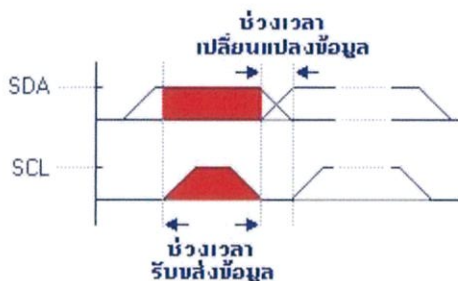
2.8.2 หลักการของบัส I²C

บัส I²C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้นคือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส เพื่อให้ทราบว่า ขณะนี้ อุปกรณ์ใดติดต่อกันอยู่ และอุปกรณ์ใดเป็นตัวรับหรือส่ง โดยอุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูลเรียกว่า ตัวส่ง (transmitter) และอุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (receiver) อุปกรณ์บนบัส I²C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I²C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งอย่างเดียว ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการติดต่อบนบัส I²C เรียกว่า มาสเตอร์ (master) และอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้าไปบนบัส I²C เรียกว่า สเลฟ (slave)

2.8.3 สถานะที่เกิดขึ้นบนบัส I²C

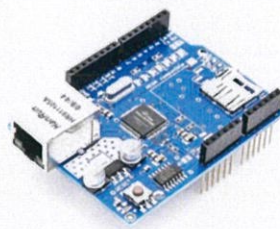
- 1) บัสว่าง (bus not busy) สถานะนี้เกิดขึ้นเมื่อ สถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL มีลอจิกสูงทั้งคู่ ซึ่งก็คือการถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้
- 2) เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงลอจิกจากสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสถานะนี้ว่า สถานะเริ่มต้น (START)
- 3) ข้อมูลดำรงอยู่บนบัส (data valid) สถานะนี้เกิดขึ้นถัดจากสถานะเริ่มต้น โดยสถานะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด เมื่อสาย SCL มีลอจิกสูง สถานะที่สาย SDA ต้องคงที่ เพื่อให้อุปกรณ์รับข้อมูลในจังหวะนั้นว่า เป็น "0" หรือ "1" ข้อมูลอาจเกิดความเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลอย่างสมบูรณ์ สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอดช่วงเวลาที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่นั้น อุปกรณ์มาสเตอร์ที่ควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลจะแปลความหมายเป็นสถานะหยุด หรือ สถานะเริ่มต้นก็ได้ ทำให้ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดเกิดความผิดพลาดเกิดขึ้น
- 4) รับรู้ข้อมูล (acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากการถ่ายทอดข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิตเรียกว่า บิตรับรู้ (acknowledge bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูง หลังการส่งข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา อุปกรณ์สเลฟที่ถูกอ้างอิงในการติดต่อ หรือ กำลังติดต่อยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำเพื่อตอบสนองให้ทราบว่า ได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

5) หยุดการถ่ายทอดข้อมูล (stop data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูงเรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะหยุด (STOP)



รูปที่ 2.26 การรับส่งบิตข้อมูลของ I²C

2.9 โมดูลอีเทอร์เน็ต W5100 (Ethernet Shield W5100)



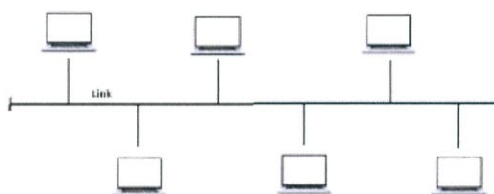
รูปที่ 2.27 โมดูลอีเทอร์เน็ต W5100

โมดูลอีเทอร์เน็ต W5100 (Ethernet Shield W5100) เป็นบอร์ดที่ออกแบบมาเพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระบบสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ไม่มีพอร์ตอีเทอร์เน็ตกับโครงข่ายอีเทอร์เน็ตโดยบอร์ดนี้จะใช้ชิพ Ethernet Controller เบอร์ W5100 ซึ่งข้อดีของชิพนี้ คือ มี Hardwired TCP/IP stack ในชิพเลย ไม่จำเป็นต้องเขียนซอฟต์แวร์ TCP/IP stack ภายนอกอีก รองรับการทำงานต่อ TCP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMP, PPPoE และ อีเทอร์เน็ต ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นและไม่เปลืองทรัพยากรของระบบ

2.10 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบเชื่อมโยงระยะใกล้ (Local Area Network)

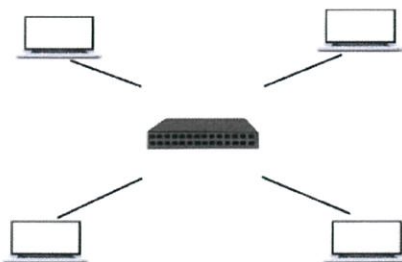
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบเชื่อมโยงระยะใกล้ (Local Area Network , LAN) เป็นระบบเครือข่ายแบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในระยะจำกัด เช่น ในอาคารเดียวกัน หรือ บริเวณเดียวกันที่สามารถลากสายถึงกันได้โดยตรง ส่วนมากจะใช้สายเคเบิลหรือที่เรียกกันว่า สายแลน (LAN cable) เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ อัตราเร็วของเครือข่ายแลนอยู่ที่ระหว่าง 1-100 Mbps โดยความเร็วข้อมูลขึ้นอยู่กับตัวกลางสายส่งที่ใช้ เทคนิคการส่งสัญญาณ และข้อกำหนดของผู้ให้บริการเน็ตเวิร์ค ซึ่งการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบเชื่อมโยงระยะใกล้มี 3 รูปแบบ

1) การเชื่อมต่อแบบบัส (Bus topology) มีการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 10-100 Mbps จะเชื่อมต่อกันบนสายสัญญาณเส้นเดียวกันโดยจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า T-Connector เป็นตัวแปลงสัญญาณข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ และ Terminator ในการปิดหัวท้ายของสายในระบบเครือข่ายเพื่อดูดซับข้อมูลไม่ให้เกิดการสะท้อนกลับของสัญญาณ



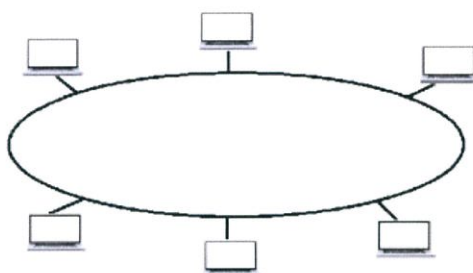
รูปที่ 2.28 การเชื่อมต่อแบบบัส

2) การเชื่อมต่อแบบดาว (Star topology) เป็นระบบที่มีเป็นการต่อแบบรวมศูนย์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต่อสายเข้าไปที่อุปกรณ์ที่เรียกว่า ฮับ (Hub) หรือ สวิตช์ (Switch) โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า ฮับ หรือ สวิตช์ จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางที่ทำหน้าที่กระจายข้อมูล โดยข้อดีคือ หากสายสัญญาณเกิดขาดในคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง เครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ จะสามารถใช้งานได้ปกติ แต่หากศูนย์กลางคือ ฮับ หรือ สวิตช์ เกิดเสียจะทำให้ระบบทั้งระบบไม่สามารถทำงานได้ทั้งระบบ



รูปที่ 2.29 การเชื่อมต่อแบบดาว

3) การเชื่อมต่อแบบวงแหวน (Ring topology) เป็นระบบที่มีการส่งข้อมูลไปในทิศทางเดียวกันโดยจะมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ หรือ สวิตช์ ในการปล่อย โทเคน (Token) เพื่อตรวจสอบว่ามีเครื่องคอมพิวเตอร์ใดต้องการส่งข้อมูลหรือไม่และระหว่างการส่งข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้องทำการรอให้ข้อมูลก่อนหน้านั้นถูกส่งให้สำเร็จเสียก่อน



รูปที่ 2.30 การเชื่อมต่อแบบวงแหวน

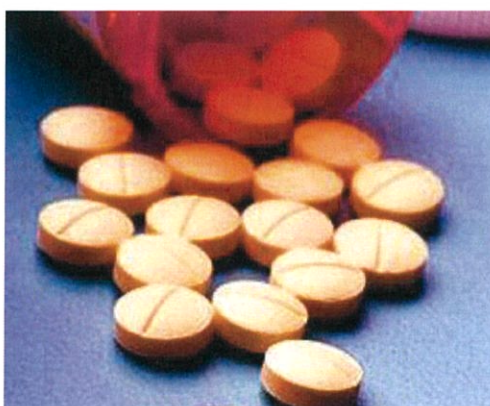
2.10.1 อีเทอร์เน็ต (Ethernet)

อีเทอร์เน็ต (Ethernet) เป็นเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เป็นฐานหลักของเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งหมดในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีแลนที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เทคโนโลยีนี้ได้ถูกพัฒนาและปรับปรุงภายใต้ความดูแลรับผิดชอบของ IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineer) โดยอีเทอร์เน็ตจะใช้เทคนิคในการรับส่งข้อมูลที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) คือการส่งข้อมูลครั้งหนึ่ง ๆ จะกระทำได้ครั้งละคนเท่านั้น หากมีการส่งข้อมูลมากกว่า 1 คนพร้อม ๆ กันจะทำให้ข้อมูลชนกันและนำมาใช้ไม่ได้ ซึ่งเหตุการณ์นี้เรียกว่าการเกิดการชน (Collision) ซึ่งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ จะมีความสามารถในการตรวจสอบการเกิดการชน หรือก็คือการตรวจจับการชน (Collision Detection) และเมื่อเกิดการชนขึ้นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แต่ละชิ้นนั้นจะต้องมีการหยุดรอเพื่อส่งข้อมูลใหม่ โดยช่วงระยะเวลาที่แต่ละคนต้องหยุดรอเพื่อส่งข้อมูลใหม่นั้นจะอาศัยการคำนวณทางสถิติแบบสุ่ม (Random) ซึ่งโอกาสที่จะกลับมาส่งข้อมูลพร้อมกันอีกจึงมีน้อยมาก หากเกิดการชนขึ้นอีก ก็ใช้วิธีหยุดรอเพื่อส่งข้อมูลใหม่ตามขั้นตอนที่ผ่านมานั่นเอง นอกจากนี้เพื่อลดโอกาสการเกิดการชน อุปกรณ์คอมพิวเตอร์จึงมีความสามารถในการตรวจสอบว่าปัจจุบันมีใครกำลังส่งข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้ามีจะไม่ส่งข้อมูลเข้าไปรบกวน

2.11 รูปร่างของยา

2.11.1 ยาเม็ด (Tablets)

ยาเม็ด (Tablets) มีทั้งชนิดเม็ดไม่เคลือบและชนิดเม็ดเคลือบ ยาเม็ดธรรมดาไม่ได้เคลือบเป็นยาเม็ดที่อาจมีรูปร่างกลม เหลี่ยม หรือรูปร่างต่าง ๆ กัน มีขนาดต่าง ๆ กัน ผิดหน้าของเม็ดยาอาจเรียบหรือูน ส่วนใหญ่เมื่อรับประทานต้องกลืนทั้งเม็ด ห้ามเคี้ยว เช่น Paracetamol, Peritrate เป็นต้น บางชนิดต้องเคี้ยวก่อนกลืน เช่น ยาลดกรดชนิดเม็ด ยาขับลมชนิดเม็ด เป็นต้น หากไม่ระบุว่าต้องเคี้ยวโดยทั่วไปให้กลืนยาทั้งเม็ดพร้อมน้ำ บางชนิดเป็นเม็ดยาที่มีลักษณะแข็ง ใช้น้อมในปากโดยไม่ต้องเคี้ยวเพื่อให้ตัวยาออกฤทธิ์ในปากหรือลำคอ จะเป็นยาประเภทอมแก้เจ็บคอ ยาอมเพื่อทำลายเชื้อโรคในช่องปาก เช่น Strepsil เป็นต้น บางชนิดต้องอมไว้ได้ลิ้น ห้ามเคี้ยวและห้ามกลืนโดยเด็ดขาด เพราะเป็นยาที่เตรียมไว้เพื่อใช้น้อมใต้ลิ้นจะกลืนไม่ได้เพราะตัวยาจะถูกทำลายที่ตับเมื่อถูกดูดซึมจากทางเดินอาหารแล้วจะผ่านตับ ทำให้ปริมาณยาที่จะออกฤทธิ์มีไม่เพียงพอ เช่น Methyltestosterone, Nitroglycerin เป็นต้น บางชนิดห้ามเคี้ยวหรืออย่าปล่อยให้ละลายในปาก เนื่องจากยาจะมีผลทำให้คลื่นไส้ อาเจียนอย่างรุนแรง เช่น Dulcolax (Bisacodyl) เป็นต้น ยาเม็ดเคลือบ เป็นยานำมาเคลือบโดยมีวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เช่น เพื่อป้องกันไม่ให้ยาขึ้นหรือเพื่อกลบรสชาติ หรือเคลือบเป็นสีๆ เพื่อให้เป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ของตน เป็นต้น ดังนั้นผู้ให้ยาจึงไม่ควรจำสีของเม็ดยาเป็นสำคัญ เพราะยาเม็ดที่มีตัวยาสำคัญชนิดเดียวกัน อาจเคลือบสีหรือทำเป็นรูปแบบของเม็ดยาต่างกัน ยาเม็ดบางชนิดเคลือบด้วยวัสดุเพื่อให้เม็ดยาแตกตัวในลำไส้เล็ก เรียกว่า Enteric-Coated Tablets วิธีใช้ยาเม็ดเคลือบที่ให้แตกตัวในลำไส้เล็ก เมื่อรับประทานให้กลืนยาทั้งเม็ด ห้ามเคี้ยวก่อนกลืนหรือรับประทานพร้อมกับยาลดกรดหรือนม บางชนิดใช้ภายนอก เช่น ยาเหน็บทางทวารหนัก ยาเหน็บช่องคลอด เป็นต้น



รูปที่ 2.31 ยาเม็ด (Tablets)

2.11.1.1 ยาเม็ดแตกตัว (Disintegrating tablets)

ยาเม็ดแตกตัว (Disintegrating tablets) เป็น ยาเม็ดที่มีการใช้มากที่สุดเนื่องจากเตรียมง่าย ประหยัด หลักการรับประทานยาเม็ดแตกตัวหลังรับประทานยาจะแตกตัวและละลายอย่างรวดเร็วในกระเพาะจากนั้นถูกดูดซึมที่กระเพาะหรือลำไส้ อาจเป็นยาเม็ดสีเดียวกันทั้งเม็ด ตัวอย่างของยาเม็ดแตกตัว เช่น ยาเม็ดพาราเซตามอล หรือ ยาเม็ดที่เป็นชั้น ๆ เช่น DECOLGEN, TIFFY เป็นต้น เพื่อจุดประสงค์ด้านความสวยงาม เป็นเอกลักษณ์ หรือเพื่อไม่ให้ยาแต่ละชั้นผสมกัน เนื่องจากเป็นยาแต่ละชนิด วิธีการรับประทานยาเม็ดแตกตัวควรดื่มน้ำตามและกลืนยา เพื่อให้กลืนง่าย และไม่ติดที่ลำคอ

2.11.1.2 ยาเม็ดสำหรับเคี้ยว (Chewable tablets)

ยาเม็ดสำหรับเคี้ยว (Chewable tablets) มักมีขนาดใหญ่ ผู้ผลิตมักแต่งรส และกลืนให้นำรับประทาน เหมาะกับยาที่มีขนาดใหญ่ หรือต้องการการออกฤทธิ์เร็ว เช่น ยาลดกรดต่าง ๆ ยาขับลม ยาชนิดเคี้ยว วิธีการรับประทานยาเม็ดสำหรับเคี้ยวจะถูกทำให้แตกตัวด้วยการเคี้ยวในปาก ก่อน จากนั้นยาจะถูกกลืนพร้อมน้ำ และเกิดการละลายที่กระเพาะ หรือ ลำไส้ ควรเคี้ยวให้ละเอียด ก่อนกลืน ไม่แนะนำในผู้ที่ไม่มีฟัน เช่น ผู้สูงอายุ เพราะการใช้เหงือกบดยาอาจเป็นแผลได้ ควรเลี่ยงไปใช้น้ำแทน

2.11.1.3 ยาเม็ดฟู่ (Effervescent tablets)

ยาเม็ดฟู่ (Effervescent tablets) เป็นยาที่ต้องละลายในน้ำ รอจนฟองฟู่หมดค่อยรับประทาน ยาเม็ดฟู่เมื่อหย่อนลงในน้ำจะเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นจากยาเม็ด ทำให้ยาเม็ดแตกตัวและละลายได้อย่างรวดเร็ว เหตุผลที่ทำยาในรูปแบบเม็ดฟู่ ขนาดตัวยาสสำคัญมีปริมาณมาก ทำให้มีขนาดใหญ่เมื่อเป็นยาเม็ด กลืนยาก ลดอาการท้องอืดท้องเฟ้อ เนื่องจากยาบางตัวที่ละลายในสภาวะกรด และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากนั้นจึงดูดซึมเข้าร่างกาย ทำให้ท้องอืด เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ยาบางชนิดจะไม่ทนต่อสภาวะกรด เช่น ยาวิตามินบางตัว การทำให้เป็นเม็ดฟู่ จะช่วยให้สารละลายที่ได้มีผลสะท้อนความเป็นกรดในกระเพาะ ลดการทำลายฤทธิ์ยา ยาเม็ดฟู่มักขึ้นง่าย อันเป็นสาเหตุให้ยาเสีย ดังนั้นไม่ควรเก็บยาในที่ชื้น กรณีบรรจุหลอดเวลาเปิดหลอดแล้วต้องปิดให้สนิท กรณีผงพอยด์ ระวังอย่าให้ผงขาด เป็นรู

2.11.1.4 ยามอม (Lozenges)

ยามอม (Lozenges) เป็นยาเม็ดที่มีรสชาติและสีสันทึ่รับประทาน นอกเหนือจากตัวยาล้วนแล้วส่วนประกอบของยานี้เป็นสารประเภทน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น กลูโคส ซอร์บิทอล และแมนนิทอล สามารถละลายน้ำได้ดี และยังมีรสชาติดีอีกด้วย นอกจากนี้ยังมียามอมในรูปลูกกลอน ตัวยาประเภทสมุนไพร เช่น พื้ทะเลายใจ มะขามป้อม ยามอมมักใช้สำหรับรักษาเฉพาะที่ เช่น ใน

บริเวณปากและคอ ได้แก่ ยาชาเฉพาะที่ ยาอมแก้เจ็บคอ ยาแก้ไอ อย่างไรก็ตาม บ่อยครั้งจำเป็นต้องได้รับยารับประทานร่วมด้วย เช่น ยาปฏิชีวนะ

2.11.2 ยาแคปซูล (Capsules)

ยาแคปซูล (Capsules) ยาแคปซูลเป็นรูปแบบที่มีตัวยาเป็นของแข็งหรือของเหลว บรรจุอยู่ในเปลือกหุ้ม ซึ่งจะละลายได้เมื่อรับประทานเข้าไปในกระเพาะอาหาร ยกเว้นกรณีให้ยาทางสายยางให้อาหาร (Nasogastric-tube) เพราะตัวยาอาจมีผลระคายเคืองทางเดินอาหารและอาจมีผลต่อการดูดซึมของยา แคปซูลบางชนิดบรรจุสารที่ทำให้ยาออกฤทธิ์ได้นาน โดยยาจะค่อยๆ ปลดปล่อยตัวยาออกมาทีละน้อย เช่น Amoxicillin, Adalat เป็นต้น โดยทั่วไปจะบอกให้ทราบว่าเป็นยาออกฤทธิ์นานหรือควบคุมการปลดปล่อยของตัวยาโดยใช้คำย่อต่อท้ายชื่อยานั้น ๆ เช่น Adalat CR (CR, controlled release หรือใช้คำย่อ SR, sustained release) เป็นต้น



รูปที่ 2.32 ยาแคปซูล (Capsules)

2.12 แนวทางการเก็บรักษา

ยาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยให้หายจากโรคที่เป็นอยู่ อีกทั้งยังเป็นส่วนที่ทำให้เกิดทั้งต้นทุนและรายได้ของโรงพยาบาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วย ดังนั้นเพื่อเป็นการสนับสนุนการใช้ยาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การเก็บรักษาให้มีคุณภาพพร้อมสำหรับการใช้งานการมีข้อมูลการเก็บรักษาและความคงตัวของยาหลังจากเตรียมผสมจึงมีความสำคัญทั้งในด้านผลการรักษา และในด้านการช่วยลดต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียของยาก่อนวันหมดอายุที่ควรเป็น

2.12.1 แนวทางปฏิบัติ

1) เก็บยาในที่ที่อากาศถ่ายเทสะดวก ไม่อับชื้น และไม่มีแสงแดดส่องถึง โดยตรง

2) จัดเก็บยาแยกตามชนิดรูปแบบยาเตรียมได้แก่ ยาเม็ด ยาน้ำ และ ยาฉีด เป็นต้น โดยอาจเรียงตามตัวอักษร หรือ การออกฤทธิ์เพื่อให้ง่ายต่อการหายา และควรเก็บยาอย่างเป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน

3) การจัดเก็บยาที่เบิกมาจากคลังเวชภัณฑ์หรือห้องจ่ายยา ควรเรียงลำดับการจัดเก็บแบบ First In - First Out โดยยาที่เบิกมาก่อนวางไว้แถวหน้าเพื่อให้หยิบใช้ก่อน และพิจารณาร่วมกับการดูวันหมดอายุของยา ยาใดหมดอายุก่อน วางไว้แถวหน้า

4) ตู้หรือลิ้นชักที่จัดเก็บยา ควรมีการติดชื่อยาไว้ที่หน้าตู้หรือหน้าลิ้นชักให้ชัดเจนเพื่อให้สะดวกในการค้นหาและหยิบใช้ยา

5) ยาที่มีภาชนะบรรจุคล้ายกัน หรือ มีหลายความแรง ไม่ควรจัดวางไว้ในสถานที่ที่ใกล้กันเพื่อป้องกันความเสี่ยงของการหยิบยาผิด หรือการคืนยาผิดช่อง

6) ยาที่อยู่ในรูปแบบแผง ควรจัดเก็บเป็นแผง ไม่ควรตัดหรือทำให้แผงชำรุด เพราะอาจทำให้ส่วนที่พิมพ์วันหมดอายุของยาบนแผงถูกตัดออกไป ยกเว้นกรณีจำเป็นที่ต้องจ่ายยาแบบไม่เต็มแผง

7) ยาทุกตัวควรมีวันหมดอายุของยา โดยวันหมดอายุของยาจะพิมพ์ด้วยข้อความ “วันหมดอายุ”, “ควรบริโภคก่อน”, “Exp. Date”, “Use before”, “Best by”, “Best before” หรือ “Exp.” การระบุบางครั้งบอกเป็น วัน/เดือน/ปี, เดือน/วัน/ปี หรือ เดือน/ปี กรณีที่วันหมดอายุบอกเป็น “เดือน/ปี” ให้ใช้ถึงวันสุดท้ายของเดือนนั้น แต่ยาบางขนานบอกเพียงวันผลิต ได้แก่ “วันผลิต” หรือ “Mft. Date” การกำหนดวันหมดอายุของยากลุ่มนี้ให้นับจากวันผลิตของยา 3 ปี (โดยต้องเก็บในภาชนะบรรจุเดิม และสภาพการเก็บรักษา ตามที่ระบุจากบริษัทเท่านั้น)

8) ยาที่มีการแบ่งบรรจุล่วงหน้า (pre-pack) ต้องมีการระบุชื่อยา, Lot no. ที่ผลิต, จำนวนบรรจุ, ความแรง และวันหมดอายุให้ชัดเจน และเนื่องจากยาแบ่งบรรจุล่วงหน้า เป็นการเปลี่ยนแปลงภาชนะบรรจุเดิมของบริษัท จึงมีอายุการใช้งานสั้นลงโดยยาที่แบ่งบรรจุจะกำหนดให้ยามีอายุการใช้งาน 1 ปี ดังนั้นยาที่นำมาแบ่งบรรจุ ก่อนแบ่งบรรจุ ต้องมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 1 ปี

9) ยาที่มีผู้ป่วยนำมาบริจาค หรือยาที่รับคืนจากหอผู้ป่วย ต้องตรวจสอบสภาพการเก็บรักษาและวันหมดอายุก่อนการนำมาใช้ใหม่ โดยให้เก็บแยกไม่นำมารวมกับยาที่กำลังเปิดใช้อยู่ และให้นำยาส่วนนี้มาใช้ก่อนจนหมด

10) ยาเสพติดและวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ต้องแยกเก็บจากยาทั่วไป โดยมีตู้ใส่กุญแจล็อก เพื่อป้องกันการนำยาไปใช้ในทางที่ผิด

11) ยาเม็ดที่ตกพื้นหรือหกออกนอกภาชนะบรรจุ ไม่ควรนำมาใช้ ให้เก็บรวบรวมใส่ขวดแยกไว้เพื่อส่งคืนงานเภสัชกรรมดำเนินการต่อไป โดยระบุที่ฉลากติดขวดให้ชัดเจนว่าเป็นยาที่ตกพื้น

2.13 ยาก่อนอาหาร ยาหลังอาหาร และการรับประทานยาไม่ตรงเวลาที่กำหนด

ปัญหาที่มักพบเสมอเวลาจะรับประทานยา คือ ต้องรับประทานก่อนหรือหลังอาหาร และก่อนอาหารนานเท่าไร หลังอาหารกี่นาที ก่อนนอนนานแค่ไหน ถ้าลืมแล้วจะทำอย่างไร หลักการและหลักปฏิบัติที่ถูกต้องทั่วไปของวิธีการรับประทานยาเหล่านี้มีดังนี้

2.13.1 ยาก่อนอาหาร ควรรับประทานก่อนอาหาร อย่างน้อย 30 นาที

ยาที่รับประทานก่อนอาหาร ควรรับประทานในช่วงที่ท้องว่าง ยังไม่ได้รับประทานอาหาร ซึ่งก็คือก่อนรับประทานอาหารอย่างน้อย 30 นาที เนื่องจากยาอาจถูกทำลายและเสียประสิทธิภาพในการรักษา เมื่อพบกับกรดปริมาณมากที่กระเพาะอาหารจะหลั่งออกมาหลังมื้ออาหาร การรับประทานยาในช่วงที่ท้องว่าง ทำให้ยาไม่ถูกทำลาย และประสิทธิภาพของยาไม่ลดลง อาหารและส่วนประกอบของอาหารอาจลดการดูดซึมของยาเข้าสู่ร่างกาย จึงไม่สามารถรับประทานยาพร้อมหรือหลังอาหารได้ ยาที่ออกฤทธิ์เพิ่มการเคลื่อนไหวของระบบทางเดินอาหาร ยาลดอาการคลื่นไส้อาเจียน รวมทั้งยาที่ออกฤทธิ์เพิ่มการหลั่งอินซูลิน จะใช้เวลาประมาณ 30 นาทีก่อนที่จะออกฤทธิ์ การรับประทานยาก่อนอาหารจึงเป็นเสมือนการเตรียมพร้อมให้ระบบทางเดินอาหาร ก่อนจะรับประทานอาหาร

2.13.1.1 การลืมรับประทานยาก่อนอาหาร

ถ้าลืมรับประทานยาก่อนอาหาร หรือนึกได้ว่าต้องรับประทานยาก่อนที่จะทานอาหารไม่ถึงครึ่งชั่วโมง การทานยาก่อนอาหารทันที จึงไม่ต่างกับการรับประทานยาหลังอาหาร ควรข้ามยาเมื่อที่ลืมไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งยาที่ออกฤทธิ์เพิ่มการหลั่งอินซูลิน กรณียาที่รับประทานก่อนอาหาร เพราะยาจะถูกทำลายหรืออาหารอาจลดการดูดซึมของยา อาจรอให้กระเพาะอาหารว่างก่อนแล้วค่อยรับประทานยาก็ได้ ซึ่งก็คือประมาณ 2 ชั่วโมง หลังรับประทานอาหาร แต่ยาที่ต้องรับประทานในมื้อถัดไปอยู่แล้ว ให้ทานยาก่อนอาหารมื้อถัดไปแทนได้เลย ไม่ต้องทานยาซ้ำ

2.13.2 ยาหลังอาหาร ควรรับประทานหลังอาหารทันทีและไม่ควรนานเกิน 15

นาที่หลังอาหาร

ยาหลังอาหาร ควรรับประทานหลังอาหารทันที อาจทานพร้อมอาหารหรือก่อนรับประทานอาหารเช้าก็ได้ เพราะไม่ว่าจะกรณีใดยาจะเข้าไปอยู่ในกระเพาะอาหารพร้อมกับอาหารที่รับประทานเหมือน ๆ กัน ยาที่ควรรับประทานหลังอาหาร เนื่องจาก

- 1) ยาที่มีผลข้างเคียงที่สำคัญคือ ระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน การรับประทานพร้อมหรือหลังอาหารทันทีจะช่วยลดอาการเหล่านี้ได้
- 2) ต้องการกรดในกระเพาะอาหารช่วยในการดูดซึมยาเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งกรดในกระเพาะอาหารจะหลังสูงสุดในระหว่างที่รับประทานอาหารเช้า

2.13.2.1 การลืมรับประทานยาหลังอาหาร

ถ้าลืมรับประทานยาหลังอาหาร สามารถรับประทานยาได้ทันทีที่นึกได้และไม่เกิน 15 นาที แต่ถ้านึกได้หลังจากรับประทานอาหารเช้ามากกว่า 15 นาทีแล้ว ควรรับประทานยาในมื้อถัดไปแทน หรืออาจรับประทานยามื้อย่อยแทนมื้อหลักก่อนรับประทานยาก็ได้ กรณีที่ยานี้มีความสำคัญมาก

2.13.3 ยาก่อนนอน ควรรับประทานยาก่อนเข้านอน 15 – 30 นาที

ยาที่แนะนำให้รับประทานก่อนนอนมีหลายประเภท แต่โดยทั่วไป ควรรับประทานก่อนนอน 15 – 30 นาที เนื่องจาก

- 1) ยาที่มีผลข้างเคียงสำคัญคือทำให้ง่วงนอนหรือเวียนศีรษะมาก ถ้ารับประทานก่อนนอนนานเกินไป อาจส่งผลต่อให้ผู้รับประทานยาทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ กรณีที่ยังไม่พร้อมจะเข้านอน
- 2) ยาที่ช่วยให้นอนหลับ มักใช้เวลาประมาณ 15 – 30 นาที ก่อนที่จะออกฤทธิ์ช่วยให้หลับ

2.13.3.1 การลืมรับประทานยาก่อนนอน

ถ้าลืมรับประทานยาก่อนนอน มักนึกได้เมื่อถึงเช้าของวันรุ่งขึ้นแล้ว ไม่ควรรับประทานยานั้นอีก ควรรอให้ถึงเวลาก่อนเข้านอนในคืนถัดไปค่อยรับประทานยานั้น

2.13.4 ยารับประทานเวลามีอาการ

ยารับประทานเวลามีอาการควรรับประทานเมื่อมีอาการจริง ๆ มักระบุในฉลากว่ารับประทานทุก 4 – 6 ชั่วโมง ทุก 8 ชั่วโมง หรือทุก 12 ชั่วโมง เวลามีอาการ เมื่อมีอาการสามารถรับประทานยาได้เลย ไม่ต้องคำนึงถึงมื้ออาหาร เนื่องจากไม่ว่าจะรับประทานอาหารเช้าหรือไม่

ส่งผลต่อการออกฤทธิ์ของยา หลังรับประทานยาแล้วถ้ายังมีอาการอยู่สามารถทานยาซ้ำได้ ตามระยะเวลาที่ระบุไว้ ไม่ควรรับประทานบ่อยกว่าที่ระบุไว้บนฉลาก เมื่อหายแล้วสามารถหยุดยาได้เลย

2.14 ฐานข้อมูล (Database)

ฐานข้อมูล (Database) คือ กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลาย ๆ แฟ้มข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ DBMS (data base management system) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล

2.14.1 อาปาเช่ (Apache web server)

อาปาเช่ (Apache web server) ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยให้บริการ โพรโตคอล HTTP ที่พอร์ต 80 ลักษณะเด่นคือ เป็นซอฟต์แวร์ที่เป็น Opensource ติดตั้งมาพร้อมกับ ระบบปฏิบัติการ Linux และมีใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในโลก โดย อาปาเช่ พัฒนามาจาก เว็บเซิร์ฟเวอร์ HTTPD ที่มีกลุ่มผู้พัฒนาอยู่ก่อนแล้ว โดย ร็อบ แม็คคูล (Rob McCool) ที่ NCSA (National Center for Supercomputing Applications) มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ เออร์แบนา-แชมเปญจน์ สหรัฐอเมริกา แต่หลังจากที่แม็คคูลออกจาก NCS และหันไปให้ความสนใจกับโครงการอื่น ๆ มากกว่าทำให้ เว็บเซิร์ฟเวอร์ HTTPD ถูกปล่อยทิ้งไม่มีผู้พัฒนาต่อ แต่เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ที่อยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ กนู คือ ทุกคนมีสิทธิ์ที่จะนำเอาซอร์สโค้ดไปพัฒนาต่อได้ ทำให้มีผู้ใช้กลุ่มหนึ่งได้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมาเพื่ออุดช่องโหว่ที่มีอยู่เดิม และยังสามารถรวบรวมเอาข้อมูลการพัฒนา และการแก้ไขต่าง ๆ แต่ข้อมูลเหล่านี้อยู่ตามที่ต่าง ๆ ไม่ได้รวมอยู่ในที่เดียวกัน จนในที่สุด ไบอัน บีเลนดอร์ฟ (Brian Behlendorf) ได้สร้างจดหมายกลุ่ม (mailing list) ขึ้นมาเพื่อนำเอาข้อมูลเหล่านี้เข้าไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้ง่ายยิ่งขึ้น และในที่สุดกลุ่ม

ผู้พัฒนาได้เรียกตัวเองว่า กลุ่มอาปาเช่ (Apache Group) และได้ปล่อยซอฟต์แวร์ เว็บเซิร์ฟเวอร์ HTTPD ที่พัฒนาโดยการนำเอาแพชหลายๆ ตัวที่ผู้ใช้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงการทำงานของซอฟต์แวร์ตัวเดิม ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539 Apache ได้รับความนิยมขึ้นเรื่อยๆ จนปัจจุบันได้รับความนิยมเป็นอันดับหนึ่ง

2.15 มาเรียดีบี (MariaDB)

MariaDB (มาเรียดีบี) คือ MySQL (มาย เอสคิวแอล) ที่ถูกนำมา fork ออกมาจากต้นสาย MySQL โดย Michael Widenius ซึ่งเป็นผู้ก่อตั้ง MySQL เดิม ได้ fork ตัวโครงการออกมาใหม่ ได้สักพักใหญ่ ๆ หลายปีแล้ว และทำงานภายในชื่อบริษัท Monty Program AB โครงสร้างต่าง ๆ ของ MariaDB แทบจะเรียกได้ว่าเหมือนกับ MySQL เช่นพวกโครงสร้างไฟล์ โครงสร้างของ Database และตารางสามารถใช้งานของ MySQL ได้แทบจะเกือบ 100% เพราะฉะนั้นการใช้งาน MariaDB แทนที่ MySQL แทบจะไม่ต้องทำอะไรเพิ่มเติมเลย แม้แต่ Code ของ PHP ก็สามารถที่จะใช้งาน function ของ MySQL ได้เช่นเดิม ดังนั้น เมื่อฐานข้อมูลอย่าง MySQL (มาย เอสคิวแอล) มีแนวโน้มการพัฒนาซอฟต์แวร์ในเชิงพาณิชย์ ผู้ก่อตั้งจึงพัฒนา MariaDB (มาเรียดีบี) เพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้งาน ทั้งนี้การทำงานของทั้งสองตัวนี้ ไม่มีข้อแตกต่างกัน จึงทำให้มีระบบฐานข้อมูลฟรีใช้กันต่อไป

2.16 พีเอชพี (PHP)

พีเอชพี (PHP) คือภาษาคอมพิวเตอร์จำพวกภาษาสคริป ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่าง ๆ จะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่าสคริป และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปก็เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่น ๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั่นคือในทุก ๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP ให้เรา มันจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ให้เรา ผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็คือเว็บเพจที่เราเห็นนั่นเอง ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้าง Dynamic Web pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับ หรือ Opensource ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไป

อย่างรวดเร็ว และแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับออปาเซ่, ระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น

2.16.1 phpMyAdmin

phpMyAdmin คือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล Mysql แทนการคีย์คำสั่ง เนื่องจากถ้าเราจะใช้ฐานข้อมูลที่เป็น MySQL บางครั้งจะมีความลำบากและยุ่งยากในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการ ตัว DBMS ที่เป็น MySQL ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น phpMyAdmin เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษาพีเอชพี ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้างตารางใหม่ ๆ และยังมีฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการทดสอบการ query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการแทรก, ลบ, และอัปเดตข้อมูลหรือแม้กระทั่งใช้คำสั่งต่าง ๆ เหมือนกับกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล



รูปที่ 2.33 ซอฟต์แวร์เพื่อสร้างฐานข้อมูล

2.17 ข้อเปรียบเทียบ ข้อจำกัดของเครื่องจ่ายยาในแต่ละเครื่อง

2.17.1 กล่องจ่ายยาอัตโนมัติ Automatic Medication Dispenser WMD1201



รูปที่ 2.34 กล่องจ่ายยาอัตโนมัติ Automatic Medication Dispenser (รุ่น WMD1201)

การทำงานของกล่องจ่ายยาอัตโนมัติ รุ่น WMD1201 คือ ผู้ใช้งานจะต้องเริ่มจัดยาชุดของตนเองก่อนแล้วจึงนำยาชุดที่จัดไว้ใส่ลงในแต่ละช่องของตัวเครื่อง เมื่อจัดเสร็จแล้วผู้ใช้งานหมุนเลือกเวลาที่ต้องการรับประทานนั้นผ่านตัวเครื่องได้เลย โดยเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ก็จะมีเสียงแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานรับประทานยา ซึ่งในแต่ละสถานะก็จะมี LED แสดงบ่งบอกในตัวเครื่อง

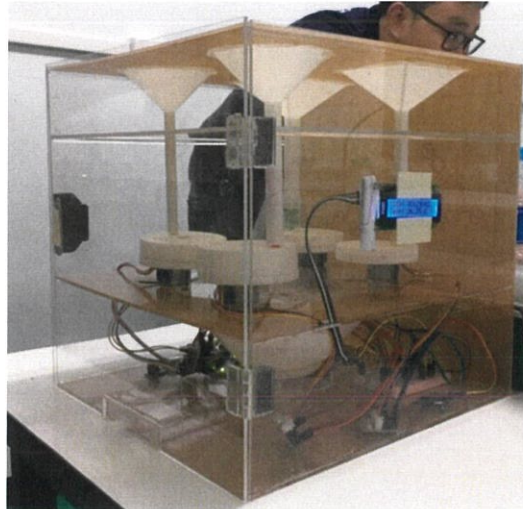
ข้อเด่น

- 1) ไซเรนในตัวสำหรับเตือนการรับประทานยา
- 2) มี 28 ช่องจ่ายยา
- 3) การจัดตารางเวลาโปรแกรมได้ถึง 6 ครั้งต่อวัน
- 4) สร้างรายงานการติดตามของการบริโภคโดยอัตโนมัติ
- 5) กลไกการล็อกเพื่อป้องกันการบริโภคยาเกินขนาด
- 6) มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงาน

ข้อจำกัด

- 1) ผู้ใช้งานจำเป็นต้องจัดยาใส่ตัวเครื่องเอง
- 2) ตัวเครื่องไม่สามารถเช็คสถานะของผู้ทานได้

2.17.2 เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติและแจ้งเตือน (Automatic Pill Dispenser and Alarm-KMITL01)



รูปที่ 2.35 เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติและแจ้งเตือน
(Automatic Pill Dispenser and Alarm-KMITL01)

การทำงานของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติและแจ้งเตือนจะเริ่มต้นโดยผู้ใช้งานมียาที่ต้องการรับประทานในเวลาต่าง ๆ (จำกัดที่ยาสามีอยู่ 4 ชนิด) ผู้ใช้งานก็จะใส่ยาแต่ละชนิดลงในช่องที่ตรงกับลักษณะของยานั้น ๆ จากนั้นผู้ใช้งานก็ตั้งเวลา เลือกชนิดของยา และจำนวนของยาแต่ละชนิด เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ก็จะมีเสียงแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานรับประทานยา

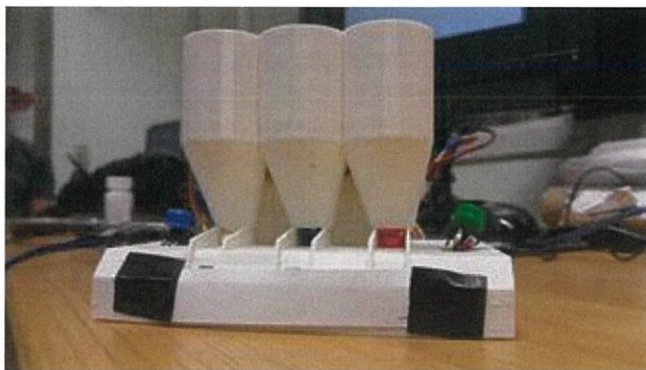
ข้อเด่น

- 1) มีความแม่นยำสูง
- 2) สามารถตั้งเวลาและจำนวนเม็ดที่จ่ายได้
- 3) การจัดตารางเวลาโปรแกรมได้ถึง 4 ครั้งต่อวัน
- 4) เครื่องสามารถจัดชุดยาได้ตามที่ต้องการโดยไม่ต้องมีบุคคลมาคอยจัดยาล่วงหน้า

ข้อจำกัด

- 1) ท่อลำเลียงยามีขนาดที่พอดีกับเม็ดยาเกินไปทำให้เมื่อต้องการใช้ยาชนิดอื่นที่มีรูปร่างไม่เท่ากับขนาดของท่อลำเลียงทำให้ไม่สามารถใส่ลงไปได้
- 2) หากมีการติดขัดของยาจะทำให้เครื่องหยุดทำงานทันที

2.17.3 Automatic Pill Dispenser (ผลงานของนักศึกษามหาวิทยาลัยสุรินทร์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมด้านหุ่นยนต์)



รูปที่ 2.36 Automatic Pill Dispenser

(ผลงานของนักศึกษามหาวิทยาลัยสุรินทร์สาขาวิชาสถาปัตยกรรมด้านหุ่นยนต์)

Automatic Pill Dispenser จะทำงานโดยผู้ใช้งานมียาสามัญไม่เกิน 3 ชนิดแล้วนำยาแต่ละชนิดใส่ในแต่ละช่อง ต่อมาผู้ใช้งานจะตั้งเวลา เลือกชนิดของยา และจำนวนของยาแต่ละชนิด เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ตัวเครื่องจะก็แจ้งเตือนผ่านข้อความและอีเมลให้แก่ผู้ใช้งาน

ข้อเด่น

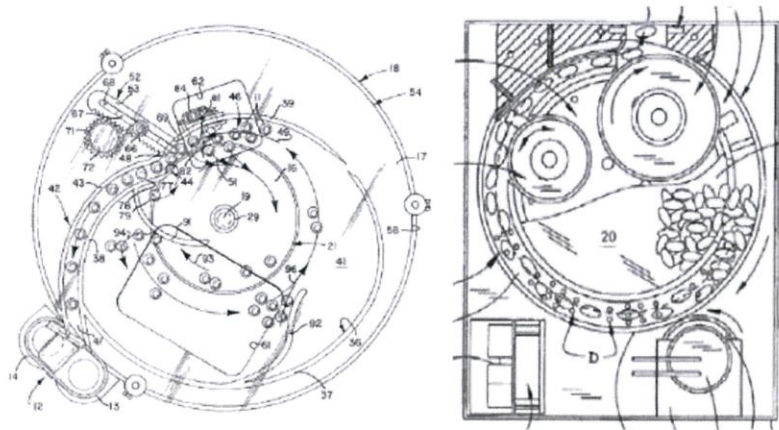
- 1) สามารถตั้งเวลาจ่ายและแจ้งเตือนได้ไม่จำกัด
- 2) มีการแจ้งเตือนผ่าน SMS และ E-mail
- 3) สามารถดูสถานการณ์ตั้งเตือนผ่านเว็บได้
- 4) มีความแม่นยำสูง
- 5) เครื่องสามารถเช็คได้ว่ายาถูกจ่ายออกมาได้

ข้อจำกัด

- 1) ยาที่ใช้การจ่ายสามารถทำได้แค่ชนิดเดียวหรือรูปร่างเดียวเท่านั้น

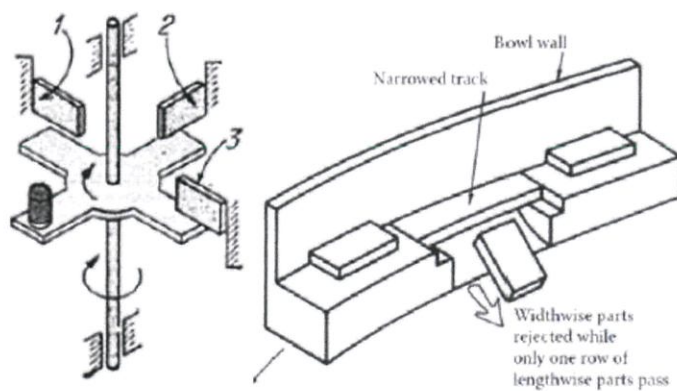
2.18 การออกแบบเครื่องจ่ายยา

การออกแบบเครื่องจ่ายยาส่วนใหญ่จะเป็นในลักษณะรูปแบบการหมุนวงกลมจากศูนย์กลางเพื่อเหวี่ยงยาให้ออกจากศูนย์กลางออกไปทางออกในบริเวณขอบวงกลม โดยในวงกลมนั้นจะมีการทำเป็นเส้นทางเพื่อให้ยาไปทางที่กำหนดไว้ ซึ่งหากยาเม็ดไหนไม่ออกไปทางออกก็จะไหลตามเส้นทางกลับไปสู่ศูนย์กลางเพื่อกลับเข้าระบบใหม่อีกครั้งได้ แต่การออกแบบในลักษณะนี้มีขนาดใหญ่และสามารถใช้งานได้กับยาเพียงชนิดเดียวเท่านั้น



รูปที่ 2.37 การออกแบบการจ่ายยาแบบหมุนวงกลม

ต่อมา คือระบบคัดแยกยาและจ่ายยาในอุตสาหกรรมซึ่งจะมีหลากหลายรูปแบบ โดยในระบบคัดแยกยานั้นจะทำเพื่อคัดแยกยาที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ซึ่งจะมีลักษณะให้ยาอยู่บนสายการผลิตแล้วให้ยาเข้าไปในส่วนการคัดแยกที่มีการหมุนผ่านสิ่งกีดขวางที่หากยามีลักษณะถูกต้องตามที่กำหนดไว้ก็จะสามารถผ่านไปได้ แต่หากยามีรูปร่างผิดต่างจากยาปกติก็จะชนกับสิ่งกีดขวางแล้วยาจะตกลงไปจากสายการผลิต หรือคัดแยกด้วยการออกแบบสายการผลิตมีความกว้างของเส้นทางบางช่วงมีขนาดพอดีกับขนาดความกว้างของยา เมื่อยาที่มีรูปร่างผิดผ่านมาก็จะตกออกจากสายการผลิต

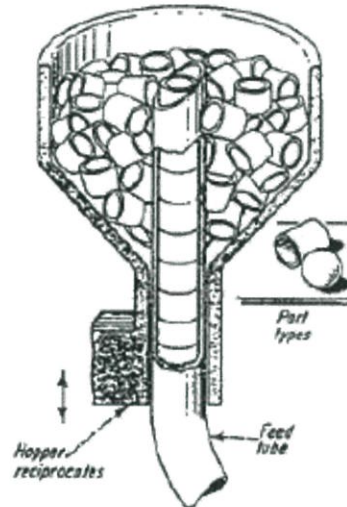


รูปที่ 2.38 ระบบการคัดแยกในอุตสาหกรรม

ระบบจ่ายยาในอุตสาหกรรมก็จะสามารถจ่ายยาได้เฉพาะยาชนิดเดียวเท่านั้น โดยจะมีการออกแบบด้วยกัน 3 แบบ

1) แบบกรวย

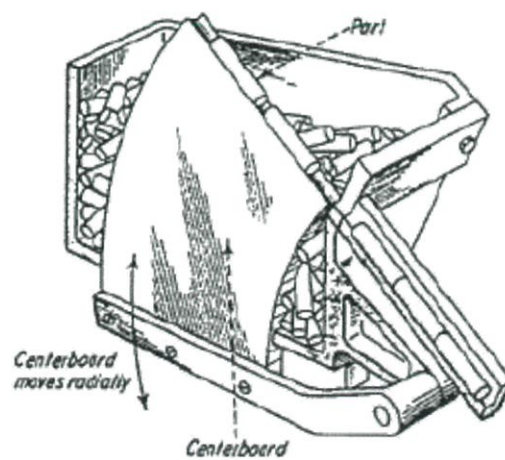
การออกแบบกรวยนี้จะจำกัดรูปร่างของยา 1 ชนิดแล้วใส่กลงในกรวยแล้วที่ปลายกรวยจะมีการเปิดปิดปากกรวยเพื่อให้สามารถจ่ายยาให้ได้ตามต้องการ



รูปที่ 2.39 ระบบจ่ายยาแบบกรวย

2) แบบแฉกครึ่งวงกลม

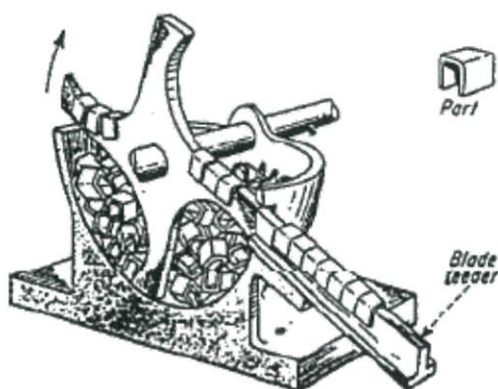
ระบบจ่ายยาแบบแฉกครึ่งวงกลม ก็ยังจำกัดยาเพียงรูปร่างเดียวเช่นเดียวกับแบบกรวย จะทำงานเหมาะกับยาที่มีรูปทรงในแนวยาว เมื่อแฉกครึ่งวงกลมยกลงยาก็จะเข้าไปอยู่ในช่องที่พอดีกับรูปร่างของยา และเมื่อแฉกครึ่งวงกลมยกขึ้นยาก็จะไหลลงมาตามเส้นทางที่ต่อกัน



รูปที่ 2.40 ระบบจ่ายยาแบบแฉกครึ่งวงกลม

3) แบบใบพัด

ระบบจ่ายยาแบบใบพัด จะทำงานโดยมีใบพัดหมุนอยู่ภายในที่เก็บยา ซึ่งยาก็เข้าไปในช่องที่พอดีกับรูปร่างแล้วเมื่อใบพัดส่วนที่มียาอยู่ในช่องหมุนไปส่วนทางออกยาก็จะไหลออกจากช่องในใบพัดไปทางออก



รูปที่ 2.41 ระบบจ่ายยาแบบใบพัด

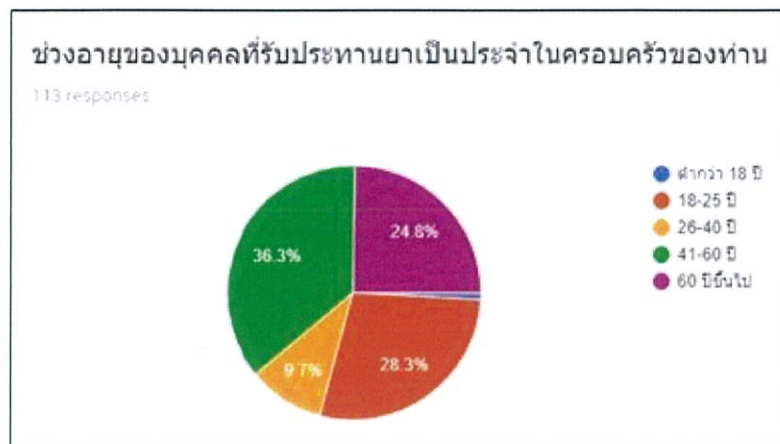
2.19 ผลแบบสอบถามความต้องการใช้งานเครื่องจ่ายยา

แบบสอบถามความต้องการใช้งานเครื่องจ่ายยา โดยเครื่องจ่ายยาอัจฉริยะเป็นเครื่องจ่ายยาที่ใช้ภายในครอบครัวและที่อยู่อาศัย เราจึงจัดทำแบบสอบถามเพื่อสอบถามความต้องการใช้งานเครื่องจ่ายยาจากบุคคลทั่วไป โดยใช้ Google Form เพื่อจัดทำแบบสอบถามออนไลน์ มีบุคคลทั่วไปทำแบบสอบถามทั้งสิ้น 113 คน สรุปผลแบบสอบถามได้ดังนี้

2.19.1 ช่วงอายุของบุคคลที่รับประทานยาเป็นประจำในครอบครัว

ตารางที่ 2.4 ผลแบบสอบถามช่วงอายุ

ช่วงอายุ	จำนวนคน (คน)
อายุต่ำกว่า 18 ปี	1
อายุระหว่าง 18-25 ปี	32
อายุระหว่าง 26-40 ปี	11
อายุระหว่าง 41-60 ปี	41
อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป	28



รูปที่ 2.42 ผลแบบสอบถามช่วงอายุคน

2.19.2 จำนวนชนิดของยาที่รับประทานมากที่สุดในแต่ละครั้ง

ตารางที่ 2.5 ผลแบบสอบถามจำนวนชนิดของยาที่รับประทานมากที่สุดในแต่ละครั้ง

จำนวนชนิดยาที่กินมากที่สุดในแต่ละครั้ง	จำนวนคน (คน)
ยา 1-3 ชนิด	81
ยา 4-6 ชนิด	26
ยา 7-9 ชนิด	4
ยามากกว่า 10 ชนิด	2

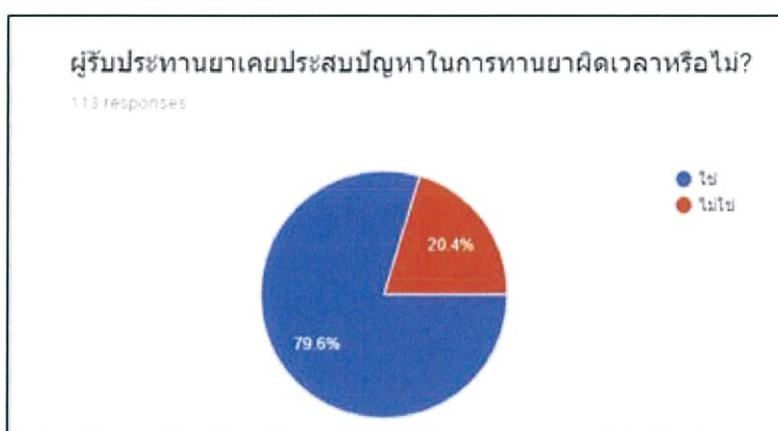


รูปที่ 2.43 ผลแบบสอบถามจำนวนชนิดยา

2.19.3 ผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการทานยาผิดเวลาหรือไม่

ตารางที่ 2.6 ผลแบบสอบถามผู้ที่เคยประสบปัญหาในการทานยาผิดเวลา

เคยประสบปัญหาในการทานยาผิดเวลาหรือไม่	จำนวนคน (คน)
ใช่	90
ไม่ใช่	23

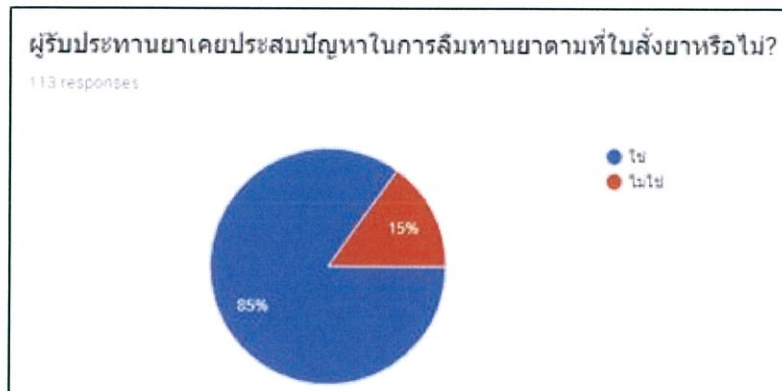


รูปที่ 2.44 ผลแบบสอบถามผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการทานยาผิดเวลา

2.19.4 ผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการลืมทานยาตามที่ใบสั่งยาหรือไม่?

ตารางที่ 2.7 ผลแบบสอบถามผู้ที่เคยประสบปัญหาในการลืมทานยา

เคยประสบปัญหาในการลืมทานยาหรือไม่	จำนวนคน (คน)
ใช่	96
ไม่ใช่	17

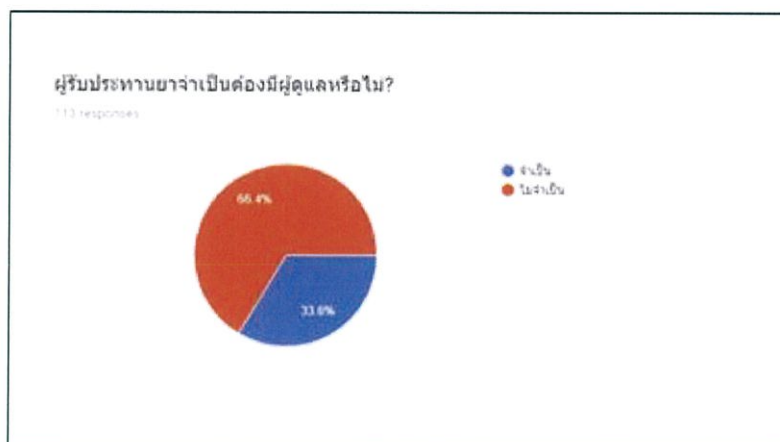


รูปที่ 2.45 ผลแบบสอบถามผู้รับประทานยาที่เคยประสบปัญหาในการลิ้มทานยาตามที่ใบสั่งยา

2.19.5 ผู้รับประทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่?

ตารางที่ 2.8 ผู้รับประทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่

ผู้ทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่	จำนวนคน (คน)
จำเป็น	75
ไม่จำเป็น	38



รูปที่ 2.46 ผลแบบสอบถามผู้รับประทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่

2.19.6 ท่านต้องการฟังก์ชันใดในการช่วยเหลือการรับประทานยาของท่านหรือผู้ อยู่ใต้การดูแลของท่าน

อันดับที่ 1 Application สำหรับแจ้งเตือนและตรวจสอบการทานยา

อันดับที่ 2 ข้อความแจ้งเตือนทางโทรศัพท์มือถือ

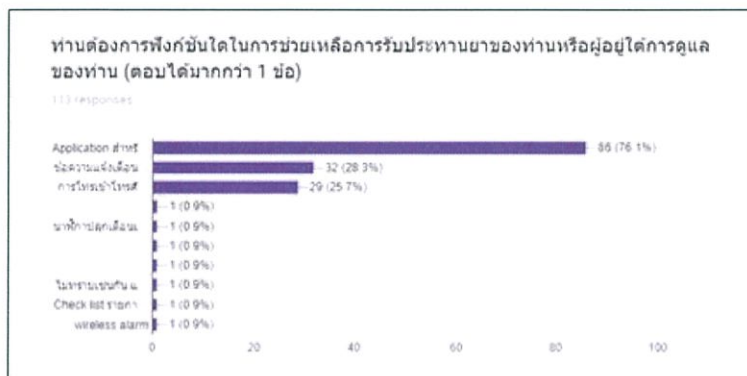
อันดับที่ 3 การโทรเข้าโทรศัพท์เมื่อถึงเวลาทานยา

อันดับที่ 4 นาฬิกาปลุกเตือนเวลา สำหรับผู้สูงอายุเวลากินยา

อันดับที่ 5 ไม่ทราบเช่นกัน แต่ผู้ใหญ่ในครอบครัวที่ต้องทานยาประจำไม่ค่อยถนัดในการใช้เทคโนโลยี และขณะทานยา เป็นช่วงอยู่บ้านทำให้บางครั้งไม่ได้ถือโทรศัพท์มือถือ

อันดับที่ 6 Check list รายการยา เพื่อทวนสอบว่าครบจริงหรือไม่

อันดับที่ 7 wireless alarm



รูปที่ 2.47 ผลแบบสอบถามท่านต้องการฟังก์ชันใดในการช่วยเหลือรับประทานยาของท่าน

2.19.7 สรุปผลจากแบบสอบถาม

ตารางที่ 2.9 สรุปผลจากแบบสอบถาม

หัวข้อการสอบถาม	ผลการสอบถาม
ช่วงอายุของบุคคลที่รับประทานยาเป็นประจำในครอบครัว	พบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงอายุ 41-60 ปี ซึ่งเป็นอายุที่จำเป็นต้องใช้ยาโดยส่วนใหญ่ ทำให้การออกแบบต้องมีการแจ้งเตือนเพื่อทานยา
จำนวนชนิดยาที่กินมากที่สุดในแต่ละครั้ง	มี 71.7% เลือกจำนวนชนิดยา 1-3 ชนิด ดังนั้นจึงออกแบบเครื่องจ่ายยาให้สามารถบรรจุชนิดยาให้ได้มากกว่า 3 ชนิด เพราะต้องการให้เครื่องจ่ายยาสามารถรองรับการใช้งานมากกว่า 1 มื้อ
ผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการทานยามิควเวลาหรือไม่และผู้รับประทานยาเคยประสบปัญหาในการลืมทานยาตามที่ใบสั่งยาหรือไม่	ส่วนใหญ่จะลืมรับประทานยาและไม่ทานตรงเวลาที่กำหนด ทำให้ต้องสร้างระบบแจ้งเตือนและเตือน
ผู้รับประทานยาจำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่	กว่า 79.6% จำเป็นต้องมีผู้ดูแล จึงต้องทำแอปพลิเคชันหรือแจ้งข้อความต่อผู้ดูแล
ท่านต้องการฟังก์ชันใดในการช่วยเหลือการรับประทานยาของท่านหรือผู้อยู่ใต้การดูแลของท่าน	อันดับหนึ่งที่ยากจะให้มากที่สุดนั้นก็คือ แอปพลิเคชันสำหรับแจ้งเตือนและตรวจสอบการทานยา รองลงมาจะเป็นข้อความแจ้งเตือนทางโทรศัพท์

บทที่ 3

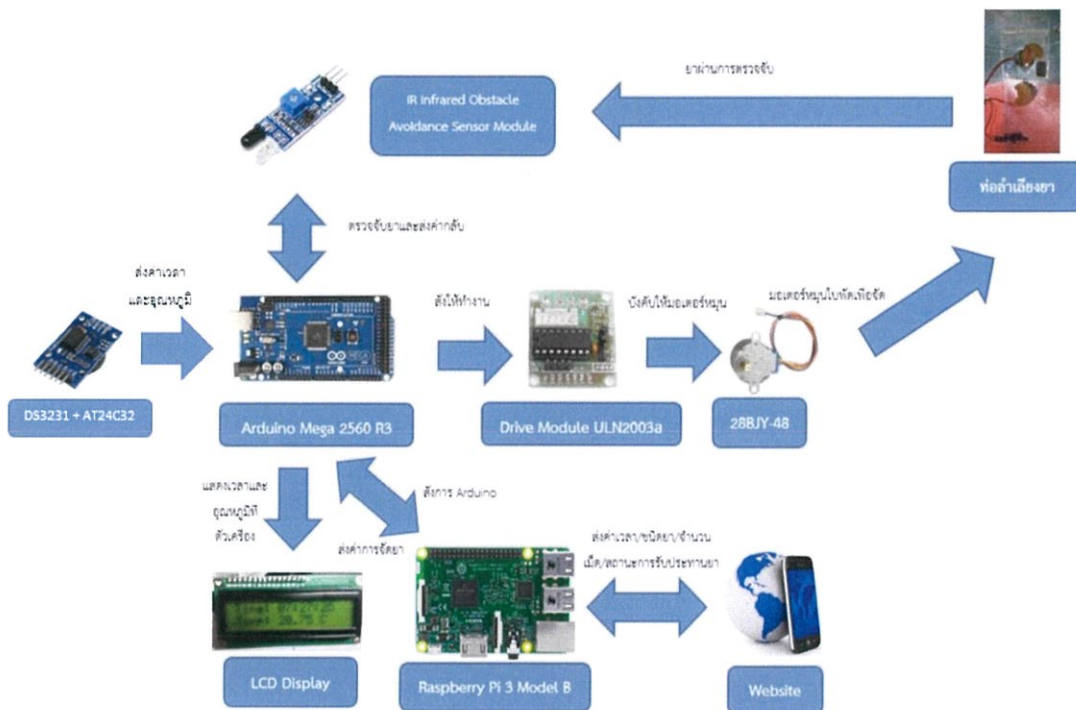
การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาพันธ

3.1 การออกแบบ

3.1.1 บล็อกไดอะแกรมรวม

จากรูปที่ 1.1 ระบบการทำงานโดยรวมของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะเริ่มต้นการทำงาน โดยผู้ใช้งานสั่งงานผ่านเว็บไซต์ด้วยการตั้งค่าเวลา ชนิดยา และจำนวนเม็ดของแต่ละชนิด โดยการตั้งค่านี้จะถูกนำไปเก็บในฐานข้อมูลที่อยู่บนรাসเบอร์รี่พาย เพื่อต่อมาอาคิโนจะนำค่าจากการส่งค่า การจัดยาแต่ละชนิดจากราสเบอร์รี่พาย ไปสั่งการบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายสัญญาณไฟฟ้า PWM (Pulse Width Modulation) ให้แก่ สเต็ปป์มอเตอร์ทำให้ตัวเครื่องจ่ายยาส่วนต่อลำเลียงยาทำการ คัดจำนวนยาแต่ละชนิดที่ผู้ใช้งานใส่เข้ามาในเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ ให้ส่งยาไปในส่วนงานบรรจุและจ่ายยาเพียงช่องละ 1 เม็ดเท่านั้น โดยในขณะที่ทำการคัดแยกยาลงไปส่วนงานบรรจุและจ่ายยา ๆ จะผ่านโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวาง เมื่อโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุ กีดขวางตรวจจับยาได้จะส่งค่าบิต 0 ไปยังอาคิโนเพื่อสั่งการให้สเต็ปป์มอเตอร์ส่วนงานบรรจุและจ่ายยาหมุนไป 1 ช่องเพื่อรับยา 1 เม็ดจากส่วนต่อลำเลียง ทำให้เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติจึงสามารถจัด ยาพร้อมสำหรับการใช้งาน หลังจากนั้นอาคิโนจะส่งค่าบิต 0 จากโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับ ตรวจจับวัตถุกีดขวาง ไปยังฐานข้อมูลบนราสเบอร์รี่พายเพื่อแสดงว่ามียาจำนวนเท่าใดอยู่ในส่วนงาน บรรจุและจ่ายยา ขั้นตอนต่อมาคือเมื่อเวลาที่ตั้งค่าไว้บนเว็บไซต์ตรงกับเวลาที่อยู่บนอาคิโนที่รับค่า เวลามาจากโมดูลนาฬิกา ซึ่งอาคิโนจะนำค่าเวลาและอุณหภูมินี้ไปแสดงผลผ่านจอ LCD (Liquid Crystal Display) ที่ติดอยู่บนตัวเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ โดยอาคิโนจะสั่งการบอร์ดสำหรับส่งเสียง เตือนด้วยสเปคเซอร์ ให้ส่งเสียงดังออกมาเตือนผู้ใช้งานว่าถึงเวลารับประทานยา และในเวลาเดียวกัน อาคิโนจะสั่งการบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายสัญญาณไฟฟ้า PWM ให้แก่สเต็ปป์มอเตอร์ส่วนงานบรรจุ และจ่ายยาทำงานเพื่อจ่ายยาตามจำนวนที่ผู้ใช้งานต้องการรับประทานในเวลานั้น โดยสเต็ปป์ มอเตอร์ส่วนทางออกของยาจะเปิดออกครั้งละ 1 ชนิดเพื่อจ่ายยาออกให้ผู้ใช้งานและจะเปิดทางออก ครอบทุกช่องเสมอ โดยเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติทำงานเช่นนี้ไปจนกว่าจะมีการตั้งค่าใหม่จากผู้ใช้งาน

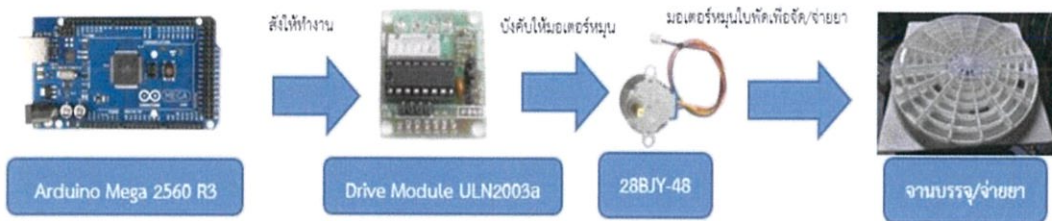
3.1.2 บล็อกไดอะแกรมส่วนสั่งการและลำเลียงยา



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมส่วนสั่งการและลำเลียงยา

ส่วนสั่งการและลำเลียงยาของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะสั่งการทำงานผ่านเว็บไซต์ด้วยการตั้งค่าเวลา ชนิดยา และจำนวนเม็ดของแต่ละชนิด โดยการตั้งค่านี้อาจถูกนำไปเก็บในฐานข้อมูลที่อยู่บนคลาวด์เพื่อต่อมายาคู่มือจะนำค่าจากการส่งค่าการจัดยาแต่ละชนิดจากราสเบอร์รี่พาย ไปสั่งการบอร์ดไดรฟ์มอเตอร์จ่ายสัญญาณไฟฟ้า PWM แก่สเต็ปมิ่งมอเตอร์ทำให้ตัวเครื่องจ่ายยาส่วนท่อลำเลียงยาทำการคัดจำนวนยาแต่ละชนิดที่ผู้ใช้งานใส่เข้ามาในเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ ให้ส่งยาไปในส่วนงานบรรจุและจ่ายยาเพียงช่องละ 1 เม็ดเท่านั้น

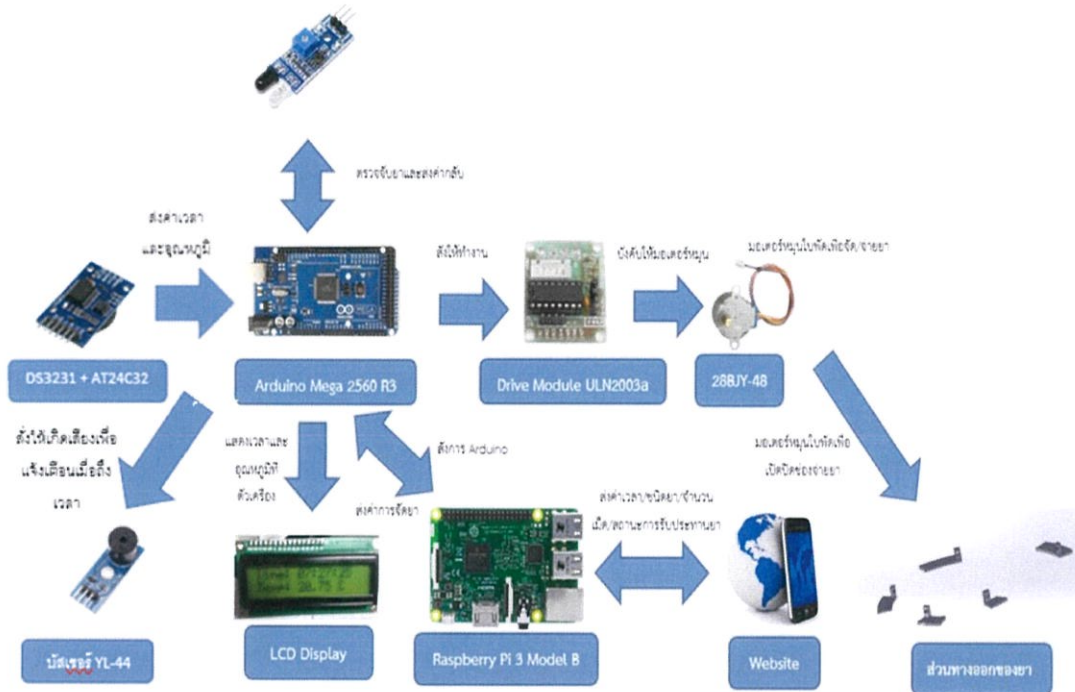
3.1.3 บล็อกไดอะแกรมส่วนบรรจุกยา



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมส่วนบรรจุกยา

ส่วนบรรจุกยาของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะทำงานหลังส่วนท่อลำเลียงยาทำการคัดแยกยาให้ลงมาส่วนบรรจุและจ่ายยาเพียง 1 เม็ด โดยยานี้จะผ่านโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวาง เมื่อโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวางตรวจจับยาได้จะส่งค่าบิต 0 ไปยังอาศัยโน้ตสั่งการบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์จ่ายสัญญาณไฟฟ้า PWM แก่สตีปป์มอเตอร์ส่วนงานบรรจุและจ่ายยาหมุนไป 1 ช่องเพื่อรับยา 1 เม็ดจากส่วนท่อลำเลียง ซึ่งทำเช่นนี้ไปจนกว่าจะบรรจุยาครบทุกชนิด ๆ ละ 16 เม็ด

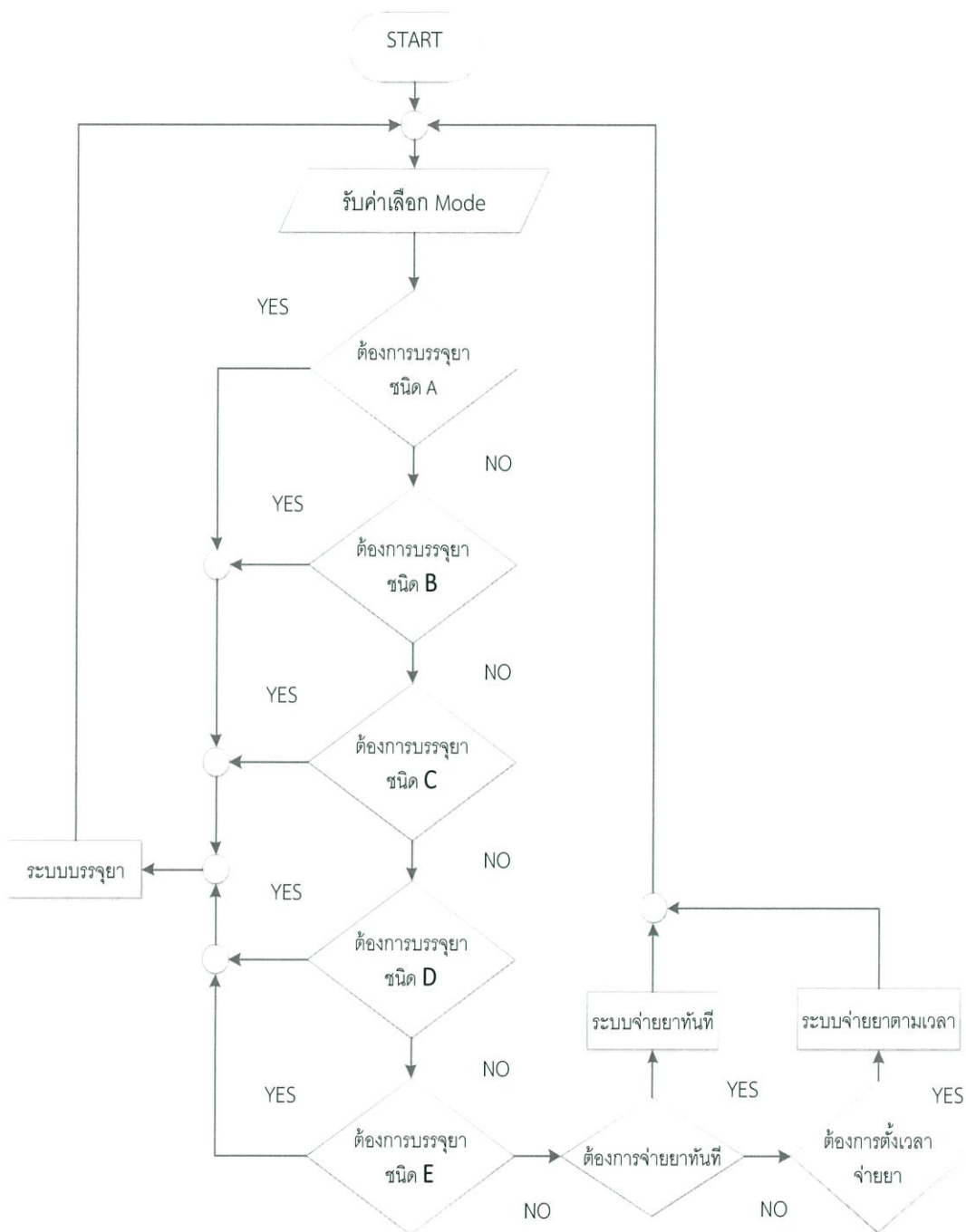
3.1.4 บล็อกไดอะแกรมส่วนทางออกและแสดงผล



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมส่วนทางออกและแสดงผล

ส่วนทางออกและแสดงผลของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะแสดงผลการตั้งค่าต่าง ๆ ของผู้ใช้งานบนเว็บไซต์เพื่อผู้ใช้งานกลับมาตรวจสอบดูเวลา และยาที่ต้องรับประทานในแต่ละเวลาได้ ต่อมาในส่วนของทางออกเมื่อเวลาที่ตั้งค่าไว้บนเว็บไซต์ตรงกับเวลาที่อยู่บนอาตุยโน้ที่รับค่าเวลามาจากโมดูลนาฬิกา ซึ่งอาตุยโน้จะนำค่าเวลาและอุณหภูมินี้ไปแสดงผลผ่านจอ LCD (Liquid Crystal Display) ที่ติดอยู่บนตัวเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ โดยอาตุยโน้จะสั่งการบอร์ดสำหรับส่งเสียงเตือนด้วยบัสเซอร์ ให้ส่งเสียงดังออกมาเตือนผู้ใช้งานว่าถึงเวลารับประทานยา และในเวลาเดียวกันอาตุยโน้จะสั่งการบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์จ่ายสัญญาณไฟฟ้า PWM ให้แก่สเต็ปป์มอเตอร์ส่วนงานบรรจุและจ่ายยาทำงานเพื่อจ่ายยาตามจำนวนที่ผู้ใช้งานต้องการรับประทานในเวลานั้น โดยสเต็ปป์มอเตอร์ส่วนทางออกของยาจะเปิดออกครั้งละ 1 ชนิด เพื่อจ่ายยาออกให้ผู้ใช้งานและจะเปิดทางออกครบทุกช่องเสมอ โดยเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติทำงานเช่นนี้ไปจนกว่าจะมีการตั้งค่าใหม่จากผู้ใช้งาน

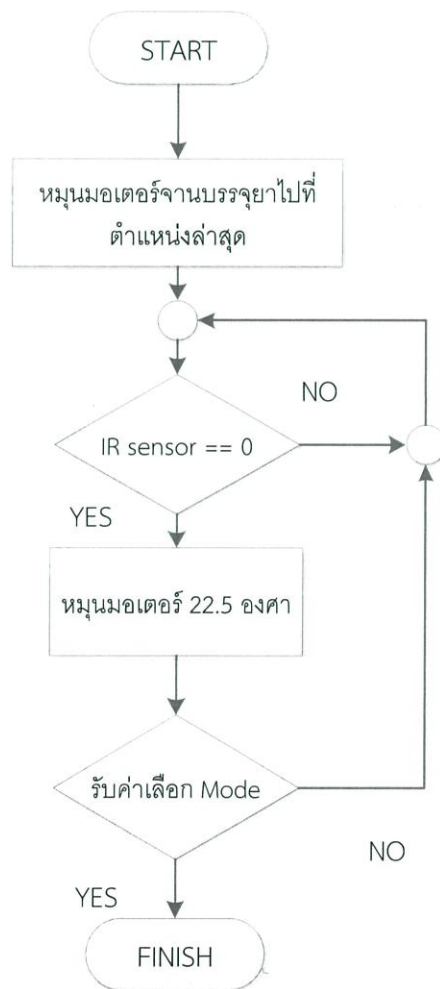
3.1.5 ระบบการทำงานรวม



รูปที่ 3.4 ระบบการทำงานรวม

ระบบการทำงานของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติจะเริ่มต้นด้วยการเลือกโหมดการทำงานของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ ซึ่งมีโหมดการทำงานอยู่ 3 โหมด คือ การบรรจุยา, การจ่ายยาในทันที และ การตั้งเวลาจ่ายยา หลังจากนั้นจะเริ่มการบรรจุยาแต่ละชนิดก่อน โดยเรียงลำดับตั้งแต่ชนิด A B C D และ E ซึ่งถ้าหากไม่ต้องการบรรจุยาชนิด A ก็จะเริ่มไปบรรจุยาชนิด B ทันที หรือถ้าไม่ต้องการบรรจุยาชนิด B อีกริก็จะไปเริ่มบรรจุยาชนิด C ทันทีเช่นกัน และจะเป็นเช่นนี้จนถึงยาชนิด E เมื่อสิ้นสุดการบรรจุยาชนิด E ระบบจะกลับไปสู่การเลือกโหมดอีกครั้งเพื่อให้สามารถเข้าระบบการจ่ายยาได้หลังจากที่บรรจุยาแล้ว โดยหากต้องการจ่ายยาทันที ระบบจ่ายยาจะเริ่มต้นทำงาน ณ เวลานั้นเลย แต่ถ้าต้องการที่จะตั้งค่าเวลาเพื่อจ่ายยาก็จะเข้าสู่ระบบจ่ายยาตามเวลา โดยจะรอเวลาที่ตั้งค่าไว้เพื่อจ่ายยา

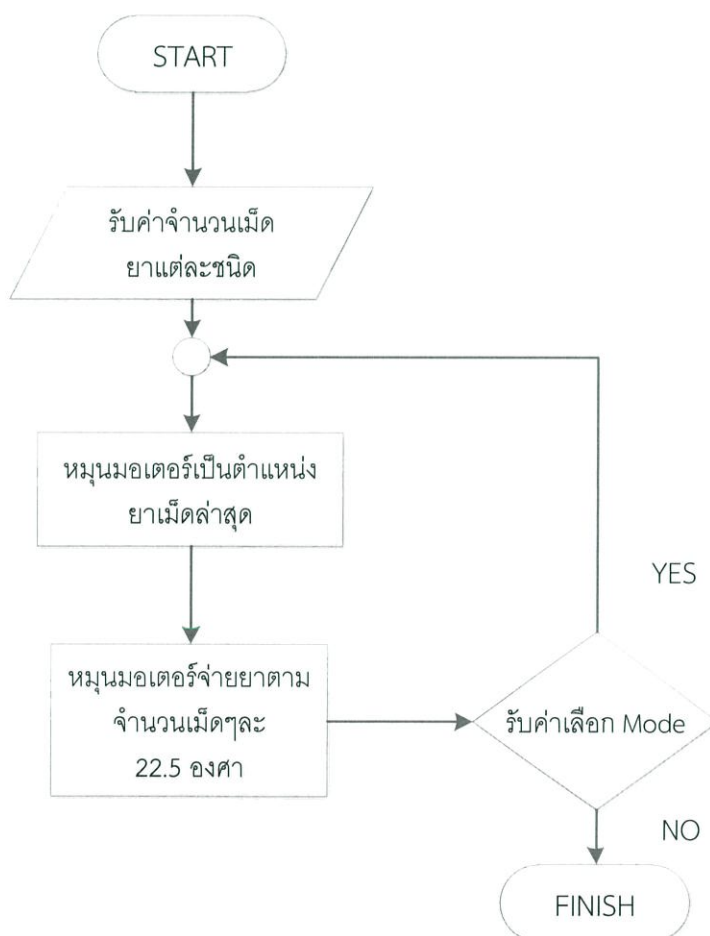
3.1.6 ระบบบรรจุยา



รูปที่ 3.5 ระบบบรรจุยา

ระบบบรรจุยาของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติจะต้องเลือกชนิดของยาที่ต้องการบรรจุ เนื่องจากอาจจะมียาชนิดนั้นอยู่ในส่วนบรรจุแล้ว โดยมอเตอร์ที่งานบรรจุนั้นจะหมุนไปในตำแหน่งช่องว่างของยาเม็ดต่อไปที่ต้องการบรรจุหรือหากเป็นการบรรจุยาชนิดนั้นครั้งแรกก็จะหมุนไปยังช่องเริ่มต้นของยาชนิดนั้น ซึ่งหากโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุที่วางจะตรวจจับยาจากส่วนท่อลำเลียงที่ลงไปสู่ส่วนงานบรรจุและจ่ายยาได้คือค่าบิตเป็น 0 สเต็ปปีงมอเตอร์ของส่วนบรรจุและจ่ายยาจะหมุนไป 1 ช่องหรือก็คือ 22.5 องศา แล้วหลังจากนั้นก็รอเลือกโหมด หากเป็นโหมดบรรจุยา ก็จะทำงานเช่นเดิมแต่หากเป็นโหมดอื่น ๆ ก็จะเป็นการสิ้นสุดระบบบรรจุยา

3.1.7 ระบบจ่ายยาทันที

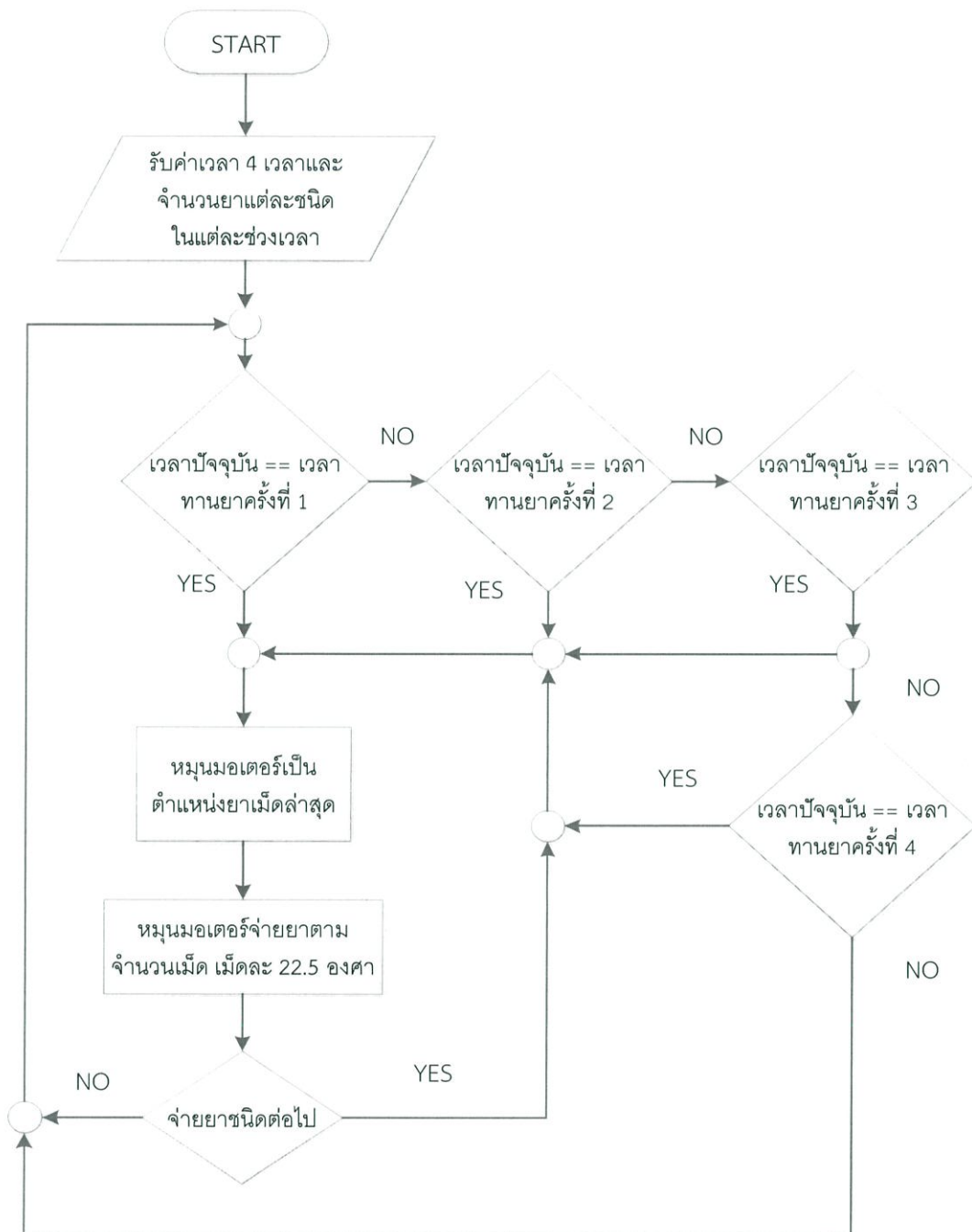


รูปที่ 3.6 ระบบจ่ายยาทันที

ระบบจ่ายยาทันทีของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จำเป็นจะต้องใส่จำนวนของยาแต่ละชนิดก่อน ต่อมาสแต็ปป์มอเตอร์จะหมุนส่วนงานบรรจุและจ่ายยาไปยังช่องที่เป็นตำแหน่งล่าสุดที่มีการบรรจุยาลงไป โดยจะเริ่มต้นที่ยาชนิด A ซึ่งสแต็ปป์มอเตอร์ของส่วนทางออกก็จะเปิดทางออกของยาชนิด A และสแต็ปป์มอเตอร์จะหมุนส่วนงานบรรจุและจ่ายยาจะหมุนไปเพื่อจ่ายยาตามที่ต้องการซึ่งจำนวนยามืดละ 22.5 องศา เมื่อจ่ายยาชนิด A เสร็จสิ้น สแต็ปป์มอเตอร์ของส่วนทางออกก็จะปิดทางออกของยาชนิด A และเริ่มเปิดทางออกของยาชนิด B เพื่อจ่ายยาชนิด B และจะจ่ายยาเรื่อย ๆ จนถึงครบทุกชนิดที่ต้องการ

3.1.8 ระบบจ่ายยาตามเวลา

ระบบจ่ายยาตามเวลาของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะตั้งค่าเวลาก่อน ซึ่งเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติสามารถตั้งเวลาได้ 4 เวลาต่อ 1 วัน และตั้งจำนวนยาของแต่ละชนิดตามที่ต้องการ เมื่อถึงเวลาปัจจุบันตรงกับเวลาที่ 1 ที่ตั้งค่าไว้ สแต็ปป์มอเตอร์จะหมุนส่วนงานบรรจุและจ่ายยาไปยังช่องที่เป็นตำแหน่งล่าสุดที่มีการบรรจุยาลงไป โดยจะเริ่มต้นที่ยาชนิด A ซึ่งสแต็ปป์มอเตอร์ของส่วนทางออกก็จะเปิดทางออกของยาชนิด A และสแต็ปป์มอเตอร์จะหมุนส่วนงานบรรจุและจ่ายยาจะหมุนไปเพื่อจ่ายยาตามที่ต้องการซึ่งจำนวนยามืดละ 22.5 องศา เมื่อจ่ายยาชนิด A เสร็จสิ้น สแต็ปป์มอเตอร์ของส่วนทางออกก็จะปิดทางออกของยาชนิด A และเริ่มเปิดทางออกของยาชนิด B เพื่อจ่ายยาชนิด B และจะจ่ายยาไปเรื่อย ๆ จนถึงครบทุกชนิดที่ต้องการในเวลา 1 หลังจากนั้นก็รอเวลาปัจจุบันให้ตรงกับเวลาที่ตั้งค่าไว้ต่อไป ระบบก็จะทำงานเช่นเดียวกับการจ่ายยาในเวลาก่อนหน้าแต่จำนวนของยาแต่ละชนิดอาจจะไม่เหมือนกัน

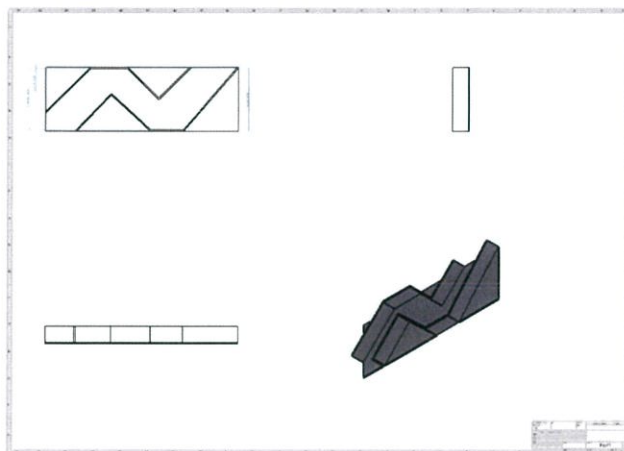


รูปที่ 3.7 ระบบจ่ายยาตามเวลา

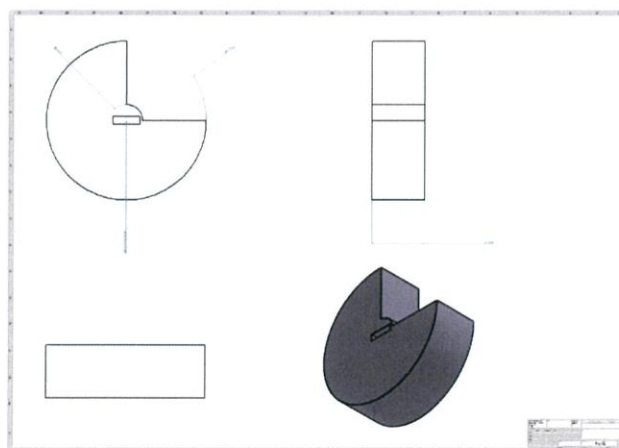
3.1.9 การออกแบบส่วนประกอบของเครื่องจ่ายยาด้วย Solid Work

การออกแบบส่วนประกอบในลักษณะนี้เพื่อให้เหมาะสมต่อการบรรจุยาและจ่ายยาในทุกชนิดโดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลักๆคือ ส่วนบรรจุยาและส่วนจ่ายยาโดยใช้โปรแกรม Solid Work ในการออกแบบ

3.1.9.1 การออกแบบส่วนบรรจุยา



รูปที่ 3.8 ส่วนบรรจุยาขั้นที่ 1

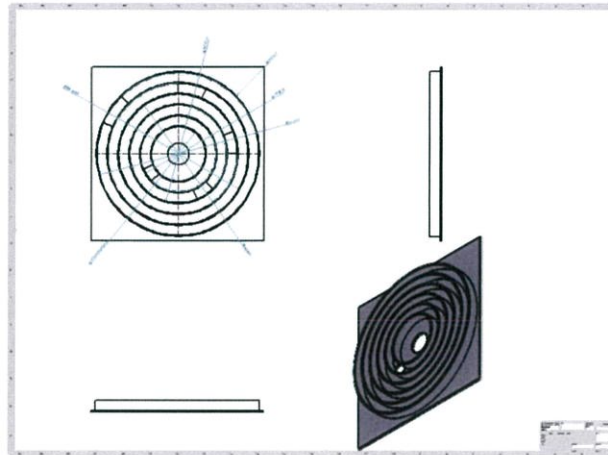


รูปที่ 3.9 ส่วนบรรจุยาขั้นที่ 2

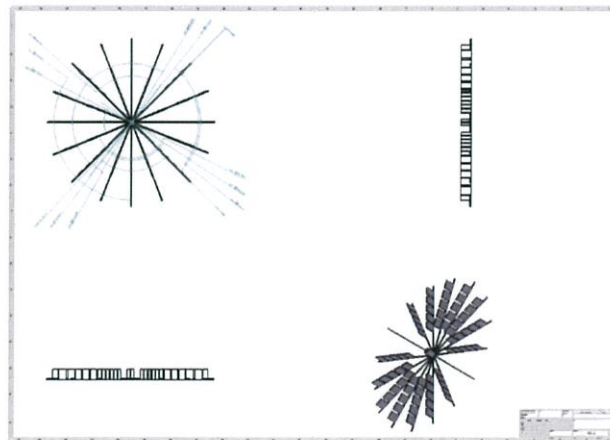
การออกแบบส่วนบรรจุยาจะแบ่งออก 2 ส่วนที่จะนำมาประกอบกัน โดยในส่วนแรกนั้นจะเป็นทางให้ยาลงไปสู่ส่วนต่อไป จะออกแบบมาให้ยาไม่สามารถตกลงไปได้ในแนวตั้งตรงจึงทำออกมาเป็นแนวซิกแซกเพื่อลดความเร็วในการตกของยา ต่อมาในส่วนที่สองจะเป็นส่วนที่ช่วยคัดแยกจำนวนยาให้เหลือลงส่วนต่อไปเพียง 1 เม็ดเท่านั้น โดยได้ออกแบบให้เป็นรูปแบบวงล้อเพื่อหมุนรับ

ยาเป็นวงกลม ซึ่งจะมีช่องว่างเป็นหนึ่งในสี่ของล้อทำให้รับยาได้ครั้งละ 1-2 เม็ดต่อการหมุนหนึ่งรอบ เป็นการคัดแยกจำนวนของยา จากการที่ล้อ 1 วงรับยาได้ครั้งละ 1-2 เม็ดทำให้เครื่องจ่ายยาอัตโนมัตินี้มี 2 วงล้อเพื่อทำให้สามารถคัดแยกยาได้ 1 เม็ดอย่างแน่นอน

3.1.9.2 การออกแบบส่วนจ่ายยา



รูปที่ 3.10 ส่วนจ่ายยาชั้นที่ 1

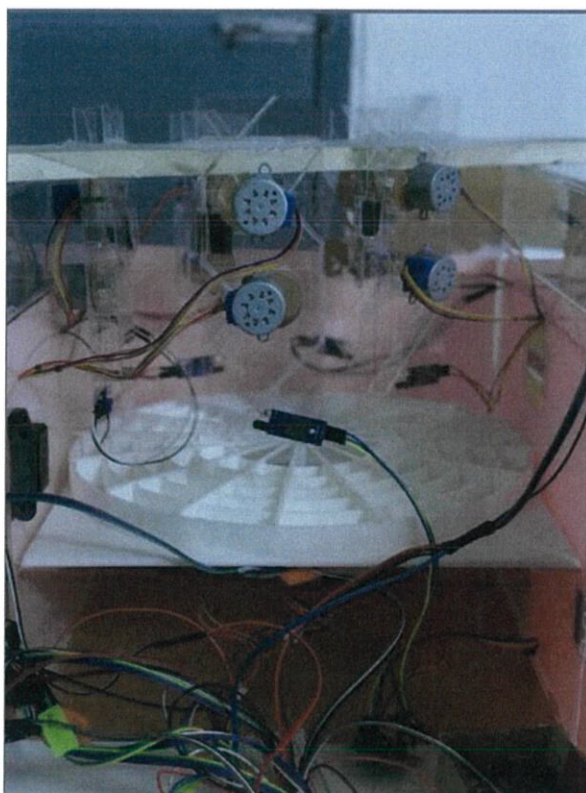


รูปที่ 3.11 ส่วนจ่ายยาชั้นที่ 2

การออกแบบส่วนจ่ายยาก็จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่จะนำมาประกอบเป็น โดยในส่วนแรกจะเป็นรูปแบบใบพัด และส่วนต่อไปจะออกเป็นจานที่แบ่งออกเป็นชั้นทั้งหมด 5 ชั้นซึ่งก็คือในชั้น 1 ชั้นจะมียาอยู่ 1 ชนิด ดังนั้นออกแบบมาให้สามารถใช้งานได้ทั้งหมด 5 ชนิด เมื่อนำมาประกอบกันในแต่ละชั้นจะมีช่องทั้งหมด 16 ช่องที่เกิดจากใบพัด ทำให้ยาแต่ละชนิดบรรจุได้ทั้งหมด 16 เม็ด โดยแต่ละชั้นจะมี 1 ช่องที่เป็นทางออกเพื่อให้ยาออกไปได้เมื่อมีการจ่ายยา

3.1.10 การประกอบส่วนจ่ายยาและส่วนบรรจุยาเข้าด้วยกัน

เมื่อได้ออกแบบส่วนจ่ายยาและส่วนบรรจุจาก Solid work เรียบร้อยแล้วจึงเริ่มนำแบบมาตัดแผ่นอะคริลิคด้วยเลเซอร์ในส่วนของบรรจุยาและในส่วนจ่ายยาจะใช้เป็นปริ้น 3 มิติแล้วจึงนำทั้ง 2 ส่วนมาประกอบกันเป็นเครื่องโดยส่วนบรรจุจะอยู่ด้านบนสุดของกล่องจ่ายยาและถัดลงมาจะเป็นส่วนจ่ายยา



รูปที่ 3.12 ตัวเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

3.1.11 เว็บเซิร์ฟเวอร์เก็บข้อมูลเครื่องจ่ายยา

เว็บเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ราสเบอร์รี่พาย สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เก็บข้อมูลต่าง ๆ จากเครื่องจ่ายยาโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วนบรรจุและส่วนจ่ายยาโดยส่วนบรรจุจะเก็บข้อมูลการมีอยู่ของเม็ดยาในงานและในส่วนจ่ายยาจะเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 4 ชนิดคือ ชนิดของยา ,จำนวนยา ,เวลาทานยา และหมายเหตุ โดยในส่วนนี้จะเป็นผู้ใช้งานใส่ข้อมูลลงไ้ผ่านเว็บไซต์

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'mydb'. The selected table is 'settime'. The SQL query executed is 'SELECT * FROM `settime` ORDER BY `id` ASC'. The table structure is as follows:

id	settime	med1	med2	med3	med4	med5
1	08:30:00	1	2	1	1	1
2	10:00:00	2	0	0	0	0
15	13:46:00	1	0	2	0	0

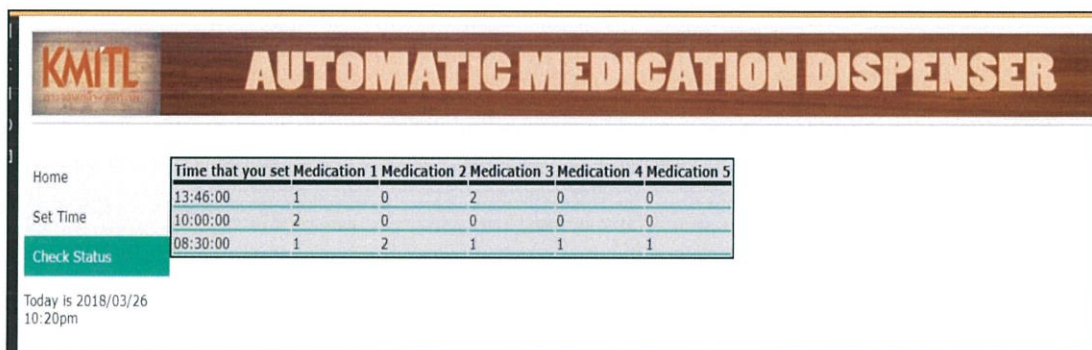
รูปที่ 3.13 ส่วนของเซิร์ฟเวอร์ที่แสดงฐานข้อมูล

The screenshot shows the homepage of the 'AUTOMATIC MEDICATION DISPENSER' website. The header includes the KMUTL logo and the project name. The navigation menu contains links for Home, Set Time, Check Status, and English Site. The main content area features a large group photo, a news article about the project's completion, and a section titled 'นานาชาติสนะ สสส. กับการตรวจสอบ' (International News: SSSS. with inspection). The page also includes a sidebar with 'Set Time' and 'Check Status' buttons, and a footer with a 'นโยบาย' (Policy) link.

รูปที่ 3.14 หน้าหลักของเว็บไซต์



รูปที่ 3.15 หน้าที่ใช้ในการตั้งเวลาในการจ่ายและกำหนดจำนวนเม็ดในการจ่าย



รูปที่ 3.16 หน้าที่แสดงสถานะการตั้งเวลาและจำนวนเม็ด

จากรูปที่ 3.14 , 3.15 และ 3.16 เป็นส่วนของหน้าเว็บไซต์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อความสะดวกสบายต่อผู้ใช้งานโดยในรูปที่ 3.14 เป็นส่วนของหน้าหลักการใช้งานโดยจะมีข่าวสารจาก สสส. ให้ผู้ใช้งานได้อ่าน และในรูปที่ 3.15 เป็นส่วนของการกำหนดการแจ้งเตือนของตัวเครื่องโดยจะสามารถกำหนดจำนวนเม็ดที่รับประทานและเวลาที่จะให้แจ้งเตือนได้ ส่วนในรูปสุดท้ายรูปที่ 3.16 เป็นหน้าที่แสดงสถานะจากการกำหนดตั้งค่าการแจ้งเตือนจากรูปที่ 3.15

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 1) Oscilloscope
- 2) Arduino Mega 2560 R3
- 3) Drive Module Board ULN2003a
- 4) Stepper Motor 28BJY-48 12V
- 5) IR Infrared Obstacle Avoidance Sensor Module

3.3 การจับเก็บผลการทดลอง

- 1) จับเก็บผลความแม่นยำในการบรรจุลงในท่อลำเลียง
- 2) วัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าของ Stepper Motor 28BJY-48 12V โดย Oscilloscope
- 3) จับเก็บผลความแม่นยำในการจ่ายยาในแต่ละครั้ง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ในการจ่ายยาให้กับบุคคลทุกวัยได้รับประทานยาได้ตรงตามเวลา โดยสามารถสั่งการผ่านหน้าเว็บไซต์ได้

โดยในบทนี้ จะเป็นการแสดงผลต่าง ได้แก่ การทดสอบความถูกต้องของการบรรจุยาแต่ละรูปร่างว่าใช้งานกับส่วนลำเสียงได้หรือไม่, การทดสอบการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องจ่ายยา, การทดสอบความถูกต้องของการจ่ายยา

4.1 ความถูกต้องของการบรรจุยาแต่ละรูปร่าง

เป็นการทดสอบว่ารูปร่างของยาแต่ละรูปร่างมีผลต่อความถูกต้องในการบรรจุยาในส่วนท่อลำเสียงยา โดยมียา 4 รูปร่าง คือ ยากลมแบน ยาแคปซูล ยากลมแบนเล็ก ยาเม็ดทรงแคปซูล ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

4.1.1 ยากลมแบน (ยาแก้ปวด เช่น Ibuprofen SARA Paracetamol)

ตารางที่ 4.1 ความถูกต้องของการบรรจุยารูปร่างกลมแบน

ครั้งที่ จำนวนเม็ด	1	2	3	4	5	6	7	เปอร์เซ็นต์ ความถูกต้อง
1 เม็ด	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	57.14 %
2 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
3 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้	85.71 %
4 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	71.43 %
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย								89.29 %

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงการทำงานเมื่อเม็ดยามีลักษณะกลมแบนโดยส่วนลำเสียงจะทำงานได้ แต่จะเห็นว่าจำนวน 1 เม็ดนั้นยังเกิดปัญหาในการลำเสียง สำหรับ 3 และ 4 เม็ดนั้นยังมีส่วนที่ทำให้การบรรจุยาผิดพลาดอยู่ เนื่องจากเมื่อใส่ยาหลายเม็ดลงไปจะไปติดขัดกับส่วนลำเสียงทำให้ไม่สามารถบรรจุยาต่อได้

4.1.2 ยาแคปซูล (ยาแก้ไอเสบ เช่น Amoxil)

ตารางที่ 4.2 ความถูกต้องของการบรรจุยารูปร่างแบบแคปซูล

จำนวนเม็ด / ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
1 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
2 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
3 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
4 เม็ด	ได้	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	85.71 %
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย								96.43 %

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงการทำงานเมื่อเป็นยาแคปซูล โดยส่วนลำเลียงจะทำงานได้ดีและมีส่วนน้อยที่จะติดขัดกับตัวเครื่องเนื่องจากบรรจุหลายเม็ด

4.1.3 ยากลมแบนขนาดเล็ก (ยาแก้แพ้ เช่น Loratadine)

ตารางที่ 4.3 ความถูกต้องของการบรรจุยารูปร่างกลมแบนขนาดเล็ก

จำนวนเม็ด / ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
1 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
2 เม็ด	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	ไม่ได้	42.86 %
3 เม็ด	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	0 %
4 เม็ด	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	0 %
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย								35.72 %

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงการทำงานเมื่อเป็นยากลมแบนขนาดเล็ก โดยส่วนลำเลียงจะไม่สามารถแยกเม็ดได้

4.1.4 ยาเม็ดทรงแคปซูล (ไทลินอล 500)

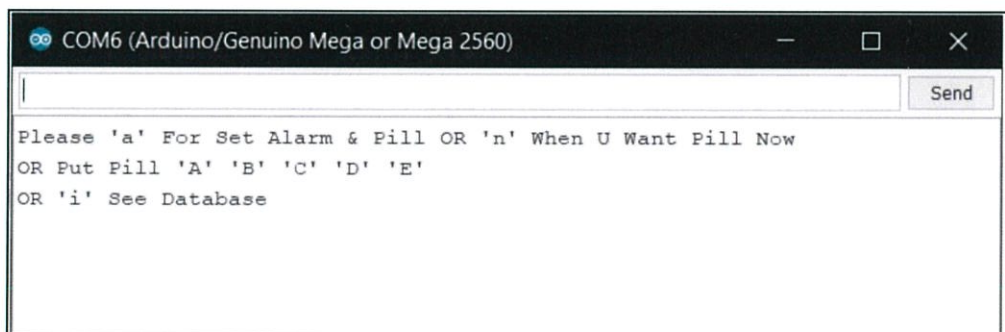
ตารางที่ 4.4 ความถูกต้องของการบรรจุารูปร่างทรงแคปซูล

จำนวนเม็ด / ครั้งที่	ครั้งที่							เปอร์เซ็นต์ ความถูกต้อง
	1	2	3	4	5	6	7	
1 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
2 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
3 เม็ด	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	100 %
4 เม็ด	ได้	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	85.71 %
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย								96.43 %

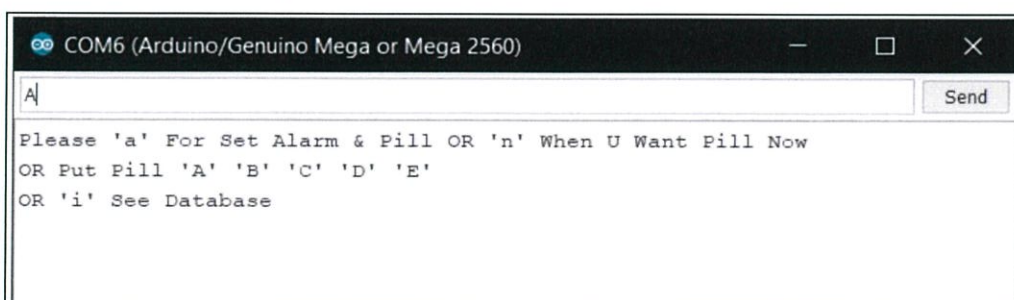
จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าผลที่ได้มีลักษณะคล้ายกับตารางที่ 4.2 ซึ่งเป็นยาแคปซูล

4.2 การบรรจุยาของตัวเครื่อง

การบรรจุยานั้นเมื่อเลือกชนิดยาเช่น A ตามรูป มอเตอร์จะหมุนไปตำแหน่งรอรับยา

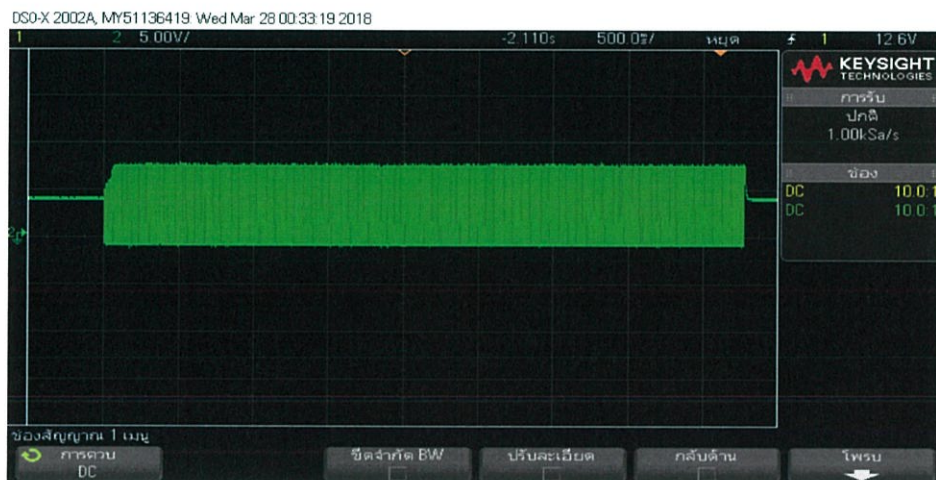


รูปที่ 4.1 Serial Monitor แสดงผลเริ่มต้น



รูปที่ 4.2 Serial Monitor แสดงการเลือกบรรจุยาแต่ละชนิด

กราฟของสแต็ปปีงมอเตอร์ เมื่อมีการทำงานสั่งโพลดยาหนึ่งชนิดทำให้ใบพัดหมุนครบหนึ่งรอบ ซึ่งจะเป็นสัญญาณแบบคลื่นพัลส์ต่อเนื่องโดยใช้เวลา 4.25 วินาที โดยตรงกับเวลาที่จับได้เมื่อใบพัดหมุนครบหนึ่งรอบ



รูปที่ 4.3 สัญญาณแรงดันของมอเตอร์จานหมุนเมื่อเลือกบรรจยาชนิดแรก

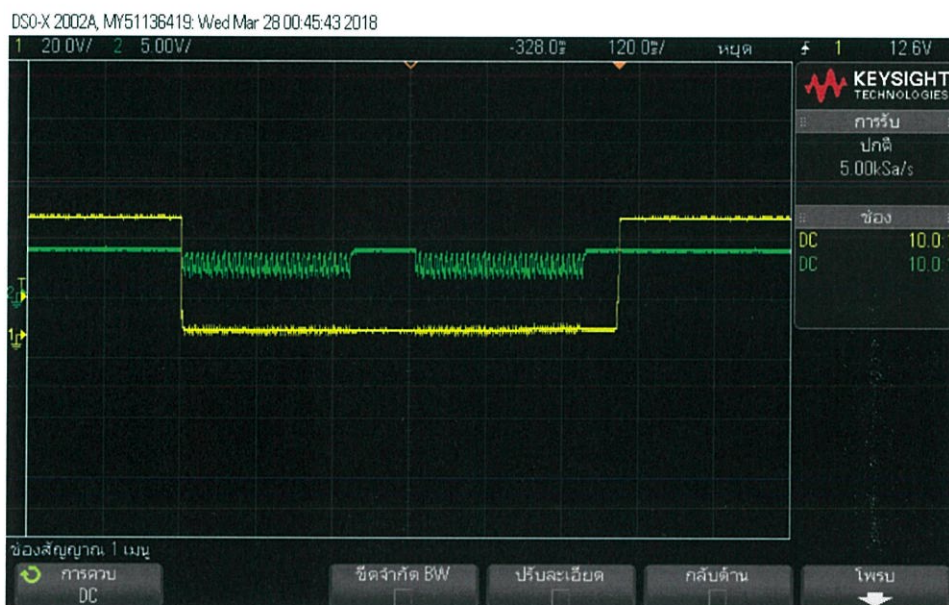
เมื่อใส่ยาในท่อลำเลียงยาจัดถูกจัดใส่ถาดบรรจยา โดยถูกแยกไว้เป็นช่องละ 1 เม็ดด้วย IR sensor

```

COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
Please 'a' For Set Alarm & Pill OR 'n' When U Want Pill Now
OR Put Pill 'A' 'B' 'C' 'D' 'E'
OR 'i' See Database
loading
READY
TYPE A
1
TYPE A
2
TYPE A
3
TYPE A
4
TYPE A
5
Autoscroll Both NL & CR 115200 baud
  
```

รูปที่ 4.4 Serial Monitor แสดงการบรรจยาชนิดแรก

กราฟการทำงานร่วมกันระหว่างโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุขีดขวาง และ สเต็ปป์มอเตอร์ ในส่วนการบรรจุยาชนิดหนึ่ง จากกราฟแสดงให้เห็นว่าเมื่อโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุขีดขวางระยะบูยาที่ตกลงมาได้ สัญญาณของโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุขีดขวางจะเป็นสัญญาณขาลงคือเริ่มทำงานทำให้สเต็ปป์มอเตอร์ ก็จะทำงานหมุนไปหนึ่งช่อง ดังสัญญาณพัลส์ที่เริ่มปรากฏเมื่อโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุขีดขวางเริ่มเป็นสัญญาณขาลง ซึ่งสรุปได้ว่าโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุขีดขวางสามารถทำงานร่วมกับสเต็ปป์มอเตอร์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ



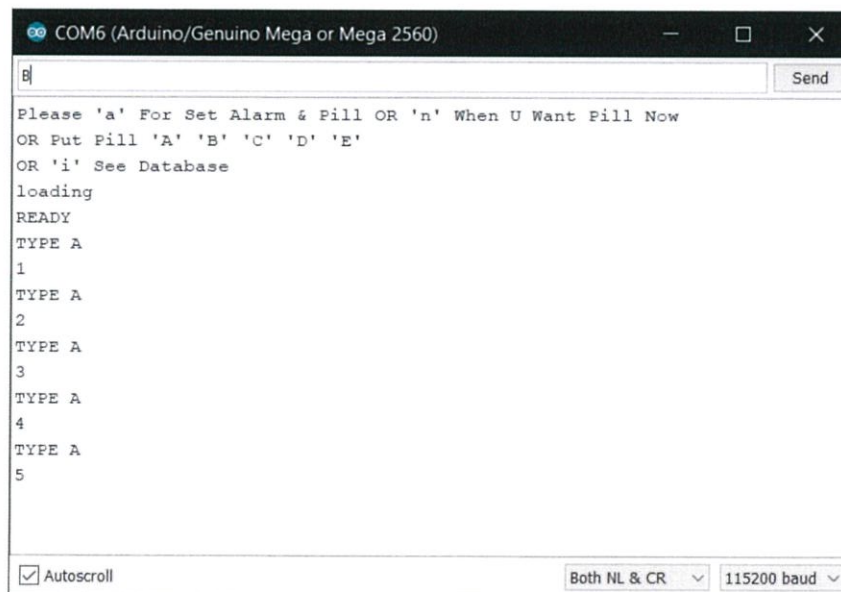
รูปที่ 4.5 สัญญาณแรงดันของมอเตอร์งานหมุนและเซ็นเซอร์ของส่วนลำเลียงเมื่อบรรจุยา

หมายเหตุ : กราฟเส้นสีเหลืองคือสัญญาณที่วัดจากโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุขีดขวาง
กราฟเส้นสีเขียวเป็นสัญญาณที่วัดจากสเต็ปป์มอเตอร์

กดชนิดยาต่อไป เช่น B ตามรูป เพื่อบรรจุยาชนิดต่อไป สามารถกด i ดูสถานะของยาว่ามียาอยู่ชนิดละเท่าไร



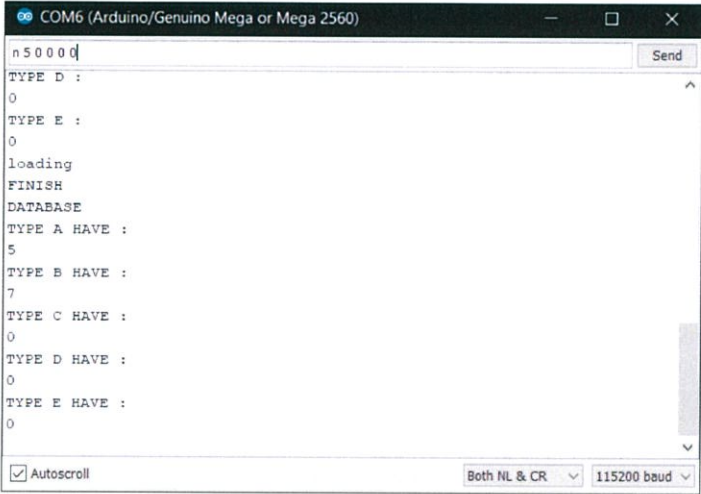
รูปที่ 4.6 Serial Monitor แสดงการเลือกบรรจุยาชนิดอื่น ๆ



รูปที่ 4.7 Serial Monitor แสดงจำนวนยาแต่ละชนิดที่มีอยู่ในตัวเครื่อง

4.3 การจ่ายยาของตัวเครื่อง

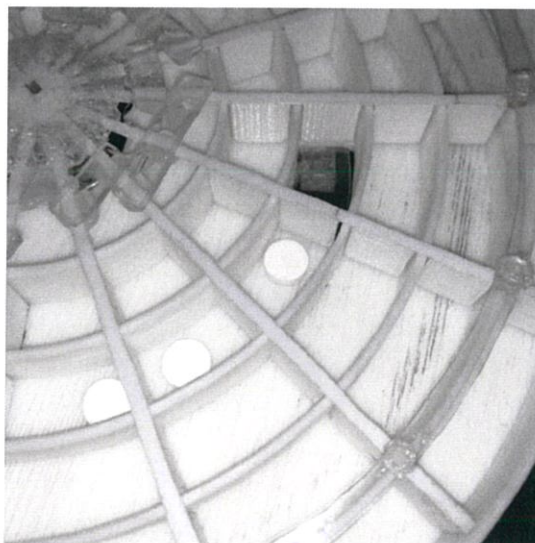
การจ่ายยานั้นเมื่อใส่ค่าจำนวนยาแต่ละชนิดตามรูป มอเตอร์จะหมุนถาดบรรจุยาไปตำแหน่งรอจ่ายยา ต่อมามอเตอร์ส่วนช่องจ่ายยาเปิดออกให้ถาดหมุนพายาหล่นลงมาตามจำนวนเม็ด จากนั้นส่วนช่องจ่ายยาที่เปิดอยู่จะปิดเพื่อเตรียมจ่ายยาชนิดต่อไป



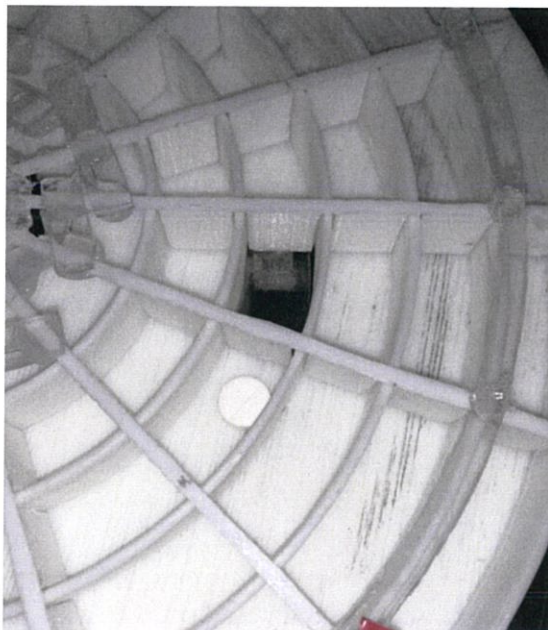
```

COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
n5000d
TYPE D :
0
TYPE E :
0
loading
FINISH
DATABASE
TYPE A HAVE :
5
TYPE B HAVE :
7
TYPE C HAVE :
0
TYPE D HAVE :
0
TYPE E HAVE :
0
Autoscroll Both NL & CR 115200 baud
  
```

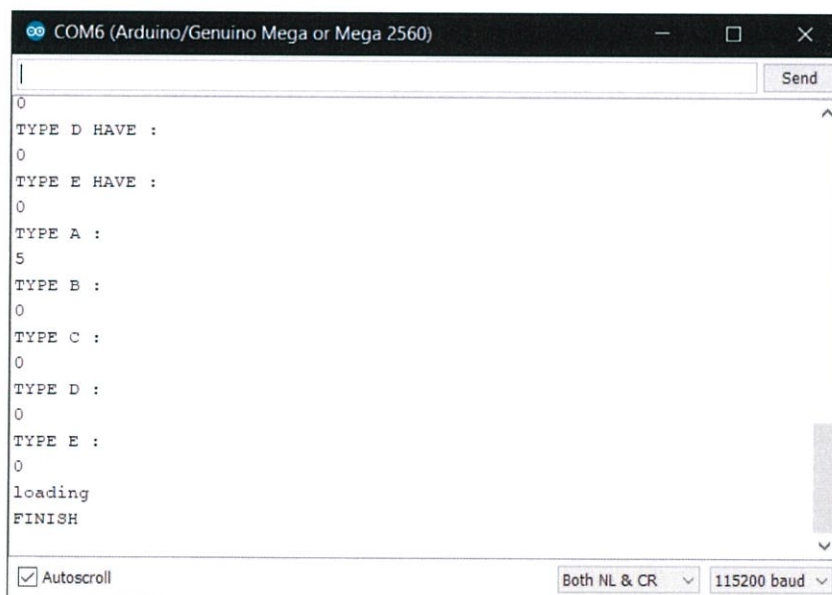
รูปที่ 4.8 Serial Monitor แสดงการสั่งจ่ายยา



รูปที่ 4.9 ส่วนช่องจ่ายยาเปิดออกเพื่อรอการจ่าย

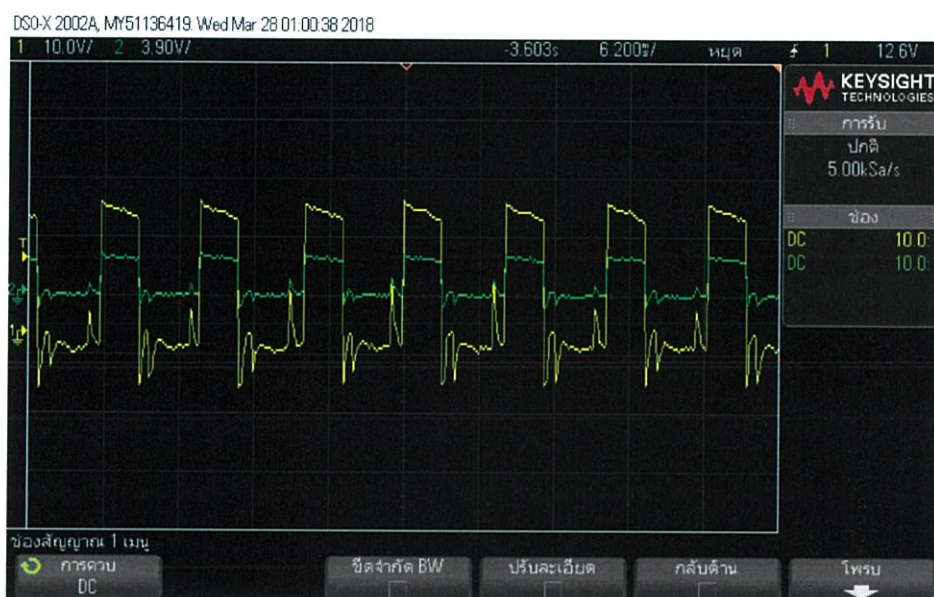


รูปที่ 4.10 ส่วนช่องจ่ายยาปิดเมื่อจ่ายยาชนิดนั้นเสร็จ



รูปที่ 4.11 Serial Monitor แสดงข้อมูลหลังจากการจ่ายยาเสร็จสิ้น

กราฟการทำงานร่วมกันระหว่างสแต็ปป์มอเตอร์ที่ทำงานในส่วนบรรจุยา และส่วนจ่ายยา โดยเมื่อมีการจ่ายยาใบพัดจะหมุนทวนเข็มนาฬิกาหนึ่งช่องเพื่อจ่ายยาหนึ่งเม็ดและในขณะเดียวกันส่วนจ่ายยาจะถูกเปิดออกด้วยสแต็ปป์มอเตอร์ซึ่งจากสัญญาณที่วัดออกมาได้ แสดงให้เห็นสัญญาณพัลส์จากสแต็ปป์มอเตอร์ทั้งสองส่วนการทำงานสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ



รูปที่ 4.12 สัญญาณแรงดันของมอเตอร์จานหมุนและมอเตอร์ส่วนจ่ายยาเมื่อสั่งจ่ายยา

หมายเหตุ : กราฟเส้นสีเขียวคือสัญญาณที่วัดจากสแต็ปป์มอเตอร์ส่วนจ่ายยากราฟเส้นสีเหลืองเป็นสัญญาณที่วัดจากสแต็ปป์มอเตอร์ส่วนบรรจุยา (ใบพัด)

4.4 การตั้งเวลาเพื่อจ่ายยาผ่านเว็บไซต์

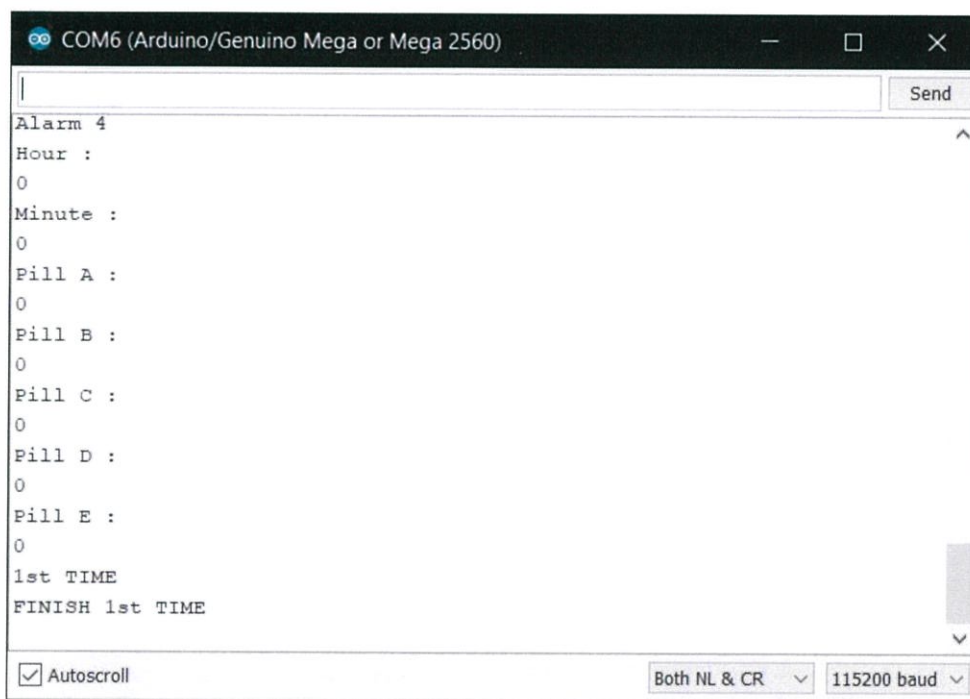
การตั้งเวลาจ่ายยาผ่านเว็บไซต์สามารถทำได้ดังรูป โดยเข้าที่ชื่อโดเมน 161.246.18.40 บนเว็บไซต์ แล้วตั้งเวลากับจำนวนเม็ดที่ต้องการ

รูปที่ 4.13 การตั้งเวลาเพื่อจ่ายยาผ่านเว็บไซต์

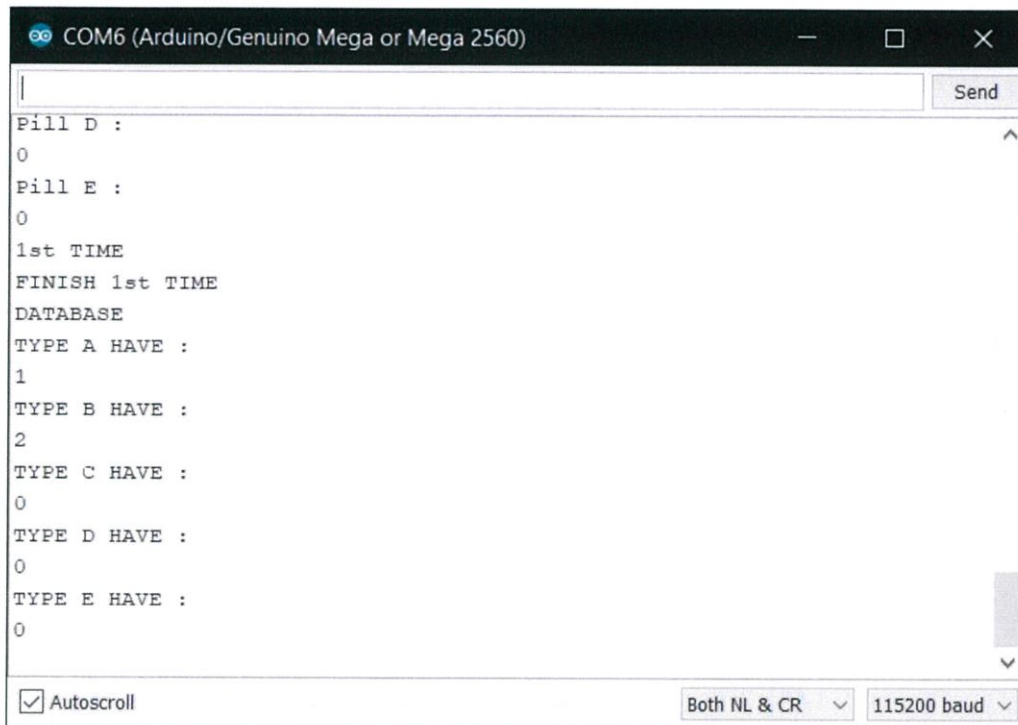
รูปที่ 4.14 แสดงสถานการณ์ตั้งเวลาและการกำหนดจำนวนเม็ดในการจ่ายยา

รูปที่ 4.15 สถานะเวลารับประทานยาทั้งหมด

เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ตัวเครื่องจะเตือนแล้วจ่ายยาตามกระบวนการจ่ายยาจนเสร็จสิ้นทุกชนิด และตรวจสอบจำนวนยาคงเหลือว่าเหลือยาเท่าไรโดยเมื่อยาถูกจ่ายออกมาแล้วจะมีโมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุที่ขวางติดอยู่ เพื่อตรวจสอบยาที่อยู่ในช่องรอรับยาจนกว่าจะได้รับบริการหยิบยาออกไป



รูปที่ 4.16 Serial Monitor แสดงการจ่ายยาเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้

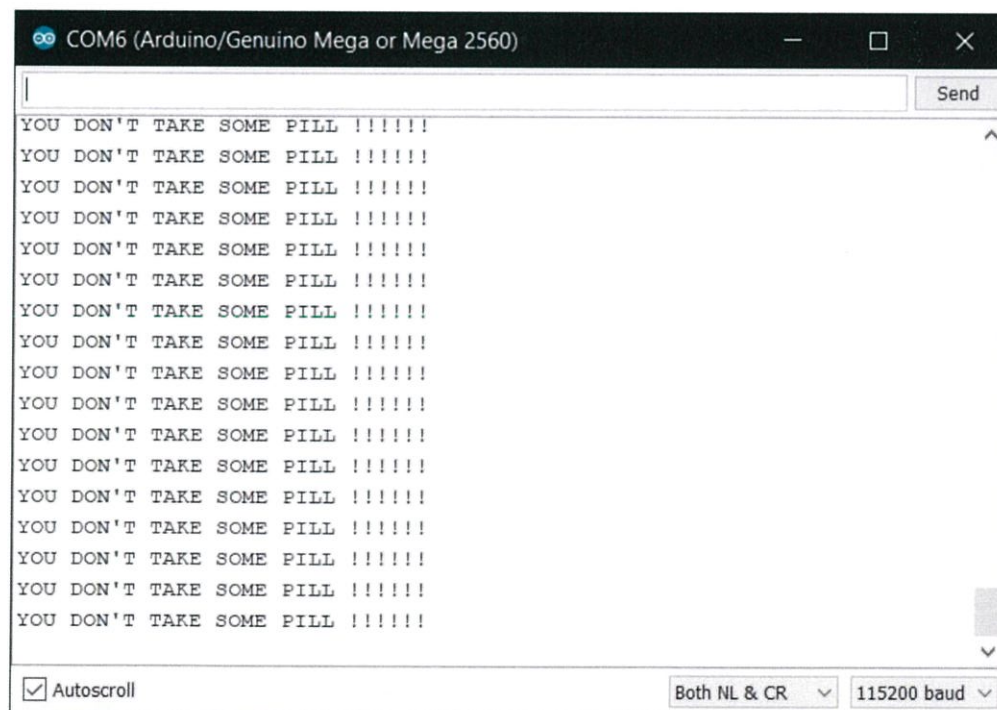


```

COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
Send
Pill D :
0
Pill E :
0
1st TIME
FINISH 1st TIME
DATABASE
TYPE A HAVE :
1
TYPE B HAVE :
2
TYPE C HAVE :
0
TYPE D HAVE :
0
TYPE E HAVE :
0
 Autoscroll
Both NL & CR
115200 baud

```

รูปที่ 4.17 Serial Monitor แสดงจำนวนเม็ดยาที่คงเหลือหลังจากจ่ายยาเสร็จสิ้น



```

COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
Send
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
YOU DON'T TAKE SOME PILL !!!!!
 Autoscroll
Both NL & CR
115200 baud

```

รูปที่ 4.18 Serial Monitor แสดงการตรวจพบยาที่ช่องรอรับยา

4.5 ความถูกต้องของการจ่ายยา

เป็นการทดสอบความถูกต้องของการจ่ายยาตามเวลาที่กำหนดของตัวเครื่อง โดยทำการทดสอบเป็นจำนวน 3 วันๆละ 4 เวลา คือ 9.00 น., 12.00 น., 16.00 น., 20.00 น.

ตารางที่ 4.5 ความถูกต้องของการจ่ายยา

เครื่อง รุ่น	วันที่	เวลา (น.)	จำนวนเม็ดยา (เม็ด)					ความ ถูกต้อง	หมายเหตุ
			ชนิด A	ชนิด B	ชนิด C	ชนิด D	ชนิด E		
1	09/4/61	09.00	2	1	0	0	2	ถูกต้อง	-
2	09/4/61	12.00	0	3	1	1	0	ถูกต้อง	-
3	09/4/61	16.00	0	0	2	3	2	ถูกต้อง	-
4	09/4/61	20.00	1	0	2	1	0	ถูกต้อง	-
5	10/4/61	09.00	2	1	0	0	2	ไม่ถูกต้อง	ยาติดขัด
6	10/4/61	12.00	0	3	1	1	0	ถูกต้อง	-
7	10/4/61	16.00	0	0	2	3	2	ถูกต้อง	-
8	10/4/61	20.00	1	0	2	1	0	ถูกต้อง	-
9	11/4/61	09.00	2	1	0	0	2	ถูกต้อง	-
10	11/4/61	12.00	0	3	1	1	0	ถูกต้อง	-
11	11/4/61	16.00	0	0	2	3	2	ไม่ถูกต้อง	ยาติดขัด
12	11/4/61	20.00	1	0	2	1	0	ถูกต้อง	-
13	12/4/61	09.00	2	1	0	0	2	ถูกต้อง	-
14	12/4/61	12.00	0	3	1	1	0	ถูกต้อง	-
15	12/4/61	16.00	0	0	2	3	2	ไม่ถูกต้อง	จ่ายยาเกิน
16	12/4/61	20.00	1	0	2	1	0	ถูกต้อง	-
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง							81.25 %	-	

จากตารางที่ 4.5 ที่แสดงความถูกต้องของการจ่ายยาพบว่า มีบางครั้งที่ยาจ่ายแล้วเกิดปัญหาขึ้นคือ ยาติดขัด เนื่องจากพื้นผิวของจานหมุนไม่เรียบสนิททำให้ยาชนิดกลมแบนไปขัดใบพัด จึงทำให้ยาเกิดการติดขัดขึ้น และอีกสาเหตุคือ จ่ายยาเกิน เนื่องจากยาที่ลงมาจากท่อลำเลียงลงมา มากกว่า 1 เม็ดแล้วหล่นลงในช่องว่างเป็น 2 เม็ดทำให้พอถึงเวลาจ่ายยา ยาจึงออกมามากกว่าที่ต้องการ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลองในบทที่ 4 เรื่องผลการทดลองพบว่ารูปร่างยาที่ไม่สามารถนำมาใช้กับตัวเครื่องที่สร้างมาคือยากลมแบนขนาดเล็ก เช่น ยาจำพวกยาแก้แพ้ เนื่องจากส่วนลำเลียงจะไม่สามารถแยกเม็ดออกมาได้โดยมีความถูกต้องเฉลี่ยเพียงแค่ 35.72 % และรูปร่างยาที่ทำให้เครื่องทำงานได้มีประสิทธิภาพที่สุดคือ ยาแคปซูลและยาเม็ดทรงแคปซูลซึ่งมีความถูกต้องเฉลี่ยถึง 96.43 % ด้วยกัน และในการทดลองสุดท้ายคือการทดลองจ่ายยาตามเวลาที่กำหนดโดยทดสอบจ่ายยาเป็นจำนวน 3 วันๆละ 4 เวลาคือ คือ 9.00 น., 12.00 น., 16.00 น. และ 20.00 น. พบว่าครั้งที่ 5 และ 11 ปัญหาที่เกิดขึ้นคือยาติดขัด เหตุเนื่องจากพื้นผิวของจานหมุนไม่เรียบทำให้ยาชนิดกลมแบนไปขัดใบพัดและในครั้งที่ 15 ปัญหาคือ จ่ายยาเกิน เนื่องด้วยยาที่ลงมาจากท่อลำเลียงลงมามากกว่า 1 เม็ด จึงทำให้เวลาจ่ายยาเกินกว่าที่กำหนด

สุดท้ายนี้การสร้างเครื่องจ่ายยาอัตโนมัตินั้นสามารถทดสอบจ่ายยาแต่ละชนิดและแจ้งเตือนได้ตามเวลาที่เรากำหนดไว้ได้ และสามารถแสดงข้อมูลการรับประทานยา จำนวนยาคงเหลือ ตรวจสอบยาที่ช่องทางออกได้ถูกต้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ตัวเครื่องควรจะใช้อุปกรณ์ในการควบคุมน้อยกว่านี้
- 2) ขนาดตัวเครื่องค่อนข้างจะใหญ่ ทำให้เปลืองพื้นที่ใช้สอย
- 3) ยังมีข้อจำกัดเรื่องขนาดยา ซึ่งปัจจุบันไม่สามารถใช้งานร่วมกับยาขนาดเล็กได้
- 4) ตัวเครื่องบางยังมีข้อผิดพลาดเนื่องจากวัสดุที่ใช้ขึ้นรูปยังไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ เช่น ส่วนที่เป็นวงกลมนั้นพื้นผิวไม่เรียบพอ ทำให้เกิดการติดขัด

บรรณานุกรม

- [1] เอกชัย มะการ, เรียนรู้ เข้าใจ ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino, กรุงเทพฯ : บริษัท อีทีที จำกัด, 2552
- [2] Arduino Mega 2560 [Online].
Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>
- [3] ศุภชัย สุรินทร์วงศ์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด, 2541
- [4] Mr.Adisak Chinawong “Stepping Motor” <http://www.adisak51.com/page22.html>
- [5] บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด “การใช้งาน Character LCD Display กับ Arduino” <http://thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article>
- [6] “Language HTML” <https://www.w3schools.com/>
- [7] C. K. Toh “Three dimensional adjustable cavity for Flexible Singulation of Multiple Medications in an Automated Medication Dispenser” <http://ieeexplore.ieee.org/document/6386353/>
- [8] Shaantam Chawla “The autonomous pill dispenser: Mechanizing the delivery of tablet medication” <http://ieeexplore.ieee.org/document/7777886/>
- [9] “แบบสอบถามความต้องการใช้งานเครื่องจ่ายยา” <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeYVPRpqVhnbRnfasxo0c5vyWVa8zX8CwAPrYzQZPzmJiw2Q/viewform>