รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสร้างเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยาอัตโนมัติ

จำรูญ จันทร์กุญชร

กนกวรรณ กันยะมี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีงบประมาณ 2561

พ.ศ. 2561

หัวข้อวิจัย การสร้างเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยาอัตโนมัติ
ผู้ดำเนินวิจัย จำรูญ จันทร์กุญชร
กนกวรรณ กันยะมี
หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การรับประทานยาเป็นการรักษาอาการเจ็บป่วยของผู้ป่วย ซึ่งผู้ป่วยต้องรับประทานยาตามที่แพทย์สั่งโดยเคร่งครัด ทั้งปริมาณยาและเวลาที่ต้องรับประทานจนครบกำหนด เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการรักษา ป้องกันการดื้อยา และเนื่องด้วยสภาพปัจจุบันมีผู้ป่วยจำนวนมากที่อาศัยอยู่บ้านโดยไม่มีผู้ดูแลโดยเฉพาะผู้สูงอายุ ส่งผลให้มีปัญหาในการรับประทานยา อาทิเช่น ลืมเวลาที่ต้องรับประทานยา อ่านฉลากยาไม่ชัดเจน หรือรับประทานยาผิดชนิด ซึ่งถือว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุปสรรคต่อการรักษาอาการเจ็บป่วย

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยาอัตโนมัติ เพื่ออำนวยประโยชน์ในการจ่ายยาได้อย่างถูกต้อง ตรงเวลาแก่ผู้ป่วย ผู้สูงอายุ หรือผู้ใช้งานทั่วไป โดยตัวเครื่องถูกควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ใช้งานสามารถบรรจุยาลงในเครื่อง และป้อนข้อมูลเวลาการจ่ายยาตามแพทย์สั่ง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงและข้อความที่หน้าเครื่องเพื่อให้ผู้ป่วยกดปุ่มเพื่อรับยา และสามารถทำงานได้แม้ในช่วงที่ไม่มีไฟฟ้า

จากการทดลองใช้งานเครื่องจ่ายยา พบว่าสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ ถูกต้อง และครบถ้วนทุกฟังก์ชั่นการทำงาน

คำสำคัญ – เครื่องจ่ายยา; แจ้งเตือน; รับประทานยา; ผู้ป่วย; ผู้สูงอายุ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยหัวข้อ “การสร้างเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยาอัตโนมัติ” นี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ คณะผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหาร คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ทุกท่านของมหาวิทยาลัยฯ เป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัย

ขอกราบขอบคุณสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และเวลาในการทำวิจัย

ขอบกราบขอบพระคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจที่ดีและอบอุ่น ส่งผลให้การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จำรูญ จันทร์กุญชร

กนกวรรณ กันยะมี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

กิตติกรรมประกาศ II

สารบัญ III

สารบัญตาราง V

สารบัญรูป VI

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรเลอร์ 4

2.2 โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ 8

2.3 อาดูโน่ 8

2.4 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของอาดูโน่ 9

2.5 รีเลย์..... 13

2.6 โซลินอยด์วาล์ว 17

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประเภทการวิจัย..... 19

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 19

3.3 การออกแบบผังการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา 16

3.4 การออกแบบฟังก์ชันการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา .. 18

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา 21

3.6 วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา 26

4.2 การทดลองวัดประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา 27

บทที่ 5 อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

5.1 การอภิปรายผล 29

5.2 ข้อเสนอแนะ 29

บรรณานุกรม..... 30

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2-1 รายละเอียดขาของ ESP-12F.....

4-1 ประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจ่ายยา 28

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	2
2.1 สถาปัตยกรรมของ ESP8266	6
2.2 รายละเอียดขาของ ESP-12F	6
2.3 อาดูโน่ (Arduino)	9
2.4 รีเลย์ (Relay)	13
2.5 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน	14
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา	19
3.2 ฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา	20
3.3 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ MEGA 2560 R3	21
3.4 จอแสดงผลแบบ LCD ความละเอียด 480x320 จุด	21
3.5 โมดูลนาฬิกา DS3231	22
3.6 โซลีนอยด์แบบ Push-Pull	22
3.7 โมดูลรีเลย์ขนาด 4 ช่อง	23
3.8 โมดูลเล่นและบันทึกเสียงแบบดิจิทัล	23
3.9 แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ (Power Supply)	24
3.10 ตลับบรรจุยา	24
3.11 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา	25
4.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อภายในของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา	26
4.2 หน้าจอการแสดงผลของเครื่องจ่ายยา	27

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรับประทานยาเป็นการรักษาอาการเจ็บป่วยของผู้ป่วย ซึ่งผู้ป่วยต้องรับประทานยาตามที่แพทย์สั่งโดยเคร่งครัด ทั้งปริมาณยาและเวลาที่ต้องรับประทานจนครบกำหนด ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการรักษา ป้องกันการดื้อยา และเนื่องด้วยสภาพปัจจุบันมีผู้ป่วยจำนวนมากที่อาศัยอยู่บ้านโดยไม่มีผู้ดูแลโดยเฉพาะผู้สูงอายุ ส่งผลให้มีปัญหาในการรับประทานยา อาทิเช่น ลืมเวลาที่ต้องรับประทานยา อ่านฉลากยาไม่ชัดเจน หรือรับประทานยาผิดชนิด ซึ่งถือว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุปสรรคต่อการรักษาอาการเจ็บป่วย

ดังนั้น เพื่อช่วยลดปัญหาดังกล่าวและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา คณะวิจัยจึงได้มีแนวคิดในการสร้างเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติสำหรับผู้ป่วย การทำงานจะถูกควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ผู้ใช้งานบรรจุยาลงในเครื่อง และป้อนข้อมูลเวลาการจ่ายยาตามแพทย์สั่ง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงและข้อความที่หน้าเครื่อง เพื่อให้ผู้ป่วยกดปุ่มเพื่อรับยา และสามารถทำงานได้แม้ในช่วงที่ไม่มีไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์

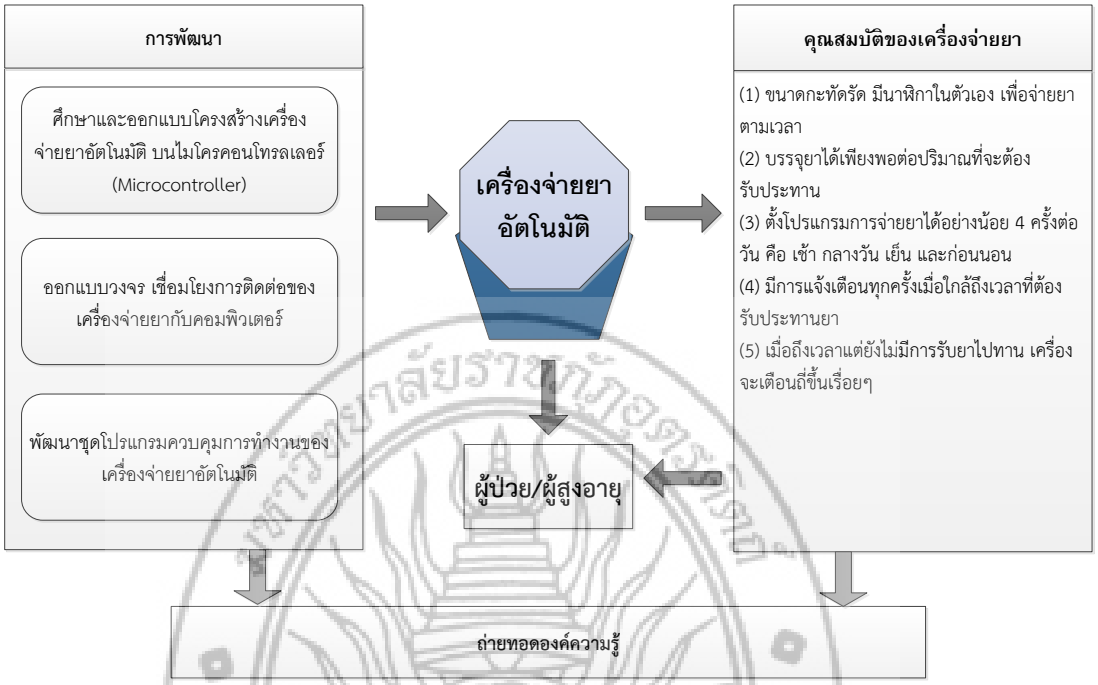
1.2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบโครงสร้างเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

1.2.2 เพื่อออกแบบวงจรเชื่อมโยงการติดต่อของเครื่องจ่ายยา

1.2.3 เพื่อพัฒนาชุดโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

1.2.4 เพื่อสร้างเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

1.3 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตประเด็นการศึกษาและออกแบบ

การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ศึกษาและออกแบบโครงสร้างเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ บนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ส่วนที่ 2 ออกแบบวงจรเชื่อมโยงการติดต่อของเครื่องจ่ายยา

ส่วนที่ 3 พัฒนาชุดโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ โดยใช้ภาษาซี (C Programming Language)

คุณสมบัติของเครื่องมีดังนี้

(1) ตัวเครื่องมีขนาดกะทัดรัด มีนาฬิกาในตัวเอง เพื่อจ่ายยาตามเวลา และมีแบตเตอรี่ในตัว สามารถทำงานได้แม้ในช่วงที่ไม่มีไฟฟ้า

(2) เครื่องสามารถบรรจุยาได้เพียงพอต่อปริมาณที่จะต้องรับประทานอย่างน้อย 7 วัน โดยยาที่จะรับประทานในแต่ละมื้อจะถูกบรรจุในตลับยาขนาดเล็ก

(3) เครื่องสามารถตั้งโปรแกรมการจ่ายยาได้อย่างน้อย 4 ครั้งต่อวัน คือ เช้า กลางวัน เย็น และก่อนนอน

(4) เครื่องจะทำการแจ้งเตือนทุกครั้งเมื่อใกล้ถึงเวลาที่จะต้องรับประทานยา และขณะที่ถึงเวลาแล้ว และเมื่อถึงเวลาแล้ว ยังไม่มีการรับยาไปทาน เครื่องจะทำการเตือนถี่ขึ้นเรื่อยๆ

1.4.2 ขอบเขตด้านประชากร

ผู้ป่วย หรือผู้สูงอายุในพื้นที่ จังหวัดอุตรดิตถ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ตัวโครงแบบเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ เกิดองค์ความรู้ในการนำไปพัฒนาชิ้นงาน

1.5.2 ได้เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

1.5.3 ทำให้ผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ สามารถรับประทานยาตรงเวลาและครบถ้วน

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา โดยมีผลการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ได้แก่

(1) ไมโครคอนโทรเลอร์
(2) โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์
(3) อาดูโน่ (Arduino)
(4) โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของอาดูโน่
(5) รีเลย์
(6) โซลินอยด์วาล์ว
(7) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครคอนโทรเลอร์ (สุรศักดิ์, 2555) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ตามที่ตั้งโปรแกรมหรือเขียนโปรแกรมควบคุม จึงสามารถนำไมโครคอนโทรเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในงานการควบคุมต่าง ๆ เช่น การควบคุมมอเตอร์ การควบคุมหลอดไฟ การควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น ไมโครคอนโทรเลอร์มีหน่วยความจำ หน่วยประมวลผล และหน่วยแสดงผล ที่ถูกนำไปใช้ในระบบสมองกลฝังตัว คือ ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ถูกซ่อนอยู่ภายในเครื่องจักรกล เครื่องใช้ไฟฟ้า กลไกขนาดเล็กที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มความชาญฉลาด หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องมือ ระบบสมองกลฝังตัวประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ทำงานร่วมกันมีชื่อเรียกอย่างอื่นอีก เช่น อุปกรณ์นำสมัย ระบบชาญฉลาด ระบบปัญญาประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ ภาษาที่ใช้เขียน ได้แก่ ภาษาซี (C-Language) ภาษาแอสเซมบลี (Assembly)

2.1.1 โครงสร้าง และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูล และกำหนดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของซีพียูมี 2 จังหวะคือ เฟตซ์ (Fetch) และเอ็กซิคิวต์ (Executed)

เริ่มจากการเฟตซ์ คือการอ่านคำสั่งแล้วทำการถอดรหัสคำสั่งเป็นภาษาเครื่อง จากนั้นจังหวะเอ็กซิคิวต์ กระทำตามคำสั่งโปรแกรมจนเสร็จ

2.1.1.2 หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ทำหน้าที่ เก็บโปรแกรมเพื่อส่งให้กับซีพียูทำการประมวลผล ที่นิยมจะมี 3 แบบคือ

(1) อีพรอม (EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory) มีแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว และแบบโปรแกรมได้หลายครั้ง การลบต้องใช้แสงอุลตร้าไวโอเล็ต ถ้าแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวจะไม่สามารถลบ และโปรแกรมใหม่ได้

(2) อีอีพรอม (EEPORM : Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ลบ และเขียนใหม่ได้ด้วยไฟฟ้าปัจจุบันไม่นิยมเพราะมีราคาแพง

(3) แฟลช (Flash) หน่วยความจำชนิดนี้สามารถลบ และเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณ ไฟฟ้าเป็นที่นิยมมากเพราะราคาไม่แพง

2.1.1.3 หน่วยความจำข้อมูลแรม (Data Memory) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากการประมวลผลของซีพียู

2.1.1.4 หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม (EEPROM) เป็นหน่วยความจำที่มีในไมโครคอนโทรลเลอร์บางรุ่นทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงการอ่าน และเขียนจะใช้สัญญาณไฟฟ้า

2.1.1.5 รีจิสเตอร์พอร์ต (Register Space) เป็นหน่วยความจำพิเศษสามารถอ่านเขียนได้ตลอด เวลาทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงสถานะของการทำงาน กำหนดการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นขาพอร์ตติดต่อสื่อสารข้อมูลที่รับเข้ามาทางขาอินพุต และส่งข้อมูลออกทางเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ภายนอก

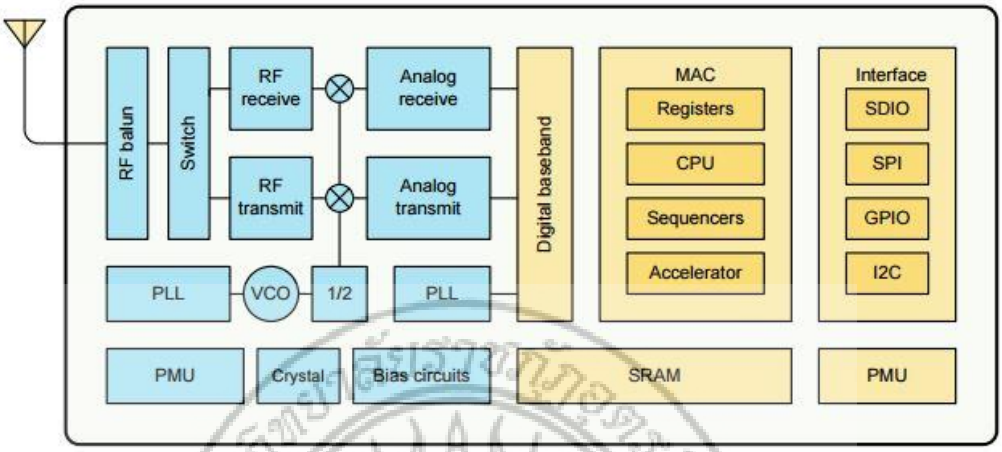
2.1.1.6 ตัวนับเวลา ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กลุ่ม ESP8266

2.1.2.1 ความหมายของ ESP8266

ผู้สู้ร้างชิพ ESP ชื่อ Teo Swee Ann เป็นชาวสิงคโปร์แห่งบริษัท Espressif System โดยในโมดูล ประกอบด้วยชิป Microcontroller + WiFi Module ราคาถูกดังนั้น โมดูลนี้สามารถโปรแกรมลงไปได้ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป

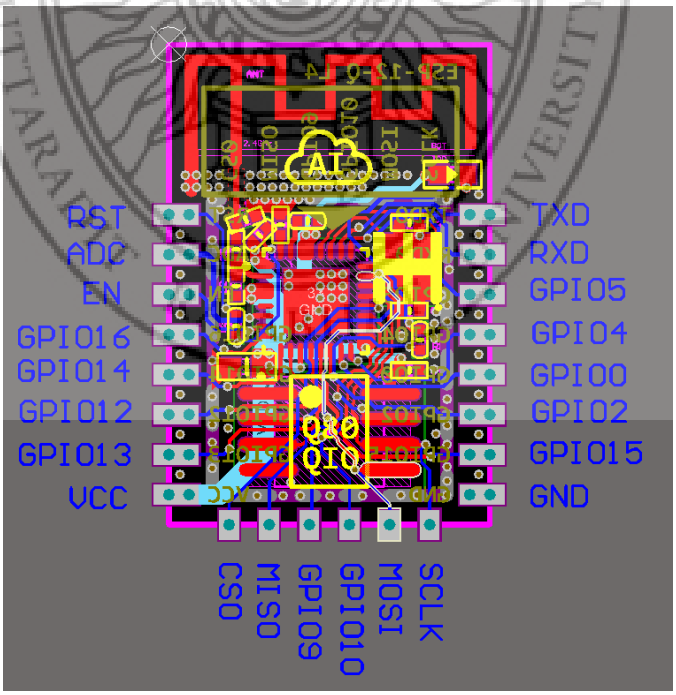
ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (Flash Memory) ในตัวทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (External Flash Memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่า ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์อื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของ ESP8266

ที่มา : https://nurdspace.nl/ESP8266#Datasheet

ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V -3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อื่น ๆ ที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้ วงจรแบ่งแรงดันมาช่วยเพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย ขาของ ESP8266 จะมีหน้าที่ ที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดที่ปรากฏในรูปที่ 2.2 และตารางที่ 2-1



รูปที่ 2.2 รายละเอียดขาของ ESP-12F

ที่มา : http://www.exp-tech.de/pdf/products/ESP-12F/

ตารางที่ 2-1 รายละเอียดขาของ ESP-12F

ลำดับ	ขา	คำอธิบาย
1	RST	Reset Module
2	ADC	A / D conversion result. Input voltage range of 0 ~ 1V, in the - range: 0 to 1024
3	EN	Chip Enable end, high effective
4	IO16	GPIO16; do wake deep sleep when receiving RST pin。
5	IO14	GPIO14; HSPI_CLK
6	IO12	GPIO12; HSPI_MISO
7	IO13	GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
8	VCC	powered by 3.3V
9	CS0	Chip Select
10	MISO	Slave Master Input Output
11	IO9	GPIO9
12	IO10	GPIO10
13	MOSI	Master Out Slave
14	SCLK	Clock
15	GND	GND
16	IO15	GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS/IO15
17	IO2	GPIO2; UART1_TXD
18	IO0	GPIO0
19	IO4	GPIO4
20	IO5	GPIO5
21	RXD	UART0_RXD; GPIO3
22	TXD	UART0_TXD; GPIO1

2.2 โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์

โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ (สุธีร์, 2555) แบ่งได้เช่นเดียวกับการพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ คือ ภาษาระดับสูง และภาษาระดับต่ำ

ภาษาระดับสูง เช่น ภาษาซี ภาษาเบสิก ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถพัฒนาได้ง่าย การแก้ไขเพิ่มเติมสามารถทำได้อย่างสะดวก แต่มีข้อเสียคือ การทำงานช้ากว่าภาษาระดับต่ำ และโปรแกรมที่พัฒนามีขนาดใหญ่ และอาจมีค่าใช้จ่ายสำหรับคอมไพล์เลอร์ที่ใช้กับไมโครคอนโทรเลอร์ของแต่ละตระกูล

ภาษาระดับต่ำ เช่น ภาษาแอสเซมบลี มีข้อดีคือ ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการซื้อคอมไพล์เลอร์ โปรแกรมที่พัฒนาทีขนาดเล็ก และมีความรวดเร็วในการทำงาน แต่มีข้อเสียคือ การพัฒนาทำได้ยาก เนื่องจากลักษณะของภาษาไม่สื่อความหมาย การแก้ไขเปลี่ยนแปลงทำได้ยาก

2.3 อาดูโน่

เอกชัย มะการ (2552) ได้ให้ความเห็นสำหรับอาดูโน่ (Arduino) ไว้ว่า Arduino เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา Open Source ของ AVR

อาดูโน่ มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ถึงแม้ว่าอาดูโน่จะมีรูปแบบการใช้งานคล้าย ๆ กับไมโครคอนโทรเลอร์ Basic Stamp ของ Parallax หรือ BX-24 ของ Net Medias หรือ Handy Board ของ MIT แต่ก็มีจุดเด่นกว่ารายอื่น ๆ หลายอย่าง อาทิเช่น ราคาไม่แพง โปรแกรมรองรับการทำงานทั้งวินโดว์ ลีนุกซ์ และแมคอินทอล มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งาน และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

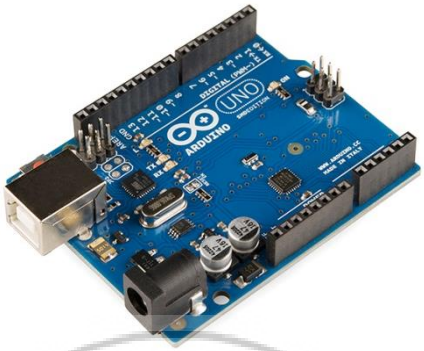
อาดูโน่แพลตฟอร์ม (Arduino Platform) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังนี้

(1) ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ดอาดูโน่ (Arduino)

โดยบอร์ดอาดูโน่มีหลายรุ่นที่สามารถเลือกใช้ได้ โดยในแต่ละรุ่นอาจจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ด หรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้ ประสิทธิภาพของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น

(2) ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ (Software) คือ ภาษาอาดูโน่ ซึ่งเป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีไวยากรณ์แบบเดียวกับภาษา C/C++

อาดูโน่ IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษาอาดูโน่ คอมไพล์ (Compile) โปรแกรม และอัปโหลด (Upload) โปรแกรมลงบอร์ด



รูปที่ 2.3 อาดูโน่ (Arduino)
ที่มา : https://poundxi.com/

2.4 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของอาดูโน่

ภาษาซีของอาดูโน่ (ธีรวัฒน์, 2558) แบ่งรูปแบบโครงสร้างการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อยๆ หลาย ๆ ส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่าฟังก์ชั่น และเมื่อนำฟังก์ชั่นมารวมกันเข้า จะเรียกว่าโปรแกรม โดยทุก ๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมี 2 ฟังก์ชั่น คือ (1) setup() ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น และ (2) loop() ใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำ ๆ กันไปไม่รู้จบ

2.4.1 โครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับอาดูโน่ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

(1) header ส่วนนี้จะปรากฏหรือไม่ก็ได้ ถ้าปรากฏต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ header ได้แก่ ส่วนของ Compiler Directive ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และ ค่าที่ต่าง ๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

(2) setup() เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งาน ก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา { } ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชั่น โดยฟังก์ชั่นนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงหนึ่งรอบ คือในตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่ คำสั่งเกี่ยวกับการกำหนดค่าการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของ Pin mode และการกำหนดค่า Baud rate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

(3) loop() เป็นส่วนฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรมเดียวกับฟังก์ชั่น setup() โดยฟังก์ชั่น loop() นี้ จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงาน เป็นวงรอบทำซ้ำๆกันไปไม่รู้จบ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชั่น main()

ส่วนแรกซึ่งถือเป็นส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม เรียกว่า Header ประกอบด้วยคำสั่ง #include ซึ่งเป็นคำสั่งพิเศษที่เรียกว่า Compiler Directive ซึ่งไม่ใช่คำสั่ง สำหรับสั่งงานในโปรแกรม ดังนั้นคำสั่งนี้จึงไม่ต้องมีเครื่องหมายเซมิโคลอนปิดท้าย คำสั่งเหมือนคำสั่งอื่น ๆ โดย Compiler Directive จะใช้งานทำหน้าที่สำหรับบอกให้ Compiler รับรู้เงื่อนไขในการแปลคำสั่งเท่านั้น

ในกรณีคำสั่ง #include จะใช้สำหรับให้ Compiler รับรู้ว่า ในการแปลคำสั่งของโปรแกรมนี้ มีไฟล์ภายนอกใด ที่จำเป็นต้องใช้ร่วมในการแปลคำสั่งให้โปรแกรม

โครงสร้างโปรแกรมภาษา C บน Arduino

2.4.2 การทำความเข้าใจเบื้องต้นกับโครงสร้างโปรแกรมภาษา C บน Arduino ต้องประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

2.4.2.1 ปรีโปรเซสเซอร์ไดเร็กทีฟ (Preprocessor Directives)

โดยปกติทุกโปรแกรมต้องมีส่วนนี้ ซึ่งเป็นส่วนที่คอมไพลเลอร์จะมีการประมวลผล และทำตามคำสั่งของโปรแกรม ก่อนที่จะมีการคอมไพล์โปรแกรม ซึ่งจะเริ่มต้นด้วยเครื่องหมายไดเร็กทีฟ (directive) หรือเครื่องหมายสี่เหลี่ยม # แล้วจึงตามด้วยชื่อคำสั่งที่ต้องการเรียกใช้หรือกำหนด ซึ่งจะปรากฏอยู่ในส่วนบนสุด หรือส่วนหัวของโปรแกรม และอยู่นอกฟังก์ชั่นหลัก

#include เป็นคำสั่งที่ใช้อ้างอิงไฟล์ภายนอก เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชั่น หรือตัวแปรที่มีการสร้างหรือกำหนดไว้ในไฟล์นั้น รูปแบบการใช้งานคือ #include <ชื่อไฟล์.h> ตัวอย่างเช่น

```
#include <Wire.h>
#include <Time.h>
```

จากตัวอย่าง จะเห็นว่าได้มีการอ้างอิงไฟล์ Wire.h และไฟล์ Time.h ซึ่งเป็นไลบารี่พื้นฐานที่มีอยู่ใน Arduino ทำให้สามารถใช้ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับเวลาที่ไลบารี่ Time มีการสร้างไว้ให้ใช้งานได้

การอ้างอิงไฟล์จากภายในหรือการอ้างอิงไฟล์ไลบารี่ที่มีอยู่แล้วใน Arduino หรือเป็นไลบารี่ที่เราเพิ่มเข้าไป จะใช้เครื่องหมาย <> ในการคร่อมชื่อไฟล์ไว้ เพื่อให้โปรแกรมคอมไพลเลอร์เข้าใจว่า จะต้องไปหาไฟล์เหล่านี้จากในโฟลเดอร์ไลบารี่ แต่หากต้องการอ้างอิงไฟล์ที่อยู่ในโฟลเดอร์โปรเจค จะต้องใช้เครื่อหมาย " " คร่อมแทน ซึ่งคอมไพล์เลอร์จะไปค้นหาไฟล์ โดยอ้างอิงจากไฟล์โปรแกรมที่คอมไพล์เลอร์อยู่ ตัวอย่างเช่น

```
#include "myFunction.h"
```

จากตัวอย่างด้านบน คอมไพล์เลอร์จะไปค้นหาไฟล์ myFunction.h ภายในโฟลเดอร์โปรเจค หากไม่พบก็จะแจ้งเป็นข้อผิดพลาดกลับมา

#define เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแทนข้อความที่กำหนดไว้ด้วยข้อความที่กำหนดไว้ ซึ่งการใช้คำสั่งนี้ ข้อดีคือไม่มีการอ้างอิงกับตัวโปรแกรม

รูปแบบ #define NAME VALUE ตัวอย่างเช่น

#define LEDPIN 13

จากตัวอย่าง ไม่ว่าคำว่า LEDPIN จะอยู่ส่วนใดของโค้ดโปรแกรมก็ตาม คอมไพล์เลอร์จะแทนคำว่า LEDPIN ด้วยเลข 13 แทน ซึ่งข้อดีคือ ไม่ต้องสร้างเป็นตัวแปรขึ้นมาทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่แรม และยังช่วยให้โปรแกรมทำงานเร็วขึ้นอีกด้วย เพราะซีพียูไม่ต้องไปขอข้อมูลมาจากแรมหลาย ๆ ต่อ

2.4.2.2 ส่วนของการกำหนดค่า (Global declarations)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดชนิดตัวแปรแบบนอกฟังก์ชั่น หรือประกาศฟังก์ชั่น เพื่อให้ฟังก์ชั่นที่ประกาศสามารถกำหนด หรือเรียกใช้ได้จากทุกส่วนของโปรแกรม เช่น

```
int pin = 13;
    void blink(void) ;
```

2.4.2.3 ฟังก์ชั่น setup() และฟังก์ชั่น loop()

ฟังก์ชั่น setup() และฟังก์ชั่น loop() เป็นคำสั่งที่ถูกบังคับให้ต้องมีในทุกโปรแกรม โดยฟังก์ชั่น setup() จะเป็นฟังก์ชั่นแรกที่ถูกเรียกใช้ นิยมใช้กำหนดค่าหรือเริ่มต้นใช้งานไลบารี่ต่าง ๆ เช่น ในฟังก์ชั่น setup() จะมีคำสั่ง pinMode() เพื่อกำหนดให้ขาใด ๆ ก็ตามเป็นดิจิตอลอินพุต หรือเอาต์พุต ส่วนฟังก์ชั่น loop() จะเป็นฟังก์ชั่นที่ทำงานหลังจากฟังก์ชั่น setup() ได้ทำงานเสร็จสิ้นไปแล้ว และมีการวนรอบแบบไม่รู้จบ เมื่อฟังก์ชั่น loop() งานครบตามคำสั่งแล้ว ฟังก์ชั่น loop() ก็จะถูกเรียกขึ้นมาใช้อีก ตัวอย่างเช่น

```
int pin = 13;
void setup() {
    pinMode(pin, OUTPUT);
}
void loop() {
    digitalWrite(pin, HIGH);
    delay(1000);
```

```
    digitalWrite(pin, LOW);
    delay(1000);
}
```

จากตัวอย่าง จะเห็นว่ามีการประกาศตัวแปรแบบนอกฟังก์ชั่น ทำให้สามารถกำหนด หรือเรียกใช้จากในฟังก์ชั่นใด ๆ ก็ตามได้ ในฟังก์ชั่น setup() ได้มีการกำหนดให้ขาที่ 13 เป็นดิจิตอลเอาต์พุต และในฟังก์ชั่น loop() มีการกำหนดให้พอร์ต 13 มีลอจิกเป็น 1 และใช้ฟังก์ชั่น delay() ในการหน่วงเวลา 1 วินาที แล้วจึงกำหนดให้พอร์ต 13 มีสถานะลอจิกเป็น 0 แล้วจึงหน่วงเวลา 1 วินาที จบฟังก์ชั่น loop() และจะเริ่มทำฟังก์ชั่น loop() ใหม่ ผลที่ได้คือไฟกระพริบบนบอร์ด Arduino Uno ในพอร์ตที่ 13 ทำงานแบบไม่รู้จบ

ในทุก ๆ การทำงานของฟังก์ชั่น จะต้องเริ่มด้วยการกำหนดค่าที่ส่งกลับ ตามด้วยชื่อฟังก์ชั่น แล้วตามด้วยเครื่องหมายปีกกาเปิด { และจบด้วยเครื่องหมายปีกกาปิด ภายในฟังก์ชั่น หากจะเรียกฟังก์ชั่นใช้งานย่อยใดๆ จะต้องมีเครื่องหมายเซมิโคล่อน ; ต่อท้ายเสมอ

2.4.2.4 ฟังก์ชั่น setup() และฟังก์ชั่น loop()

การสร้างฟังก์ชั่น และการใช้งานฟังก์ชั่น (Users-defined function) ในการสร้างฟังก์ชั่น คำสั่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายในฟังก์ชั่น ต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายปีกกาเปิด { และปีกกาปิด } เท่านั้น ภายใต้เครื่องหมาย { } เราสามารถนำฟังก์ชั่นหรือคำสั่งใด ๆ ก็ได้มาใส่ไว้ แต่จะต้องคั่นแต่ละคำสั่งด้วยเครื่องหมายเซมิโคล่อน ; โดยสามารถจะนำคำสั่งทั้งหมดไว้บรรทัดเดียวกันหรือแยกบรรทัดก็ได้ เพื่อความสวยงามของโค้ด (ไม่มีผลกับขนาดของโปรแกรมหลังคอมไพล์) ตัวอย่างเช่น

```
void Mode(int pin) {
    pinMode(pin, OUTPUT);
}
void setup() {
    Mode(13);
}
```

2.4.2.5 ส่วนอธิบายโปรแกรม (Program comments)

ส่วนอธิบายโปรแกรม หรือการคอมเม้นโปรแกรมเป็นส่วนที่สำคัญอย่างมากที่ช่วยให้ผู้ที่ไม่ได้เขียนโปรแกรม หรือเป็นผู้เขียนโปรแกรมเข้าใจโปรแกรมได้ง่ายขึ้น โดยสามารถอ่านจากคอมเม้นแทนการทำความเข้าใจโปรแกรม โดยอ่านแต่ละฟังก์ชั่น ส่วนอธิบายโปรแกรม หรือส่วนคอมเม้นนี้ จะไม่มีผลใด ๆ กับขนาดของโปรแกรมหลังคอมไพล์ เนื่องจากส่วนนี้จะถูกตัดทิ้งทั้งหมด เนื่องจากไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน แต่จะมีผลทำให้ขนาดไฟล์โค้ดโปรแกรมใหญ่ขึ้น หากมีการคอมเม้นโค้ดยาว ซึ่งขนาดจะเพิ่มขึ้นตามตัวอักษร

ดังนั้นการคอมเม้นโค้ดที่ดีควรคอมเม้นโค้ดให้สั้น และกระชับ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการทำความเข้าใจ และไม่ยาวจนต้องเลื่อนสกอร์บาร์ไปทางขวาเพื่ออ่านคอมเม้นเพิ่มเติมอีก

การคอมเม้นโค้ดมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ (1) เปิดด้วย /* และปิดด้วย */ เป็นการคอมเม้นโค้ดแบบข้ามบรรทัด คือตราบใดที่ยังไม่มี */ตรงส่วนนั้นจะเป็นคอมเม้นทั้งหมด เช่น

```
/* This code by IOXhop.com
17/5/2558 */
void setup() { .... }
```

และ (2) เป็นการคอมเม้นบรรทัดเดียว คือ เปิดด้วยเครื่องหมาย // และปิดด้วยการขึ้นบรรทัดใหม่ เช่น

```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT); // Set pin 13 to output
}
```

เป็นต้น

2.5 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

รูปที่ 2.4 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วนในระบบกำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา หากระบบมีการทำงานที่ผิดปกติ รีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดส่วนที่ลัดวงจรหรือส่วนที่

ทำงานผิดปกติออกจากระบบทันที โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเป็นตัวที่ตัดส่วนที่เกิดฟอลต์ออกจากระบบ

2.5.1 ส่วนประกอบสำคัญของรีเลย์ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักก็คือ

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

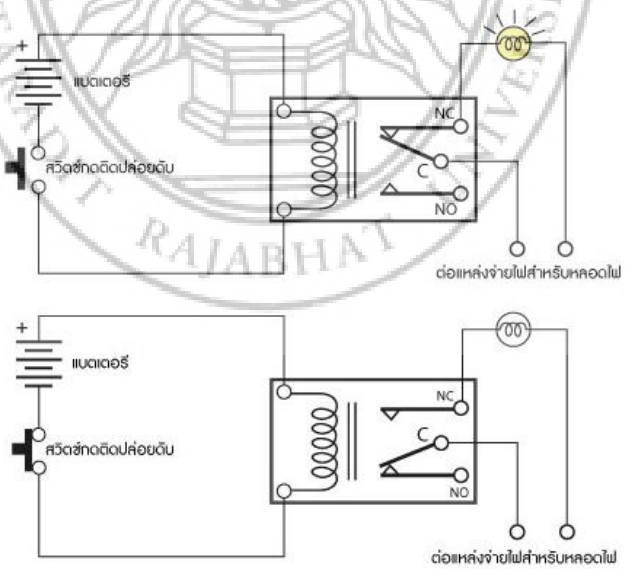
ส่วนที่ 2 ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ

2.5.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติดปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามหนือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.5 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน

2.5.3 รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลาย 4 ชนิด คือ

(1) อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)

(2) รีดรีเลย์ (Reed Relay)

(3) รีดสวิตช์ (Reed Switch)

(4) โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)

2.5.4 ประเภทของรีเลย์

รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า (PHP tech, 2558) แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท คือ

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

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

2.5.5 ชนิดของรีเลย์

ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) สามารถแบ่งได้ 11 แบบ ดังต่อไปนี้

(1) รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under- current) และกระแสเกิน (Over current)

(2) รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)

(3) รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้

(4) รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

(5) รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

(5.1) รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส

(5.2) รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้

(5.3) รีเลย์แบบดิฟฟินิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น

(5.4) รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟินิตมินิมั่มไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และ แบบดิฟฟินิตไทม์แล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

(6) รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

(7) รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)

(8) รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

(8.1) รีแอกแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)

(8.2) อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)

(8.3) โมห์รีเลย์ (Mho relay)

(8.4) โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)

(8.5) โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polaized mho relay)

(8.6) ออฟเซทโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

(9) รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ได้ตั้งไว้

(10) รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

(11) บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz ‘s relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมัน เมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัสให้รีเลย์ทำงาน

2.5.6 ประโยชน์ของรีเลย์

(1) ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพ (Stability) สูงโดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดผิดปกติ ออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด

(2) ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดผิดปกติ

(3) ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่นๆ

(4) ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

2.5.7 คุณสมบัติที่ดีของรีเลย์

(1) ต้องมีความไว (Sensitivity) คือมีความสามารถในการตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อยได้

(2) มีความเร็วในการทำงาน (Speed) คือความสามารถทำงานได้รวดเร็วทันใจ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบกระเทือนต่อระบบ โดยทั่วไปแล้วเวลาที่ใช้ในการตัดวงจรจะขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบ คือ

ระบบ 6-10 เควี	จะต้องตัดวงจรภายในเวลา	1.5-3.0 วินาที
ระบบ 100-220 เควี	จะต้องตัดวงจรภายในเวลา	0.15-0.3 วินาที
ระบบ 300-500 เควี	จะต้องตัดวงจรภายในเวลา	0.1-0.12 วินาที

2.6 โซลินอยด์ (Solenoid)

โซลินอยด์ (Solenoid) เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วย ขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วย แม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้า ทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ

จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ จะนำมาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า โครงสร้างของ Solenoid Valve โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ (1) เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และ (2) เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น โซลินอยด์วาล์ว 2/2, 3/2, 4/2 , 5/2 เป็นต้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 หัวข้องานวิจัยเรื่อง เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ (กฤษฎา และคณะ, 2553)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อแก้ปัญหาการรับประทานยาของผู้สูงอายุและเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาโรค การทำงานของเครื่องถูกควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจ่ายยาออกทางช่องรับยา จากนั้นเครื่องจะประมวลผลและส่งสัญญาณแจ้งให้ผู้สูงอายุทราบในรูปแบบเสียงเตือน

จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่า ยังขาดฟังก์ชั่นที่จำเป็นในกระบวนการทำงานของเครื่องจ่ายยา เช่น ฟังก์ชั่นการกดปุ่มเพื่อรับยา การจัดเก็บข้อมูลการจ่ายยาเพื่อการดูย้อนหลัง การแจ้งรายงานผลการรับประทานยาของผู้ป่วย เป็นต้น

2.7.2 หัวข้องานวิจัยเรื่อง ระบบจ่ายยาอัตโนมัติ (มงคล และ วิริยะ, 2544)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบระบบจ่ายยาอัตโนมัติ เพื่อใช้ในสถานพยาบาลที่มีคนไข้จำนวนมากและมียาหลากหลายชนิด ระบบเครื่องจ่ายยาจะทำหน้าที่นับและจ่ายยาที่มีรูปร่างและขนาดต่างๆกันตามข้อมูลยาที่ป้อน ผลการทดลองใช้ปรากฏว่า สามารถทำหน้าที่รับส่งข้อมูลผู้ป่วย และข้อมูลยา และจ่ายยา ตามคำสั่งที่ป้อนได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

จากการศึกษางานวิจัยนี้จะได้นำเทคนิคการออกแบบวงจรการจ่ายยามาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประเภทการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยประเภท การวิจัยและพัฒนา (Research and Development)

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1 ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.2 ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.3 ศึกษาตัวกลไกการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ

3.2.4 ออกแบบแผนผังการทำงานของเครื่องจ่ายยา

3.2.5 ออกแบบระบบการทำงานของวงจรเชื่อมโยงการติดต่อของเครื่องจ่ายยา

3.2.6 จัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ จอแสดงผล รีเลย์ พาวเวอร์ซัพพลาย โซลินอยด์ ตลับยา เป็นต้น

3.2.7 ออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ โดยกำหนดโครงสร้างของซอฟท์แวร์ ลำดับการทำงานต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นระบบ การควบคุมการทำงานของไมโครคอลโทลเลอร์ รูปแบบการประมวลผล จนถึงการแสดงผลบนจอภาพ การจัดเก็บข้อมูล

3.2.8 พัฒนาชุดโปรแกรมโดยเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้มีความสามารถในการจ่ายยาแบบอัตโนมัติ และสามารถแสดงผล พร้อมกับเก็บค่ารายการจ่ายยา

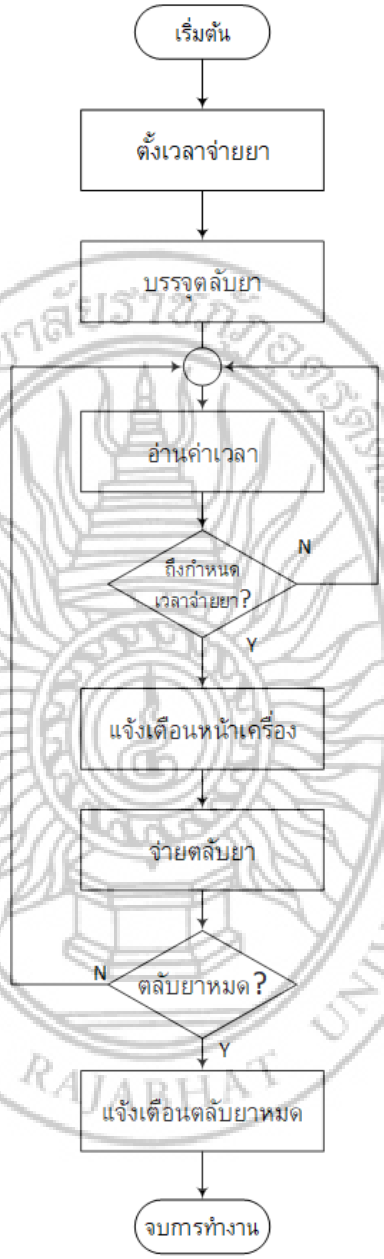
3.2.9 เชื่อมต่ออุปกรณ์และชุดโปรแกรม พร้อมการทดลองติดตั้งเพื่อใช้งาน

3.2.10 ทดลองการทำงานของอุปกรณ์ / เก็บผล และวิเคราะห์ผลการทดลอง / สรุปผลการทดลอง

3.3 การออกแบบผังการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

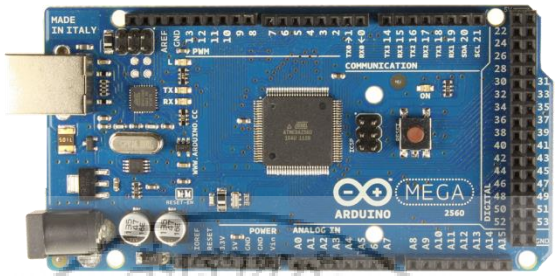
3.4 การออกแบบฟังก์ชันการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา



รูปที่ 3.2 ฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

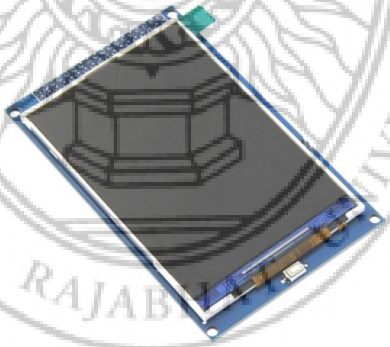
3.5.1 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ MEGA 2560 R3 แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ MEGA 2560 R3

แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่รุ่น MEGA 2560 R3 เป็นแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก ที่รวมเอาความสามารถที่หลากหลาย ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เช่นการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตยูเอสบี ช่องทางการสื่อสารกับเซ็นเซอร์ อุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบแอนาลอก และแบบดิจิทัล ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือมาตรฐานอย่าง Arduino IDE มาพัฒนาโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี ได้อย่างสะดวก

3.5.2 จอแสดงผลแบบ LCD ความละเอียด 480x320 จุด แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 จอแสดงผลแบบ LCD ความละเอียด 480x320 จุด

ในโครงงานเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ผ่านหลายช่องทางกล่าวคือ ทางจอภาพ ทางเสียง และแสงไฟ ในการแสดงสถานะการทำงานของตัวเครื่อง การแจ้งเตอนต่าง ๆ โครงงานนี้ได้เลือกใช้จอภาพ ในการแบบ แอลซีดีสี (LCD) ความละเอียด 480x320 จุด ให้คุณภาพสีสูง (HD) สามารถประกอบเข้ากับแผงไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ MEGA ได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งมีไลบราลี่ สนับสนุนการเขียนโปรแกรม และฟีเจอร์ต่าง ๆ เพื่อการแสดงผลได้เป็นอย่างดี

3.5.3 โมดูลนาฬิกา DS3231 แสดงดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 โมดูลนาฬิกา DS3231

เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะต้องจ่ายตามเวลาให้ถูกต้องแม่นยำ จึงต้องมีระบบนาฬิกาที่มีความแม่นยำ เชื่อถือได้ โครงงานนี้ได้เลือกใช้โมดูลนาฬิกา DS3231 เป็นฐานเวลาอ้างอิง ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนหลัก ๆ คือนาฬิกา เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ และแบตเตอรี่ โดยทั่วไปสัญญาณนาฬิกา ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นจังหวะการทำงานของนาฬิกา นิยมสร้างขึ้นจากผลึกแร่คลิสตัล ซึ่งสัญญาณนาฬิกาอาจมีความคาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อยจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ต่อเมื่อเวลาผ่านไปทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสะสม จนอาจยอมรับไม่ได้ ผู้ที่สร้างโมดูล DS3231 นี้จึงได้เพิ่มเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิไว้บนโมดูล เพื่อทำการชดเชยความคลาดเคลื่อนจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ทำให้นาฬิกามีความแม่นยำมากขึ้น

3.5.4 โซลีนอยด์แบบ Push-Pull แสดงดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 โซลีนอยด์แบบ Push-Pull

โครงงานเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติถูกออกแบบให้มีการประหยัดพลังงาน โดยเน้นให้ใช้พลังงานน้อย และมีความรวดเร็วในการทำงาน ในส่วนสำคัญของกระบวนการจ่ายยาอัตโนมัติ ใช้รูปแบบการบรรจุยาลงในตลับทรงกลม จากเคลื่อนไหวตามแรงโน้มถ่วงของโลก โดยมีชุดกลไกควบคุม 4 ชุด เพื่อควบคุมการปล่อยยา 4 ช่วงเวลา แต่ละชุดของการปล่อยตลับบรรจุยา จะควบคุมการปล่อย

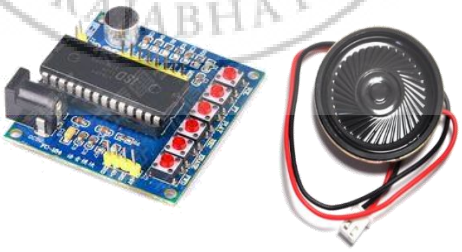
โดยใช้โซลีนอยด์ 2 ตัว ทำงานประสานกันเป็นจังหวะ ให้สอดคล้องกับช่วงเวลาของการรับประทานยา โซลีนอยด์ที่เลือกใช้เป็นโซลีนอยด์แบบ พุช-พูล รุ่น JF-5030Bกล่าวคือมีส่วนที่ ดันและดึงกันอยู่ในจังหวะตรงกันข้าม ส่วนที่เป็นแกนเหล็กจะอาศัย สนามแม่เหล็กที่กระตุ้นโดยไฟกระแสตรง 12 โวลต์ เพื่อทำการดันแกนไปในทิศทางตรงกันข้าม และถอยกลับเมื่อปลดวงจรไฟฟ้าออก โดยแรงของสปริงที่อยู่ทั้งภายในและภายนอก

3.5.5 โมดูลรีเลย์ขนาด 4 ช่อง แสดงดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 โมดูลรีเลย์ขนาด 4 ช่อง

ในไมโครคอนโทรลเลอร์โดยส่วนใหญ่จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าสำหรับการทำงานอยู่ 2 ค่า คือ 3.3 โวลต์ และ 5 โวลต์ แต่ในการควบคุมโซลีนอยด์ให้ทำงานได้จะต้องอาศัยไฟเลี้ยงวงจรถึง 12 โวลต์ แนวทางออกจึงเลือกใช้รีเลย์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกัน ซึ่งโครงงานนี้ใช้โซลีนอยด์ถึง 8 ตัว จึงต้องใช้รีเลยจำนวน 8 ตัวเสมอกัน

3.5.6 โมดูลเล่นและบันทึกเสียงแบบดิจิทัล แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โมดูลเล่นและบันทึกเสียงแบบดิจิทัล

โมดูลเล่นและบันทึกเสียงแบบดิจิทัลชุดนี้ใช้สำหรับการแจ้งเตือนแบบเสียงเพื่อให้ผู้ใช้ทราบการทำงาของเครื่อง อีกทั้งยังอาจชุดผู้พิการทางสายตาได้ใช้งานได้สะดวกขึ้น

3.5.7 แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ (Power Supply)

โครงงานเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติสามารถใช้งานโดยแหล่งพลังงานจากไฟฟ้า 220 โวลต์ ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไป และใช้แหล่งจ่ายไฟ ดังรูป ลดทอนกระแสไฟฟ้าแบบสวิชชิ่ง เหลือ 12 โวลต์ เพื่อป้อนให้กับโซลีนอยด์ นอกจากนี้ยังมีวงจรลดแรงดันให้เหลือ 5 โวลต์เพื่อเป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์อื่น ๆ อีกทั้งโครงงาน

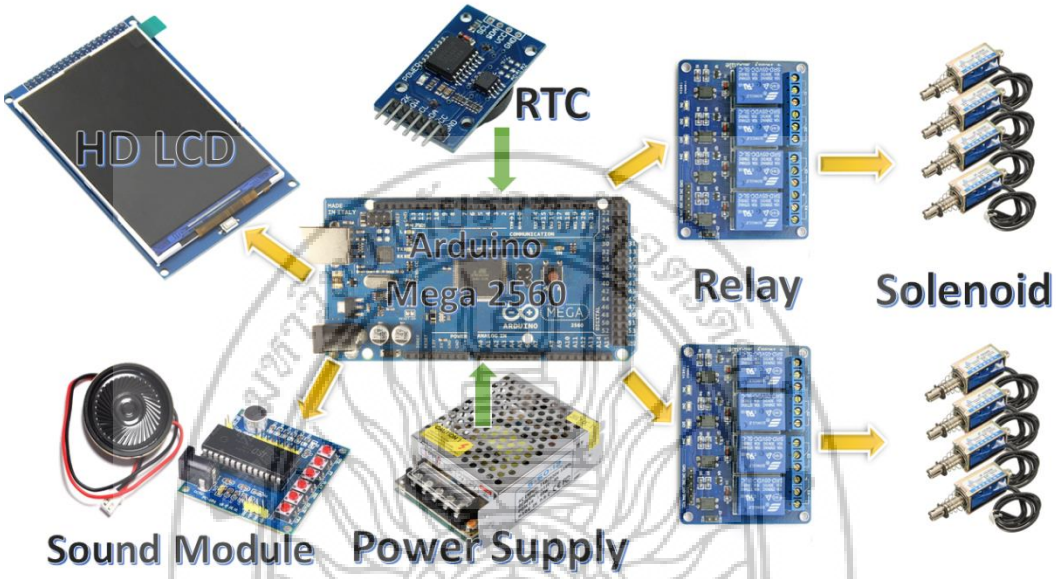
3.5.8 ตลับบรรจุยา แสดงดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ตลับบรรจุยา

โครงงานเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ ต้องการลดความผิดพลาดของการเก็บรักษาคุณภาพของยา โดยการหลีกเลี่ยงการสัมผัสยากับตัวเครื่อง จึงได้นำตลับบรรจุยามาใช้เพื่อให้ผู้ใช้บรรจุยาตามคำสั่งของแพทย์ลงไปในตลับ ซึ่งมีขนาดภายนอกถึง 50 มิลลิเมตร มีความแข็งแรงทนทานตัวแรง

กระแทก ด้านล่างของตลับเป็นพลาสติกใส มองเห็นยาภายในได้ชัดเจน ผนึกฝาด้วยเกลียวหมุน ทำให้สะดวกและปลอดภัยต่อการใช้งาน

ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในภาพรวมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องจ่ายยาแสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

3.6 วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

นำอุปกรณ์ที่ได้จากการวิจัยไปทดลองใช้เพื่อทดสอบฟังก์ชันการทำงาน ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ตัวเครื่องมีขนาดกะทัดรัด มีนาฬิกาในตัวเอง เพื่อจ่ายยาตามเวลา และมีแบตเตอรี่ในตัว สามารถทำงานได้แม้ในช่วงที่ไม่มีไฟฟ้า

(2) เครื่องสามารถบรรจุยาได้เพียงพอต่อปริมาณที่จะต้องรับประทานอย่างน้อย 7 วัน โดยยาที่จะรับประทานในแต่ละมื้อจะถูกบรรจุในตลับยาขนาดเล็ก

(3) เครื่องสามารถตั้งโปรแกรมการจ่ายยาได้อย่างน้อย 4 ครั้งต่อวัน คือ เช้า กลางวัน เย็น และก่อนนอน

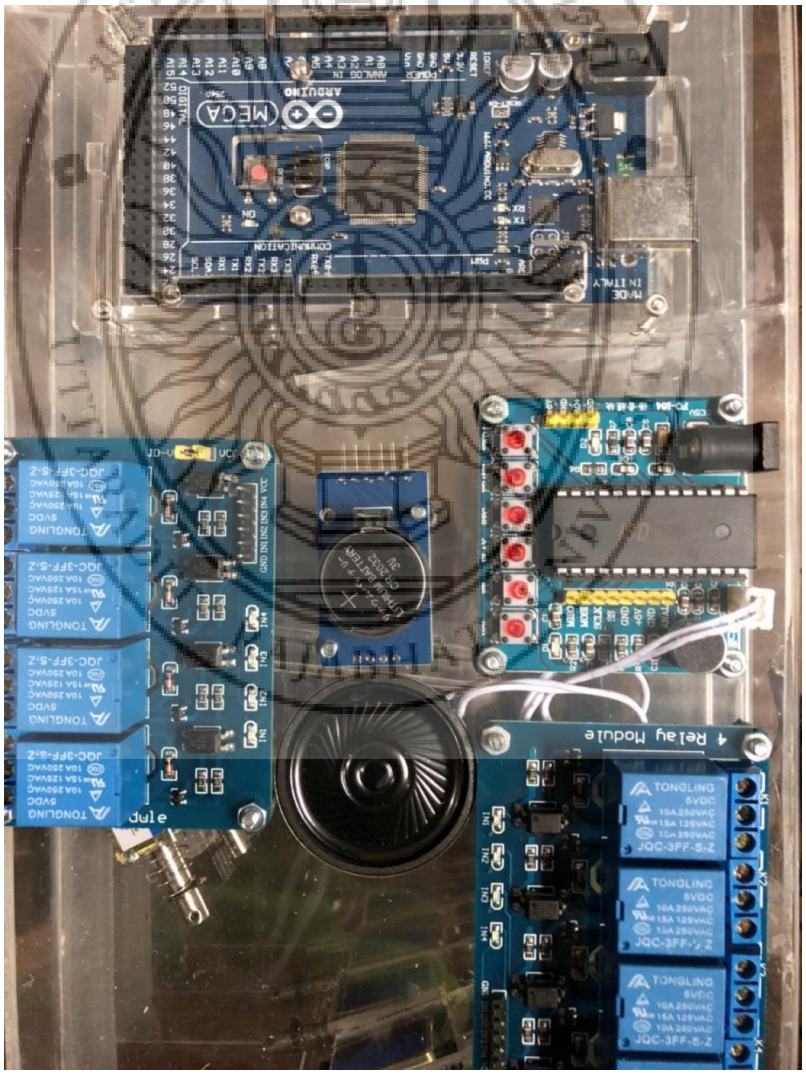
(4) เครื่องจะทำการแจ้งเตือนทุกครั้งเมื่อใกล้ถึงเวลาที่จะต้องรับประทานยา และขณะที่ถึงเวลาแล้ว และเมื่อถึงเวลาแล้ว ยังไม่มีการรับยาไปทาน เครื่องจะทำการเตือนถี่ขึ้นเรื่อยๆ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา โดยมีผลการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

4.1.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อภายในของเครื่องจ่ายยา สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อภายในของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

โดยที่อุปกรณ์มีฟังก์ชั่นในการทำงาน ดังนี้

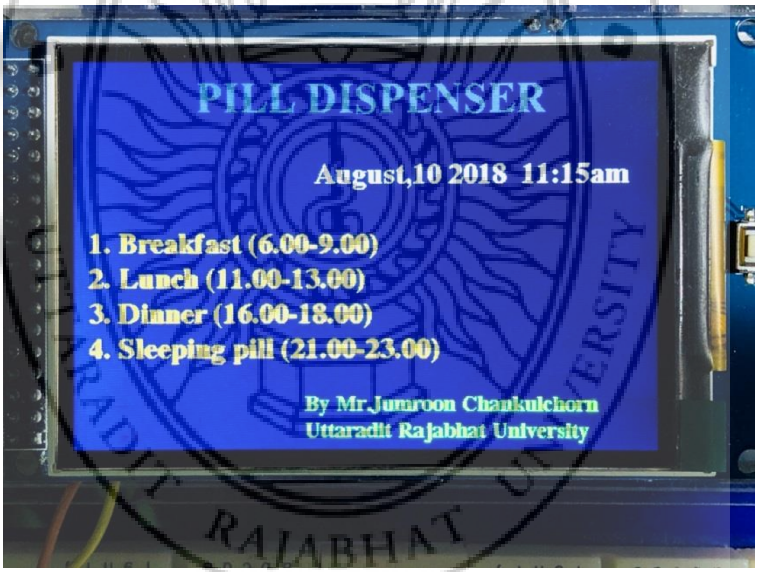
(1) มีนาฬิกาในตัวเอง เพื่อจ่ายยาตามเวลา และมีแบตเตอรี่ในตัว สามารถทำงานได้แม้ในช่วงที่ไม่มีไฟฟ้า

(2) สามารถบรรจุยาได้เพียงพอต่อปริมาณที่จะต้องรับประทานอย่างน้อย 7 วัน

(3) สามารถตั้งโปรแกรมการจ่ายยาได้อย่างน้อย 4 ครั้งต่อวัน คือ เช้า กลางวัน เย็น และก่อนนอน

(4) ทำการแจ้งเตือนทุกครั้งเมื่อใกล้ถึงเวลาที่จะต้องรับประทานยา และขณะที่ถึงเวลาแล้วหากยังไม่มีการรับยาไปทาน เครื่องจะทำการเตือนถี่ขึ้นเรื่อยๆ

4.1.2 ตัวอย่างส่วนหน้าจอการแสดงผลของเครื่องจ่ายยา จะแสดงข้อมูล วันที่-เวลาปัจจุบัน พร้อมมื้อของยา 4 มื้อ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าจอการแสดงผลของเครื่องจ่ายยา

4.2 การทดลองวัดประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา

จากการทดลองวัดประสิทธิภาพด้านของฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจ่ายยาในด้านต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจ่ายยา

ฟังก์ชั่นการทำงาน	ทำงานได้	ทำงานไม่ได้
(1) สามารถจ่ายยาตามเวลา	✓	
(2) บรรจุยาได้เพียงพอต่อปริมาณที่จะต้องรับประทานอย่างน้อย 7 วัน	✓	
(3) ตั้งโปรแกรมการจ่ายยาได้อย่างน้อย 4 ครั้งต่อวัน	✓	
(4) แจ้งเตือนทุกครั้งเมื่อใกล้ถึงเวลาที่จะต้องรับประทานยา	✓	
(5) ทำการเตือนถี่ขึ้นเรื่อยๆ หากยังไม่มีการรับยาไปทาน	✓	
(6) ทำงานได้แม้ในช่วงที่ไม่มีไฟฟ้า	✓	

จากตารางที่ 4-1 พบว่าเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา สามารถทำงานได้ครบถ้วนทุกฟังก์ชั่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5
อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยา โดยอุปกรณ์มีความสามารถในการจ่ายยาตามเวลา สามารถแจ้งเตือนเวลาการรับประทานยาได้อย่างแม่นยำ และสามารถบรรจุยาได้เพียงพอต่อปริมาณที่จะต้องรับประทานอย่างน้อย 7 วันอีกด้วย

5.1 การอภิปรายผล

จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องจ่ายยาและแจ้งเตือนการรับประทานยาอัตโนมัติ พบว่าเครื่องจ่ายยาที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ครบถ้วนทุกฟังก์ชั่น และมีความถูกต้องแม่นยำ มีจุดเด่นคืออุปกรณ์ใช้ง่ายง่าย ทำงานได้แม้ในช่วงที่ไม่มีไฟฟ้า

การสร้างเครื่องจ่ายยาอัตโนมัตินี้สามารถนำไปใช้ได้กับผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ โดยการทำงานถูกควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ใช้งานบรรจุยาลงในเครื่อง และป้อนข้อมูลเวลาการจ่ายยาตามแพทย์สั่ง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงและข้อความที่หน้าเครื่อง เพื่อให้ผู้ป่วยกดปุ่มเพื่อรับยา และยังสามารถทำงานได้แม้ไม่มีไฟฟ้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 สามารถออกแบบตัวเครื่องให้มีขนาดบางและเล็กลง

5.2.2 ให้เครื่องสามารถเก็บประวัติการรับยาของผู้ป่วยได้

บรรณานุกรม

กฤษฎา ตรีเนตร นัฐพล ถ้ำเจริญ ธนภณ ตรีสุนทร และ คณะ. (2553). เครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ. วารสารนักบริหาร Executive Journal. 30(2), 119-121.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2558). การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

มงคล วรรณประภา และวิริยะ พิเชฐจำเริญ. (2544). ระบบจ่ายยาอัตโนมัติ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร ครั้งที่ 39, 200-208.

สุธีร์ ฟูเต็มวงค์. (2555). การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ผ่านเว็บเบราว์เซอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรศักดิ์ ทิมพิทักษ์. (2555). หุ่นยนต์ดำน้ำควบคุมระยะไกลและควบคุมความลึก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องยนต์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เอกชัย มะการ. (2552). เรียนรู้เข้าใจใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino. กรุงเทพฯ: บริษัท อีทีที จำกัด.

PHP tech. (2558). รีเลย์ (Relay) คืออะไร. สืบค้นจาก http://www.psptech.co.th/รีเลย์relay คืออะไร-15696.page

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ-สกุล นายจำรูญ จันทร์กุญชร
Mr. Jumroon Chankulchorn
วันเกิด 9 สิงหาคม พ.ศ. 2511
ที่อยู่ 27 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
อีเมล์ jumroon@uru.ac.th

ประวัติการศึกษา

2547	วท.ม. (วิทยาการสารสนเทศ)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2532	ค.บ. (คอมพิวเตอร์ศึกษา)	วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์
2528	อนุปริญญา (ไฟฟ้า)	วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์

การทำงานปัจจุบัน

อาจารย์สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
โทรศัพท์ (055) 411-096 ต่อ 1303

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวกนกวรรณ กันยะมี
Miss Kanokwan Kanyamee
วันเกิด 16 เมษายน พ.ศ. 2521
ที่อยู่ 54 หมู่ 9 ต.ผาสิงห์ อ.เมือง จ.น่าน
อีเมล์ kanokwan@uru.ac.th

ประวัติการศึกษา

2555 ปร.ด. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2546 วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
2542 วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์) สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์

การทำงานปัจจุบัน

อาจารย์สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
โทรศัพท์ (055) 411-096 ต่อ 1326