



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเก็บยา-จ่ายยาอัตโนมัติ
Smart Medicine Cabinet

นางสาว ธนวรรณ เทียนประทีป

ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ เครื่องเก็บยา-จ่ายยาอัตโนมัติ
นักศึกษา นางสาวธนวรรณ เทียนประทีป
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมชีวการแพทย์
อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.สรินพร วิสิษฐัฐธาทพงศ์
ผู้นิเทศงาน นายชาญ ช่างปราณีต
สถานประกอบการ งานอุปกรณ์การแพทย์ โรงพยาบาลรามมาธิบัติ

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีโรคร้ายไข้เจ็บต่างๆมากมาย อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น สภาพอากาศ พันธุกรรม หรือพฤติกรรมกรดำเนินชีวิตของแต่ละบุคคล ในโรงพยาบาลจึงมีผู้ป่วยมากมายที่มารับการรักษา การรักษาอาการป่วยจำเป็นต้องกินยาเพื่อบรรเทาหรือกำจัดสาเหตุของโรคเหล่านั้นเช่น ฆ่าเชื้อไวรัส แบคทีเรีย เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรค เป็นต้น ในการจัดยาและจ่ายยาเมื่อมีผู้ป่วยจำนวนมากอาจเกิดความผิดพลาดในการจัดยา-จ่ายยาได้

โครงการชิ้นนี้ เป็นการออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์ที่สามารถเก็บยา-จ่ายยาอัตโนมัติโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน สั่งงานผ่านโปรแกรมให้ตู้ยาเปิด-ปิดสามารถรอกประวัติผู้ป่วยและยาที่ผู้ป่วยทาน เพื่อลดความผิดพลาดในการจ่ายยาและตรวจสอบความถูกต้องในการจ่ายยา ไม่มีการสลับยาเป็นการตรวจสอบว่าจ่ายยาให้กับคนไข้ได้ถูกต้องในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ที่สำคัญลดความผิดพลาดของผู้ในการจ่ายยาให้กับผู้ป่วย

คำสำคัญ: ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์, อุปกรณ์จ่ายยาอัตโนมัติ, การจ่ายยา

Project Title: Smart Medicine Cabinet

Student intern name: Mr. Thanawan Tianprateep

Faculty: Engineering **Department:** Biomedical engineering

Advisor: Asst. Prof. Dr. Sarinporn Visitsattapongse

Mentor: Mr. Chaiyan Boonprasong

Company: Biomedical Engineering Service Ramathibodi Hospital

ABSTRACT

Currently, there are many diseases. due to many reasons such as weather, heredity, lifestyle of individuals. As a result, there are many patients who come to treat the disease at the hospital. Treatment of illness requires medication to eliminate the cause of those diseases such as bacterial infection, in which the dispense of antibiotics could cause the delay when there are many patients Furthermore, could also be error in medication arrangement.

This project designs and fabrications the devices that can store and dispense medicines automatically using microcontrollers. The assemble devices are programmed to open the medicine cabinet. and fill out patient history and medication records in order to reduce errors in dispensing medication. Allowing pharmacists and nurses to arrange medication more conveniently and quickly. Reducing the time for dispensing medication to patients. Importantly, it helps reducing the mistakes of pharmacists in dispensing medication to patients.

Keywords: Microcontroller system, Smart Medicine Device, Dispensing

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการงานสหกิจศึกษา สามารถทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สิรินพร วิสิฐสุทธาทพงศ์ ที่มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการทำสหกิจในครั้งนี้ ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการทำงาน ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนเป็นอย่างดี ตลอดจนการตรวจสอบความถูกต้องของโครงการงานทำให้การทำโครงการงานเป็นไปอย่างราบรื่น ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ บุคลากรงานอุปกรณ์การแพทย์ที่ได้ให้โอกาสในการทำสหกิจซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ดูแลเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ของโรงพยาบาลรามารามิบัติ และทีมวิศวกรมี้อาชีพ ขอขอบคุณ คุณวสันต์ ทิมา คุณไชยันต์ บุญประสงค์ คุณชาญ ช่างปราณีต คุณณัฐนันท์ วันลักษณ์ และพี่ๆ งานอุปกรณ์การแพทย์โรงพยาบาลรามารามิบัติ ที่ได้สละเวลามาสอนงาน คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและคำปรึกษา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาตลอดช่วงเวลาโครงการสหกิจศึกษา ตลอดจนบุคคลอื่น ๆ ที่ได้กล่าวชื่อนามไว้ที่มีส่วนช่วยให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของผู้จัดทำจึงขออภัยมา ณ ที่นี้

ธนวรรณ เทียนประทีป

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	2
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของกํารวิจัย.....	2
1.4 วิธีการดําเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณ.....	3
1.7 แผนการดําเนินงาน.....	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 รีเลย์ทั่วไป.....	4
2.2 อะดูโน้ (Arduino).....	10
2.3 โซลินอยด์ (Solenoid).....	15
2.4 สวิตชิง (Switching).....	20
2.5 ไดโอดเปล่งแสง (LED).....	31
2.6 เครื่องสแกนบาร์โค้ด.....	32
บทที่ 3 วิธีการดําเนินงาน	37
3.1 วิธีที่ใช้การศึกษาค้นคว้า.....	37
3.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง.....	37
3.3 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องมือ.....	38
บทที่ 4 ผลการดําเนินงาน	45
4.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน.....	45
4.2 การออกแบบและสร้างฮาร์ดแวร์.....	46

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3 การทดสอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์.....	47
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ	47
5.1 สรุปผล	48
5.2 ปัญหาที่พบ.....	48
5.3 ข้อเสนอแนะ	49



สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 2.1 แสดงรีเลย์ที่ใช้ในงานและสัญลักษณ์ของรีเลย์.....	4
ภาพที่ 2.2 พาวเวอร์รีเลย์.....	5
ภาพที่ 2.3 แลตซ์รีเลย์.....	5
ภาพที่ 2.4 แรทซ์รีเลย์.....	6
ภาพที่ 2.5 สเตปปิ่งรีเลย์.....	6
ภาพที่ 2.6 รีเลย์แบบขาแบน (Blade Terminal).....	7
ภาพที่ 2.7 รีเลย์แบบแผงวงจรพิมพ์ (PCB).....	7
ภาพที่ 2.8 รีเลย์แบบแบบขากลม.....	7
ภาพที่ 2.9 สัญลักษณ์ของรีเลย์.....	7
ภาพที่ 2.10 ขดลวดของรีเลย์.....	8
ภาพที่ 2.11 หน้าสัมผัสของรีเลย์.....	8
ภาพที่ 2.12 แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์.....	9
ภาพที่ 2.13 ภาพปุ่มทดสอบการทำงานของรีเลย์.....	9
ภาพที่ 2.14 การต่อหลอดไฟ ไฟติดแม้ไม่ได้กดสวิตช์.....	9
ภาพที่ 2.15 การนำรีเลย์ไปใช้งาน ไฟติดเมื่อกดสวิตช์.....	10
ภาพที่ 2.16 บอร์ดอะคูโน่.....	11
ภาพที่ 2.17 หน้าสำหรับเขียนโปรแกรมของอะคูโน่.....	12
ภาพที่ 2.18 ส่วนประกอบของบอร์ดอะคูโน่.....	13
ภาพที่ 2.19 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบนอะคูโน่.....	13
ภาพที่ 2.20 การทำงานของโซลินอยด์.....	15
ภาพที่ 2.21 โซลินอยด์แบบระบบเปิดปิดโดยตรง.....	16
ภาพที่ 2.22 โซลินอยด์แบบระบบเปิดปิดทางอ้อม (Solenoid Valve Pilot Operate).....	17
ภาพที่ 2.23 โซลินอยด์แบบระบบลูกผสม (Solenoid Valve Combine Operated).....	18
ภาพที่ 2.24 สนามแม่เหล็กของโซลินอยด์.....	19
ภาพที่ 2.25 หลักการทำงานของสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย.....	20
ภาพที่ 2.26 ขดลวดโซลินอยด์.....	23

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 2.27 หลักการทำงาน Switching Power Supply.....	23
ภาพที่ 2.28 แผนผัง Switching Power Supply.....	23
ภาพที่ 2.29 ภาพแสดงวงจรพื้นฐานของ Flyback Converter.....	24
ภาพที่ 2.30 ภาพแสดงวงจรพื้นฐานของ Forward Converter.....	24
ภาพที่ 2.31 วงจรพื้นฐานของ พุช-พูลคอนเวอร์เตอร์ (Push – Pull Converter).....	25
ภาพที่ 2.32 วงจรพื้นฐานของฮาร์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์นิยาม (Half – Bridge Converter.....	25
ภาพที่ 2.33 วงจรพื้นฐานของฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full – Bridge Converter).....	26
ภาพที่ 2.34 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย.....	27
ภาพที่ 2.35 ส่วนประกอบของ LED.....	28
ภาพที่ 2.36 เครื่องอ่านบาร์โค้ดเฉพาะทาง.....	32
ภาพที่ 2.37 บาร์โค้ดที่อ่านไม่ได้.....	33
ภาพที่ 2.38 บาร์โค้ดที่อ่านได้.....	33
ภาพที่ 2.39 เครื่องสแกนบาร์โค้ด.....	34
ภาพที่ 2.40 เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับ.....	34
ภาพที่ 2.41 เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบตั้งโต๊ะ.....	34
ภาพที่ 2.42 เครื่องสแกนบาร์โค้ดออกแบบสำหรับกำหนดที่ตั้ง.....	35
ภาพที่ 2.43 บาร์โค้ด.....	36
ภาพที่ 3.1 ลีนซ์ใใส่ยาประกอบด้วย 4 ช่อง.....	38
ภาพที่ 3.2 ด้านหลังของตู้จัดยา ประกอบด้วยวงจรต่างๆ.....	39
ภาพที่ 3.3 แสดงด้านหน้าตู้จัดยา-เก็บยา.....	39
ภาพที่ 3.4 บอร์ดอะคูโน้.....	40
ภาพที่ 3.5 ขดลวดโซลินอยด์.....	40
ภาพที่ 3.6 ตัวแปลงไฟฟ้า.....	41
ภาพที่ 3.7 รีเลย์.....	41
ภาพที่ 3.8 ไน้ตบู้ค.....	41
ภาพที่ 3.9 เครื่องยิงบาร์โค้ด (Barcode Scanner)	42

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 3.10 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของโปรแกรมเมื่อเก็บยา.....	42
ภาพที่ 3.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของโปรแกรมเครื่องจ่ายยา.....	43
ภาพที่ 3.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรเครื่องเก็บ-จ่ายยา.....	44
ภาพที่ 4.1 แสดงฟังก์ชันหน้าจอสแสดงผล.....	45
ภาพที่ 4.2 หน้าประวัติและการจ่ายยาให้คนไข้.....	46
ภาพที่ 4.3 หน้าค้นหาประวัติของคนไข้จาก HN.....	46
ภาพที่ 4.4 การทดสอบทำงานของตู้เก็บยา-จ่ายยา.....	47



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
1.2 ข้อมูลจำเพาะ Arduino.....	55



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโรคภัยไข้เจ็บต่างๆมีมากมาย เนื่องจากหลายปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรคเช่น ปัจจัยทางด้านสภาวะทางอากาศ เช่น สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงบ่อย มลภาวะทางอากาศ ฝุ่นละออง PM 2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางพันธุกรรม เช่น โรคทาลัสซีเมีย โรคหัวใจขาดเลือด เป็นต้น ปัจจัยทางด้านพฤติกรรมดำเนินชีวิตของแต่ละบุคคล เช่น การกิน การนอนหลับพักผ่อน การเสพสารเสพติด เป็นต้น ทำให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายจึงเกิดโรคและความเจ็บป่วยขึ้น อัตราการเจ็บป่วยของมนุษย์จึงสูงขึ้น แต่ละโรงพยาบาลจึงมีจำนวนผู้ป่วยมารับการรักษาโรคจำนวนมาก ยามีความจำเป็นอย่างยิ่งในการรักษาอาการเจ็บป่วยให้หายหรือทุเลาลงเช่น อาการไข้ อาการปวด หรืออาการคัน โดยการกำจัดสาเหตุของโรคโดยมีหมอและเภสัชกรมีหน้าที่เป็นผู้จัดยาและจ่ายยาให้กับคนไข้ที่มาเข้ารับการรักษา คนไข้แต่ละคนจะได้รับยาและจำนวนยาที่แตกต่างกันตามโรคและอาการที่มารักษา ซึ่งอาจพบปัญหาในการจัดยาและจ่ายยาคือเกิดข้อผิดพลาดเช่น การจ่ายยามีผิดกับคนไข้ การจ่ายยาคนไข้สลับกัน โดยขั้นตอนการทำงานของเภสัชกรคือ ขั้นตอนการจัดยา ขั้นตอนการรอให้เภสัชกรตรวจสอบยาและขั้นตอนการจับคู่ใบสั่งยา เมื่อนำยาจากห้องจัดยามาให้ผู้ป่วยที่พักรักษาในโรงพยาบาล ซึ่งพยาบาลจะเป็นผู้นำยาให้ผู้ป่วยรับประทาน พยาบาลต้องตรวจสอบยาจากใบจัดยาแล้วจัดยาให้คนไข้รับประทาน ทำให้อาจเกิดความผิดพลาดได้

ในโรงพยาบาลรามธิบดีมีเครื่องจัดยาที่สามารถสแกนบาร์โค้ดคนไข้แล้วนำมาสั่งให้ตู้บรรจุยาเปิด-ปิด สามารถตรวจสอบได้ว่าจ่ายยาถูกต้องกับคนไข้แต่ในปัจจุบันเครื่องจัดยาเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานเช่น ปัญหาแบตเตอรี่เสื่อมและอื่นๆจึงไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ ซึ่งไม่สามารถทำการซ่อมแซมหรือปรับปรุงได้เนื่องจากโปรแกรมที่บริษัทสร้างจึงทำให้เครื่องจัดยาซึ่งไม่สามารถใช้งานได้อย่างคุ้มค่า

ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีความสนใจศึกษาพัฒนาและจัดทำเครื่องเก็บยา-จ่ายยาที่ลดข้อผิดพลาดในการจัดและจ่ายยา ป้องกันการให้ยาสลับตัวระหว่างบุคคล ทำให้เภสัชกรและพยาบาลสามารถจัดยาได้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ลดเวลาในการจ่ายยาให้ผู้ป่วย เพื่อให้มีความปลอดภัยมากขึ้นโดยป้องกันการหยิบหรือนำยาของบุคคลอื่นมาใส่ พัฒนาตู้จัดยาที่มีอยู่ให้มีราคาที่เหมาะสมมากที่สุด ลดต้นทุนในการจัดทำเครื่องเก็บยาจ่ายยาและสามารถนำเครื่องจัดยามาใช้งานได้ดียิ่งขึ้น เครื่องจัดยาควบคุมโดยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ สั่งงานผ่านโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมจะรับข้อมูลของของคนไข้และมีคำสั่งเปิดปิดตู้ยาโดยการสแกนบาร์โค้ด HN ของคนไข้แล้วนำมาสั่งตู้ที่บรรจุยาให้เปิด-ปิดสามารถตรวจสอบได้ว่าจ่ายยาถูกต้องกับคนไข้เป็นการตรวจสอบลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อประดิษฐ์โมเดลเครื่องเก็บยา-จ่ายยาที่สามารถนำไปใช้ได้จริง
- 1.2.2 เพื่อศึกษาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ กลไกการทำงาน และการออกแบบโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิดของลิ้นชักตู้จัดยา ประยุกต์ใช้กับการสแกนบาร์โค้ดตรวจสอบการจ่ายยาว่าจ่ายยาได้ถูกต้อง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 เป็นโมเดลเครื่องจัดเก็บยา-จัดยา ที่ทำช่องใส่ยา 4 ช่อง
- 1.3.2 ควบคุมการทำงานของเครื่องจัดเก็บยาด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้บอร์ด Arduino UNO R3 ในการควบคุมการทำงาน
- 1.3.3 ควบคุมการเปิดปิดตู้เก็บยาด้วยการสแกนบาร์โค้ดคนไข้ของแล้วแสดงประวัติของผู้ป่วย จากนั้นจึงเปิดปิดช่องที่ใส่ยาของคนไข้อัตโนมัติตาม HN ของคนไข้
- 1.3.4 ใช้โซลินอยด์ในการล็อกตู้
- 1.3.5 วัสดุที่ใช้ทำตู้คือ ไม้

1.4 วิธีการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาและหาข้อมูลในการทำเครื่องเก็บยา-จ่ายยา
- 1.4.2 ออกแบบขั้นตอนในการทำงานส่วนของโปรแกรมในการแสดงผลข้อมูลประวัติผู้ป่วย การเก็บยาจ่ายยา หน้าจอแสดงผลการสแกน HN ของคนไข้
- 1.4.3 ออกแบบและศึกษาการทำงานของวงจรเพื่อควบคุมการเปิดปิดตู้
- 1.4.4 เขียนโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของระบบ
- 1.4.5 ทำการต่อวงจรในการเปิดปิดตู้จัดยา-จ่ายยา
- 1.4.6 ทดสอบระบบโดยการทดลองใช้งานเปิด-ปิดตู้ ตการสแกน HN ของคนไข้
- 1.4.7 ประกอบตู้จัดยา-จ่ายยา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1.5.1 ได้รับความรู้จากการในการเขียนโปรแกรมภาษา C# และโปรแกรม Arduino IDE
- 1.5.2 ได้รับความรู้การทำวงจรและการทำงานของแต่ละอุปกรณ์
- 1.5.3 ได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทำงานเกี่ยวกับการออกแบบ คำนวน และลงมือปฏิบัติตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดในการสร้างเครื่องเก็บยา
- 1.5.4 สามารถประดิษฐ์โมเดลชิ้นงานเครื่องเก็บยา-จ่ายยาได้

1.5.5 โรงพยาบาลสามารถนำชิ้นงานไปปรับปรุงใช้ในการจัดเก็บยาให้เหมาะสมได้ ทำให้ลดความผิดพลาดในการเก็บยาจ่ายยาให้กับผู้ป่วยและประหยัดงบประมาณได้มากขึ้น

1.6 งบประมาณ

ประมาณ 2,450 บาท

1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ค้นหาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโปรเจค	■	■														
2. ปรึกษาวีธีการดำเนินงานและวางแผนพร้อมทั้งออกแบบชิ้นงาน			■													
3. ทำส่วน Software เขียนโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานตู้จัดยา-จ่ายยา				■	■	■	■	■	■							
4. ออกแบบและทำส่วนของ Hardware ต่อวงจรที่ใช้ในการควบคุมการล็อกตู้										■	■					
5. ออกแบบและสร้างโมเดลจำลองการเก็บยาจ่ายยา ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน												■	■			
6. ร่างบทที่ 1-5														■	■	
7. เตรียมสไลด์นำเสนอ																■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

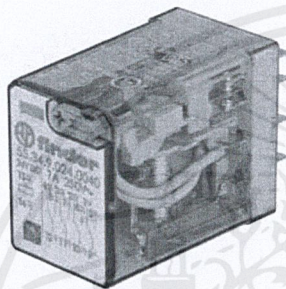
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

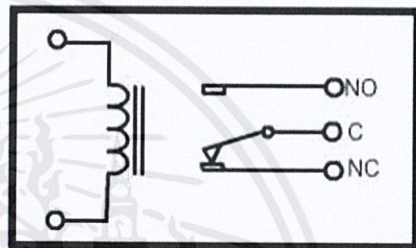
กล่าวนำ

ทฤษฎีและหลักการต่างๆที่จะกล่าวถึงจากนี้ต่อไป เป็นหนึ่งในส่วนประกอบของการสร้างเครื่องเก็บยา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 รีเลย์ทั่วไป [1]



รูปที่ 1 รีเลย์ที่ใช้ในงาน



รูปที่ 2 สัญลักษณ์ของรีเลย์

รูปที่ 2.1 แสดงรีเลย์ที่ใช้ในงานและสัญลักษณ์ของรีเลย์ [2]

รีเลย์ทั่วไป (General Relay) เป็นประเภทหนึ่งของรีเลย์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟฟ้าลำดับที่สอง (secondary switch) คือเป็นสวิตช์ ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า การที่จะให้รีเลย์ประเภทนี้ทำงานได้นั้นจำเป็นต้องจ่ายกระแสไฟให้ตามที่กำหนด (รีเลย์อาจทำงานด้วยแรงดันต่ำมาก คือ 12V ไปจนถึง 220V หรือใช้กับไฟกระแสสลับตั้งแต่ 110 ถึง 230V) เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟให้กับตัวรีเลย์แล้วก็จะทำให้หน้าสัมผัสเกิดการติดกันกลายเป็นวงจรปิดและในทางตรงกันข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้ ก็จะกลายเป็นวงจรเปิด โดยไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะจะเป็นไฟที่มาจากแหล่งจ่ายไฟต่างๆ ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องก็จะทำให้รีเลย์ทำงานได้

โครงสร้างภายในประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

- 1) ส่วนของขดลวด เหนี่ยววนำ (coil)
- 2) ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact)

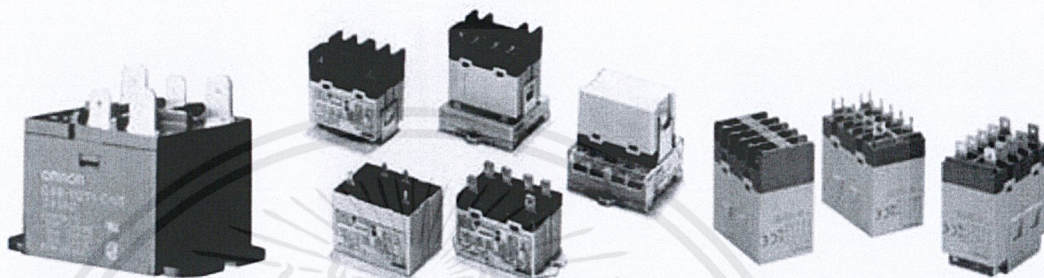
หาก แบ่ง Relay ตามลักษณะงาน แบ่งได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 รีเลย์งานทั่วไป

รีเลย์ในกลุ่มนี้หน้าสัมผัสจะทำงานเมื่อขดลวดเหนี่ยวนำ ได้ถูกจ่ายกระแสให้และหยุด เมื่อหยุดจ่าย หากต้องการให้ทำงานตลอดเวลา ก็จ่ายไฟหรือหากต้องการควบคุมเวลาในการทำงานก็ใช้อุปกรณ์ Timer ในการควบคุม

กลุ่มที่ 2 พาวเวอร์รีเลย์

ลักษณะการใช้งานใช้กับโหลดที่ใช้กระแสมากๆ



รูปที่ 2.2 พาวเวอร์รีเลย์ [3]

กลุ่มที่ 3 แลตซ์รีเลย์

หน้าสัมผัสจะทำงานเมื่อขดลวดเหนี่ยวนำ ขาเซ็ท (Set) ถูกจ่ายไฟให้และจะยังทำงานแม้หยุดจ่าย กระแสให้ขดลวดเหนี่ยวนำแล้ว แต่รีเลย์จะหยุดทำงานเมื่อทำการจ่ายกระแสไฟ ให้แก่ ขา รีเซ็ท (Reset) ของรีเลย์



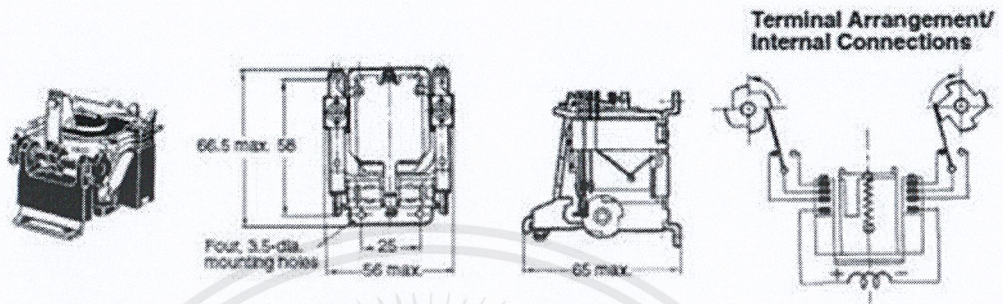
รูปที่ 2.3 แลตซ์รีเลย์ [4]

***หลีกเลี่ยงการใช้งานในสถานะฝุ่น แหล่งจ่ายที่มีไฟกระชากเกิดขึ้นบ่อยๆ การติดตั้งหากติดตั้งโดยเรียงกันมากควรเว้นช่องประมาณ 15-20 CM. ไม่จ่ายกระแสเข้าขาเซ็ท และรีเซ็ท (Reset) พร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 4 แรทเซอร์รีเลย์

ลักษณะคล้ายแลทเซอร์รีเลย์แต่รวมขาเซ็นเซอร์และรีเซ็ตมาไว้ขาดียว เมื่อจ่ายไฟขดลวด (Coil) จะทำงาน แม้ว่าเล็กจ่ายก็ยังทำงานค้างอยู่หากเมื่อจ่ายไฟเข้าคอยล์ อีกจึงหยุดทำงานแต่จำทำงานค้างแม้ว่าเล็กจ่าย กระแสแล้วหน้าสัมผัสจะสลับเปิดและปิด



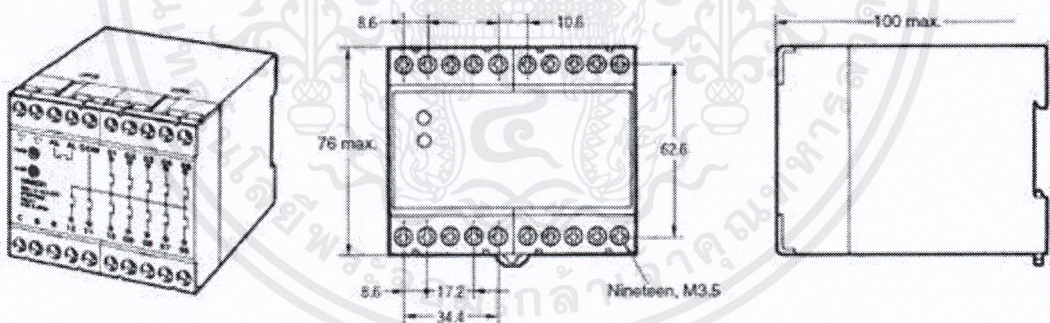
รูปที่ 2.4 แรทเซอร์รีเลย์ [5]

กลุ่มที่ 5 สเตปป์รีเลย์

หน้าสัมผัสจะมีมากกว่า 2 หน้าคือ

ปกติเปิด(NO :normal open) และปกติปิด (NC: normal close)

หน้าสัมผัสจะเรียงสลับกันทำงานควบคุมลำดับในการทำงานโดยการเพิ่มพัลส์ ให้กับขดลวด



รูปที่ 2.5 สเตปป์รีเลย์ [6]

2.1.1 โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์

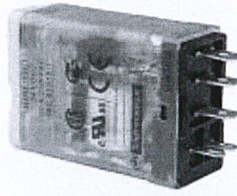
รีเลย์ทั่วไปเป็นประเภทหนึ่งของ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟตัด-ต่อวงจรโดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ รีเลย์จะทำงานได้โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด

แบ่งตามลักษณะของขา แบ่งได้ 3 ประเภท

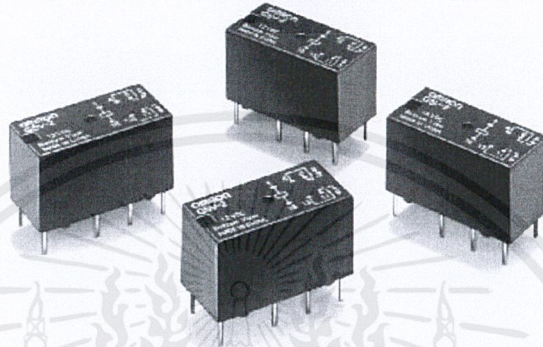
- 1.แบบขาแบน (Blade Terminal)
- 2.แบบแผงวงจรพิมพ์ (PCB: Print Circuit Board)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

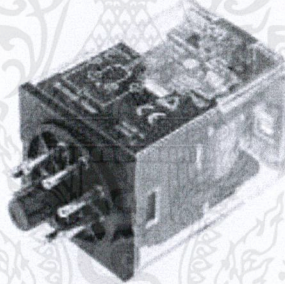
3.แบบขากลม (Pin Terminal)



รูปที่ 2.6 รีเลย์แบบขาแบน (Blade Terminal) [7]

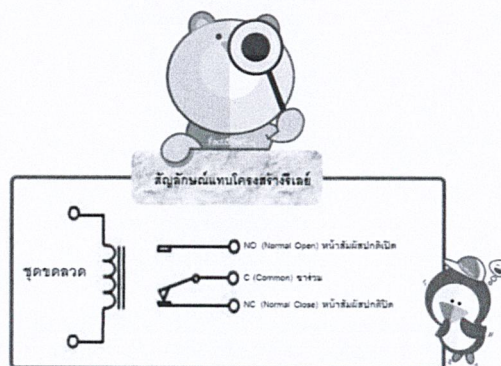


รูปที่ 2.7 รีเลย์แบบแผงวงจรพิมพ์ (PCB) [8]



รูปที่ 2.8 รีเลย์แบบแบบขากลม [9]

2.1.2 หลักการทำงานของรีเลย์



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ของรีเลย์ [10]

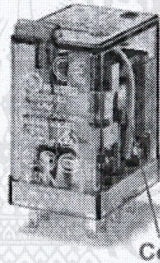
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดปกติปิด (NC) ย่อมาจาก normal close หมายความว่า ปกติปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

จุดปกติเปิด (NO) ย่อมาจาก normal open หมายความว่า ปกติเปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด

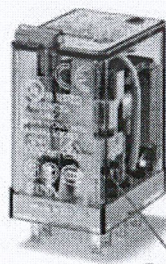
จุดร่วม (C) ย่อมาจาก common หมายถึง จุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

ขดลวดทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากวงจรที่ต้องการมาควบคุม เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ให้แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัส (Contact) ให้ต่อกัน (ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับ ชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด โดยปกติถ้าเป็นขดลวดก็จะ 220-240V)



รูปที่ 2.10 ขดลวดของรีเลย์ [11]

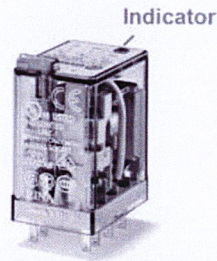
หน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ ซึ่งจะมี วงจรไฟฟ้าแบบ 1PDT, 2PDT, 3PDT และ 4PDT จากในรูปข้างล่างจะเป็นแบบ 3PDT คือมี วงจรไฟฟ้า 3 วงจร นอกจากนี้ต้องเลือกขนาดของกระแสและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำหน้าที่ Contact ด้วย ว่าต้องการเท่าใด



รูปที่ 2.11 หน้าสัมผัสของรีเลย์ [12]

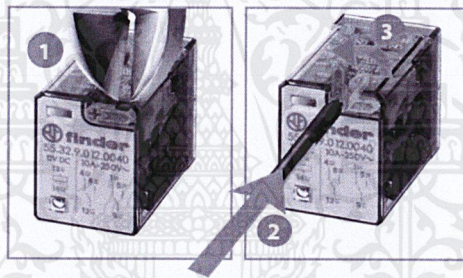
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงสถานะ (Indicator) ทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของหน้าสัมผัสรีเลย์ว่าทำงานอยู่หรือไม่ โดยปกติจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบไดโอดเปล่งแสง (LED :Light Emitting Diode) ซึ่งจะติดเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงที่ขดลวดและแบบกลไกซึ่งจะทำงานให้เห็นเมื่อหน้าสัมผัสทำงาน



รูปที่ 2.12 แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ [13]

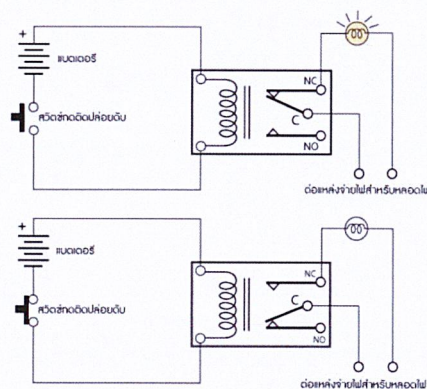
ปุ่มทดสอบ (Tester) ทำหน้าที่ใช้ทดสอบการทำงานของวงจรของรีเลย์ ซึ่งจะช่วยให้การทดสอบวงจรรีเลย์ง่ายขึ้น ไม่จำเป็นต้องจ่ายไฟเลี้ยงที่ขดลวด



รูปที่ 2.13 ภาพปุ่มทดสอบการทำงานของรีเลย์ [14]

2.1.3 การนำรีเลย์ไปใช้งาน

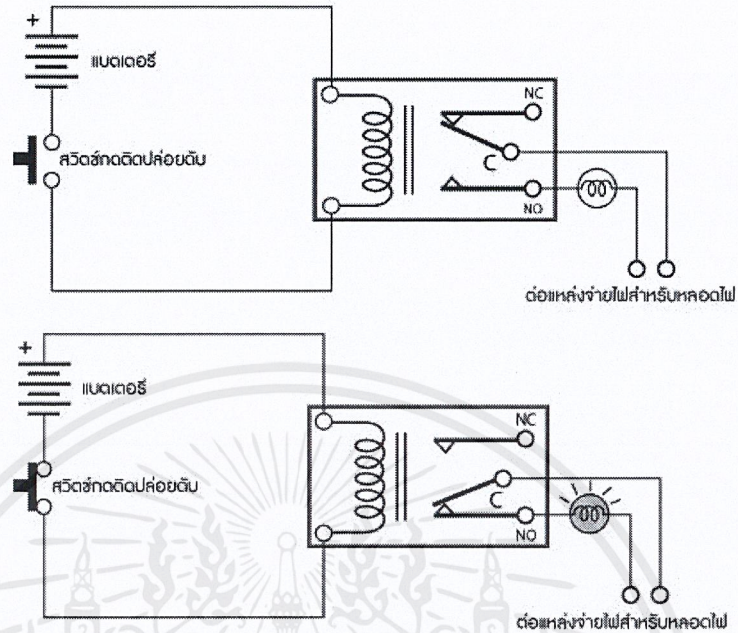
- 1) ต่อใช้งานหลอดไฟผ่านขั้วจุดร่วม และจุดปกติปิดเพื่อให้หลอดไฟยังคงติดสว่างแม้ไม่ได้กดสวิตซ์ดังรูป



รูปที่ 2.14 การต่อหลอดไฟ ไฟติดแม้ไม่ได้กดสวิตซ์ [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) ต่อใช้งานหลอดไฟผ่านขั้วจุดร่วมและจุดปกติเปิดโดยการต่อผ่านขั้วนี้หลอดไฟจะยังไม่ติดสว่างจนกว่าจะมีการกดสวิตซ์ดังรูป



รูปที่ 2.15 การนำรีเลย์ไปใช้งาน ไฟติดเมื่อกดสวิตซ์ [16]

2.1.4 การยืดอายุการใช้งานของรีเลย์ด้วยวงจรป้องกัน

การยืดอายุการใช้งานของรีเลย์ให้ยาวนานขึ้นนั้นวงจรที่ใช้งานย่อมส่งผลกับการทำงานของการต่อวงจรนั้นควรต่อให้หน้าคอนแทกเข้ากับรีเลย์ป้องกันการสร้างกรดคาร์ไบด์ (Carbide) และกรดไนตริก(Nitric) ที่เกิดขึ้นที่หน้าสัมผัสเปิดรวมทั้งเพื่อลดสิ่งรบกวนด้วย ในสภาวะอากาศที่มีความชื้นสูงยังส่งผลทำให้เกิดกรดไนตริก ซึ่งทำให้รีเลย์ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพหรือทำงานได้ไม่ปกติการใช้ อุปกรณ์ลดปัญหาดังกล่าวเราจะเห็นว่าการควบคุมหน้าสัมผัสของรีเลย์ต้องอาศัยการจ่ายไฟให้กับขดลวดเหนี่ยวนำเสมอ เพื่อให้เกิดการสลับเปิดปิดของหน้าสัมผัสรีเลย์ตามความต้องการ ซึ่งมีข้อเสียก็คือทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ตัวอย่างเช่นหากนำรีเลย์ไปควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟหน้าบ้านด้วยวงจรสวิตซ์แสง โดยเมื่อไม่มีแสงให้ไฟติดหมายความว่าวงจรจะต้องจ่ายไฟเลี้ยงให้กับขดลวดเหนี่ยวนำตลอดคืนเพื่อให้กระแสไฟยังคงไหลผ่านหน้าสัมผัสปกติเปิดไปเลี้ยงหลอดไฟต่อไป

2.2 อะดูโน้ (Arduino) [17]

2.2.1 โครงสร้างของบอร์ด Arduino Uno R3

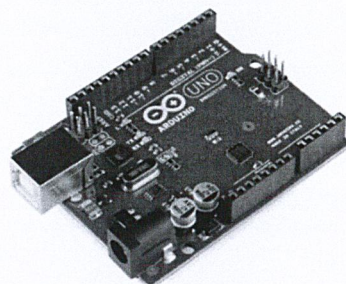
Arduino Uno R3เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ATmega328 (แผ่นข้อมูล) มีอินพุต / เอาต์พุต 14 อินพุต (6 สามารถใช้เป็นเอาต์พุต PWM), 6 อินพุตแบบอนาล็อก,ตัวเรโซเนเตอร์เซรามิก 16 เมกะเฮิร์ต,การเชื่อมต่อ USB,แฉีกไฟ,ส่วนหัว ICSPและปุ่มรีเซ็ตมันมีทุกอย่างที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นในการสนับสนุนไมโครคอนโทรลเลอร์; เพียงเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิลหรือใช้อะแดปเตอร์หรือแบดเตอร์รี กระแสสลับเป็นกระแสตรงเพื่อเริ่มต้นใช้งาน แตกต่างจากบอร์ดก่อนหน้าทั้งหมดเนื่องจากไม่ได้ใช้ชิปควบคุม USB แบบอนุกรมของ FTDI แต่มีคุณลักษณะของ Atmega16U2 (Atmega8U2 ถึงเวอร์ชัน R2) ซึ่งได้รับการตั้งโปรแกรมเป็นตัวแปลงสัญญาณแบบ USB-to-serialRevision 2 ของบอร์ด Uno มีตัวต้านทานดึงสาย HWB 8U2 ไปยังพื้นทำให้ง่ายต่อการใส่ลงในโหมด DFURevision 3 ของบอร์ดมีคุณสมบัติใหม่ดังต่อไปนี้:1.0 pinout: เพิ่มหมุด SDA และ SCL ที่อยู่ใกล้กับหมุด AREF และอีก 2 หมุดใหม่ที่วางอยู่ใกล้กับขา RESET IOREF ที่อนุญาตให้โล่ปรับให้เข้ากับแรงดันไฟฟ้าที่จัดหามาจากบอร์ด ในอนาคตโล่จะเข้ากันได้กับทั้งบอร์ดที่ใช้ AVR ซึ่งทำงานร่วมกับ 5V และด้วย Arduino Due ที่ทำงานกับ 3.3V ที่สองคือขาที่ไม่ได้เชื่อมต่อซึ่งสงวนไว้สำหรับวัตถุประสงค์ในอนาคตวงจร RESET ที่แข็งแกร่งขึ้น Atmega 16U2 เปลี่ยน 8U2"Uno" หมายถึงภาษาอิตาลีและมีชื่อว่า Arduino 1.0 Uno และเวอร์ชัน 1.0 จะเป็นเวอร์ชันอ้างอิงของ Arduino ก้าวไปข้างหน้า Uno เป็นชุดบอร์ด USB Arduino รุ่นล่าสุดและเป็นโมเดลอ้างอิงสำหรับแพลตฟอร์ม Arduino; สำหรับการเปรียบเทียบกับรุ่นก่อนหน้าดูดัชนีของบอร์ดอะดูโน

Arduino Uno R3 คำว่า Uno เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่ง เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรก ที่ผลิตออกมามีขนาดประมาณ 68.6x53.4 mm.เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุดเนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่าโดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมาตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD เป็นบอร์ดArduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากราคาไม่แพงและส่วนใหญ่โปรเจกต์Library ต่างๆที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสียผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย Arduino Uno R3 มี MCU ที่เป็น Package DIP

Arduino เป็นภาษาอิตาลี อ่านว่า อาดูอีโน้ Arduino คือ Open-Source Platform สำหรับการสร้างต้นแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีจุดมุ่งหมายให้ Arduino Platform เป็นรูปแบบ (Platform) ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยประกอบไปด้วย



รูปที่ 2.16 บอร์ดอะดูโน้ [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware) [19]

บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์(MCU) เป็นชิ้นส่วนหลักถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานหรือที่เรียกกันว่าบอร์ดอะดิวโนมีหลายรุ่นให้เลือกใช้โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ดหรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ,แรงดันไฟที่ใช้,ประสิทธิภาพของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น

2. ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ (Software)

ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ของอะดิวโน (MCU Arduino IDE) เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษาอะดิวโน, คอมไพล์โปรแกรม (Compile) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload)



```

sketch_jul25a | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jul25a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
7
Arduino/Genuino Uno on /dev/tty/USB0

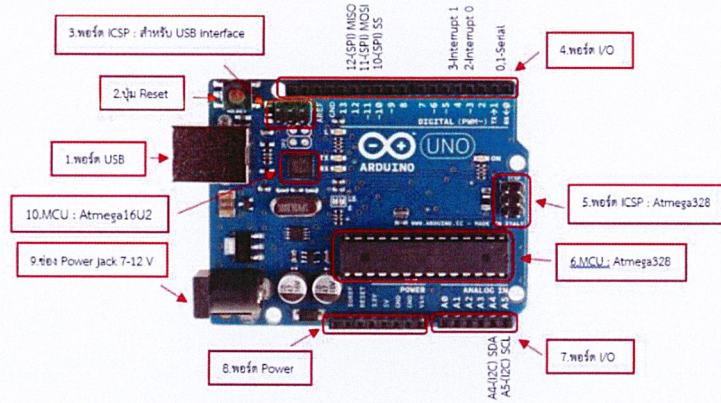
```

รูปที่ 2.17 หน้าสำหรับเขียนโปรแกรมของอะดิวโน [20]

จุดเด่นที่ทำให้บอร์ดอะดิวโนเป็นที่นิยม

- 1.ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- 2.มีกลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- 3.ฮาร์ดแวร์แบบเปิดทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- 4.ราคาไม่แพง
- 5.Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

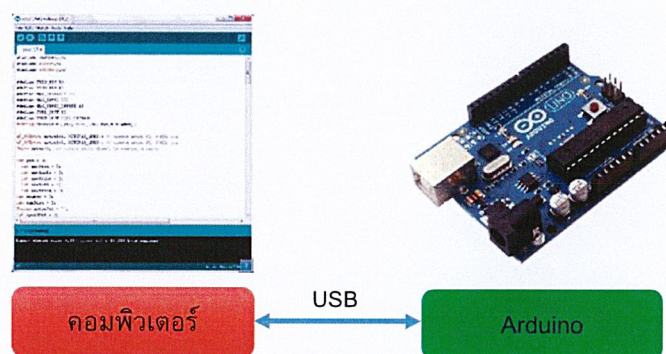
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบของบอร์ดอะดิวโน [22]

ส่วนประกอบของบอร์ดอะดิวโน

1. USB Port (Universal Serial Bus): ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. ปุ่มตั้งค่าใหม่(Reset Button):เป็นปุ่มใช้กดเมื่อต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. I/O Port: Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
7. I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
8. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอกประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin
9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2



รูปที่ 2.19 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบนอะดิวโน [23]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software
2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ดอะดูโน่ ที่ใช้และหมายเลข Com port
3. กดปุ่มยืนยัน (Verify) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและประมวลผล (Compile) โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่มอัปโหลดโค้ดโปรแกรมไปยังบอร์ดอะดูโน่ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที

ทำไมต้องเลือกใช้งานอะดูโน่

- ราคาไม่แพง บอร์ดอะดูโน่มีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับแพลตฟอร์มของไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น
- ทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม ซอฟต์แวร์ Arduino IDE ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows, Macintosh OSX และ Linux ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนใหญ่จำกัดอยู่ที่ Windows
- สภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมที่ง่ายและชัดเจน ซอฟต์แวร์ Arduino IDE นั้นใช้งานง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นแต่ก็มีความยืดหยุ่นเพียงพอสำหรับผู้ใช้งานขั้นสูงในการใช้ประโยชน์เช่นกัน
- ซอฟต์แวร์แบบเปิดและซอฟต์แวร์ที่ขยายความสามารถได้ ซอฟต์แวร์อะดูโน่ได้รับการเผยแพร่เป็นเครื่องมือแบบเปิด ซึ่งมีไว้สำหรับนักเขียนที่มีประสบการณ์ ภาษาสามารถขยายได้ผ่านไลบรารีภาษา C++ และผู้ที่ต้องการเข้าใจรายละเอียดทางเทคนิคสามารถก้าวกระโดดจากอะดูโน่ไปยังภาษาการเขียนโปรแกรม AVR-C ซึ่งเป็นภาษาพื้นฐาน ในทำนองเดียวกันคุณสามารถเพิ่มรหัสต้นฉบับ AVR-C โดยตรงในโปรแกรม Arduino IDE ของผู้ใช้งาน
- ฮาร์ดแวร์ระบบเปิดที่ขยายความสามารถได้ แผนของบอร์ดอะดูโน่ ได้รับการเผยแพร่ภายใต้ใบอนุญาต Creative Commons ดังนั้นนักออกแบบวงจรที่มีประสบการณ์สามารถสร้างโมดูลรุ่นของตัวเองขยายและปรับปรุงตามความต้องการให้ดีขึ้น แม้แต่ผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์ก็สามารถสร้างโมดูลรุ่นที่มีบอร์ดทดลอง เพื่อทำความเข้าใจวิธีการทำงานและช่วยประหยัดเงิน

บอร์ดอะดูโน่ในท้องตลาด

ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ด้าน บอร์ดอะดูโน่ที่ผลิตออกมามากมาย ในส่วนที่มีตัวอย่างและบทความให้ได้เรียนรู้ตั้งแต่ระดับเริ่มต้น ดังนี้คือ

- Arduino Uno Rev3
- Arduino nano
- Arduino MEGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

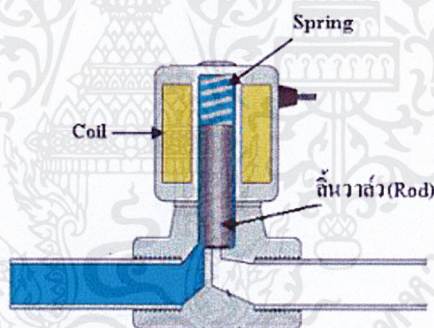
- NodeMCU (ESP8266)
- ESPino32
- Node32Lite

2.3 โซลินอยด์ (Solenoid) [24]

2.3.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve)

โซลินอยด์เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเคลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ การปิด-เปิดการจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่นๆ โครงสร้างของโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve)
2. เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve)



รูปที่ 2.20 การทำงานของโซลินอยด์ [25]

โซลินอยด์มีการควบคุม ให้เปิดปิดได้ด้วย 3 ระบบ คือ

1. ระบบเปิดปิดโดยตรง (Direct Acting หรือ Direct Operated)
2. ระบบเปิดปิดทางอ้อม (Indirect Acting หรือ Pilot Operated)
3. ระบบลูกผสม (Combined Acting หรือ Combined Operated)

1. ระบบเปิดปิดโดยตรง

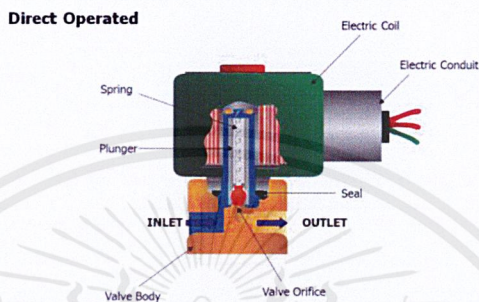
ระบบเปิดปิดโดยตรงโซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบเปิดปิดโดยตรงนั้น มีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทางพุ่ง (plunger) ซึ่งมีซีลอยู่ปลายด้านล่างทำหน้าที่เปิดและปิดรูทางผ่าน (orifice) ของของไหลเมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าหรือตัดไฟฟ้าออกจากคอยล์

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วที่ทำงานด้วยระบบนี้คือ เมื่อมีการเพิ่มความดัน (pressure) ของของไหลในระบบจะทำให้ต้องใช้แรงมากขึ้นในการเปิดวาล์ว หากความดันของของไหลสูงกว่าที่กำลังของคอยล์จะเปิดวาล์วได้ วาล์วนั้นก็จะไม่ทำงานถึงแม้จะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม

หลักการ: วาล์วเปิด-ปิดโดยอาศัยแรงจากคอยล์และสปริงเพียงอย่างเดียว

ข้อดี: ไม่จำเป็นต้องอาศัยความดันของของไหลในการช่วยเปิด-ปิด

ข้อจำกัด: มักจะใช้กับวาล์วที่มีขนาดไม่ใหญ่นักส่วนมากจะอยู่ขนาด 1/8”-1/4”



รูปที่ 2.21 โซลินอยด์แบบระบบเปิดปิดโดยตรง [26]

2. ระบบเปิดปิดทางอ้อม (Indirect Acting หรือ Pilot Operated)

ระบบเปิดปิดทางอ้อมโซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบเปิดปิดทางอ้อมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทางรูทางผ่านหลัก (main orifice) ซึ่งอยู่ในตัววาล์วนั้นเปิดได้ด้วยวิธีการทำให้ความดันที่กระทำต่อพื้นผิวด้านบนและด้านล่างของแผ่นไดอะแฟรมเกิดการเสียสมดุล ในขณะที่ยังไม่มีไฟฟ้าจ่ายไปยังคอยล์ของไหลจะมีความดันส่งไปที่ช่องบนซึ่งมีพื้นที่ผิวเต็มพื้นที่ของแผ่นไดอะแฟรมและในขณะเดียวกันก็มีความดันส่งไปที่พื้นผิวด้านล่างแต่ส่งไปเฉพาะพื้นที่ผิวรอบๆรูทางผ่านเท่านั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่น้อยกว่าด้านบนเมื่อต้องการให้วาล์วเปิดโดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่คอยล์หุน (plunger) ของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วยจะยกเปิดและระบายของไหลซึ่งอยู่ด้านบนของไดอะแฟรมที่ออกไปทางรู (orifice) ย่อยของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วยยังผลให้เกิดการเสียสมดุลของแผ่นไดอะแฟรมเกิดการเคลื่อนที่เปิด รูทางผ่านหลักให้ของไหลไหลผ่านไปได้

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วที่ทำงานด้วยระบบนี้ คือความดันของขาเข้าและขาออกจำต้องมีความแตกต่างกันในค่าหนึ่งตามที่กำหนดของผู้ผลิต (minimum differential pressure) เพื่อให้วาล์วทำงานอย่างถูกต้องจะเห็นได้ว่าวาล์วที่ทำงานในระบบเปิดปิดทางอ้อมนี้ก็ต้องอาศัยตัวโซลินอยด์ที่ทำงานด้วยระบบเปิดปิดโดยตรงมาเป็นตัวช่วยเพื่อให้ทำงาน ดังนั้นเราจึงต้องคำนึงถึงความดันสูงสุดและกำลังของคอยล์ที่ใช้เปิด มิฉะนั้นวาล์วอาจไม่ทำงานถึงแม้ว่าจะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตามและเพื่อให้วาล์วระบบนี้ทำงานได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงการสึกหรออย่างรวดเร็วของแผ่นไดอะแฟรม

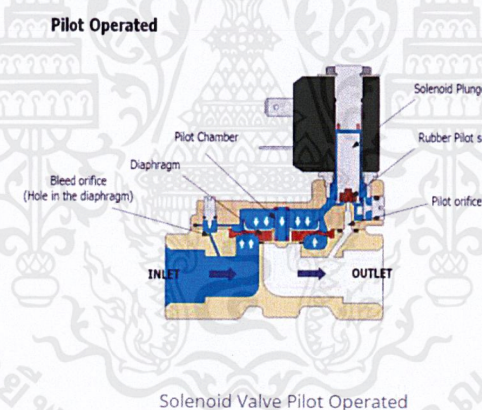
ควรออกแบบการใช้งานโดยคำนึงถึงค่า Kv (อัตราการไหลผ่านวาล์วที่ความดัน ต่างศักย์ 1 bar) ของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่วาล์วจะปิดว่ามีอัตราการไหลในขณะนั้นไม่เกินค่า Kv ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากความดันของขาเข้าในขณะที่วาล์วเปิดอยู่สูงกว่า 1 bar ต้องไม่ปล่อยให้ของไหลไหลออกทางขาออกโดยอิสระ จะต้องมีการจำกัดอัตราการไหลของขาออกเพื่อรักษาให้ความต่างศักย์ของความดันขาเข้าและขาออกไม่เกิน 1 bar มิฉะนั้นแผ่นไดอะแฟรมจะเกิดการกระแทกกับปากรูทางผ่านหลักอย่างรุนแรงเมื่อปิดวาล์วทำให้แผ่นไดอะแฟรมสึกหรอและเสียหายอย่างรวดเร็ว

หลักการ: วาล์วเปิด-ปิดโดยอาศัยหลักการความต่างของความดัน กล่าวคือมีการจ่ายไฟเข้าคอยล์เพื่อให้เกิดการนำทาง (Pilot) ของของเหลวที่อยู่ด้านบนของแผ่นไดอะแฟรม ซึ่งจะทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันด้านบนของแผ่นไดอะแฟรมกับความดันของของไหลที่ไหลเข้ามา จึงทำให้แผ่นไดอะแฟรมยกขึ้นซึ่งจะทำให้เกิดการเปิด-ปิดของวาล์ว

ข้อดี: โครงสร้างแบบนี้จะใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8” ขึ้นไป โดยขณะที่คอยล์ไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ (เพราะคอยล์ทำหน้าที่เพียงแค่เปิดรู Pilot) จึงทำให้ราคาถูกและเป็นที่ยอมรับ

ข้อจำกัด: เนื่องจากต้องอาศัยความดันของของไหลในการช่วยเปิด-ปิด ดังนั้นจึงไม่สามารถนำไปใช้กับงานที่มีความต่างของความดันต่ำได้



รูปที่ 2.22 โซลินอยด์แบบระบบเปิดปิดทางอ้อม (Solenoid Valve Pilot Operate) [27]

3.ระบบลูกผสม (Combined Acting หรือ Combine Operated)

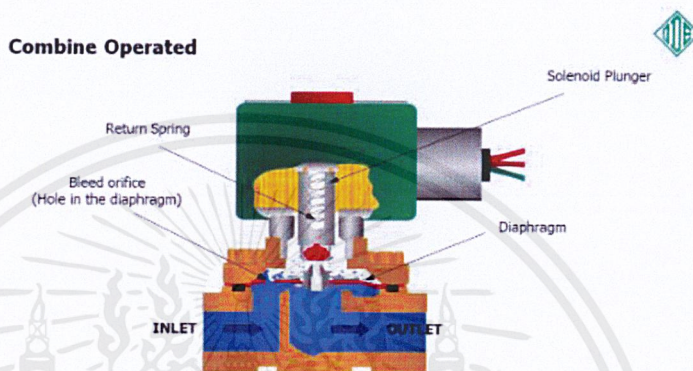
โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางชนิดปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบลูกผสมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง การเปิดรูผ่านหลักซึ่งอยู่ภายในตัววาล์วนั้นเป็นการผสมผสานทั้งการทำให้ความดันของพื้นที่ด้านบนและด้านล่าง ของแผ่นไดอะแฟรมเสียดลกับแรงที่พุ่งของโซลินอยด์ตัวช่วยออกแรงยกแผ่นไดอะแฟรมโดยตรงด้วย การทำงานหลักๆของแผ่นไดอะแฟรมก็เหมือนกับระบบเปิดปิดทางอ้อมจะต่างก็ตรงที่ว่าแม้จะมีความดันขาเข้าเพียงน้อยนิดวาล์วก็สามารถเปิดได้ด้วยแรงยกของพุ่ง

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วชนิดนี้ คือ นอกจากข้อยกเว้นที่วาล์วชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องมีความต่างศักย์ของความดันระหว่างขาเข้าและขาออกก็เปิดปิดได้แล้ว ข้อควรระวังอื่นๆก็เหมือนกับวาล์วระบบเปิดปิดทางอ้อมทุกประการ

หลักการ: วาล์วเปิด-ปิดโดยอาศัยแรงจากทั้งคอยล์และเครื่องจักรภายใน

ข้อดี: ใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8" ขึ้นไปและของไหลมีความต่างของความดันต่ำๆได้

ข้อจำกัด: ราคาจะสูงกว่าแบบ Pilot Operated เพราะขนาดของคอยล์จะต้องใหญ่กว่า



รูปที่ 2.23 โซลินอยด์แบบระบบลูกผสม (Solenoid Valve Combine Operated) [28]

โซลินอยด์วาล์ว คือ วาล์วควบคุมทิศทางการไหลโดยใช้คอยล์ไฟฟ้าสั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์วประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่เปิดปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิทช์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเต็ยวาล์วเพื่อเปิดวาล์วและเมื่อปิดสวิทช์ตัดกระแสไฟฟ้าเต็ยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม โดยน้ำหนักของตัวเองเพื่อปิดวาล์ว อาทิ โซลินอยด์วาล์วน้ำ, โซลินอยด์วาล์วแก๊ส, โซลินอยด์วาล์วไฮดรอลิก, โซลินอยด์วาล์วลม

โซลินอยด์วาล์วแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- 1) เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve)
- 2) เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve)

โซลินอยด์วาล์วเป็นวาล์วที่ควบคุมทิศทางการไหลแบบ 2/2 ทาง โดยการสั่งงานด้วยขดลวดไฟฟ้า โซลินอยด์ Directional Control Valve คือ วาล์วที่ควบคุมทิศทางการไหลโดยการสั่งงานด้วยแรงลมหรือไฟฟ้า แบบ 3/2, 4/2, 5/2, 5/3 ทาง เป็นต้น โซลินอยด์วาล์ว (Pneumatic Solenoid Valve) วาล์วควบคุมทิศทางการไหลโดยการสั่งงานด้วยคอยล์ไฟฟ้าร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าวาล์วน้ำไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ปิด-เปิด ท่อน้ำ, แก๊ส, น้ำมัน เมื่อจ่ายไฟให้อุปกรณ์นี้ มีทั้งแบบวาล์วพลาสติก วาล์วทองเหลือง ขนาดต่างๆ 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1, 1.5, 2 นิ้วทั้ง ปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) มีให้เลือกใช้งานกับน้ำ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมัน, แก๊ส และสารเคมีโซลินอยด์วาล์วลม วาล์วควบคุมทิศทางลมด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถควบคุมทิศทางลมได้ตามต้องการ มีหลายแบบให้เลือกเช่น 2/2, 3/2, 5/2way และมีทั้งแบบปกติเปิดและปกติปิดสั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์ว ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิดเปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิทช์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเดือยวาล์วเพื่อเปิดวาล์วและเมื่อปิดสวิทช์ตัดกระแสไฟฟ้าเดือยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางใช้กับงานลม, แก๊สทั่วไป, น้ำ, น้ำมัน

2. สนามแม่เหล็กของโซลินอยด์

เมื่อนำลวดตัวนำที่มีฉนวนหุ้มมาขดเป็นวงกลมหลายๆวงเรียงซ้อนกันเป็นรูปทรงกระบอก ขดลวดที่ได้นี้เรียกว่าโซลินอยด์เมื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านโซลินอยด์จะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น การหาทิศของสนามแม่เหล็กใช้วิธีการกำมือขวาแบบเดียวกับการหาทิศของสนามแม่เหล็กของลวดตัวนำวงกลมปลายขดลวดด้านที่สนามแม่เหล็กพุ่งออกจะเป็นหัวเหนือและอีกปลายหนึ่งซึ่งสนามแม่เหล็กพุ่งเข้าจะเป็นหัวใต้ดังรูป



รูปที่ 2.24 สนามแม่เหล็กของโซลินอยด์ [29]

สนามแม่เหล็กที่เกิดจากโซลินอยด์มีค่าสูงสุดที่บริเวณแกนกลางของโซลินอยด์และขนาดของสนามแม่เหล็กนี้จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มหรือจำนวนรอบของขดลวดเพิ่ม ถ้าใส่แท่งเหล็กอ่อนไว้ที่แกนกลางของโซลินอยด์ เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านโซลินอยด์ แท่งเหล็กอ่อนจะมีสมบัติเป็นแม่เหล็ก แม่เหล็กที่เกิดจากวิธีนี้เรียกว่าแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnet) สนามแม่เหล็กของแม่เหล็กไฟฟ้าจะเพิ่มเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มและจำนวนรอบต่อความยาวของขดลวดเพิ่ม แต่เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าแท่งเหล็กอ่อนจะหมดสภาพแม่เหล็กทันที

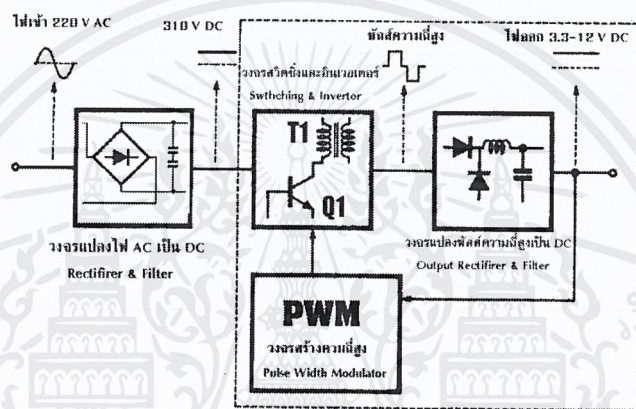
ในปัจจุบันมีการนำแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้ในการงานด้านต่างๆมากมาย เช่น ใช้การควบคุมการเคลื่อนที่ของอิเล็กทรอนิกส์ในหลอดภาพของโทรทัศน์ ใช้ควบคุมการทำงานของสวิทช์รีเลย์และสวิทช์ตัด

วงจรแบบอัตโนมัติใช้ในการทำงานของกระดิ่งออดไฟฟ้า ใช้ในการทำงานของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา เป็นต้น

2.4 สวิตชิง (Switching)

สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆคือ

1. วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง
 2. คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ
 3. วงจรควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ
- หลักการเบื้องต้นของ สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย



รูปที่ 2.25 หลักการทำงานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย [30]

ดังที่เห็นจากรูปจะเห็นว่า ไฟกระแสสลับ 220 V จะถูกแปลงให้เป็นไฟกระแสตรง 310 V ด้วยวงจรเรกติไฟเออร์และจะถูกทำให้เรียบด้วยวงจรฟิลเตอร์จากนั้น ไฟกระแสตรงแรงดันสูงก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นพัลส์ (Pulse) ความถี่สูงโดยวงจรสวิตชิงซึ่งจะถูกควบคุมด้วยชุดสร้างความถี่สูง (PWM) อีกที ต่อจากนั้นก็เข้าสู่หม้อแปลงเพื่อแปลงลง เพื่อให้ได้ระดับไฟที่ต้องการแล้วก็ผ่านวงจรเรกติไฟเออร์เพื่อแปลงพัลส์ความถี่สูงให้เป็นไฟกระแสตรงแล้วจึงผ่านวงจรฟิลเตอร์เพื่อไฟกระแสตรงที่ขาออกให้เรียบ

- วงจรกรองสัญญาณรบกวนไฟ 220 V ไฟกระแสสลับเข้าจริงๆแล้วส่วนนี้จะมีส่วนของวงจรรบกวนสัญญาณรบกวน ทั้งไม่ให้เข้ามาและไม่ให้ออกไปอยู่ก่อนหน้าวงจรเรกติไฟเออร์ซึ่งเรียกว่า Noise Filter หรือ EMI + RFI Filter ซึ่งในเพาเวอร์ซัพพลายราคาถูกโดยทั่วไปจะตัดออกเพื่อลดต้นทุนเนื่องจากส่วนนี้ถึงไม่มี เพาเวอร์ซัพพลายก็สามารถทำงานได้แต่จะมีข้อเสียคือจะมีสัญญาณรบกวน EMI ,RFI ออกมาจากตัวเพาเวอร์ซัพพลายไปรบกวนอุปกรณ์อื่น

- วงจรเรกติไฟเออร์

ต่อมาก็เป็นวงจรเรกติไฟเออร์จะใช้ ไดโอด 4 ตัวต่อกันเป็นวงจรที่เรียกว่าบริดจ์ เรกติไฟเออร์ เพาเวอร์ซัพพลาย ส่วนมากจะเอาไดโอดเบอร์ RL206 ทนกระแส 2A ทนแรงดัน 800V มาต่อกันเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริดจ์ แต่ถ้าเป็นเพาเวอร์ซัพพลายจะใช้บริดจ์สำเร็จรูปมาจากโรงงานเลย บริดจ์ใช้ได้ไม่ได้ให้ดูที่การทนกระแสและแรงดัน แต่ตัวที่สำคัญคือ กระแสอย่างของ Enermax รุ่น 465VE นี้ใช้เบอร์ PBU1005 รับกระแสได้ 10A รับแรงดันได้ 500V หรืออย่าง Powtec รุ่น SA320 ใช้เบอร์ GBU8J ซึ่งรับกระแสได้ 8A รับแรงดันได้ 600V เป็นต้น

วิธีดูคือ ให้ดูตัวเลขชุดแรกจะบอกกระแสที่ทนได้ ตัวเลขชุดที่สองจะบอกแรงดันที่ทนได้ บางบริษัทจะใช้ตัวอักษรแทน

- วงจรฟิลเตอร์

ต่อมาก็เป็นวงจร ฟิลเตอร์ ประกอบด้วยตัวเก็บประจุขนาดใหญ่ 2 ตัวขนาดทนแรงดันได้ 200V มาต่ออนุกรมกันเพื่อให้ทนแรงดัน 400V ที่ต้องใช้ 2 ตัวเนื่องจาก ทำให้สามารถปรับให้ ใช้ไฟ ได้ทั้ง 110V และ 220V และอีกอย่างที่สำคัญคือ ตัวเก็บประจุที่ทนแรงดันได้ 400 V มีราคาแพงกว่ามาก เมื่อนำตัวเก็บประจุ 2 ตัวค่าความจุเท่ากันมาต่ออนุกรม กันจะทำให้ความจุลดลงครึ่งหนึ่งแต่จะทนแรงดันมากขึ้น ค่าความจุยิ่งมากยิ่งขึ้น พวกเพาเวอร์ซัพพลาย ง่ายๆ มักจะใช้ ค่า 330 uF 200V 2 ตัว มาต่อกัน (330uF นี้ใช้ในเพาเวอร์ซัพพลายดีๆ ก็มี แต่เป็นขนาด 145W ครับ) ถ้าเป็นเพาเวอร์ซัพพลายดีๆ(300W) ละก็ ควรจะมากกว่า 680 uF 200V 2 ตัว คือยิ่งถ้า วัตต์สูงยิ่งควรจะมีค่ามากครับ เช่น Enamax 465VE (431W) ใช้ ขนาด 1,000 uF 200V 2ตัว ส่วน Powtec SA320 (320W) ก็ใช้ขนาด 820 uF 200V 2ตัว เป็นต้น

- วงจรสวิตชิง

วงจรสวิตชิงมีอุปกรณ์หลักๆ ก็คือเพาเวอร์สวิตซ์(Q1) ซึ่งอาจจะเป็นทรานซิสเตอร์หรือ มอสเฟตแล้วแต่การออกแบบตัวนี้ก็จะดูการทนกระแสและแรงดัน ต้องตัวใหญ่ที่เรียกว่าตัวถังแบบ TO-3P, TO-246 , TO-247 , TO-264 ถ้าเป็นตัวเล็กจะเป็นพวก TO-220 สำหรับ ทรานซิสเตอร์เบอร์ ยอดฮิตของเพาเวอร์ซัพพลายดีๆก็ 2SC2625 ถ้าพวกวัตต์สูงก็ 2SC3320 ส่วนมอสเฟตจะค่อนข้าง หลากหลาย

- วงจรอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ด้วยแต่ส่วนนี้เราจะดูที่หม้อแปลงความถี่สูง (T1) จะเป็นหม้อแปลงตัวที่ใหญ่ที่สุดในตัวเพาเวอร์ซัพพลายทำหน้าที่ร่วมกับ เพาเวอร์สวิตซ์(Q1) เพื่อแปลงไฟ DC 310V ให้เป็นพัลส์ สี่เหลี่ยมความถี่สูง ประมาณ 20-100KHZ โดยจะมี Output หลายชุด หลักๆคือ 3.3V , 5V , 12V ตัวนี้ดูที่ขนาดยิ่งใหญ่งดีเช่นเคย

- วงจรสร้างความถี่สูง (PWM)

เป็นชุดสร้างความถี่ต้นแบบที่จะป้อนให้ชุดสวิตชิงจะประกอบด้วย IC PWM (Pulse Width Modulator) เป็นหลักเบอร์ยอดฮิตของ เพาเวอร์ซัพพลายราคาถูกคือ DBL494 , KAI494 และอื่นๆที่มี

เลข 494 และอีกเบอร์ที่กำลังมาแรงคือ KA7500B ซึ่งเบอร์นี้จะใช้ในเพาเวอร์ซัพพลายและจะมี IC อีกตัวเป็น OpAmp ทำหน้าที่ Comparator ใช้เพื่อป้อนกลับเพื่อให้ PWM ทำงานได้ถูกต้องตาม Load ก็คือเป็นตัวเซ็ระดับไฟให้ถูกต้อง

เบอร์ยอดฮิตก็คือ LM339. ในส่วนนี้ในเพาเวอร์ซัพพลายที่ตีๆส่วนมากจะใช้ IC ที่ออกแบบมาดี) เช่น เบอร์ UC3842 ,SG6105

- วงจรเรกติไฟร์ด้าน Output

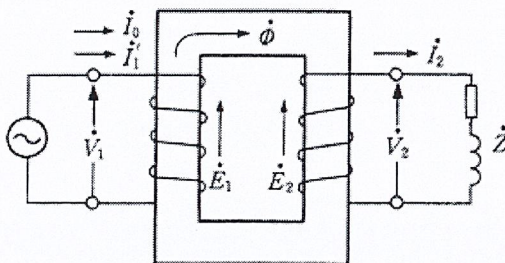
เป็นชุดที่จะทำการแปลง พัลส์ความถี่สูงให้กลายเป็นไฟ DC โดยการใช้ไดโอดความถี่สูงที่เรียกกันว่า Schottky Diode หรือ Fast Recovery Diode ซึ่งโดยปกติตามวงจรจะใช้เป็นคู่กัน (ชุดละ 2 ตัว) ถ้าเป็นเพาเวอร์ซัพพลายถูกๆ ก็จะใช้ ไดโอด 2 ตัวมาต่อกัน แต่ถ้าเป็นเพาเวอร์ซัพพลายของตีๆละก็ จะใช้เป็นตัวสำเร็จมาจากโรงงานเลยดังรูปส่วนจะดูว่าทนกระแสและแรงดันได้เท่าไรนั้นก็เหมือน ทหรานซิสเตอร์หรือมอสเฟตหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

- วงจรฟิลเตอร์ด้านOutput

จากนั้นจึงจะใช้ตัวเก็บประจุต่อเพื่อให้กระแสเรียบคอยล์เราก็ดูที่ขนาด ยิ่งมีค่าความจุสูงยิ่งดีครับ. วงจรเรกติไฟร์และฟิลเตอร์ ด้าน Output นี้จะมีหลายชุดหลักๆก็คือ +3.3 V ,+5.0V ,+12V ,-12V (-12V และ -5V ใช้ชุดเดียวกัน) ส่วน Vsb +5.0V นั้นจะเป็นเพาเวอร์ซัพพลายอีกชุดแยกต่างหาก

วงจรฟิลเตอร์ด้านOutput ประกอบด้วยตัวคอยล์ (Inductor) และตัวเก็บประจุที่ต้องใช้คอยล์ หรือขดลวดเนื่องจากเป็นความถี่สูงจะทำให้การกรองและการเก็บพลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสม

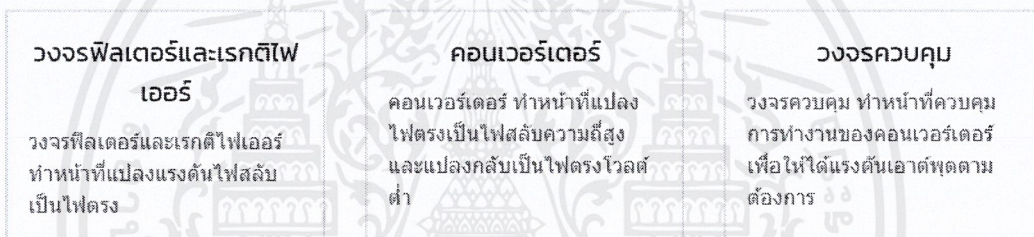
เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดปฐมภูมิ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าและเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่ขดปฐมภูมิ มีลักษณะของการพองตัวและยุบตัวของสนามแม่เหล็กตามการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นไซน์ทั้งซีกบวกและซีกลบเป็นเช่นนี้ตลอดไป และสนามแม่เหล็กที่พองตัวและยุบตัวนี้จะตัดกับขดลวดปฐมภูมิทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดปฐมภูมิซึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดปฐมภูมินั้นและเรียกแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ว่า แรงดันไฟฟ้าต้านกลับส่วนกระแสที่ไหลในขดลวดปฐมภูมิขณะไม่มีโหลดเรียกว่า กระแสกระตุ้น (Excited current) เนื่องจากขดลวดทุติยภูมิพันอยู่บนแกนเหล็กเดียวกันกับขดลวดปฐมภูมิ สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดปฐมภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจะตัดกับขดลวดทุติยภูมิดังนั้นจึงทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดทุติยภูมิ ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนของจำนวนรอบขดลวดทุติยภูมิกับขดลวดปฐมภูมิ และเมื่อต่อโหลดเข้ากับทางด้านทุติยภูมิจะทำให้มีกระแสไหลเพราะว่าหม้อแปลงเป็นอินดักทีฟ กระแสไฟฟ้าที่ขดทุติยภูมิจะล่าหลังแรงดันไฟฟ้าของขดทุติยภูมิ 90 องศา เมื่อแรงดันที่ขดทุติยภูมิล่าหลังกระแสที่ขดปฐมภูมิอยู่ 90 องศากระแสที่ขดทุติยภูมิจะต่างเฟสกับกระแสที่ไหลในขดปฐมภูมิ 180 องศา



รูปที่ 2.26 ขดลวดโซลินนอยด์ [31]

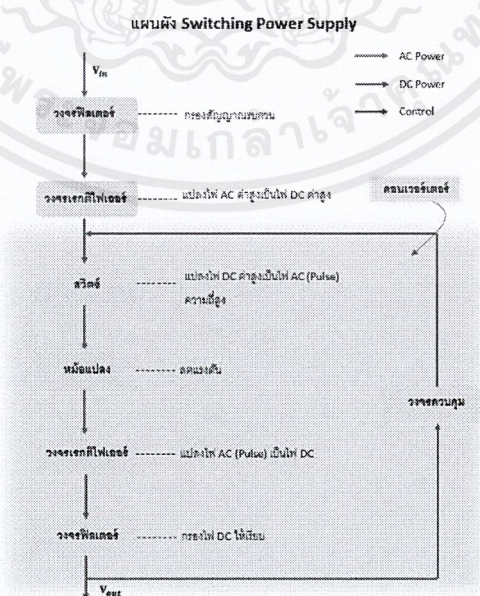
กระแสของขดทุติยภูมิจะเหนี่ยวนำทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับขึ้นในขดทุติยภูมิ แรงดันไฟฟ้าต้านกลับนี้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดันไฟฟ้าต้านกลับของขดปฐมภูมิ และทำให้แรงดันไฟฟ้าต้านกลับของขดทุติยภูมิอ่อนกำลังลง และทำให้กระแสที่ไหลในขดปฐมภูมิมากกว่ากระแสขณะไม่มีโหลด ในขณะที่กระแสขดทุติยภูมิเพิ่มขึ้นกระแสในขดปฐมภูมิก็จะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนกัน

หลักการทํางาน Switching Power Supply



รูปที่ 2.27 หลักการทํางาน Switching Power Supply [32]

Switching Power Supply ที่ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก



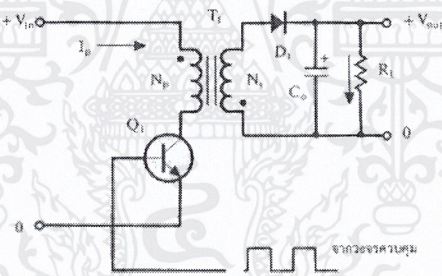
รูปที่ 2.28 แผนผัง Switching Power Supply [33]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์เพาเวอร์ซัพพลาย ซึ่งจะมีด้วยกัน 5 รูปแบบดังนี้

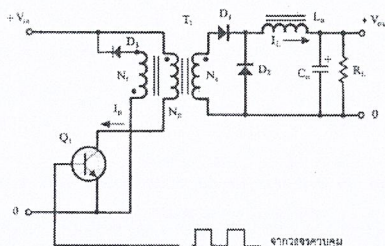
ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Flyback Converter) เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่เป็นเหมือนสวิตช์และจะนำกระแสตามคำสั่งของพัลส์สี่เหลี่ยมที่ป้อนให้ทางขาเบสเมื่อ Q1 นำกระแส ไดโอด D1 จึงอยู่ในลักษณะถูกไบแอสกลับและไม่นำกระแส จึงทำให้มีการสะสมพลังงานที่ขดปฐมภูมิของหม้อแปลง T1 แทน เมื่อ Q1 หยุดนำกระแสสนามแม่เหล็ก T1 จะยุบตัวทำให้เกิดการกลับขั้วแรงดันที่ขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ D1 ก็จะถูกไบแอสตรง พลังงานที่สะสมในขดปฐมภูมิของหม้อแปลงก็จะถูกถ่ายเทออกไปยังขดทุติยภูมิและมีกระแสไหลผ่านไดโอด D1 ไปยังตัวเก็บประจุเอาต์พุต C_o และโหนดได้ค่าของแรงดันที่เอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าความถี่การทำงานของ Q1, ช่วงเวลานำกระแสของ Q1 และอัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงและค่าของแรงดันที่อินพุต

ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์มีโครงสร้างของวงจรไม่ซับซ้อน นิยมในงานที่ต้องการกำลังไฟฟ้าด้านออกต่ำๆ โดยอยู่ในช่วงไม่เกิน 150W อุปกรณ์น้อยและมีราคาถูก ข้อเสียคือจะมีแกนแม่เหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะรองรับกำลังไฟฟ้าด้านออกที่เพิ่มขึ้นได้ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิตช์ของวงจรฟลายแบ็กยังมีค่าสูง



รูปที่ 2.29 วงจรพื้นฐานของ Flyback Converter [34]

ฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ (Forward Converter) มีลักษณะใกล้เคียงกับฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ แต่พื้นฐานการทำงานจะแตกต่างกันตรงที่หม้อแปลงในจะทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงานในช่วงที่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแส

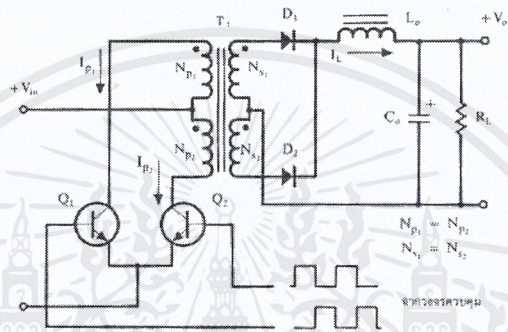


รูปที่ 2.30 วงจรพื้นฐานของ Forward Converter [35]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ นิยมใช้กับกำลังไฟฟ้าที่มีขนาด 100 – 200 วัตต์ การเชื่อมต่อสำหรับการควบคุมสวิตช์และการส่งออกของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงและการแก้ไขและการกรองวงจรซับซ้อนกว่าฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์แกนแม่เหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าจะมีขนาดเล็ก ข้อเสียจะมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิตช์มีค่าสูงและต้นทุนในการผลิตสูง

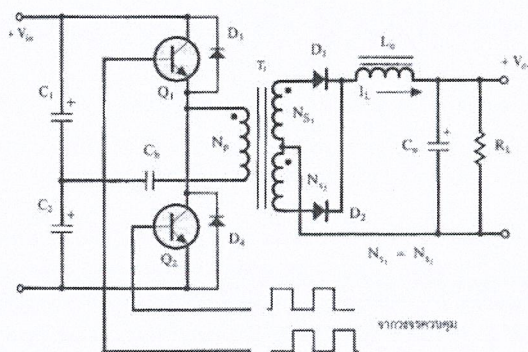
พุช-พูลคอนเวอร์เตอร์(Push - Pull Converter) คอนเวอร์เตอร์แบบนี้จะเปรียบเสมือนการนำฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ สองชุดมาทำงานร่วมกัน โดยผลัดกันทำงานในแต่ละครึ่งคาบเวลาในลักษณะกลับเฟส เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรยังคงมีแรงดันตกคร่อมในขณะหยุดนำกระแสค่อนข้างสูง



รูปที่ 2.31 วงจรพื้นฐานของ พุช-พูลคอนเวอร์เตอร์ (Push – Pull Converter) [36]

พุช-พูลคอนเวอร์เตอร์เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่จ่ายกำลังได้สูงซึ่งจะอยู่ในช่วง 200-1000W ข้อเสียจะมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิตช์มีค่าสูงและปัญหาแกนแม่เหล็กเกิดการอิ่มตัว เนื่องจากความไม่สมมาตรของฟลักซ์ในแกนแม่เหล็ก ซึ่งจะมีผลต่อการพังเสียหายของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ได้ง่าย

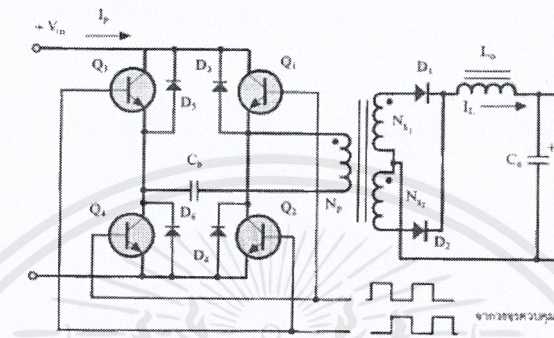
ฮาร์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half - Bridge Converter) เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่อยู่ในตระกูลเดียวกับพุช-พูลคอนเวอร์เตอร์แต่ลักษณะการจัดวงจรจะทำให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรมีแรงดันตกคร่อมขณะหยุดนำกระแสเพียงค่าแรงดันอินพุตเท่านั้น ทำให้ลดข้อจำกัดเมื่อใช้กับระบบแรงดันไฟสูงได้มาก รวมทั้งยังไม่มีปัญหาการไม่สมมาตรของฟลักซ์ในแกนเฟอร์ไรต์ของหม้อแปลงได้ด้วย



รูปที่ 2.32 วงจรพื้นฐานของฮาร์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์นิยาม (Half – Bridge Converter) [37]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮาร์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์นิยมใช้กับกำลังไฟขนาดกลาง มีข้อดีเหมือนวงจรพูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้ในขณะที่ทำงานจะมีแรงดันตกคร่อมขดปฐมภูมิเท่ากับแรงดันอินพุต แต่แรงดันตกคร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์มีค่าเพียงครึ่งหนึ่งของแรงดันอินพุตเท่านั้น และค่ากระแสสูงสุดที่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แต่ละตัวนั้น มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่ากระแสสูงสุดในฮาร์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์กำลังขาออกเท่ากัน เนื่องจากข้อจำกัดด้านเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ลดน้อยลงไป



รูปที่ 2.33 วงจรพื้นฐานของฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full – Bridge Converter) [38]

ฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full – Bridge Converter) จะสามารถให้กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูงตั้งแต่ 500 – 1000 วัตต์ สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น

ข้อได้เปรียบของสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น คือ ประสิทธิภาพที่สูง ขนาดเล็ก และน้ำหนักเบาว่าแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นใช้หม้อแปลงความถี่ต่ำจึงมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก ขณะใช้งานจะมีแรงดันและกระแสผ่านตัวหม้อแปลงตลอดเวลา กำลังงานสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงจึงมีค่าสูง การคงค่าแรงดันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นส่วนมากจะใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ต่ออนุกรมที่เอาต์พุตเพื่อจ่ายกระแสและคงค่าแรงดัน กำลังงานสูญเสียในรูปความร้อนจะมีค่าสูงและต้องใช้แผ่นระบายความร้อนขนาดใหญ่ซึ่งกินเนื้อที่ เมื่อเพาเวอร์ซัพพลายต้องจ่ายกำลังงานสูงๆ จะทำให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ปกติแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะมีประสิทธิภาพประมาณ 30% หรืออาจทำได้สูงถึง 50% ในบางกรณี ซึ่งนับได้ว่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายซึ่งมีประสิทธิภาพในช่วง 65%-80%

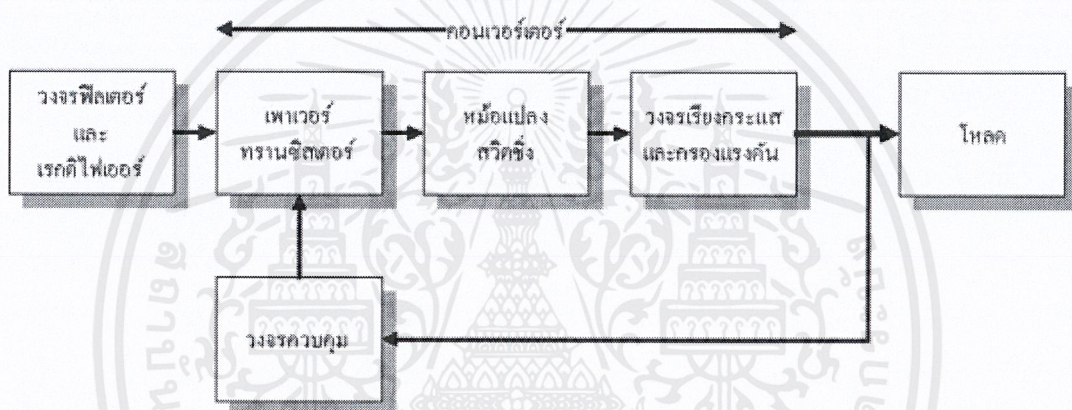
สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายมีช่วงเวลาโคลสต์อัปประมาณ 20×10^{-3} ถึง 50×10^{-3} วินาที ในขณะที่แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะทำได้เพียงประมาณ 2×10^{-3} วินาที ซึ่งมีผลต่อการจัดหาแหล่งจ่ายไฟสำรองเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้กับเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเกิดการหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับ รวมทั้งสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดันอินพุตค่อนข้างกว้างจึงยังคงสามารถทำงานได้เมื่อเกิดกรณีแรงดันไฟตกอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายจะมีเสถียรภาพในการทำงานที่ต่ำกว่า และก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น รวมทั้งสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายยังมีความซับซ้อนของวงจรมากกว่าและมีราคาสูงที่กำลังงานต่ำๆ แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะประหยัดกว่าและให้ผลดีเท่าเทียมกัน ดังนั้นสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายจึงมักนิยมใช้กันในงานที่ต้องการกำลังงานตั้งแต่ 20 วัตต์ขึ้นไปเท่านั้น

หลักการการทำงานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไปมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน และไม่ซับซ้อนมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 1 หัวใจสำคัญของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วย องค์ประกอบต่างๆ ทำงานตามลำดับดังนี้



รูปที่ 2.34 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย [39]

แรงดันไฟสลับค่าสูงจะผ่านเข้ามาทางวงจร RFI ฟิลเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟตรงค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำงานเป็นเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยการตัดต่อแรงดันเป็นช่วงๆ ที่ความถี่ประมาณ 20-200 KHz จากนั้นจะผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตชิงเพื่อลดแรงดันลง เอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับวงจรเรียงกระแส และกรองแรงดันให้เรียบ การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันที่เอาต์พุตกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้ รูปที่ 2 แสดงวงจรซึ่งแบ่งส่วนตามองค์ประกอบหลักในรูป 1 เพื่อเป็นตัวอย่าง

สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่าและมีน้ำหนักเบากว่าเพาเวอร์ซัพพลายเชิงเส้น สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายทำงานโดยแปลงแรงดันไฟสลับความถี่ต่ำจากอินพุตให้เป็นไฟตรง จากนั้นจึงเปลี่ยนกลับไปเป็นไฟสลับ (พัลส์) ที่ความถี่สูงแล้วส่งผ่าน

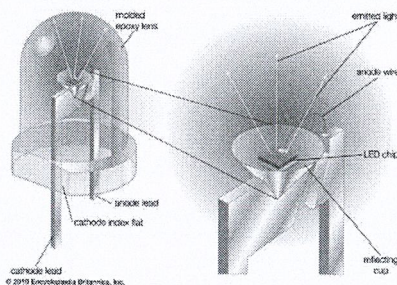
หม้อแปลงเพื่อลดแรงดันลง และผ่านวงจรเรียงกระแสและกรองแรงดันเพื่อให้ได้ไฟตรงอีกครั้งหนึ่ง สวิตซิ่งเพาเวอร์ซัพพลายประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ คือวงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง คอนเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับความถี่สูงและแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ และวงจรควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ

2.5 ไดโอดเปล่งแสง (LED)

ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกนำมาใช้ในแผงวงจรครั้งแรกเมื่อปี 1962 ซึ่งในตอนนั้นจะให้ความเข้มของแสงไม่มากนัก และมีเฉพาะความถี่ในช่วงแสงอินฟราเรด (infrared) ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มักจะใช้กับอุปกรณ์ประเภทรีโมทคอนโทรลต่างๆ ต่อมาถูกพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ จนสามารถเปล่งแสงได้ครอบคลุมตั้งแต่ย่าน infrared แสงที่มองเห็นไปจนถึงย่านอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) หรือ UV ในปัจจุบันถูกพัฒนาจนมีความเข้มของแสงสูงมากและสามารถให้แสงสีขาวได้ จนสามารถนำมาใช้แทนหลอดไฟส่องสว่างที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2.5.1 หลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

LED ย่อมาจากคำว่า Light Emitting Diode โดยการทำงานนั้นจะคล้ายๆ กับการทำงานของ ไดโอด บางคนอาจจะเรียก LED ว่า ไดโอดเปล่งแสงซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อถูกไบแอสตรงจะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้าง ไดโอดเปล่งแสงทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกเลียมอาร์เซไนด์ ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE) เกิดแสงสีเหลืองและเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอดไดโอดเปล่งแสงหากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงเกินไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งาน



รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบของ LED [40]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโอดเปล่งแสง เปล่งแสงโดยไม่มีความร้อนเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นน้อยมากจนเราสามารถใช้มือเปล่าสัมผัสได้ แต่ถ้าเป็นไดโอดเปล่งแสงแบบพลังงานสูง (Hi Power LED) หรือ กำลังสูงชนิดนี้จะให้แสงสว่างสูงมากๆจะมีความร้อนเกิดขึ้นมากจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนอย่างฮีทซิงค์ (Heat Sink) ส่วนใหญ่ทำมาจาก อลูมิเนียมซึ่งมีคุณสมบัติคือหลอมขึ้นรูปได้ง่ายน้ำหนักเบาและพาความร้อนได้ดี

ข้อดีของไดโอดเปล่งแสง

1. แสงจาก หลอด led มีอัตราการกระพริบที่สูงมาก (แทบจะไม่มีการกระพริบ) จึงออกมาเป็นธรรมชาติ สบายตา ถนอมสายตา เหมาะสำหรับงานแสงสว่างทั่วไป
2. มีอายุการใช้งานนานกว่า ข้อมูลจากการทดสอบของผู้ผลิตหลอดยืนยันว่าการใช้งานอย่างถูกวิธีและเหมาะสมสามารถที่จะทำให้ หลอดไดโอดเปล่งแสง มีอายุใช้งานได้ถึง 60,000 ชั่วโมงโดยความสว่างไม่ลดลง เมื่อเทียบกับหลอดไส้ที่มีอายุการใช้งานเพียงแค่ 1,000 ชั่วโมง หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งานประมาณ 10,000 ชั่วโมงเท่านั้นถือว่า มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่ามาก
3. ให้แสงในทิศทางตรง
4. ทนต่อแรงกระแทก สั่นสะเทือน และทนการกัดกร่อนได้ดี
5. ประหยัดพลังงาน
6. ติดตั้งได้ในพื้นที่แคบและจำกัด และใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ติดไฟได้
7. ไม่เป็นอันตราย ไม่มีสารปรอทหรือสารพิษในการบรรจุ ดังนั้นจึงไม่เป็นอันตรายทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
8. มีการบำรุงรักษาต่ำ
9. ใช้งานในที่เย็นจัดได้ หลอดไฟ led สามารถใช้งานในที่เย็นจัดได้ถึง -40 C โดยไม่ต้องมีการอุ่นไส้ และยังสามารถที่จะเปิดติดได้ทันที
10. ไม่มีรังสี UV

ข้อเสียของไดโอดเปล่งแสง

1. ราคาหลอดไฟค่อนข้างสูง
2. ความไวต่ออุณหภูมิ ประสิทธิภาพส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแวดล้อมของสภาพแวดล้อมการทำงาน การที่แรงอุณหภูมิของแอลอีดี จะทำให้ลดอายุการใช้งาน และอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ จึงจำเป็นต้องติดตั้งแผงระบายความร้อนที่เหมาะสมกับการใช้งาน

2.6 เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้อ่านข้อมูลที่อยู่ในแท่งบาร์โค้ด แล้วแปลงให้เป็นข้อมูลที่สามารรถเข้าใจไปยังคอมพิวเตอร์เหมือนกับการใช้งานแป้นพิมพ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องความเร็ว แม่นยำ ซึ่งช่วยลด

ความผิดพลาดอันเกิดจากการพิมพ์ข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ซึ่งส่วนใหญ่ข้อมูลที่ได้จากเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะนำไปใช้งานร่วมกับระบบ ช่วยในการจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน

หลักการการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

1. เครื่องอ่าน (Reader) ฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด
2. รับแสงที่สะท้อนกลับมาจากตัวบาร์โค้ด
3. เปลี่ยนปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า
4. เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลที่นำไปใช้งานได้

1. เครื่องอ่าน (Reader) ฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ดหรือแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) ภายในเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด และกวาดแสงอ่านผ่านแท่งบาร์เครื่องอ่าน (Reader)

2. รับแสงที่สะท้อนกลับมาจากตัวบาร์โค้ด ฉายการอ่านบาร์โค้ดจะใช้หลักการสะท้อนแสงกลับมาที่ตัวรับแสงรับแสงที่สะท้อนกลับมาจากตัวบาร์โค้ด

3. เปลี่ยนปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ภายในเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะมีอุปกรณ์เปลี่ยนปริมาณแสง ที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าระบบเปลี่ยนปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า

4. เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลที่นำไปใช้งานได้ สัญญาณไฟฟ้าจะไปเปรียบเทียบกับตารางบาร์โค้ดที่ตัวถอดรหัส (Decoder) และเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลที่สามารนำไปใช้งานได้เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลที่นำไปใช้งานได้

สรุปหลักการการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เครื่องอ่านบาร์โค้ดจะฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด แล้วรับแสงที่สะท้อนกลับมาจากแท่งบาร์โค้ด ซึ่งระยะห่างจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าแท่งสแกนจากนั้นปริมาณแสงสะท้อนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า แล้วถูกส่งต่อไปยังตัวถอดรหัส (Decoder) และแปลงให้เป็นข้อมูลที่สามารนำไปใช้งานได้ประเภทของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่

1. เครื่องอ่านบาร์โค้ด แบบสัมผัส: โดยตัวเครื่องจะสัมผัสกับพื้นผิวบาร์โค้ดโดยตรง ซึ่งเครื่องลักษณะดังกล่าวจะมีผลกระทบทำให้บาร์โค้ดเสียหายจากการสัมผัสหรือเสียดสี
 2. เครื่องอ่านบาร์โค้ด แบบไม่สัมผัส: โดยตัวเครื่องจะใช้หลักการสะท้อนของแสงหรือการถ่ายภาพตัวบาร์โค้ดเพื่อทำการประมวลผลเป็นข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้ ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องอ่านบาร์โค้ด แบบสัมผัสซึ่งส่วนใหญ่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน
- ประเภทของหัวอ่าน เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบไม่สัมผัส

แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ CCD, Laser, Omni-Directional และ Imager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ซีซีดี สแกนเนอร์ (CCD Scanner) จะเป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่มีลักษณะเป็นตัวป็นลำแสงมีความหนา มีข้อดีในการใช้งานกลางแจ้งบริเวณที่มีแสงสว่างมากๆ แต่ข้อเสียก็คือการยิงบาร์โค้ดด้วยเครื่องอ่านชนิดนี้จำเป็นต้องใช้กับบาร์โค้ดที่มีลักษณะพื้นผิวแบนเรียบเท่านั้น จำเป็นต้องยิงในระยะที่ไม่ห่างจากตัวบาร์โค้ดมากเกินไป 1 นิ้ว และความสามารถอ่านบาร์โค้ดที่มีความละเอียดของแท่งบาร์โค้ดมากได้ลำบาก
2. สแกนเนอร์แบบเลเซอร์(Laser Scanner) เป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่มีทั้งแบบพกพาติดตัวและการติดตั้งอยู่กับที่ มีข้อดีที่สามารถอ่านข้อมูลบาร์โค้ดในระยะที่ห่างจากตัวบาร์โค้ดได้พอสมควร การยิงจะใช้แสงเลเซอร์ยิงผ่านกระจกและไปตกกระทบที่ตัวบาร์โค้ดเพื่ออ่านข้อมูลจากแสงสะท้อนที่ย้อนกลับมาที่ตัวรับแสง ในการยิงจะเป็นการฉายแสงเลเซอร์ออกมาเป็นเส้นตรงเส้นเดียว มีขนาดเล็ก และความถี่เดียว แสงเลเซอร์จึงไม่กระจายออกไปนอกพื้นที่ที่ต้องการอ่านข้อมูลทำให้สามารถอ่านรหัสที่มีขนาดเล็กได้ดี นอกจากนี้ในหลายๆรุ่นยังสามารถตั้งให้ทำงานโดยอัตโนมัติได้เมื่อมีแถบบาร์โค้ดเคลื่อนผ่านหน้าหัวอ่าน โดยจะประยุกต์ใช้ร่วมกับขาตั้งเครื่องอ่านบาร์โค้ด
3. โอมิ-ไดเรกชันนอล สแกนเนอร์ (Omni-directional Scanner) เป็นเครื่องอ่านแบบเลเซอร์ลักษณะการทำงานเหมือนกัน แต่มีการฉายแสงเลเซอร์ออกมาหลายทิศทาง มีลักษณะตัดกันไปมาเหมือนใยแมงมุมซึ่งจะเหมาะกับการอ่านบาร์โค้ดบนสินค้าซึ่งไม่ได้มีการติดตำแหน่งของบาร์โค้ดในจุดเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน แต่จะมีราคาที่สูงกว่าเครื่องสแกนเนอร์แบบเลเซอร์จึงมักนิยมใช้ในห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่
4. เครื่องสแกนรูปภาพ (Imager Scanner) เป็นเครื่องอ่านที่ใช้หลักการในการจับภาพของตัวบาร์โค้ด เช่นเดียวกันกับกล้องถ่ายรูปและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทันสมัยในการถอดรหัสบาร์โค้ด สามารถอ่านบาร์โค้ดที่มีขนาดเล็กมากๆได้ และสามารถทำงานได้ในระยะห่างจากบาร์โค้ดมากยิ่งขึ้น แต่จะประมวลผลข้อมูลที่ช้ากว่าเครื่องอ่านแบบเลเซอร์อยู่เล็กน้อย

นอกเหนือจากที่กล่าวมาในขั้นตอนหัวอ่านของเครื่องอ่านบาร์โค้ดยังมีลักษณะพิเศษเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้งานกับความต้องการที่หลากหลายมากขึ้น

ประเภทของหัวอ่านลักษณะพิเศษ ของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

1. ความละเอียดมาตรฐาน (Standard Resolution): คือ หัวอ่านสำหรับอ่านบาร์โค้ดทั่วไป
2. ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic): คือหัวอ่านสำหรับอ่านบาร์โค้ดที่มีลักษณะซีดจางหรือสีของบาร์โค้ดมีความเข้มน้อยกว่าปกติ
3. ระยะทางไกล (Extra-long range): คือหัวอ่านสำหรับอ่านบาร์โค้ดในระยะไกล ระยะทางไกลที่สุดระยะตัวเครื่องอ่านและบาร์โค้ดประมาณ 10 เมตร ในพื้นที่ปิดเช่นในโรงงานและบาร์โค้ดที่อ่านต้องมีความใหญ่ตามระยะทางที่ต้องการให้อ่าน

4. โอซีอาร์ (Optical Character Recognition): คือหัวอ่านสำหรับอ่านตัวอักษร แทนที่จะอ่านได้เพียง แท่งบาร์โค้ดอย่างเดียวแต่ตัวอักษรดังกล่าวจะต้องเป็นประเภทหรือ (Fonts) ที่ตัวเครื่องรับรองเท่านั้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตเครื่องอ่านบาร์โค้ด ว่าออกแบบว่าตัวเครื่องรองรับประเภทหรือ Fonts ของตัวอักษรชนิดใดบ้าง

5. ภาพระดับความคมชัดสูง (High Density: HD): คือหัวอ่านสำหรับอ่านบาร์โค้ดขนาดเล็กซึ่งส่วนใหญ่จะเล็กเกินกว่า 4 มิล

6. ดีพีเอ็ม (Direct Part Marks): คือหัวอ่าน สำหรับอ่านบาร์โค้ดที่ฝังลงบนเนื้อวัสดุซึ่งส่วนใหญ่จะใช้งานในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องมือราคาสูง เช่น เครื่องมือแพทย์ *เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งาน เครื่องอ่านบาร์โค้ด ให้เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด ขอแยกลักษณะการใช้งาน เครื่องอ่านบาร์โค้ด ดังนี้

ประเภทเครื่องอ่านบาร์โค้ด แยกตามลักษณะการใช้งาน
เครื่องอ่านบาร์โค้ดแยกตามสภาพแวดล้อม แยกออกเป็น 3 ประเภท

1.1. เครื่องอ่านบาร์โค้ดสำหรับใช้งานทั่วไป เช่น ร้านค้าทั่วไป สำนักงาน เหมาะสำหรับใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ

1.2 เครื่องอ่านบาร์โค้ดสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมทั่ว เช่น โรงงานต่างๆ เหมาะสำหรับใช้งานหนักต้องการความทนทานการทำงานของตัวเครื่องสูง

1.3 เครื่องอ่านบาร์โค้ดสำหรับกลุ่มงานเฉพาะทาง เช่น โรงพยาบาล อุตสาหกรรมเคมีหรืออุตสาหกรรมที่เน้นเรื่องความไวต่อไฟและระเบิด ซึ่งจะมีเครื่องอ่านบาร์โค้ดเฉพาะ สำหรับทนต่อสารเคมีและป้องกันไม่ให้เกิดประกายไฟ



รูปที่ 2.36 เครื่องอ่านบาร์โค้ดเฉพาะทาง [41]

เครื่องอ่านบาร์โค้ด แยกตามประเภทหัวอ่านบาร์โค้ด 2 ประเภท

2.1 เครื่องอ่านบาร์โค้ด หัวอ่าน 1 มิติ(1D): หัวอ่านแบบ 1 มิติ ข้อดีคืออ่านบาร์โค้ดได้เร็วและสามารถระบุชัดเจนว่าอ่านบาร์โค้ดตัวไหน หากในสินค้า 1 ตัวมีบาร์โค้ดติดอยู่หลายตัว ข้อเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คืออ่านบาร์โค้ด 2 มิติ(2D) ไม่ได้และแสงเครื่องอ่านต้องอยู่บาร์โค้ดทุกเส้นทั้งหมดจึงจะสามารถอ่านได้ตามตัวอย่าง



รูปที่ 2.37 บาร์โค้ดที่อ่านไม่ได้ [42]

2.2 เครื่องอ่านบาร์โค้ด หัวอ่าน 2 มิติ(2D) : หัวอ่านแบบ 2 มิติ มีข้อดีคือสามารถอ่านได้ทั้งบาร์โค้ด 1 มิติและ 2 มิติ และสามารถบาร์โค้ดได้ง่ายขอเพียงบาร์โค้ดอยู่กรอบแสงของหัวอ่านและอ่านบาร์โค้ดหลายตัวพร้อมกันได้ภายในการอ่านครั้งเดียวแต่บาร์โค้ดที่อ่านต้องอยู่ภายในกรอบแสงทั้งหมด ข้อเสียคืออ่านบาร์โค้ดได้ช้ากว่าและหากมีบาร์โค้ดหลายตัวในสินค้าตัวเดียวจะมีปัญหาเรื่องการอ่าน บาร์โค้ดเฉพาะตัวที่ต้องการและราคาเครื่องอ่าน 2D สูงกว่าเครื่องอ่าน 1 มิติ



รูปที่ 2.38 บาร์โค้ดที่อ่านได้[43]

3. เครื่องอ่านบาร์โค้ด แยกตามประเภท การเชื่อมต่อ 2 ประเภท

3.1 เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบมีสาย: คือเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่อาศัยสายสัญญาณในการรับส่งข้อมูลไปยังตัวรับตัวอย่าง สายสัญญาณ เช่น USB PS2 Serial Parallel or สายสัญญาณเฉพาะสำหรับเครื่องจักร เช่น RS485

3.2 เครื่องอ่านบาร์โค้ด แบบไร้สาย: คือเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่อาศัยสัญญาณคลื่นวิทยุ ในการรับส่งข้อมูลไปยัง Host เช่น Bluetooth ซึ่งระยะสัญญาณจะขึ้นอยู่กับความแรงสัญญาณบูท, สภาพสิ่งแวดล้อม เช่น มีสัญญาณรบกวน สิ่งกีดขวางรวมถึงความเหมาะสมของตำแหน่ง หรือลักษณะการวางของตัวส่งและตัวรับอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 เครื่องสแกนบาร์โค้ด [44]

4. เครื่องอ่านบาร์โค้ด แยกตามวิธีการใช้งาน

4.1 เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบมือถือ (Handheld) คือ เครื่องอ่านบาร์โค้ดที่ต้องอาศัยมือจับสำหรับการใช้งานสแกนบาร์โค้ดบนสินค้าหรือวัตถุ ซึ่งปัจจุบันเครื่องลักษณะดังกล่าวนี้จะมีขาตั้งสำหรับสแกนบาร์โค้ดซึ่งจะทำให้อ่านบาร์โค้ดได้อัตโนมัติเช่นกัน



รูปที่ 2.40 เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือถือ [45]

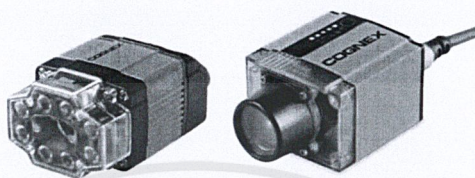
4.2 เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบตั้งโต๊ะ (Desktop) คือ เครื่องอ่านบาร์โค้ดที่ออกแบบสำหรับตั้งบนโต๊ะ โดยเฉพาะมีความไวในการอ่านบาร์โค้ดเมื่อมีบาร์โค้ดผ่านตำแหน่งที่สามารถอ่านได้ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการใช้มือในการหยิบจับสินค้า ไม่สะดวกที่จะหยิบเครื่องอ่านบาร์โค้ดขึ้นมาอ่านส่วนมากใช้งานตามห้างสรรพสินค้าและโรงแรม



รูปที่ 2.41 เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบตั้งโต๊ะ [46]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบ Fix Mount คือ เครื่องอ่านบาร์โค้ดที่ออกแบบสำหรับกำหนดที่ตั้ง โดยไม่มีการเคลื่อนที่ของเครื่องอ่านบาร์โค้ด โดยบาร์โค้ดจะเคลื่อนที่มายังตำแหน่งระยะอ่านของเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่ทำการกำหนดไว้ เป็นเครื่องอ่านที่สามารถอ่านบาร์โค้ดที่มีการเคลื่อนด้วยความเร็ว ส่วนมากจะนำเครื่องอ่านบาร์โค้ดดังกล่าว ใช้งานกับโรงงานสายพานการผลิตเพื่อคัดแยกสินค้าหรือวัตถุจากสายพานลำเลียง



รูปที่ 2.42 เครื่องสแกนบาร์โค้ดที่ออกแบบสำหรับกำหนดที่ตั้ง [47]

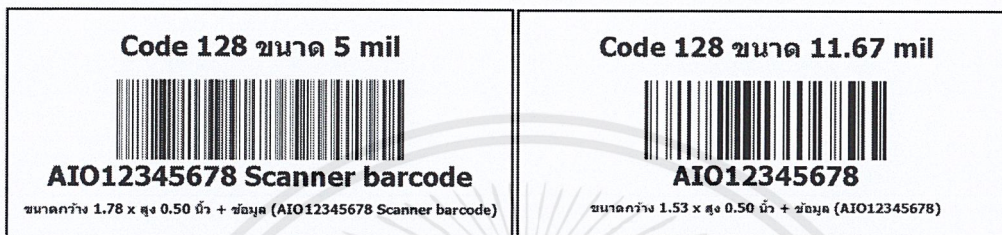
วิธีการเลือกซื้อ เครื่องอ่านบาร์โค้ด ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1. เลือกเครื่องอ่านบาร์โค้ดตามสภาพแวดล้อมหรือสถานที่ในการใช้งานเครื่องอ่านบาร์โค้ด ควรมีความทนทานเหมาะสมสำหรับการใช้งาน
2. เลือกหัวอ่านของเครื่องอ่านบาร์โค้ดให้เหมาะสมกับบาร์โค้ดที่เราต้องการอ่าน 1D or 2D อย่างที่ได้กล่าวเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียระหว่างหัวอ่าน 1D และ 2D
3. เลือกหัวอ่านเฉพาะให้เหมาะสมกับบาร์โค้ดที่ต้องการใช้งาน เช่น เป็นบาร์โค้ดขนาดทั่วไปขนาดเล็กหรือเป็นบาร์โค้ดที่ฝังลงไปวัตถุเพื่อให้ง่ายและรวดเร็วในการใช้งาน
3. เลือกการเชื่อมต่อให้เหมาะสมการใช้งาน
 - อันดับแรก เลือกแบบมีสายหรือไร้สายโดยดูจากลักษณะการทำงานจริงว่าแบบไหนเหมาะสมสำหรับการใช้งานที่สุด
 - อันดับสอง เลือกการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Host หรือ Software ที่ใช้งานอยู่อย่างเหมาะสม เช่น คอมพิวเตอร์รองรับการเชื่อมต่อแบบไหนบ้าง แบบไหนเหมาะสมในการเชื่อมต่อหรือ Software รองรับการเชื่อมต่อแบบไหนได้บ้าง
4. เลือกเครื่องอ่านบาร์โค้ด ที่เหมาะกับวิธีการใช้งานของเรา เช่น แบบมือจับตั้งโต๊ะหรือFix-mount
5. เลือกเครื่องอ่านบาร์โค้ด โดยดูที่ราคา ยี่ห้อ ที่เหมาะสมกับองค์กรหรืองบประมาณที่มีอยู่
6. เลือกเครื่องอ่านบาร์โค้ดจากผู้ขายที่ความรู้ ประสบการณ์ ที่สามารถเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับองค์กรของเรา ไม่ใช่เลือกแค่เพียงราคาสินค้าเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเครื่องอ่านบาร์โค้ดในปัจจุบันมีหลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เลือกเครื่องอ่านบาร์โค้ดจากบริษัทที่พร้อมให้ความช่วยเหลือเรื่องการใช้งาน ข้อมูล เฉพาะ ที่ควรทราบเกี่ยวกับ เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Scanner Barcode)

- ขนาดของตัวบาร์โค้ด เราจะเรียกว่า มิล(mil) : 1 มิล = 0.0254 มิลลิเมตร
- ขนาดของตัวบาร์โค้ดที่เรียกว่า "มิล" เราจะวัดช่องว่างระยะห่าง ของแท่งบาร์โค้ดที่เล็กมากที่สุด ไม่ได้หมายถึงขนาดของตัวบาร์โค้ดทั้งหมด ซึ่งค่ามิลของบาร์โค้ดเท่ากับขนาดของบาร์โค้ดทั้งหมด + ข้อมูล



รูปที่ 2.43 บาร์โค้ด [48]

จากภาพตัวอย่างด้านบน จะเห็นได้ว่า "ขนาดบาร์โค้ด 1.78 x 0.50 นิ้ว มีข้อมูล (AIO12345678 Scanner Barcode)" มีค่า "มิล" น้อยกว่า "ขนาดบาร์โค้ด 1.53 x 0.50 นิ้ว มีข้อมูล (AIO12345678)"

ค่า "มิล" จะมีผลโดยกับอ่านบาร์โค้ดของเครื่องอ่านบาร์โค้ดซึ่งเครื่องอ่านบาร์โค้ดแต่ละรุ่นจะระบุค่า "มิล" ที่สามารถอ่านบาร์โค้ดตามเอกสารคุณสมบัติของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

- Host หมายถึง อุปกรณ์ฝั่งรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ดซึ่งอาจจะหมายถึง คอมพิวเตอร์ เครื่องจักรสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์ทุกชนิดที่สามารถรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ดได้
- สายสัญญาณ RS232 or Serial เป็นสายสัญญาณชนิดเดียวกันและสายสัญญาณแบบ RS232 ที่ใช้งานกับเครื่องอ่านบาร์โค้ดส่วนใหญ่ จะต้องใช้งานร่วมกับตัวจ่ายไฟ หรือ Adapter เสมอเนื่องจาก Host ไม่ได้จ่ายไฟผ่านสาย RS232
- การวัดระยะสัญญาณของเครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบไร้สาย ที่ระบุตามคุณสมบัติของตัวเครื่อง ข้อมูลระยะสัญญาณที่ทำการระบุไว้ หมายถึง การวัดระยะในห้องที่ควบคุมสิ่งแวดล้อม ไร้ซึ่งสัญญาณรบกวนและสิ่งกีดขวางสัญญาณ หากนำมาใช้งานจริงระยะสัญญาณอาจจะลดลงตามสภาพสิ่งแวดล้อม และสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาครั้งนี้เริ่มต้นจากการศึกษาจากตู้จัดยาของโรงพยาบาลรามารัตินิติ เนื่องจากโรงพยาบาลมีตู้จัดยาที่เคยใช้แต่ในปัจจุบันตู้จัดยาเสียหายเนื่องจากเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานไม่สามารถซ่อมแซมได้ เพราะติดปัญหาทางด้านโปรแกรมของทางบริษัท จึงเริ่มศึกษาค้นคว้าจากหาข้อมูลจากการสอบถามพยาบาล ช่างเครื่องมือแพทย์ เกสซ์กร ที่มีประสบการณ์ในการใช้งานโดยศึกษาวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน การใช้งาน ปัญหาที่พบ และอื่นๆ ลักษณะหลักการทำงานของเครื่องจัดยาที่ทางโรงพยาบาลเคยใช้งานเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการป้อนคำสั่งและควบคุมการทำงานของวงจรให้ขดลวดโซลินอยด์ปลดล็อกทำให้สามารถเปิด-ปิดตู้ได้ จึงทราบข้อมูลเบื้องต้นจากนั้นจึงทำการศึกษาและออกแบบโปรแกรมในการป้อนคำสั่งควบคุมตู้จัดยาและการต่อวงจร

3.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง

ในการออกแบบการสร้างตู้เก็บยา-จ่ายยาแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ Software และ Hardware

1. Software

เขียนคำสั่งผ่านโปรแกรม Arduino IDE และ Visual Studio 2019 โดยใช้คำสั่งภาษา C# ประกอบด้วย 2 หน้าคือ

-หน้าที่ 1 หน้าประวัติคนไข้และกรอกประวัติให้ยา โดยกรอกประวัติเบื้องต้นของคนไข้และยาที่คนไข้รับประทานในแต่ละวัน เช่น ชื่อ-นามสกุล, HN, Name Medicine, Dose, Unit, Method, Route, Site, Freq, วัน/เดือน/ปี, วัน/เดือน/ปีเกิด, Gender, Age, Name Doctor, Room, Bed, Ward เป็นต้น

-หน้าที่ 2 หน้า barcode เป็นหน้าที่แสดงประวัติของคนไข้โดยเมื่อยิง HN (barcode ประจำตัวของคนไข้) จะแสดงข้อมูลของคนไข้พร้อมทั้งสามารถปลดล็อกช่องอัตโนมัติตามคำสั่งของโปรแกรม

2. Hardware

ในส่วนที่ 2 ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญคือรีเลย์เป็นตัวขับโซลินอยด์โดยใช้ตัวแปลงไฟแปลงไฟบ้าน 220V ให้เป็น 5 V จ่ายให้กับ Arduino และ 12V จ่ายให้กับโซลินอยด์ เมื่อสั่งงานผ่านโปรแกรมจะประมวลผลและส่งคำสั่งให้รีเลย์เปิดปิดทำให้โซลินอยด์ล็อกและปลดล็อก

วิธีการทดลอง ทดสอบการทำงานของเครื่องโดยส่งงานผ่านโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นจากนั้นดูการทำงานเป็นไปตามคำสั่งหรือไม่ ผู้สามารถถือคอปดล็คได้หรือไม่ โปรแกรมสามารถรอกประวัติของคนไข้ประวัติของยา และสามารถสแกนบาร์โค้ด(HN) ของคนไข้แล้วแสดงข้อมูลได้ครบถ้วนหรือไม่

3.3 ขั้นตอนออกแบบและสร้างเครื่องมือ

ในการออกแบบอุปกรณ์แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.3.1 การออกแบบส่วน Hardware

1) ศึกษาหาข้อมูลการทำตู้เก็บยา-จ่ายยา โดยศึกษาจากเครื่องจัดยาของโรงพยาบาลที่มีอยู่ ดูส่วนประกอบของวงจรและหลักการทำงานเบื้องต้น สอบถามข้อมูลหลักการทำงานการใช้งานเครื่อง จากช่างอุปกรณ์การแพทย์ พยาบาล เภสัชกรและผู้ที่เกี่ยวข้อง

2) ทำการต่อวงจรและการออกแบบตู้เก็บยา-จ่ายยา ออกแบบตู้จัดยาให้มีขนาดเล็กกะทัด เพื่อสะดวกต่อการใช้งานและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยมีขนาดกว้างXยาวXสูง= 30.5x30.5x33 ซม.กำหนดให้มีช่องเก็บยา 4 ช่อง ขนาดกว้างXยาวXสูง = 8.8X23X7.7 ซม. วัสดุที่นำมาใช้คือ ไม้อัดและไม้พาเลจ

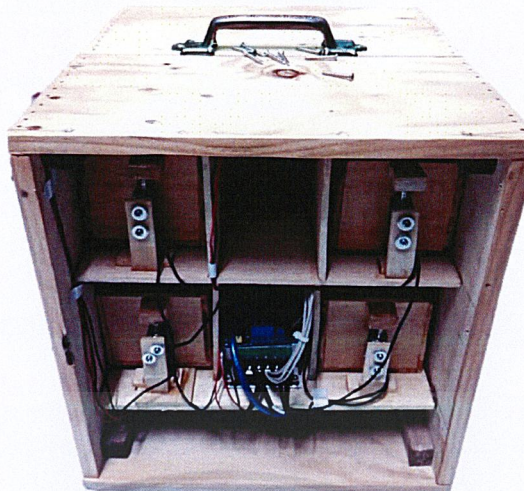


รูปที่ 3.1 ลีนซึกใส่ยาประกอบด้วย 4 ช่อง

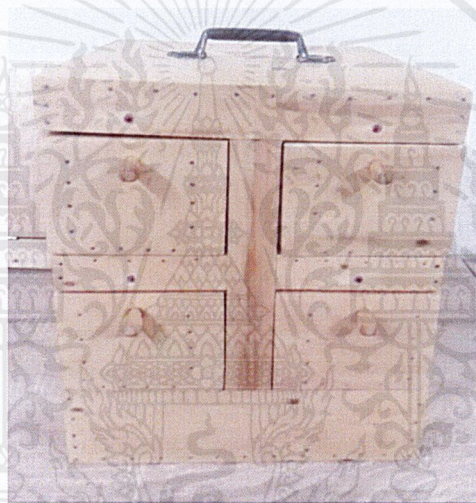
3) ใช้ขดลวดโซลินอยด์เป็นตัวล็อกช่องเก็บยาขดลวดโซลินอยด์ 12 V 330 mA โดยมีรีเลย์ 5V เป็นตัวควบคุมการทำงานของขดลวดโซลินอยด์ เมื่อปลดล็อกช่องไฟLEDจะดับ เมื่อล็อกช่องไฟLED จะเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มาต่อรวมในวงจร ซึ่งเป็นดังภาพ



รูปที่ 3.2 ด้านหลังของตู้จัดยา ประกอบด้วยวงจรต่างๆ



รูปที่ 3.3 แสดงด้านหน้าตู้จัดยา-เก็บยา

3.3.2 การออกแบบส่วน Software

ในการออกแบบส่วน Software จะใช้โปรแกรม Visual Studio 2019 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนโค้ดโดยใช้ภาษาซีและใช้ร่วมกับ Arduino ในการสั่งงานเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการทำงานใช้หน้าจอสกรีนซึ่งเก็ชกรสามารถกรอกประวัติของคนไข้และข้อมูลยาลงในหน้าแรก เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนเข้าหน้าที่ 2 เพื่อสั่งปลดล็อกช่องของตู้ยาในแต่ละช่อง เมื่อเก็บยาเสร็จได้ครบถ้วนพยาบาลจะจ่ายยาให้คนไข้ในห้องพักให้คนไข้สามารถสแกนบาร์โค้ดข้อมูลของคนไข้ (HN) จะขึ้นประวัติของคนไข้และข้อมูลยา สามารถกดล็อกช่องยาของคนไข้ เพื่อจ่ายยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

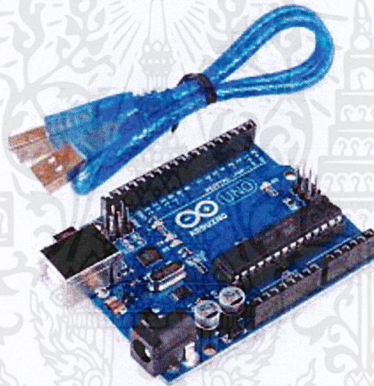
หลักการงานของอุปกรณ์

โปรแกรมเก็บรวบรวมข้อมูลประวัติของผู้ป่วยและข้อมูลยาของผู้ป่วยเพื่อควบคุมการจ่ายยา เป็นการตรวจสอบการให้ยาแก่คนไข้ว่ามีการจ่ายยาถูกต้องและไม่สลับกับคนไข้รายอื่น หลักการทำงานคือ

1. หน้าที่1 รายละเอียดให้กรอกประวัติของคนไข้และยาของคนไข้
2. หน้าที่2 ใช้ในการจ่ายยาให้กับผู้ป่วยโดยการสแกน HN ของคนไข้เมื่อสแกนจะแสดงข้อมูลและยาของผู้ป่วย HN ของคนไข้ตรงกับลิ้นชักช่องไหน ลิ้นชักช่องนั้นจะเปิดออก สามารถหยิบยาจ่ายให้กับคนไข้ได้

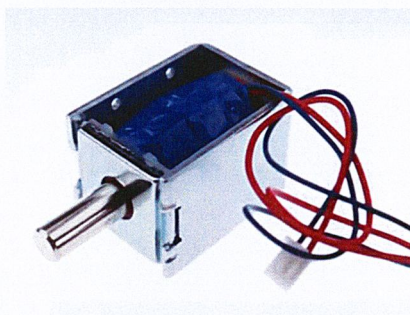
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

- 1) อะคูโนยูโน 3 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งงานข้อมูลในการปลดล็อกเพื่อเปิดลิ้นชัก โดยเป็นระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล



รูปที่ 3.4 บอร์ดอะคูโน [49]

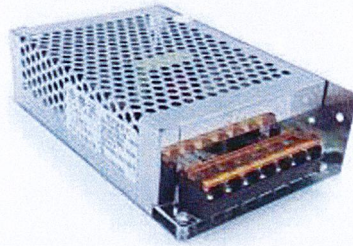
- 2) ขดลวดโซลินอยด์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการล็อกลิ้นชักโดยจะปลดล็อกเมื่อมีคำสั่งมาจากอะคูโนใช้ไฟ 12 V ซึ่งมาจากบ้านแล้วเข้าตัวแปลงไฟฟ้าแปลงไฟเข้าขดลวดโซลินอยด์ใช้ทั้งหมด 4 ตัวเนื่องจากมีลิ้นชัก 4 ช่อง ทำงานร่วมกับ รีเลย์ และ Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 3.5 ขดลวดโซลินอยด์ [50]

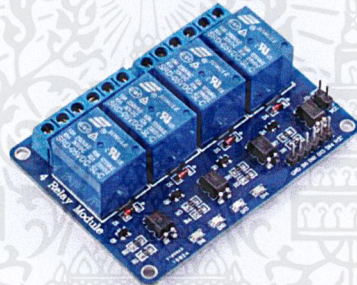
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตัวแปลงไฟฟ้า แปลงไฟฟ้าจากไฟบ้านกระแสสลับ 220 V เป็นไฟกระแสตรง 12V และ 5V กระแสไฟ 12 V เพื่อจ่ายไฟให้รีเลย์และขดลวดโซลินอยด์ กระแสไฟฟ้า 5 V จ่ายไฟเลี้ยงให้ อะคูโน้



รูปที่ 3.6 ตัวแปลงไฟฟ้า [51]

4) รีเลย์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะทำหน้าที่เปิด-ปิด ใช้ในการเพื่อควบคุมการทำงานของขดลวดโซลินอยด์ โดยใช้ 4 channel เพื่อควบคุมโซลินอยด์ 4 ตัว



รูปที่ 3.7 รีเลย์ [52]

5) โน้ตบุ๊ก (Notebook) อุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลและรับ-ป้อนคำสั่งในการควบคุมการทำงานของตู้เก็บยาจ่ายยา รับข้อมูลได้จากการสัมผัสที่ผิวหน้าจอ โดยใช้นิ้วสัมผัสที่หน้าจอเพื่อเลือกคำสั่ง



รูปที่ 3.8 โน้ตบุ๊ก [53]

6) เครื่องยิงบาร์โค้ด (Barcode Scanner) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่อ่านบาร์โค้ด ประมวลผลและแปลงค่าก่อนนำข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 เครื่องยิงบาร์โค้ด (Barcode Scanner) [54]

หลักการทำงานของอุปกรณ์

ป้อนคำสั่งโดยสั่งงานผ่านหน้าจอสกรีน ซึ่งโปรแกรมประกอบด้วย 3 หน้าคือ

- 1.ประวัติผู้ป่วย (Patient History)
2. SCAN HN จะสั่งงานไปยังอาตู่โน้เพื่อให้รีเลย์ทำงานเกิดการเปิด-ปิดของช่องเก็บยา จากนั้นจะสั่งงานรีเลย์เมื่อทำงานแล้วจะส่งให้ขดลวดโซลินอยด์เกิดการปลดล็อกลิ้นชัก โดยจะปลดล็อกลิ้นชักเมื่อมีการสแกน HN ของคนไข้ จากนั้นจึงสามารถดึงช่องยานั้นออกมาได้

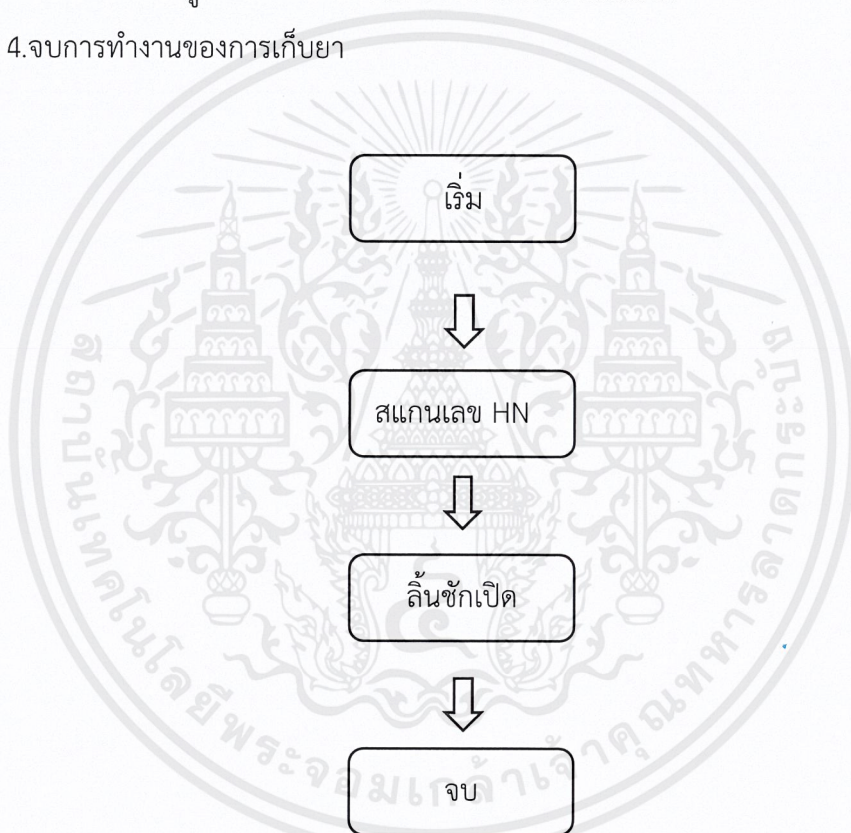


รูปที่ 3.10 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของโปรแกรมเมื่อจ่ายยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการการทำงานของโปรแกรมเมื่อจ่ายยา

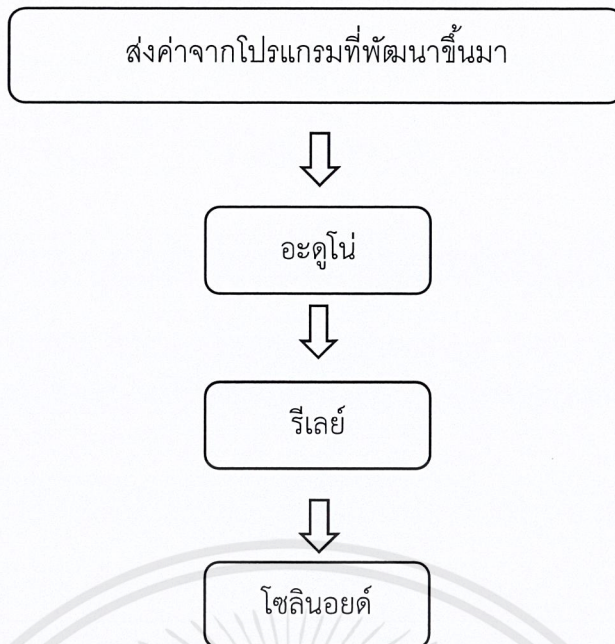
- 1.เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะพบกับหน้าแรกเป็น หน้าประวัติผู้ป่วยซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ
 - ในส่วนแรกคือประวัติของคนไข้ ประกอบด้วย HN, Name Surname, Birthday, Gender, Age, Name Doctor, แพ้ยา, Room, Bed, Ward,หมายเหตุ
 - ในส่วนที่สองคือข้อมูลของยา ประกอบด้วย Name Medicine, Dose, Unit, Route, Frequency
 เมื่อเติมข้อมูลต่างๆจนสมบูรณ์จะเข้าสู่หน้าต่อไป
- 2.หน้าที่ 2 ของโปรแกรมเป็นหน้า แสแกน HNของคนไข้ลิ้นชักจะเปิดออกตามคำสั่งของ HN ที่สแกน
- 3.เมื่อลิ้นชักของตู้เปิดออก สามารถใส่ยาของคนไข้ลงในลิ้นชัก
- 4.จบการทำงานของเครื่องเก็บยา



รูปที่ 3.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของโปรแกรมเครื่องจ่ายยา

หลักการการทำงานของโปรแกรมเมื่อจ่ายยา

- 1.เมื่อต้องการจ่ายยาให้กับผู้ป่วย สามารถสแกน HN ของคนไข้ ลิ้นชักของตู้จ่ายยาจะเปิดออกตามคำสั่งของโปรแกรม
- 2.สามารถจ่ายยาให้กับผู้ป่วย



รูปที่ 3.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรเครื่องเก็บ-จ่ายยา

หลักการทำงานของวงจรเครื่องเก็บ-จ่ายยา

1. เมื่อโปรแกรมถูกสั่งงาน จะส่งค่ามาที่บอร์ดอะดูโน่
2. อะดูโน่เป็นตัวรับคำสั่ง เมื่อรับคำสั่งจะส่งไปที่รีเลย์
3. รีเลย์ มีหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมการทำงานของขดลวดโซลินอยด์
4. ขดลวดโซลินอยด์จะลือกหรือปลดปล็อค ซึ่งสามารถทำให้เปิดลิ้นชักตู้จ่ายยาได้

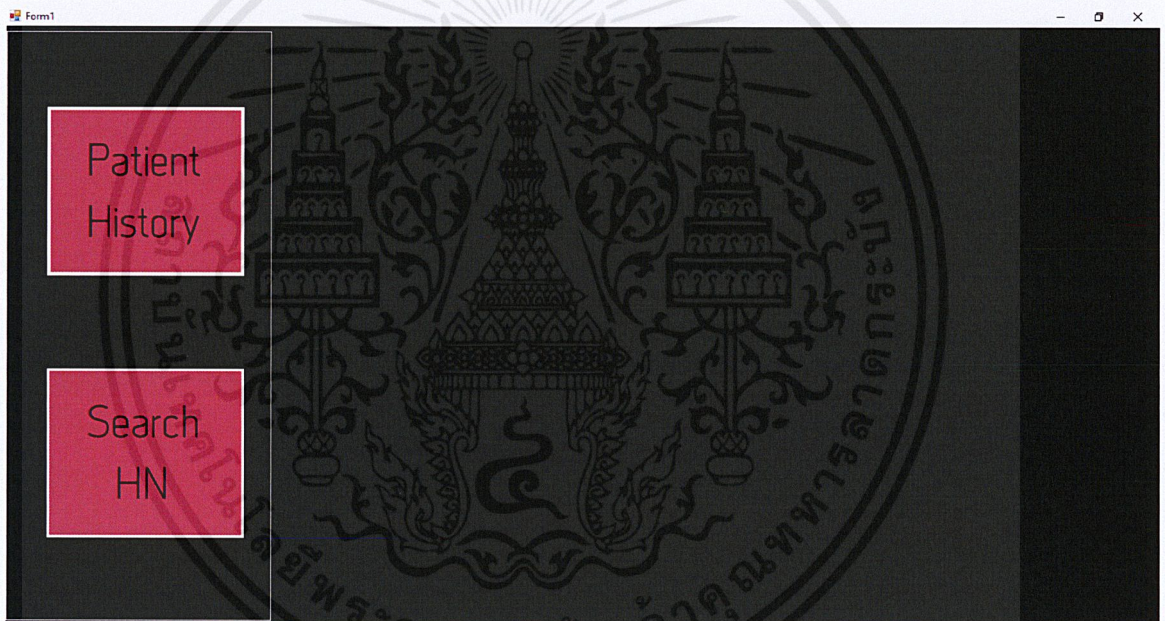
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการออกแบบตู้จ่ายยา-เก็บยาข้างต้น จะทำการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงาน และส่วนของวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการลือคตู้เปิดตู้ ทดสอบการทำงานสั่งให้ส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์ เมื่อสั่งงานโปรแกรมไปควบคุมการทำงานของวงจรพบว่า

4.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ใช้โปรแกรม Visual Studio 2019 โดยใช้ C# เมื่อเข้ามาหน้าแรกจะพบว่ามีปุ่มให้เลือกอยู่ 2 ปุ่ม คือ 1.ประวัติคนไข้และยา 2.SCAN HN ดังรูป



รูปภาพที่ 4.1 แสดงฟังก์ชันหน้าจอแสดงผล

ประกอบด้วย 2 หน้าคือ

1.หน้าประวัติและการจ่ายยาให้คนไข้ สามารถกรอกข้อมูลของคนไข้และข้อมูลยาจะแสดงข้อมูลในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 4.2 หน้าประวัติและการจ่ายยาให้คนไข้

3.หน้าการค้นหาประวัติของคนไข้จาก HN โดยการ SCAN HNของคนไข้ในทะเบียนประวัติหรือที่ติดกับข้อมือแล้วจะแสดงข้อมูลคนไข้ในตาราง ทำให้รู้ว่าลิ้นชักไหนเป็นของคนไข้จากนั้นจึงกดปุ่มเพื่อปลดล็อกลิ้นชัก

Queue	HN	Name Surname	Name Medicine	Dose	Unit	Method	Route	Site
1	56010360	A	--					
2	5612346	b	-- A					
3	09349320	Thanawan	-- A	1				
4	123456789	A	--					

รูปภาพที่ 4.3 หน้าค้นหาประวัติของคนไข้จาก HN

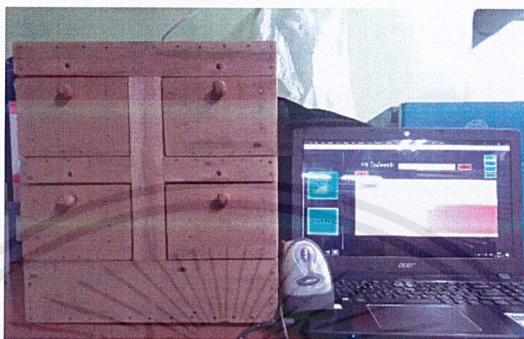
4.2 การออกแบบและสร้าง Hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบโมเดลตู้เก็บยา-จ่ายยา ประกอบด้วยช่องสำหรับใส่ยาจำนวน 4 ช่องขนาดกว้าง X ยาว X สูง = 8.8 X 23 X 7.7 ซม.

4.3 การทดสอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

หลังจากทำการประกอบวงจรไฟฟ้า ประกอบตู้จัดยา-จ่ายยาและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน และทดสอบระบบการสั่งงานโปรแกรมในการเปิดหรือปิดตู้



รูปภาพที่ 4.4 การทดสอบทำงานของตู้เก็บยา-จ่ายยา

หลังจากการทดสอบการทำงานพบว่าเมื่อสั่งงานทำงานเปิดปิดตู้เก็บยา-จ่ายยา พบว่าช่องใส่ยาเปิดปิดตามการสแกน HN ของคนไข้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการออกแบบและสร้างตู้เก็บยา-จ่ายยาอัตโนมัติ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ โปรแกรม(ซอฟต์แวร์) และ วงจร(ฮาร์ดแวร์) พบว่าส่วนส่วนของโปรแกรมทำงานได้ดีประกอบด้วย 2 หน้าหลักคือ 1.หน้าจอสำหรับการกรอกประวัติคนไข้ 2.หน้าจอในการยิงบาร์โค้ด ส่วนของวงจร พบว่าการทำงานมีประสิทธิภาพตู้เก็บยา-จ่ายยาประกอบด้วย 4 ช่อง โดยส่งค่าจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาไปที่อะแดปเตอร์จากนั้นจึงส่งงานไปที่รีเลย์และโซลินอยด์ตามลำดับ ในแต่ละช่องมีโซลินอยด์ทำการล๊อค จากการออกแบบและการเลือกใช้อุปกรณ์นั้นแสดงให้เห็นว่าตู้เก็บยา-จ่ายยาอัตโนมัติเป็นเพียงแบบจำลอง ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาและต่อยอดในการใช้งานจริงโดยปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือความเหมาะสมในการใช้งานและงบประมาณในการจัดทำ

5.2 ปัญหาที่พบ

1.โปรแกรมหน้า 2 ประวัติคนไข้ ในส่วนของการใส่รูปภาพคนไข้ มีปัญหาในการเขียน code สำหรับ Source File ที่ไว้เก็บ Data base ไม่ถูกต้องทำให้ไม่บันทึกรูปภาพ
วิธีการแก้ไขปัญหา : หา Source File ใน SQL Server และแก้ไข code ใหม่

2.โปรแกรมหน้า 2 ประวัติคนไข้ ในส่วนของ Queue พบว่าเมื่อลบคิวประวัติคนไข้ก่อนหน้า แล้วเพิ่มคิวใหม่คิวรันไปเรื่อยๆเช่น คิว 1 2 3 4 ลบคิว 4 แล้วเพิ่มใหม่พบว่าการเรียงของคิวเป็น 1 2 3 5

วิธีการแก้ไขปัญหา :ทำการเขียนโค้ดในการป้อนคำสั่งใหม่โดยให้เป็นไปตามลำดับแถว

3.จ่ายไฟให้กับ solenoid แรงดันไม่พอจึงทำให้ไม่มีแรงพอที่จะเปิดปิดในการใช้งาน
วิธีการแก้ไขปัญหา :เปลี่ยน switching power supply ที่มีแรงดันและกระแสสูงพอที่จะขับโซลินอยด์โดยใช้ไฟบ้านแล้วเข้าตัวแปลงไฟเป็นไฟ 12V จ่ายให้กับบอร์ดอะแดปเตอร์ และ 12V จ่ายให้กับรีเลย์

4.อะแดปเตอร์ ในบางครั้งหาพอร์ทไม่เจอทำให้ไม่สามารถสั่งงานได้

วิธีการแก้ไขปัญหา : ใส่คำสั่ง Port Error เมื่อโปรแกรมไม่พบ port ทำให้ผู้ใช้งานสามารถถอดแล้วเสียบใหม่เพื่อให้โปรแกรมอะแดปเตอร์ หาพอร์ทใหม่อีกครั้ง

5.งบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์

วิธีการแก้ไขปัญหา : เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิดมีราคาสูง จึงประหยัดงบประมาณโดยใช้วัสดุที่มีดีและราคาคุ้มค่า เช่น ใช้ รีเลย์โมดูล 5V 10A แทน โซลิดสเตตรีเลย์ (solid state relay) เพราะราคาถูกกว่า แต่ข้อเสียรีเลย์โมดูล 5V 10A จะมีเสียงเวลาเปิดปิดสั่งงานแต่สามารถใช้งานได้ปกติ

6.ระยะเวลาในการจัดทำ

วิธีการแก้ไขปัญหา : เนื่องจากระยะเวลาในการจัดทำมีจำกัด การพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันในการสั่งงานผ่านมือมีเวลาไม่เพียงพอ

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1.สามารถเพิ่มในส่วนของคุณสมบัติของคนที่ใช้ได้ เช่นประวัติต่างๆ ข้อมูลเกี่ยวกับยา เป็นต้นตามความเหมาะสมกับผู้ใช้งาน
- 2.เมื่อไฟดับการใช้งานของเครื่องไม่สามารถใช้งานได้ อาจมีการเพิ่มแบตเตอรี่สำรองไฟ เพื่อสำรองไฟไว้ใช้ในกรณีที่ไฟดับและไม่มีไฟ
- 3.เมื่อ Scan Barcode ของคนที่ใช้ล็อกเปิด สามารถใส่รางวัลเพื่อทำให้ล็อกแจ้งเตือนออกมาได้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 4.เมื่อมีแบตเตอรี่สำรองสามารถเพิ่มปุ่มที่กดแล้วปลดล็อกทุกช่อง ไว้ใช้ในกรณีไฟดับไม่สามารถทำงานได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Relay คือ. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/relay/>

[2] รีเลย์ที่ใช้ในงานและสัญลักษณ์ของรีเลย์. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/relay/>

[3] พาวเวอร์รีเลย์. [online].

Available: <http://www.fonengineering.com/relay-omron/>

[4] แลทชิ่งรีเลย์. [online].

Available: <http://www.fonengineering.com/relay-omron/>

[5] แรทชิ่งรีเลย์. [online].

Available: <http://www.fonengineering.com/relay-omron/>

[6] สเตปปีงรีเลย์. [online].

Available: <http://www.fonengineering.com/relay-omron/>

[7] รีเลย์แบบขาแบน. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/relay/>

[8] รีเลย์แบบแผงวงจรพิมพ์. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/relay/>

[9] รีเลย์แบบแบบขากลม. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/relay/>

[10] สัญลักษณ์ของรีเลย์. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/structure-and-principle-of-general-relay/>

[11] ขดลวดของรีเลย์. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/structure-and-principle-of-general-relay/>

[12] หน้าสัมผัสของรีเลย์. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/structure-and-principle-of-general-relay/>

[13] แสดงสถานะการทำงานของ Relay. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/structure-and-principle-of-general-relay/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[14] ภาพปุ่มทดสอบการทำงานของ Relay. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/structure-and-principle-of-general-relay/>

[15] การนำรีเลย์ไปใช้งาน. [online].

Available: <https://www.inventor.in.th/home/%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9>

[16] การนำรีเลย์ไปใช้งาน. [online].

Available: <https://www.inventor.in.th/home/%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9>

[17] Arduino-uno-r3 คือ. [online].

Available: <http://dd4toew.blogspot.com/2017/05/arduino-uno-r3.html>

[18] บอร์ดอะดูโน่. [online].

Available: <http://www.arduino.cc/en/Products/Compare>

[19] อาจารย์ภรณ์วิณัฐ วงษ์ไชยมูล. Arduino คือ. [online].

Available: <https://sites.google.com/site/karanwinatktech/unit1>

หน้าสำหรับเขียนโปรแกรมของอะดูโน่ [20] [online].

Available: <http://www.arduino.cc/en/Products/Compare>

[21] Arduino คือ. [online].

Available: <https://sites.google.com/site/karanwinatktech/unit1>

[22] ส่วนประกอบของบอร์ดอะดูโน่. [online].

Available : <https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html>

[23] รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino. [online].

Available: <https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html>

[24] หลักการทำงานของ solenoid-valve คือ. [online].

Available: <https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid->

[25] การทำงานของโซลินอยด์. [online].

Available: <http://www.arduino.cc/en/Products/Compare>

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[26] โซลินอยด์แบบระบบเปิดปิดโดยตรง. [online].

Available: <https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid>

[27] โซลินอยด์แบบระบบเปิดปิดทางอ้อม (Solenoid Valve Pilot Operate). [online].

Available: <https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid-valve/>

[28] โซลินอยด์แบบระบบลูกผสม (Solenoid Valve Combine Operated). [online].

Available: <https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid-valve/>

[29] สนามแม่เหล็กของโซเลนอยด์. [online].

Available: <https://sites.google.com/site/stp62magnetandmagneticfield/home>

[30] หลักการทำงานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย. [online].

Available: <http://sakhonsa.blogspot.com/2014/02/3-power-supply.html>

[31] ขดลวดโซลินอยด์. [online].

Available: <https://sites.google.com/site/pranget58/home/chnwn>

[32] Switching Power Supply. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/principle-of-switching-power-supply/>

[33] Switching Power Supply. [online].

Available: <https://mall.factomart.com/principle-of-switching-power-supply/>

[34] วงจรพื้นฐานของ Flyback Converter. [online].

Available: <https://www.cpe.ku.ac.th/>

[35] วงจรพื้นฐานของ Forward Converter. [online].

Available: <https://www.cpe.ku.ac.th/>

[36] วงจรพื้นฐานของ Push – Pull Converter. [online].

Available: <https://www.cpe.ku.ac.th/>

[37] วงจรพื้นฐานของ Half – Bridge Converter. [online].

Available: <https://www.cpe.ku.ac.th/>

[38] วงจรพื้นฐานของ Full – Bridge Converter. [online].

Available: <https://www.cpe.ku.ac.th/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[39] องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย. [online].

Available: <https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching/>

[40] ส่วนประกอบของLED. [online].

Available: <https://thiti.dev/blog/6745/>

[41] เครื่องอ่านบาร์โค้ดเฉพาะทาง. [online].

Available: <http://www.aioss.com/16691503/barcodescanner%E0%B9%80%>

[42] บาร์โค้ดที่อ่านไม่ได้. [online].

Available: <http://www.aio-ss.com/16691503/barcode-scanner-%E0%B9%80%E0%B8%84>

[43] บาร์โค้ดที่อ่านได้. [online].

Available: <http://www.aio-ss.com/16691503/barcode-scanner-%E0%B9%80%E0%B8%84>

[44] เครื่องสแกนบาร์โค้ด. [online].

Available: <http://www.aio-ss.com/16691503/barcode-scanner-%E0%B9%80%E0%B8%84>

[45] เครื่องสแกนบาร์โค้ด. [online].

Available: <http://www.aio-ss.com/16691503/barcode-scanner-%E0%B9%80%E0%B8%84>

[46] เครื่องสแกนบาร์โค้ด. [online].

Available: <http://www.aio-ss.com/16691503/barcode-scanner-%E0%B9%80%E0%B8%84>

[47] เครื่องสแกนบาร์โค้ด. [online].

Available: <http://www.aio-ss.com/16691503/barcode-scanner-%E0%B9%80%E0%B8%84>

[48] เครื่องสแกนบาร์โค้ด. [online].

Available: <http://www.aio-ss.com/16691503/barcode-scanner-%E0%B9%80%E0%B8%84>

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[49] บอร์ดอะดูโน่. [online].

Available: <https://www.myarduino.net/product/2/arduino-uno-r3%E0%B8%9E%E0%B8%>

[50] ขดลวดโซลินอยด์. [online].

Available: <https://thai.alibaba.com/product-detail/solenoid-lock-for-automatic-vending-machine->

[51] ตัวแปลงไฟฟ้า. [online].

Available: <https://www.myarduino.net/product/560/switching-power-supply-%E0%B9%81%E0%B8%A>

[52] รีเลย์. [online].

Available:

<https://iill.me/post@%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B9%89%E0%>

[53] โน้ตบุ๊ก. [online].

Available: <https://www.powerbuy.co.th/th/acer-notebook-acer-a31553g38yxbkbag-245311>

[54] เครื่องยิงบาร์โค้ด (Barcode Scanner). [online].

Available: <http://www.dspprosupply.com/product/154/barcode-scanner-acan>

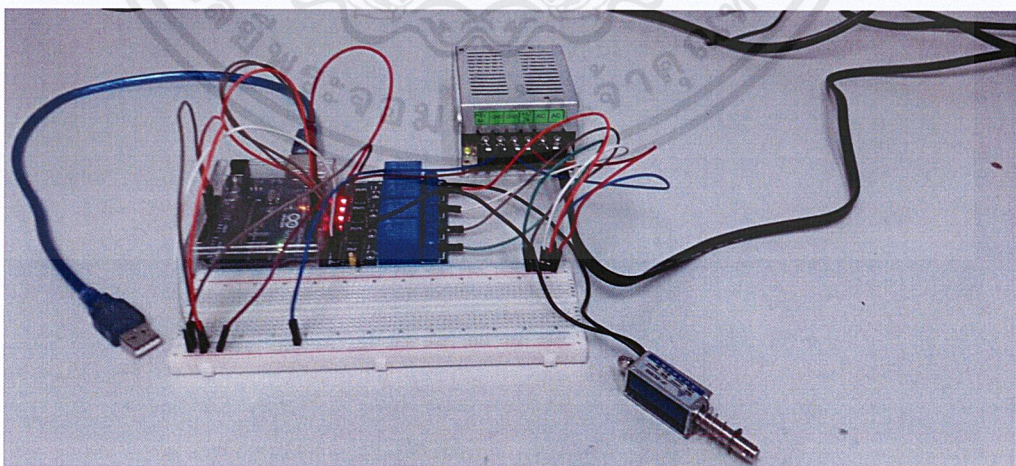
ภาคผนวก

ข้อมูลจำเพาะอะดูโน้ [21]

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

ตาราง 1.2 ข้อมูลจำเพาะของอะดูโน้

การทำงานของวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการประกอบตู้จัดยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้