ระบบฟาร์มไก่อัจฉริยะ

SMART CHICKEN FARM SYSTEM

นวัต การสำเริง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบฟาร์มไก่อัจฉริยะ

SMART CHICKEN FARM SYSTEM

ผู้จัดทำ

นายนวัต การสำเริง รหัสนักศึกษา 63015097

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบฟาร์มไก่อัจฉริยะ

นายนวัต การสำเริง 63015097
รศ.ดร.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

โครงงานระบบฟาร์มไก่อัจฉริยะ เป็นโครงงานที่ทำขึ้นมาเพื่อสร้างระบบควบคุมจัดการสำหรับสมาร์ทฟาร์ม ฟาร์มไก่ไข่ที่สามารถควบคุมได้ทั้งความชื้น อุณหภูมิ แสงและปัจจัยอื่น ๆ ตามที่ไก่ต้องการ และต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการเกษตรอุตสาหกรรมเพื่อยกระดับเกษตรกรไทยต่อไป โดยพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่นำมาใช้ด้วยทั้ง Hardware และ Software ร่วมกัน การทำฟาร์มไก่ ไข่ไก่นั้นมีปัจจัยที่สำคัญที่ต้องควบคุมก็คือสภาพแวดล้อมและความเป็นอยู่ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิที่พอเหมาะ แสง ความชื้น การระบายอากาศ และสุขภาพความเป็นอยู่ของไก่ ล้วนเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ และทำให้ไข่ไก่มีคุณภาพ กระบวนการเลี้ยงไก่ไข่ ผ่านการควบคุมด้วยเทคโนโลยี IOT มีเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น ค่าแสง เพื่อให้ได้คุณภาพของผลผลิตที่เป็นไปตามมาตรฐาน หรือให้ได้คุณภาพผลผลิตที่ดีที่สุด

จากที่ได้ดำเนินการพัฒนาระบบฟาร์มไก่ไข่ การออกแบบระบบเป็นไปตามที่วางแผนไว้ สามารถทำงานและนำไปใช้งานได้จริง เป็นไปตามขั้นตอนและวิธีการที่ถูกต้อง มีกระบวนการที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกรหรืออุตสาหกรรมต่างๆ ช่วยให้ผู้ประกอบกิจการสามารถตัดสินใจในการลงทุนและช่วยป้องกันเหตุที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจจะเกิดขึ้นกับการเลี้ยงไก่ไข่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smart Chicken Farm System

Mr. Nawat Kansumrerng 63015097

Assoc. Prof. Dr. Charoen Vongchumyen Advisor

Academic Year 2022

Abstract

Smart Chicken Farm System Project It is a project made to create a management system for smart farms. A laying hen farm that can control humidity, temperature, light and other factors as chickens want. And extending it into products for industrial agriculture to further enhance Thai farmers by developing applications that can be used with both hardware and software together. Chicken eggs have an important factor that must be controlled is the environment and living conditions. Whether it's the right temperature, light, humidity, ventilation. And the well-being of chickens All are variables that affect the growth of chickens. And make quality chicken eggs process of raising laying hens Controlled by IOT technology, there are sensors to measure temperature, humidity, and light to ensure product quality that meets standards. Or get the best output quality.

After conducting the development of the layer chicken farm system, the designed system has been implemented successfully and can be effectively utilized. It follows the planned steps and correct methodologies. The process facilitates convenience for farmers or various industries, enabling them to make informed investment decisions and prevent undesirable incidents that may occur in egg-laying chicken farming.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ รศ.ดร.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น ที่ให้ตวามช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะแนวทาง ช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้ทางด้านวิชาการและประสบการณ์การทำงานจริงที่ดีแก่ผู้จัดทำ

ขอบคุณ อ.สรยุทธ กลมกล่อม และ ผศ.ธนา หงส์สุวรรณ อาจารย์ผู้สอนวิชาการเตรียมโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

นวัต การสำเริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

สารบัญ.....IV

สารบัญรูปภาพ.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....1

1.3 ขอบเขตของโครงการ.....2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ.....2

1.5 นิยามศัพท์.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 การเลี้ยงไก่ไข่.....4

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....6

2.3 ระบบ Internet of Things (IoT).....14

2.4 Sensor.....16

2.5 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย.....22

บทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนา.....26

3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน.....26

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 4 การทดลอง……..….....35
4.1 ทดสอบการเปิด-ปิดของพัดลมระบายอากาศ…….35
4.2 ทดสอบการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์ว……...36
4.3 ทดสอบการเปิด-ปิดของหลอดไฟ…….36
4.4 ทดสอบการตั้งเวลาเปิด-ปิดของหลอดไฟ…….38
4.5 การทดสอบการแสดงผลค่าต่างๆ.....38
4.6 การทำงานของระบบ.....39

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....……..43
5.1 สรุปผลการจัดทำโครงการ.....43
5.2 ปัญหาและอุปสรรค…….....44
5.3 แนวทางการแก้ไข…….45
5.4 แผนการพัฒนาต่อ…….....45
บรรณานุกรม.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูป **หน้า**

รูปภาพที่ 2.1 ไก่โรดไทย.....4
รูปภาพที่ 2.2 ไก่ไข่ไทยกรมปศุสัตว์.....5
รูปภาพที่ 2.3 ไก่ไข่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร.....5
รูปภาพที่ 2.4 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์.....7
รูปภาพที่ 2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP-WROOM-32.....9
รูปภาพที่ 2.6 โครงสร้างของ ESP-WROOM-32.....10
รูปภาพที่ 2.7 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C.....11
รูปภาพที่ 2.8 แสดงข้อมูลการเขียน I2C แบบสมบูรณ์.....11
รูปภาพที่ 2.9 แสดงข้อมูลการอ่าน I2C แบบสมบูรณ์.....12
รูปภาพที่ 2.10 ชิป EEPROM.....13
รูปภาพที่ 2.11 ภาพรวมของการเชื่อมต่อผ่าน Blynk Server.....15
รูปภาพที่ 2.12 หน้าตาภายใน Application Blynk ที่มี Widgets แสดงผลและเครื่องมือในการควบคุมอุปกรณ์.....15
รูปภาพที่ 2.13 เซนเซอร์ DHT22.....16
รูปภาพที่ 2.14 โซลินอยด์วาล์ว.....17
รูปภาพที่ 2.15 หลอดอินแคนเดสเซนต์.....19
รปภาพที่ 2.16 หลอด UV.....19
รูปภาพที่ 2.17 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย.....21
รูปภาพที่ 2.18 Flyback Converter.....22
รูปภาพที่ 2.19 Forward Converter.....23
รูปภาพที่ 2.20 Push Pull Converter.....24
รูปภาพที่ 2.21 Half - Bridge Converter.....25
รูปภาพที่ 2.22 Full Bridge Converter.....25
รูปภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน.....27
รูปภาพที่ 3.2 โครงสร้างการเชื่อมต่อของอุปกรณ์.....28
รูปภาพที่ 3.3 ตัวอย่างตู้ Control.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 3.4 ตัวอย่างกล่องเก็บโมดูล……..…29
รูปภาพที่ 3.5 ควบคุมการเปิด-ปิดน้ำด้วยเซอร์ลินอยวาล์ว……..30
รูปภาพที่ 3.6 การอินเตอร์เฟสของบอร์ด Node MCU ESP32.....,.....30
รูปภาพที่ 3.7 การออกแบบหน้าจอแสดงผลในApplication Blynk.....31
รูปภาพที่ 3.8 การออกแบบระบบการจ่ายไฟฟ้า.....32
รูปภาพที่ 3.9 การออกแบบระบบอินพุต-เอาต์พุต ของ Node MCU ESP32.....33
รูปภาพที่ 3.10 ผังงานชุดโปรแกรมควบคุมการทำงาน ของ Node MCU ESP32.....33
รูปภาพที่ 4.1 แสดงค่าอุณหภูมิด้วย Blynk App……..35
รูปภาพที่ 4.2 พัดลมระบายอากาศทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้……36
รูปภาพที่ 4.3 หลอดไฟจะทำงานเมื่อกดปุ่มสวิตซ์ ON……...37
รูปภาพที่ 4.4 หลอดไฟจะหยุดทำงานเมื่อกดปุ่มสวิตซ์ OFF……..37
รูปภาพที่ 4.5 นำค่าที่วัดได้มาแสดงผลด้วย Application Blynk……39
รูปภาพที่ 4.6 การติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าของชุดควบคุมการทำงาน……40
รูปภาพที่ 4.7 การติดตั้งระบบการรับ-ส่งสัญญาณควบคุม ของ Node MCU ESP32……..41
รูปภาพที่ 4.8 ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน……..42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ประเทศไทยมีประชากรส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพเกษตรกรและประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา ทำสวน นอกจากนี้ยังมีการหาอาชีพเสริมเช่น การเลี้ยงไก่ไข่ การเลี้ยงเป็ดไข่ เป็นต้น เป็นสัตว์เลี้ยงอีกหนึ่งชนิดที่ทำรายได้ได้อีกทางหนึ่ง

การเลี้ยงไก่ไข่ในปัจจุบันเป็นกิจกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตไข่ในปริมาณมากเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด โดยส่วนใหญ่การเลี้ยงไก่ไข่เพื่อนำไข่มาขายในตลาด โรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่จะมีการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับไก่ไข่ เช่น ระบบระบายอากาศและการควบคุมอุณหภูมิ อาหารที่ให้ก็จะถูกคำนึงถึงคุณภาพและปริมาณที่เพียงพอ นอกจากนี้ยังมีการดูแลสุขภาพของไก่ เช่น การฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันโรคที่สามารถติดต่อได้ การควบคุมการติดเชื้อจากสัตว์อื่น ๆ และการมีการตรวจสุขภาพสม่ำเสมอเพื่อตรวจจับโรคและปัญหาทางสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น การเลี้ยงไก่ไข่ในปัจจุบันมุ่งเน้นการผลิตไข่ในปริมาณมาก คุณภาพดี และส่งออกไข่ได้มากขึ้นเพื่อตอบสนองตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ

กระบวนการเลี้ยงไก่ไข่ ผ่านการควบคุมด้วยเทคโนโลยี IoT มีเซ็นเซอร์วัดระดับความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มของแสง และปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ เพื่อการจัดการและควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้แหล่งพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ในการให้พลังงานสำหรับระบบการเลี้ยง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไข่ที่มีคุณภาพสูง สมบูรณ์ และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในทุกวัฒนธรรมและสภาพอากาศทั่วโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อสร้างระบบเลี้ยงไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Application Blynk
2) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อให้ได้ไข่ไก่ที่เป็นไปตามมาตรฐานและคุณภาพที่แม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ประกอบการด้วย
3) เพื่อตอบสนองต่อนโยบายของสถาบันในการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อการวิจัยและพัฒนาการเกษตรของไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1) มีการระบบควบคุมความชื้น ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมจะอยู่ที่ 50-80 % และถ้าความชื้นต่ำจะทำให้การระบายความร้อนออกจากร่างกายไก่จะระบายได้ดีขึ้น แต่ประเทศไทยมักจะเจอปัญหาเรื่องความชื้นในฤดูฝน คือ ร้อน-ชื้น
2) มีระบบควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสม อยู่ประมาณ 30-36 องศา แต่ หากทว่าอุณภูมิสูงไปอีกอาจจะทำให้ไก่ช็อคและอาจตายได้ซึ่งชิ้นงานนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
3) มีระบบการควบคุมแสง ไก่ไข่มีความต้องการสามารถควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟได้
4) สามารถสร้างแอพลิเคชั่นได้ ใช้ควบคุมความชื้น อุณหภูมิ แสง ปัจจัยอื่น ๆ เพื่อให้สะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) ศึกษาสภาพแวดล้อม และสายพันธ์ไก่ไข่
2) ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการทำระบบควบคุมจัดการสำหรับสมาร์ทฟาร์ม ฟาร์มไก่ไข่ รวมถึงเครื่องมือโปรแกรม ภาษา และไลบรารี่ (Library) ต่าง ๆ
3) ออกแบบระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่ไก่ไข่สายพันธ์นั้นๆจะการเจริญเติบโตได้ตามเป้าหมาย
4) ออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมที่ไก่ไข่สายพันธ์นั้นๆจะการเจริญเติบโตได้ตามเป้าหมาย
5) ออกแบบ ผ่าน Application Blynk บนสมาร์ทโฟน สำหรับระบบควบคุม และบริหารจัดการสภาพแวดล้อมสมาร์ทฟาร์ม
6) พัฒนาต้นแบบระบบตรวจวัด และควบคุมสภาพแวดล้อม
7) ติดตั้งระบบตรวจวัด และควบคุมสภาพแวดล้อม
8) พัฒนา Application Blynk และบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์ม
9) เชื่อมโยงข้อมูลจากระบบตรวจวัด ควบคุมสภาพแวดล้อมและ Application Blynk
10) ทดสอบระบบ
11) ปรับปรุงระบบ
12) สรุปผลและจัดทำเล่มโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นิยามศัพท์

ระบบเลี้ยงไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Application Blynk หมายถึง ระบบเลี้ยงไก่ไข่ที่ใช้หลักการ ควบคุมอุณหภูมิในอากาศ ควบคุมความชื้นในอากาศ ควบคุมการให้แสง โดยใช้เซ็นเซอร์วัด ส่งข้อมูลผ่าน IoT แสดงผลด้วย Application Blynk

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ต้นแบบระบบควบคุมจัดการสำหรับสมาร์ทฟาร์ม ฟาร์มไก่ไข่สามารถร่วมมือกับผู้ประกอบการในการต่อยอด ในเชิงพาณิชย์จริงได้
2) ระบบควบคุมและการบริหารจัดการการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อให้ได้ไข่ไก่ ที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่แม่นยำ
3) ตอบสนองต่อนโยบายของสถาบันในการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อการวิจัยและพัฒนาการเกษตรของไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงานระบบเลี้ยงไก่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Application Blynk ผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ดังนี้

2.1 การเลี้ยงไก่ไข่

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3 ระบบ Internet of Things (IoT)

2.4 เซนเซอร์

2.5 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

2.1 การเลี้ยงไก่ไข่[1]

2.1.1 สายพันธุ์ไก่ (อ้างอิงจาก https://www.sanook.com/women/229121/)

สำหรับในบ้านเราสายพันธุ์ไก่ไข่ที่นิยมเลี้ยงมีทั้งหมด 3 สายพันธุ์คือ ไก่โรดไทยไก่ไข่ไทยกปศุสัตว์ และไก่ไข่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร โดยแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันดังนี้

2.1.1.1 ไก่โรดไทย (Rhode Thai)

ไก่โรดไทยเป็นสายพันธุ์ที่ต้องการอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง เพื่อให้ได้สมรรถนะการผลิตไข่ที่ดี มีขนาดกลางถึงใหญ่ ลักษณะลำตัวเรียว องค์ประกอบต่างๆ ของร่างกายสมดุลและแข็งแรง สีขนของไก่โรดไทยเป็นสีน้ำตาลเข้มที่มีลวดลายและสีขาวบริเวณคอและเบ้าท้อง มีการผลิตไข่ที่มีขนาดกลางถึงใหญ่ โดยมีเปลือกแข็งและมีสีน้ำตาลอมเหลือง คุณภาพของไข่มีความสดชื่นและเป็นมาตรฐาน มีความต้านทานต่อสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดี มีระบบภูมิต้านทานที่ดีในการต้านทานโรคต่างๆ

รูปที่ 2.1 ไก่โรดไทย (Rhode Thai)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ไก่ไข่ไทยกรมปศุสัตว์ (DLD Layer Hen)

รูปที่ 2.2 ไก่ไข่ไทยกรมปศุสัตว์ (DLD Layer Hen)

จากรูปที่ 2.2 มีลักษณะประจำพันธุ์คือ ขนสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม ขนปีกสีน้ำตาล สร้อยคอสีน้ำตาลเข้ม หงอนจักรใหญ่สีแดงสด เหนียงสีแดงใหญ่ ตุ้มหูแดง ถูกพัฒนาขึ้นให้เหมาะสำหรับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย เช่น ความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนชื้น และสภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้

2.1.1.3 ไก่ไข่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร (Single Comb White Leghorn)

รูปที่ 2.3 ไก่ไข่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร (Single Comb White Leghorn)

จากรูปที่ 2.3 ไก่ไข่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักรมีขนาดเล็กถึงกลาง ลำตัวเรียวและสูง มีองค์ประกอบร่างกายที่เรียบเฉียบและสม่ำเสมอ สีขนของไก่ไข่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักรเป็นสีขาวสะอาดและสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไสว มีความงามและสะอาดเรียบร้อย เป็นสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผลิตไข่สูง มีการผลิตไข่อย่างต่อเนื่องและหยอดไข่ได้มาก โดยไข่มีขนาดเล็กถึงกลาง มีเปลือกแข็งและสีขาว มีระบบภูมิต้านทานที่ดี มีการดูแลและการจัดการที่เหมาะสม เช่น การให้อาหารที่เหมาะสมและการสงวนสิทธิ์ในการพักผ่อน

2.1.2 วิธีการเลือกพันธุ์ไก่ไข่

การเลือกพันธุ์ไก่ไข่ที่ดีนั้นควรพิจารณาและปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการเลี้ยงไก่ไข่ ว่าต้องการไข่ในปริมาณมากหรือคุณภาพสูง หรืออาจเน้นการผสมพันธุ์ไก่เพื่อผลิตไก่ในอนาคต

2) ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับสายพันธุ์ไก่ไข่ที่มีอยู่ในตลาด รวมถึงคุณสมบัติทางสายพันธุ์ เช่น ความสามารถในการผลิตไข่ ความต้านทานต่อสภาวะอากาศ และความต้านทานต่อโรค

3) ตรวจสอบคุณภาพของสายพันธุ์ไก่ไข่ที่สนใจ โดยดูว่ามีปริมาณการผลิตไข่สูงและมีคุณภาพสูงหรือไม่ ควรสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ที่มีประสบการณ์

4) ตรวจสอบสุขภาพของสายพันธุ์ไก่ไข่ที่สนใจ ให้แน่ใจว่าไม่มีโรคหรือปัญหาสุขภาพที่รุนแรง

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์[2] เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่รวมองค์ประกอบหลายตัวเข้าด้วยกันในตัวเดียว ซึ่งประกอบด้วยหน่วยประมวลผล (Central Processing Unit - CPU), หน่วยความจำ (Memory), ตัวแปรสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต (Input/Output - I/O) รวมถึงระบบนาฬิกา (Clock) เพื่อให้ควบคุมและประมวลผลการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์ประกอบหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์คือ CPU ที่มีความสามารถในการดำเนินการต่าง ๆ เช่น การทำงานทางตรรกศาสตร์ (Logic Operations), การคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Operations), การเข้าถึงและจัดการข้อมูลในหน่วยความจำ และการควบคุมการทำงานของระบบโดยรวม หน่วยความจำในไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งเป็นหลายประเภท เช่น Read-Only Memory (ROM) ที่ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Random-Access Memory (RAM) ที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างการทำงาน ตัวแปรสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตในไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ในการรับสัญญาณจากตัวเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อใช้ในการควบคุมและประมวลผล โดยสามารถรับข้อมูลจากตัวเซ็นเซอร์และส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการ ระบบนาฬิกาในไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน้าที่ในการสร้างจักรวาลให้กับระบบอื่น ๆ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเป็นแหล่งควบคุมเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

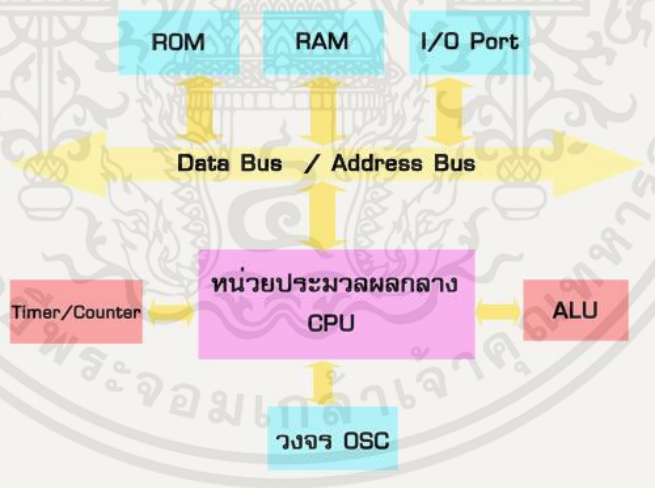
ไมโครคอนโทรลเลอร์มักถูกนำมาใช้ในการควบคุมและประมวลผลในระบบอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน (เช่น เครื่องปรับอากาศ, เครื่องทำน้ำอุ่น), อุปกรณ์อัตโนมัติ (เช่น ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์), ระบบการควบคุมเครื่องจักรอุตสาหกรรม และอื่น ๆ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดเล็กและสามารถทำงานอิสระได้ โดยมีการโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานตามที่ต้องการ

2.2.1 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์

MicroController ทั่วๆ ไปประกอบด้วย

1. Central Processing Unit (CPU)
2. Memory
3. Input/Output (I/O)
4. ช่องทางของสัญญาณหรือ (BUS)
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock)

ส่วนประกอบเหล่านี้ทำงานร่วมกันเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับคำสั่ง ประมวลผล และควบคุมการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 Central Processing Unit (CPU)

เป็นส่วนที่ประกอบด้วยตัวประมวลผลหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งดำเนินการทำงานตามคำสั่งที่รับเข้ามา รวมถึงทำหน้าที่ควบคุมและจัดการการทำงานของระบบโดยรวม

2.2.1.2 Memory

ประกอบด้วยหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และโปรแกรมควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยความจำสามารถแบ่งเป็นหลายประเภท เช่น ROM (Read-Only Memory) ที่ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมพื้นฐานที่ไม่สามารถเขียนทับได้ และ RAM (Random-Access Memory) ที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างการทำงาน

2.2.1.3 Input/Output (I/O)

เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อรับข้อมูลเข้ามาจากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ และส่งสัญญาณออกไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม อาจเป็นพอร์ตนำเข้าและพอร์ตส่งออกที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น หน้าจอ LCD, พอร์ตแสดงผล, หน่วยความจำภายนอก เป็นต้น

2.2.1.4 ช่องทางของสัญญาณหรือ (BUS)

ช่องทางของสัญญาณหรือ (BUS) ในคอมพิวเตอร์เป็นระบบเชื่อมต่อทางกลไกที่ใช้ส่งสัญญาณและข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบ ซึ่งมีหน้าที่ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

BUS ประกอบด้วยสายสัญญาณหลายเส้นที่รวมกันเพื่อส่งข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อมูลดิจิตอล สัญญาณควบคุม สัญญาณนาฬิกา สัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ภายในระบบ โดยการใช้งาน BUS ช่วยให้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถสื่อสารและส่งข้อมูลระหว่างกันได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ รูปแบบและระบบ BUS ที่ใช้ขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมและมาตรฐานของระบบคอมพิวเตอร์ที่กำลังใช้งานอยู่

2.2.1.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock)

วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock circuit) เป็นวงจรที่ใช้ในคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock signal) ซึ่งมีหน้าที่ในการควบคุมเวลาและเกิดเหตุการณ์ในระบบที่เกิดขึ้นในขณะที่ระบบกำลังทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Node MCU ESP32 (ข้อมูลอ้างอิง : https://v89infinity.com/esp32/)

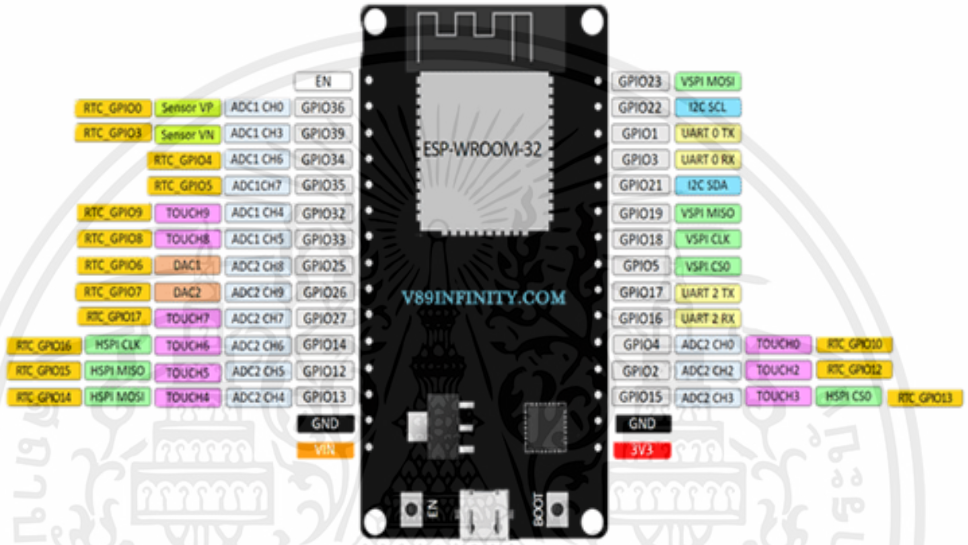
MCU – ESP32[3] เป็น Micro Controller ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi , Bluetooth – BLE ในตัว ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือ ภาษา C หรือ Python ภาษา Python ต้องทำการอัพเกรดเฟิร์มแวร์ให้รองรับ Python การพัฒนาโปรแกรมขึ้นอยู่กับผู้ที่พัฒนา โปรแกรม IDE ที่ใช้พัฒนาคือ Arduino IDE หรือ Visual Studio สำหรับ Visual Studio จำเป็นต้องติดตั้ง Plugin Espressif IDF หรือ PlatformIO IDE และต้อง Enable (Arduino)

ESP32 รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ BLE หรือ Bluetooth ได้โดยไม่ต้องซื้อโมดูลเพิ่มเติม บอร์ด ESP32 เองยังมีการทำงานที่แบ่งเป็น 2 Core และ Pin I/O เลือกฟังชั่นการทำงานได้ใน Pin เดียวกัน เช่น การแปลง Analog to Digital หรือ Digital to Analog การเชื่อมต่อ SD Card Camera PWD RTC และ Touch เป็นต้น ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP-WROOM-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 โครงสร้างของ ESP32



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ ESP-WROOM-32

จากรูปที่ 2.6 ตัวโมดูลมาพร้อมกับเสาอากาศแบบ PCB บนตัว มีกรอบคุมอุปกรณ์ทั้งหมดบนโมดูล ทำให้สัญญาณรบกวนน้อยลงและทำให้การทำงานโดยรวมมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น ESP-WROOM-32 ได้รับความนิยมอย่างมากในการใช้งาน เนื่องจากสามารถผลิตได้ทันความต้องการและมีราคาถูกกว่านอกจากนี้ตำแหน่งพอร์ตต่าง ๆ ของ ESP-WROOM-32 ยังถือเป็นมาตรฐานที่โมดูลจากผู้ผลิตอื่นทำตามอีกด้วย

2.2.3 Inter Integrate Circuit (IIC)

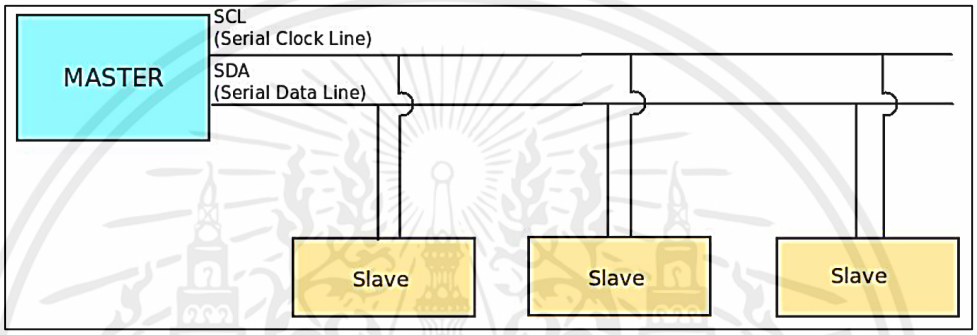
I2C ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit (IIC) แต่นิยมเรียกว่า I²C มากกว่า เป็นการสื่อสารอนุกรมแบบ synchronous เพื่อใช้สื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ความเร็วต่ำ

I2C มีความโดดเด่นที่การเชื่อมต่อกันเป็นระบบบัสแบบรับและส่งข้อมูล ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จำนวนมากได้โดยใช้สายเพียงแค่ 2 เส้น ทำให้ลดจำนวนของสายไฟและขนาดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ไปได้ จึงทำให้เป็นการสื่อสารที่นิยมสำหรับระบบฝังตัว (embedded system) ขนาดเล็ก โดยจะมี 2 เส้นที่จะเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์คือ SCL และ SDA

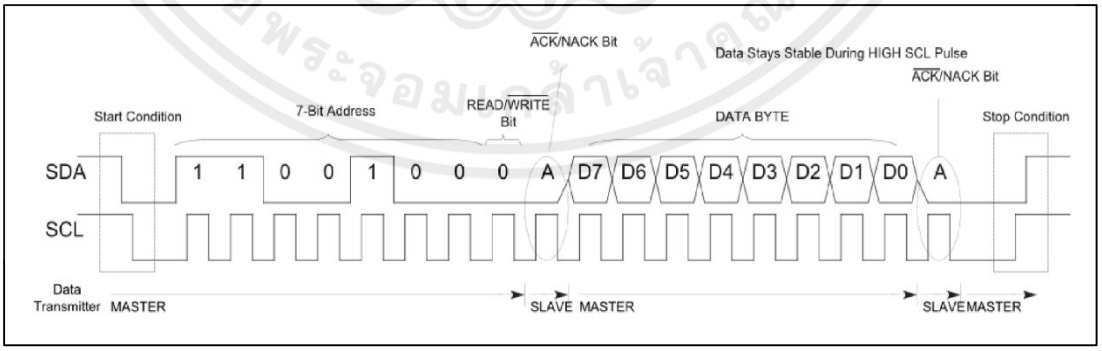
2.2.3.1 สาย SDA จะใช้ในการส่งสัญญาณเพียงอย่างเดียวโดยมีการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C

อุปกรณ์ตัวใด ๆ ก็สามารถที่จะเป็น Master หรือ Slave ก็ได้ แต่โดยปกติแล้วจะให้อุปกรณ์ที่ สามารถสั่งการได้เป็น Master เพื่อเป็นตัวกลางในการสื่อสาร ทั้งรับข้อมูลและส่งข้อมูลให้อุปกรณ์อื่น ๆ

2.2.3.2 การเขียน I2C แบบสมบูรณ์



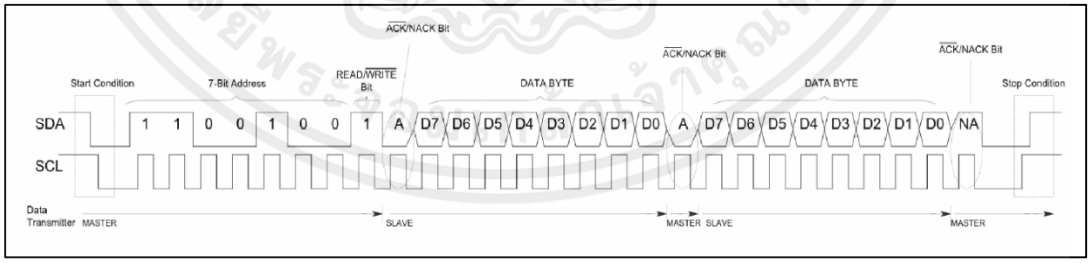
รูปที่ 2.8 แสดงข้อมูลการเขียน I2C แบบสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.8 เป็นการเขียนข้อมูลจากฝั่งของ Master โดยให้ Slave เป็นฝั่งรับข้อมูล โดยมีหลักการทำงานดังนี้

1) แรกเริ่ม Master จะส่งสัญญาณ START เพื่อให้ Slave ทุกตัวรอรับข้อมูล
2) 7 บิตแรกจะเป็น address ของ Slave ที่จะเรียกใช้ ตัวที่จะทำงานคือตัวที่ address ตรงกันกับตัวของมันเท่านั้น
3) สัญญาณการอ่าน/เขียน เพื่อบอก Slave ว่าข้อมูลที่ Master ส่งมาต้องอ่านหรือเป็นสัญญาณบอกเพื่อให้เขียนข้อมูลกลับไป (0 คือให้อ่าน 1 คือให้ส่งข้อมูลกลับไป)
4) เมื่อ Slave ทุกตัวได้รับข้อมูลจะตรวจสอบ address ว่าตรงกับของตนหรือไม่ ถ้าตรงกันก็จะส่งสัญญาณ ACK กลับไปให้ Master เพื่อบอกว่า address ที่เรียกมีการเชื่อมต่ออยู่ เพราะอุปกรณ์ที่ address ไม่ตรงกันจะส่งสัญญาณ NACK กลับไป ซึ่งมีความหมายว่าไม่ต้องทำอะไร
5) ในขั้นถัดไปจากนี้จะเป็นการส่งสัญญาณมาให้ทีละ 8 bit (1 byte) หลังจากโอนข้อมูลแต่ละ 1 byte Slave จะต้องตอบสนองด้วยสัญญาณ ACK เพื่อให้รู้ว่าการส่งข้อมูลไม่ผิดพลาดหรือสูญหาย (หากไม่ส่งกลับ Master จะส่งข้อมูลชุดเดิมมาใหม่)
6) เมื่อ Master ส่งข้อมูลเสร็จสิ้นก็จะส่งสัญญาณ STOP มาให้ Slave รู้

2.2.3.3 การอ่าน I2C แบบสมบูรณ์



รูปที่ 2.9 แสดงข้อมูลการอ่าน I2C แบบสมบูรณ์

จากรูปที่ 2.9 การเขียนข้อมูลจากฝั่งของ Slave ให้ Master เป็นฝั่งรับข้อมูล โดยมีหลักการทำงานดังนี้

1) ขั้นตอนช่วงแรกก็จะคล้ายกับการอ่านข้อมูล เพียงแค่ bit ที่บอกการอ่าน/เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นจะแตกต่างกันเพราะทำคนละหน้าที่

2) ส่งสัญญาณ ACK กลับไปเพื่อบอกว่าอุปกรณ์ address ที่เรียกมีอยู่ในการเชื่อมต่อ

3) ส่วนของข้อมูลตรงนี้ Slave จะเป็นคนเขียนกลับไปให้ Master ดูได้จากเส้น Data Transmitter เราจะเห็นว่า Slave จะส่งข้อมูลกลับไปให้ Master 8 bit

4) เมื่อครบ 8 bit แล้ว Master จะต้องส่งสัญญาณตอบสนองต่อการส่งแต่ละ byte ด้วยสัญญาณ ACK แต่เมื่อ Master ไม่ต้องการข้อมูลแล้ว หลัง byte สุดท้าย Master จะต้องส่งสัญญาณ NACK กลับมา

5) สุดท้าย Master จะส่งสัญญาณ STOP มาเพื่อสิ้นสุดการส่งด้วย

2.2.4 EEPROM (ข้อมูลอ้างอิง https://www.comgeeks.net/eeprom/index.htm)

EEPROM[4] (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) หรือเมมโรร่อนไฟฟ้าที่สามารถลบข้อมูลและโปรแกรมใหม่ลงไปได้ เป็นชนิดหนึ่งของหน่วยความจำที่ถูกใช้งานในระบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการให้ระบบสามารถอ่านและเขียนได้ EEPROM มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับ ROM (Read-Only Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลที่ถูกโปรแกรมลงไปแล้ว แต่ความแตกต่างของ EEPROM คือสามารถลบข้อมูลที่เก็บอยู่ภายในได้และโปรแกรมข้อมูลใหม่ลงไปได้ การลบข้อมูลใน EEPROM จะทำโดยใช้การลบทางไฟฟ้า (Electric Erase) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้แรงดันไฟฟ้าสูงเพื่อลบข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ หลังจากลบข้อมูลแล้วสามารถโปรแกรมข้อมูลใหม่ลงไปได้ EEPROM มักถูกใช้ในการเก็บข้อมูลที่ต้องการให้ระบบสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การเก็บค่าการตั้งค่า (Configuration settings) หรือข้อมูลที่ถูกอัพเดตอย่างสม่ำเสมอ โดย EEPROM จะมีขนาดความจุเล็ก และใช้เทคโนโลยีการจัดการเก็บข้อมูลที่เป็นไปตามหลักการเฉพาะเจาะจงเพื่อให้สามารถเขียนและลบข้อมูลได้หลายครั้งโดยไม่มีปัญหาในการบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ชิป EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบ Internet of Things (IoT)

ระบบ Internet of Things (IoT) คือแนวคิดที่นำเอาอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับโลกดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตมาใช้งานร่วมกัน เพื่อเชื่อมต่อและสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในโลกทางกายภาพกับโลกดิจิทัล โดยใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นพื้นฐาน ในระบบ IoT อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกันจะสามารถรับส่งข้อมูลและทำงานร่วมกันได้ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้สามารถเป็นทั้งเซ็นเซอร์, ตัวประมวลผล, กลไกควบคุม หรืออุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับโลกทางกายภาพได้ในรูปแบบที่สอดคล้องกับการใช้งานและประโยชน์ที่ต้องการ

2.3.1 การประยุกต์ใช้ Internet of Things (IoT)

การประยุกต์ใช้งาน Internet of Things (IoT) เป็นการนำเอาเทคโนโลยีการสื่อสารและการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโลกทางกายภาพเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้งาน Internet of Things มีดังต่อไปนี้

2.3.1.1 Smart home

2.3.1.2 Smart wearable

2.3.1.3 Smart City

2.3.1.4 Smart grids

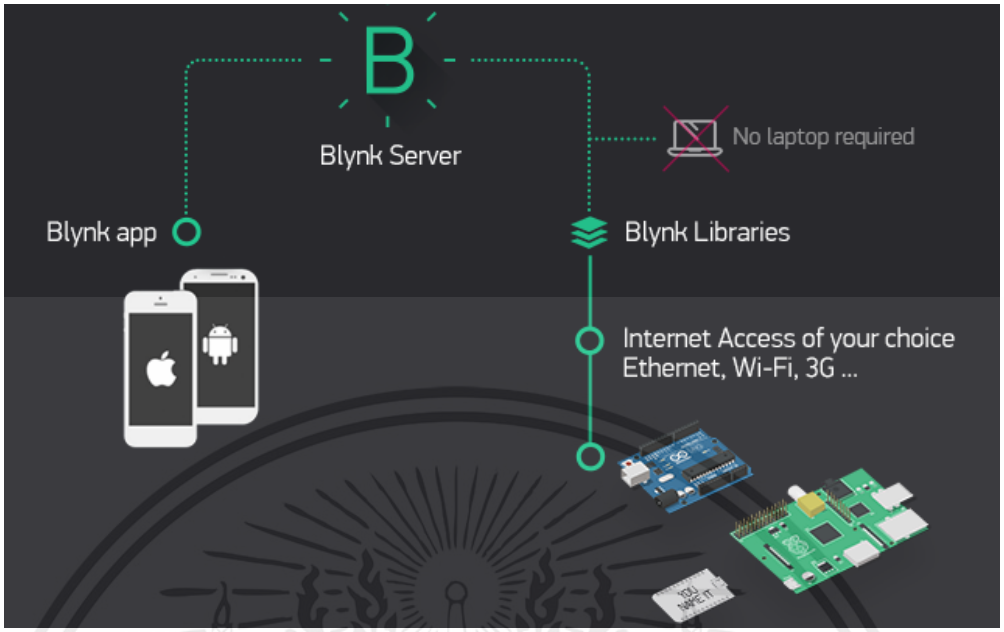
2.3.1.5 Smart supply chain

2.3.1.6 Smart farming

2.3.2 Application Blynk

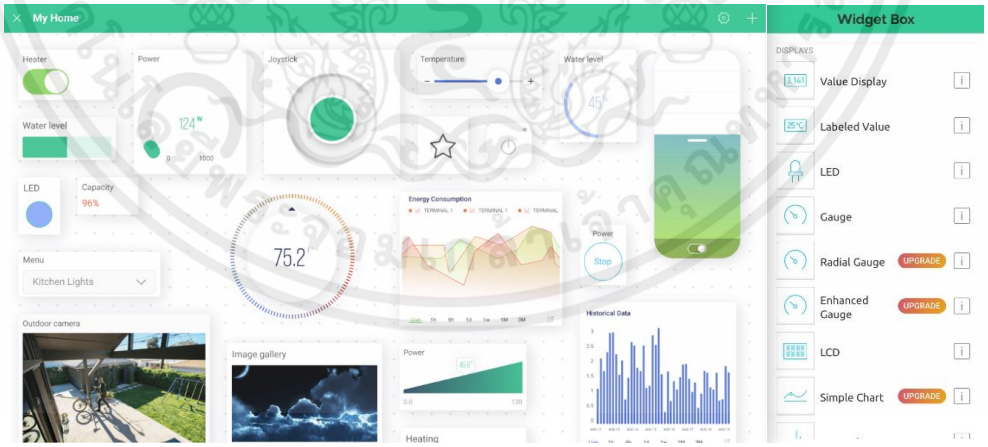
Blynk เป็นแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านการใช้งานแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เชื่อมต่อผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ IoT ในเวลาเกือบเรียลไทม์ โดย Blynk ให้บริการพื้นฐานสำหรับการสร้างและควบคุมแอปพลิเคชันโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมตัวเอง รูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ภาพรวมของการเชื่อมต่อผ่าน Blynk Server

ผู้ใช้งาน Blynk สามารถสร้างหน้าจอและอินเตอร์แอกชันที่กำหนดเองได้ โดยใช้พื้นฐานของหน้าจอ (Widgets) เช่น ปุ่มกด (Button), แถบเลื่อน (Slider), หรือหน้าจอแสดงผล (Display) เป็นต้น ผู้ใช้งานสามารถกำหนดการทำงานของอุปกรณ์ IoT โดยรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์หรือส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ผ่านการสร้างแอปพลิเคชันบน Blynk โดยใช้โค้ดที่สร้างขึ้นเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ผ่านพอร์ตอินเทอร์เน็ตของ Blynk ดังรูปที่ 2.12



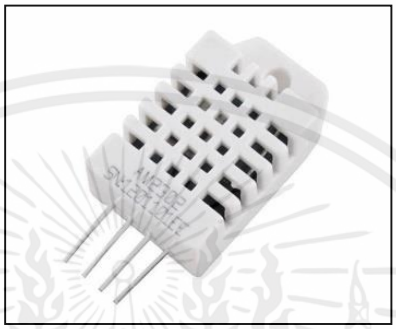
รูปที่ 2.12 หน้าตาภายใน Application Blynk ที่มี Widgets แสดงผลและเครื่องมือในการควบคุมอุปกรณ์ด้วย Blynk App ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Sensor

2.4.1 เซนเซอร์ DHT22

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Sensor)[6] คือ เซนเซอร์ DHT22 เป็นเซนเซอร์แบบดิจิตอลที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นในสภาพแวดล้อม ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 เซนเซอร์ DHT22

เทคโนโลยีในเซ็นเซอร์ DHT22 ใช้หลักการวัดความสัมพันธ์ของความคืบหน้าของความความชื้นเมื่อถูกส่องแสงด้วยสัญญาณไฟฟ้า เซ็นเซอร์ประกอบด้วยส่วนวัดอุณหภูมิและส่วนวัดความชื้น โดยมีตัวเลขที่เข้ารหัสและส่งสัญญาณออกมาผ่านสายสัญญาณดิจิตอล เมื่อเซ็นเซอร์ถูกเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือบอร์ดอื่น ๆ ผ่านทางสายสัญญาณดิจิตอล เซ็นเซอร์ DHT22 มีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิเป็น ±0.5°C และความแม่นยำในการวัดความชื้นเป็น ±2%RH โดยมีช่วงวัดอุณหภูมิที่ 0°C - 50°C และช่วงวัดความชื้นที่ 0% - 100%RH

การใช้งานเซ็นเซอร์ DHT22 มักจะเป็นที่นิยมในโครงการและการพัฒนาที่ต้องการตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เช่น ระบบควบคุมอากาศในอาคารหรือบ้าน ระบบเกษตรอัตโนมัติ ระบบสมาร์ทโฮม และโครงการ IoT อื่น ๆ ที่ต้องการตรวจวัดและติดตามสภาพแวดล้อม

2.4.1.1 ข้อมูลเชิงเทคนิคของเซนเซอร์ DHT22

1) การวัดอุณหภูมิ

ช่วงการวัด: -40°C ถึง +80°C ความแม่นยำในการวัด: ±0.5°C

2) การวัดความชื้น

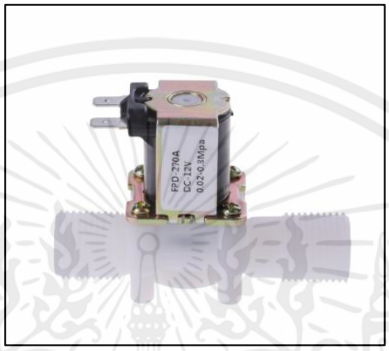
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงการวัด: 0% ถึง 100% RH (Relative Humidity) ความแม่นยำในการวัด: ±2% RH

3) การสื่อสาร

อินเทอร์เฟซการสื่อสาร: รองรับสื่อสารแบบ 1-Wire

การอ่านค่า: สามารถอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านการสื่อสารแบบ 1-Wire



รูปที่ 2.14 โซลินอยด์วาล์ว (ที่มา: http://www.econelecs.com)

2.4.2 Solenoid Valves หลักการทำงาน

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)[7] คือ เป็นอุปกรณ์ทางเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมการไหลของของเหลวหรือก๊าซ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าเป็นตัวกระตุ้นในการทำงาน โซลินอยด์วาล์วประกอบด้วยส่วนหัววาล์วที่ปิดหรือเปิดการไหลของสารอย่างแม่นยำตามสัญญาณที่ได้รับจากระบบควบคุม ส่วนหัววาล์วมีแหล่งพลังงานอยู่ในรูปของหม้อแม่เหล็กซึ่งสร้างสนามแม่เหล็กเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่าน ทำให้เกิดแรงดึงดูดที่ทำให้สายไหลดำเนินได้หรือไม่ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

โซลินอยด์วาล์วมีลักษณะกลไกที่คล้ายกับวาล์วประตูหรือวาล์วประตูระบบน้ำ โดยสามารถเปิดหรือปิดการไหลของของเหลวหรือก๊าซได้ตามคำสั่ง โดยการปรับการไหลนี้เป็นไปตามสัญญาณไฟฟ้าที่รับส่งจากระบบควบคุมหรือคอมพิวเตอร์ ในการทำงาน โซลินอยด์วาล์วจะใช้การเปิดหรือปิดการไหลโดยรวมกันกับสัญญาณสำหรับเปิดหรือปิดวาล์ว โดยส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังหม้อแม่เหล็กภายในโซลินอยด์วาล์ว เมื่อไฟฟ้าไหลผ่านหม้อแม่เหล็ก จะสร้างสนามแม่เหล็กที่สร้างแรงดึงดูดที่ทำให้หัววาล์วเคลื่อนที่ไปเปิดหรือปิดช่องทางการไหลของสาร

โซลินอยด์วาล์วมีการใช้งานในหลายและหลายอุตสาหกรรม เช่น ระบบน้ำ, ระบบน้ำมัน, ระบบลม, ระบบการควบคุมอุณหภูมิ การใช้งานทั่วไปของโซลินอยด์วาล์วรวมถึงการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ การประหยัดพลังงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบโดยรวม

การทำงานของโซลินอยด์วาล์ว 2/2 ได้แก่การควบคุมการไหลของสารหรือของเหลว โดยอาศัยหลักการทำงานของฟิสิกส์แม่เหล็ก (Electromagnetism) ซึ่งประกอบด้วยสายนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน และสัญลักษณ์วาล์วที่เคลื่อนที่เมื่อมีการกระแสไฟฟ้าผ่าน เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านที่โซลินอยด์วาล์ว หรือกระแสไฟฟ้าต่ำกว่าค่าที่จำเป็น หัววาล์วจะอยู่ในสถานะปิด (closed) โดยสัญลักษณ์วาล์วจะอยู่ในตำแหน่งปิดการไหลของสารหรือของเหลว ซึ่งทำให้ไม่มีการไหลผ่านวาล์วเกิดขึ้น เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านที่โซลินอยด์วาล์ว หรือกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงพอที่จะสร้างสนามแม่เหล็ก สายนำที่ประกอบด้วยหลักฟันเฟือง (Core) จะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น ทำให้สัญลักษณ์วาล์วเคลื่อนที่ ซึ่งหัววาล์วจะเปิดและเปิดทางไหลของสารหรือของเหลวผ่านได้ ตามสถานะที่กำหนดไว้ในโซลินอยด์วาล์ว การควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วสามารถทำได้โดยควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านทางวาล์ว การเปิดหรือปิดวาล์วจะขึ้นกับสัญลักษณ์วาล์วที่เคลื่อนที่เมื่อมีการกระแสไฟฟ้าผ่าน และสามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อควบคุมการเปิดหรือปิดวาล์วได้ตามที่ต้องการ รูปแบบการควบคุมอาจมีการใช้สัญญาณดิจิตอล สัญญาณอนาล็อก หรือสัญญาณไฟฟ้าอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับการออกแบบและใช้งานของแต่ละระบบโซลินอยด์วาล์ว

2.4.3 หลอดอินแคนเดสเซนต์

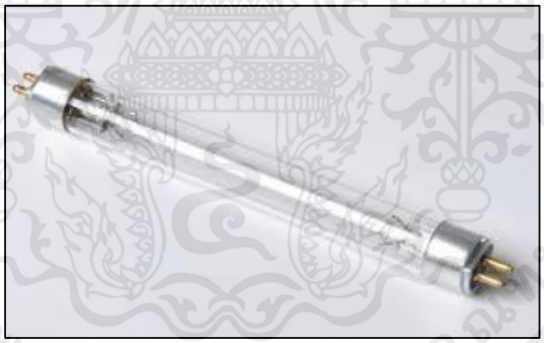
หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamp) หรือหลอดไส้[8] ส่วนใหญ่ใช้ทังสเตนเป็นไส้หลอด มีหลักการทำงานคือเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด จะเกิดความร้อนแล้วเปล่งแสงออกมา ข้อดีคือมีขนาดเล็ก ราคาถูก แต่ข้อเสียคืออายุการใช้งานสั้น ประมาณ 1,000-1,500 ชั่วโมง กินไฟมากและสูญเสียพลังงานออกมาในรูปของความร้อนสูง ในอดีตมักใช้ตามอาคารบ้านเรือนทั่วไป แต่ความนิยมลดลงไปเรื่อย ๆ แต่สามารถนำไปช่วยในการเลี้ยงสัตว์ในการให้ความร้อนเช่น ไก่ จิ้งหรีด โดยใช้หลอดไฟให้ความร้อน ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 หลอดอินแคนเดสเซนต์ (ที่มา: shorturl.at/lxAFV)

2.4.4 หลอด UV

หลอด UV ถูกออกแบบมาเพื่อสร้างแสง UV เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน หรือการใช้งานทางทัศนศาสตร์ ในทางการแพทย์เช่นการใช้ในการฆ่าเชื้อโรค การเล่นและการทำความสะอาดในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องควบคุมและวัดคุณภาพในงานอุตสาหกรรม รวมถึงการใช้ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ โดยรังสีที่นำมาใช้สำหรับฆ่าเชื้อคือ รังสียูวีซี (UVC)[9] ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 หลอด UV (ที่มา: http://www.thaiinterlamp.co.th/UVC-Lamp.html)

หลอด UV ที่ใช้ฆ่าเชื้อให้สัตว์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำจัดและทำลายเชื้อโรคและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงหรือพืช เชื้อโรคและจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมภายในเพจาจะติดตัวมากับสัตว์เลี้ยงหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีการใช้งานร่วมกัน เช่น ในเรือนเลี้ยงสัตว์ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่อาจก่อให้เกิดการระบาดภายในระบบการเลี้ยงสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอด UV มักจะใช้คลื่นความยาวคลื่น UV-C ซึ่งเป็นคลื่นความยาวคลื่นสั้นที่มีความกัดกร่อนและสามารถทำลายเชื้อโรคและจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสง UV-C สามารถกระทบต่อโครงสร้างเซลล์ของเชื้อโรคและจุลินทรีย์ ทำให้เกิดความเสียหายและตายได้ โดยหลอด UV จะส่งออกแสง UV-C เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งสามารถใช้งานได้ในช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อให้มั่นใจว่าสภาพแวดล้อมภายในระบบการเลี้ยงสัตว์หรือพืชมีความสะอาดและปลอดภัยจากเชื้อโรคและจุลินทรีย์ต่าง ๆ

2.4.5 พัดลมระบายอากาศ

พัดลมระบายอากาศสำหรับอุตสาหกรรมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมุนเพื่อสร้างการไหลของอากาศภายในอุตสาหกรรมหรือพื้นที่ใหญ่เพื่อเพิ่มการถ่ายเทความร้อนและอากาศที่มีความชื้นออกจากพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งสามารถช่วยลดอุณหภูมิในอุตสาหกรรมและลดความชื้นในอากาศ เพื่อสร้างสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำงานและประสิทธิภาพของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม

พัดลมระบายอากาศสำหรับอุตสาหกรรมมักมีขนาดใหญ่และมีกำลังการทำงานสูงเพื่อให้สามารถระบายอากาศและความร้อนได้เป็นอย่างดี มีการออกแบบให้มีพัดลมหมุนในทิศทางเดียวหรือหมุนได้ทั้งสองทิศทางเพื่อกระจายอากาศไปยังทิศทางที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีพัดลมระบายอากาศที่มีคุณสมบัติพิเศษเช่นมีการควบคุมความเร็วพัดลมได้หลายระดับ เป็นต้น เพื่อให้สามารถปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับการทำงานในอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันได้

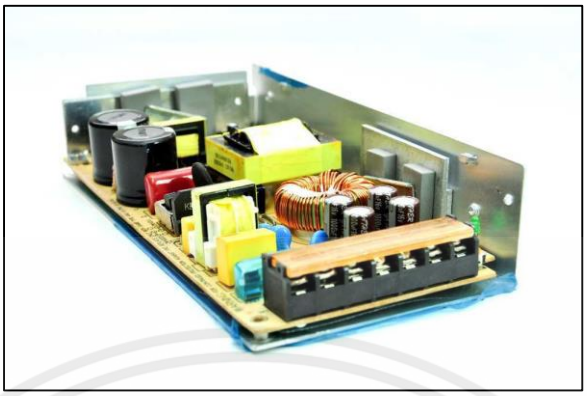
2.5 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย[10] (Switching Power Supply) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเข้ามาเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ โดยอาศัยหลักการสวิตชิ่ง (Switching) ในการควบคุมและเปลี่ยนแปลงสถานะของวงจรเพื่อควบคุมอัตราการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าโดยใช้สวิตช์แบบตัวอ่อน (transistor) หรือวงจรการทำงานแบบคล็อกและออฟ (flip-flop) เป็นส่วนสำคัญในการควบคุมการสลับสถานะของสวิตช์

2.5.1 หลักการทำงานสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเริ่มต้นด้วยการรับเข้าแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย แล้วผ่านการแปลงแรงดันด้วยวงจรสวิตช์ในโหมดการสวิตช์ ที่สลับเปิด-ปิดอย่างรวดเร็วในระยะเวลาที่คงที่ ผ่านการควบคุมอัตราและระยะเวลาการสวิตช์ เมื่อสวิตช์เปิดอยู่ แรงดันไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์และโมดูลควบคุม แต่สวิตช์ที่ปิดจะตัดกระแสไฟฟ้าให้แหล่งจ่าย และไม่มีกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปยังโมดูลควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (ที่มา: https://mall.factomart.com)

2.5.1.1 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1) วงจรสวิตช์ (Switching Circuit) เป็นส่วนที่รับเข้าและควบคุมกระแสไฟฟ้า สวิตช์หรือทรานซิสเตอร์ใช้ในการสลับสถานะของวงจรในการเปิดหรือปิดกระแสไฟฟ้า ส่วนนี้จะควบคุมอัตราการสลับสถานะและระยะเวลาการสวิตช์เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ

2) วงจรควบคุม (Control Circuit) เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของวงจรสวิตช์ มักใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือวงจรเพาเวอร์ซัพพลายเซอร์ในการควบคุมสถานะของวงจรสวิตช์ โดยอ่านข้อมูลเข้าและส่งสัญญาณควบคุมเพื่อเปิดหรือปิดวงจร

3) วงจรแยกแยะและกรอง (Separation and Filtering Circuit) เป็นส่วนที่ใช้ในการแยกแยะและกรองสัญญาณไฟฟ้า วงจรนี้สามารถกรองสัญญาณรบกวนหรือสัญญาณที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นในวงจรสวิตช์ และระบายพลังงานที่สูญเสียออกจากวงจร การกรองสัญญาณจะช่วยให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่สะดวกและแม่นยำ

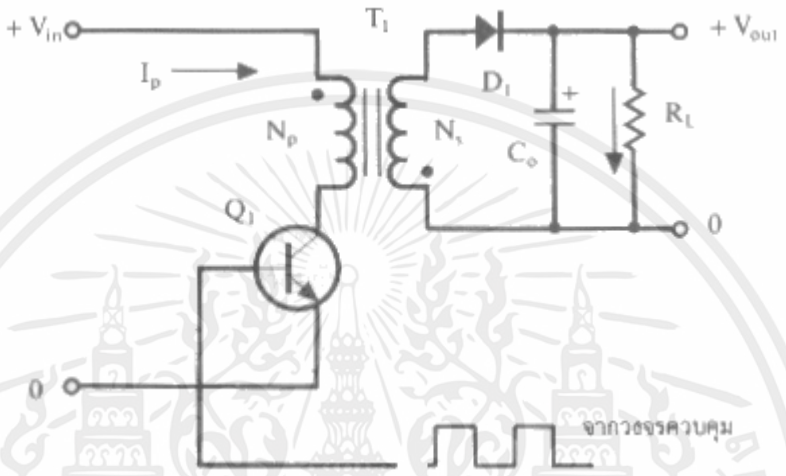
2.5.1.2 การจำแนกประเภทของสวิทชิ่งพาวเวอร์ซัพพลาย

การจำแนกประเภทสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายนั้นจะพิจารณาจาก รูปแบบของคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้ ซึ่งรูปแบบของคอนเวอร์เตอร์นั้นมีมากมาย แต่ที่จะกล่าวถึงนี้ จะเป็นรูปแบบคอนเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมของสวิตช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ซึ่งจะมีด้วยกัน 5 รูปแบบดังนี้

2.5.1.2.1 Flyback Converter เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่เป็นเหมือนสวิตช์และจะนำกระแสตามคำสั่งของพัลส์สี่เหลี่ยมที่ป้อนให้ทางขาเบส เมื่อ Q1 นำกระแสไดโอด D1 จึงอยู่ในลักษณะถูกไบแอสกลับและไม่นำกระแส จึงทำให้มีการสะสมพลังงาน ที่ขดปฐมภูมิของหม้อแปลง T1 แทน เมื่อ Q1 หยุดนำกระแส สนามแม่เหล็ก T1 จะยุบตัวทำให้เกิดการกลับขั้วแรงดันที่ขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ D1 ก็จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสตรง พลังงานที่สะสมในขดปฐมภูมิของหม้อแปลงก็จะถูกถ่ายเทออกไปยังขดทุติยภูมิและมีกระแสไหลผ่านไดโอด D1 ไปยังตัวเก็บประจุเอาต์พุต Co และโหลดได้ ค่าของแรงดันทีเอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าความถี่การทำงานของ Q1, ช่วงเวลานำกระแสของ Q1 และอัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงและค่าของแรงดันที่อินพุต

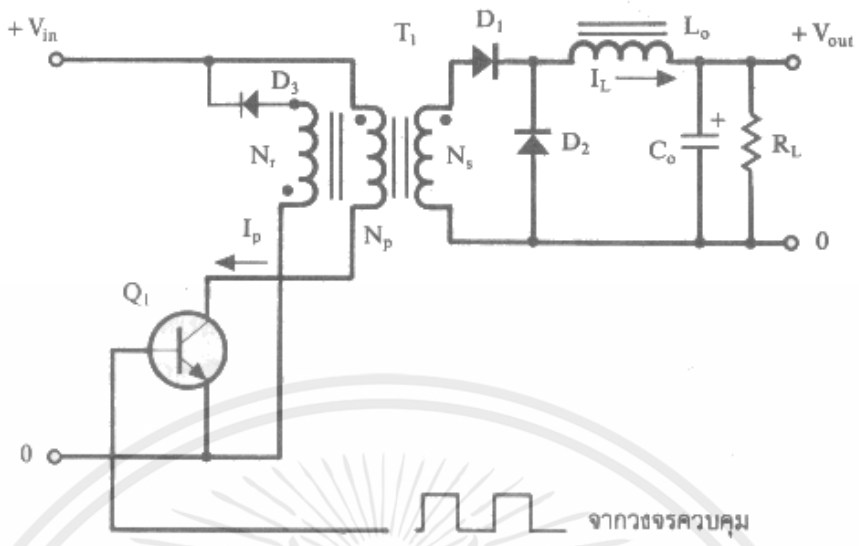


รูปที่ 2.18 Flyback Converter (ที่มา: https://www.cpe.ku.ac.th)

จากรูปที่ 2.18 Flyback Converter มีโครงสร้างของวงจรไม่ซับซ้อน นิยมในงานที่ต้องการกำลังไฟฟ้าด้านออกต่ำ ๆ โดยอยู่ในช่วงไม่เกิน 150 W อุปกรณ์น้อยและมีราคาถูก ข้อเสียคือจะมีแกนแม่เหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะรองรับกำลังไฟฟ้าด้านออกที่เพิ่มขึ้นได้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิตช์ของวงจรฟลายแบ็กยังมีค่าสูง

2.5.1.2.2 Forward Converter มีลักษณะคล้ายกับ Flyback Converter แต่พื้นฐานการทำงานจะแตกต่างกันตรงที่หม้อแปลงใน Forward Converter จะทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงานในช่วงที่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

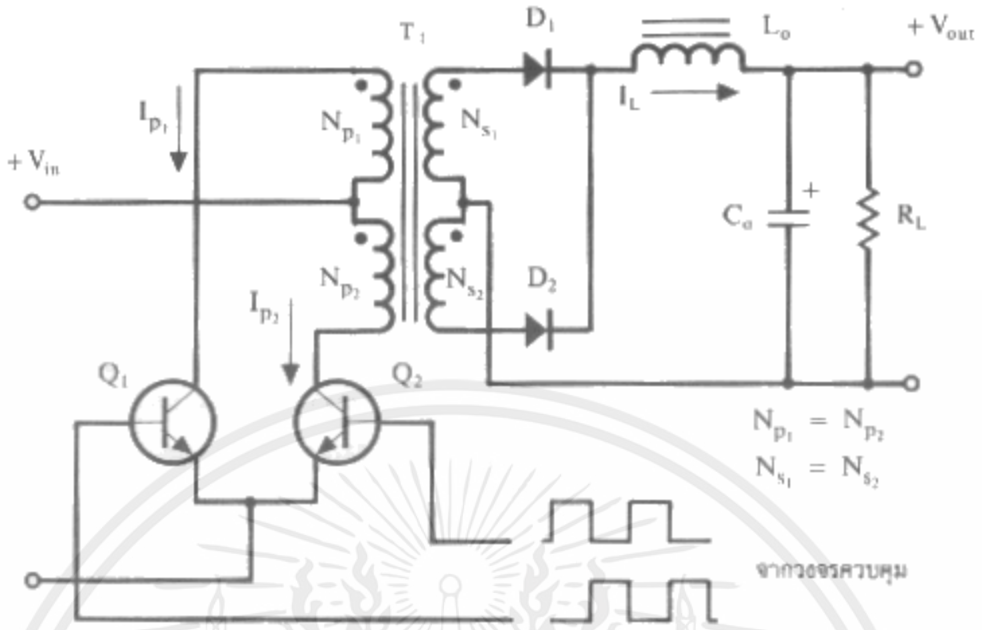


รูปที่ 2.19 Forward Converter (ที่มา: https://www.cpe.ku.ac.th)

จากรูปที่ 2.19 Forward Converter นิยมใช้กับ กำลังไฟฟ้า ที่มีขนาด 100-200 W การเชื่อมต่อสำหรับการควบคุมสวิตช์และการส่งออกของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงและการแก้ไขและการกรองวงจรซับซ้อนกว่า Fly back Converter แกนแม่เหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าจะมีขนาดเล็กข้อเสียจะมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิตซ์มีค่าสูงและต้นทุนในการผลิตสูง

2.5.1.2.3 Push - Pull Converter คอนเวอร์เตอร์แบบนี้จะเปรียบเสมือนการนำ Forward Converter สองชุดมาทำงานร่วมกัน โดยผลัดกันทำงานในแต่ละครึ่งคาบเวลาในลักษณะกลับเฟส เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรยังคงมีแรงดันตกคร่อมในขณะหยุดนำกระแสค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับ Fly back Converter และ Forward Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

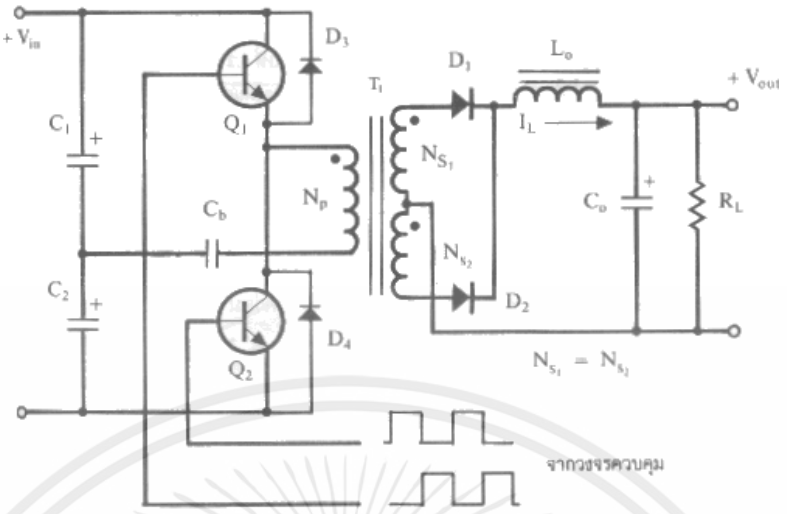


รูปที่ 2.20 Push Pull Converter (ที่มา: https://www.cpe.ku.ac.th)

จากรูปที่ 2.20 Push Pull Converter เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่จ่ายกำลังได้สูงซึ่งจะอยู่ในช่วง 200-1000 W ข้อเสียจะมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิตซ์มีค่าสูงและปัญหาแกนแม่เหล็กเกิดการอิ่มตัว เนื่องจากความไม่สมมาตรของฟล็กในแกนแม่เหล็กซึ่งจะมีผลต่อการพังเสียหายของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ได้ง่าย

2.5.1.2.4 Half - Bridge Converter เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่อยู่ในตระกูลเดียวกับ Push Pull Converter แต่ลักษณะการจัดวงจรจะทำให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรมีแรงดันตกคร่อมขณะหยุดนำกระแสเพียงค่าแรงดันอินพุตเท่านั้น ทำให้ลดข้อจำกัดเมื่อใช้กับระบบแรงดันไฟสูงได้มาก รวมทั้งยังไม่มีปัญหาการไม่สมมาตรของฟลักซ์ในแกนเฟอร์ไรต์ของหม้อแปลงได้ด้วย

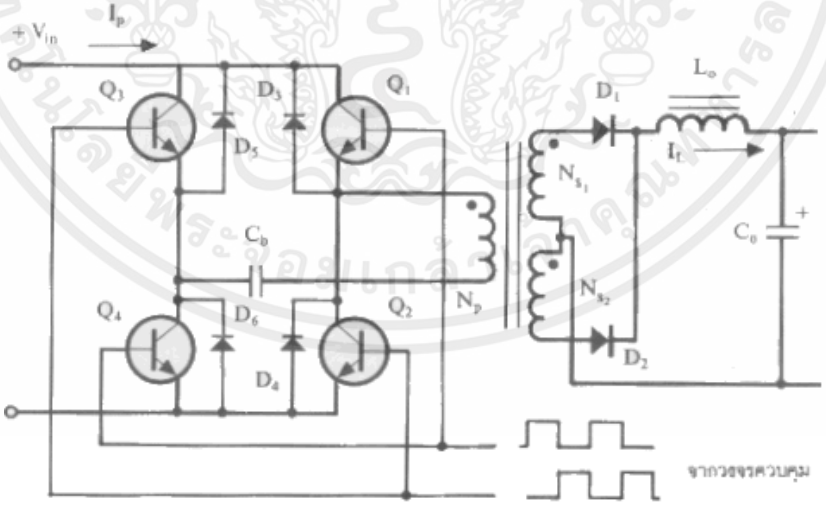
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 Half - Bridge Converter (ที่มา: https://www.cpe.ku.ac.th)

จากรูปที่ 2.21 Half - Bridge Converter นิยมใช้กับพิกัดกำลังไฟฟ้าขนาดกลาง มีข้อดีเหมือนวงจรพุช - พูล ยกเว้นค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิตช์จะมีค่าเท่ากับ V เท่านั้น

2.5.1.2.5 Full - Bridge Converter คอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้ในขณะทำงานจะมีแรงดันตกคร่อมขดปฐมภูมิเท่ากับแรงดันอินพุต แต่แรงดันตกคร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์มีค่าเพียงครึ่งหนึ่งของแรงดันอินพุตเท่านั้นและค่ากระแสสูงสุดที่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แต่ละตัวนั้นมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่ากระแสสูงสุดใน Half - Bridge Converter ที่กำลังขาออกเท่ากันเนื่องจากข้อจำกัดด้านเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ลดน้อยลงไป



รูปที่ 2.22 Full Bridge Converter (ที่มา: https://www.cpe.ku.ac.th)

จากรูปที่ 2.22 Full Bridge Converter จะสามารถให้กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูง ตั้งแต่ 500-1000 W

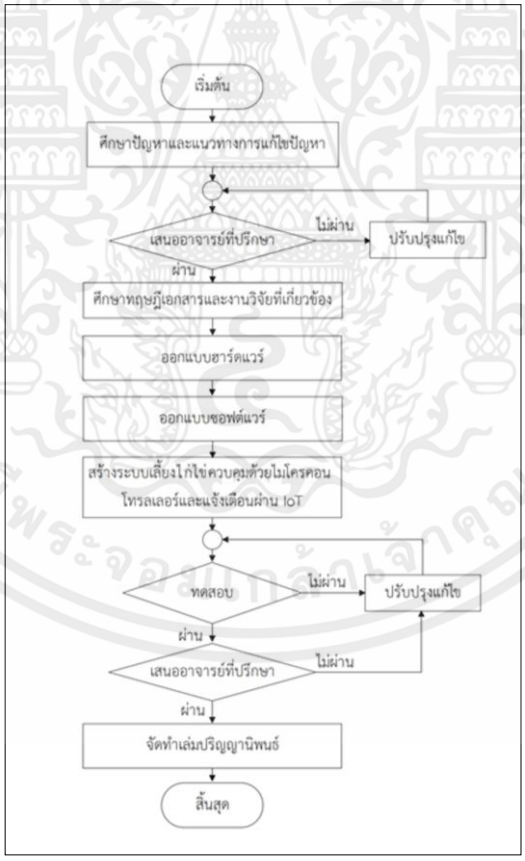
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการพัฒนา

จากการศึกษา ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทางผู้ดำเนินโครงงานได้กำหนดแผนดำเนินโครงงาน ขั้นตอนการดำเนินงาน ในการจัดทำโครงงาน ระบบเลี้ยงไก่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลผ่าน Application Blynk

3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงาน ผู้จัดทำได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานสามารถเขียนเป็นแผนผังดำเนินงานได้ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

ผู้จัดทำได้ศึกษาถึงปัญหาและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาพิจารณาซึ่งจากการศึกษาและพิจารณาปัญหาแล้วพบว่าในการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อส่งออกของเกษตรกร มีปัญหาในการเลี้ยงดูไก่ไข่ ทำให้การดูแลเลี้ยงไม่ทั่วถึงอาจทำให้ได้ผลผลิตที่ได้อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดหรือเสียหายได้ จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงได้แก้ไขปัญหาโดยการเสนอระบบไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลผ่าน Application Blynk และหลังจากที่ได้แนวทางแก้ไขปัญหาแล้วจึงได้นำแนวทางการแก้ไขปัญหาไปเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษา แต่ถ้ายังไม่ผ่าน ผู้จัดทำก็ต้องไปหาแนวทางการแก้ไขปัญหาใหม่ แต่ถ้าอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิจารณาดูแล้วว่าปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นผ่านสามารถจัดทำโครงงานขึ้นมาได้จริง จึงสามารถให้ดำเนินการต่อได้โดยเริ่มจากไปศึกษาข้อมูลและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำโครงงาน

3.1.2 ศึกษาทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมื่อทราบแนวทางการแก้ไขปัญหาแล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานให้คำแนะนำในการศึกษาในหัวข้อใด ซึ่งในการจัดทำโครงงานนี้ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องดังต่อไปนี้การเลี้ยงไก่ไข่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบ Internet of Things (IoT) เซนเซอร์ โมดูลอินเตอร์เฟส อุปกรณ์อินเตอร์เฟส , สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการออกแบบในส่วนของของฮาร์ดแวร์สำหรับใช้เลี้ยงไก่ไข่ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ กรงเลี้ยงไก่ไข่และชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลผ่าน Application Blynk

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

3.2.1 การทำงานของอุปกรณ์ในระบบ

รูปที่ 3.2 โครงสร้างการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ของระบบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และผ่าน IoT แบ่งออกเป็น

3.2.1.1 การออกแบบชุดควบคุมระบบเลี้ยงไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1) สร้างตู้ Control ซึ่งในตู้ Control นั้นจะมีไมโครคอนโทรเลอร์อยู่ 2 ตัว ที่เชื่อมต่อกันและสามารถใช้งานร่วมกันได้และก็จะมีพอร์ตเพื่อต่อใช้งานกับโมดูลต่างๆ

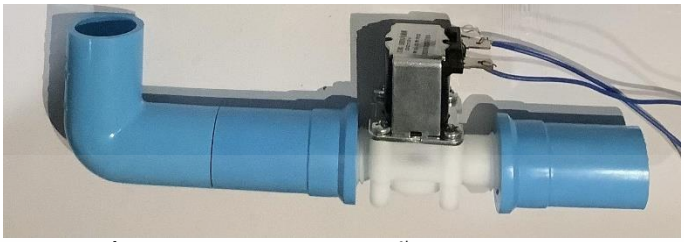
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างตู้ Control

2) สร้างกล่องเก็บโมดูล จะมีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์วัดความชื้น เซ็นเซอร์วัดแสง รีเลย์สำหรับสั่งเปิดปิดไฟ รีเลย์สำหรับเปิด-ปิดเครื่องระบายอากาศ เป็นต้น

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างกล่องเก็บโมดูล

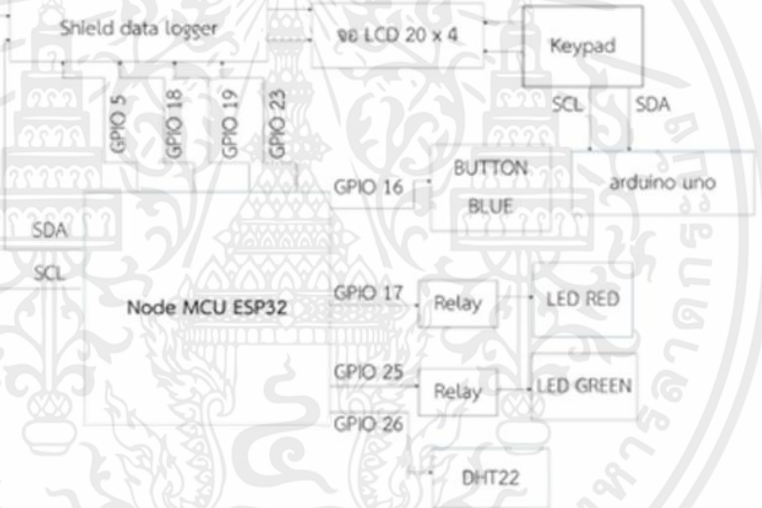
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) มีระบบควบคุมความชื้น การให้น้ำจะเป็นเซอร์ลินอยวาล์ว ที่จะคอยควบการเปิด-ปิดน้ำ



รูปที่ 3.5 ควบคุมการเปิด-ปิดน้ำด้วยเซอร์ลินอยวาล์ว

3.2.1.2 การออกแบบระบบการทำงานภายในชุดควบคุมระบบเลี้ยงไก่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Application Blynk 2.0



รูปที่ 3.6 การอินเตอร์เฟสของบอร์ด Node MCU ESP32

จากรูปที่ 3.6 การอินเตอร์เฟสของบอร์ด Node MCU ESP32 โดยมีการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบไปด้วย เซนเซอร์ DHT22 อุปกรณ์อินเตอร์เฟสประกอบไปด้วย Shield data logger (เครื่องบันทึกข้อมูล Shield หรือ เครื่องบันทึกข้อมูลสิ้นเปลือง), บอร์ด ESP32 และ Relay 2 ตัว ซึ่งแต่ละตัวเชื่อมต่อกับหลอด LED สีแดงและสีเขียว

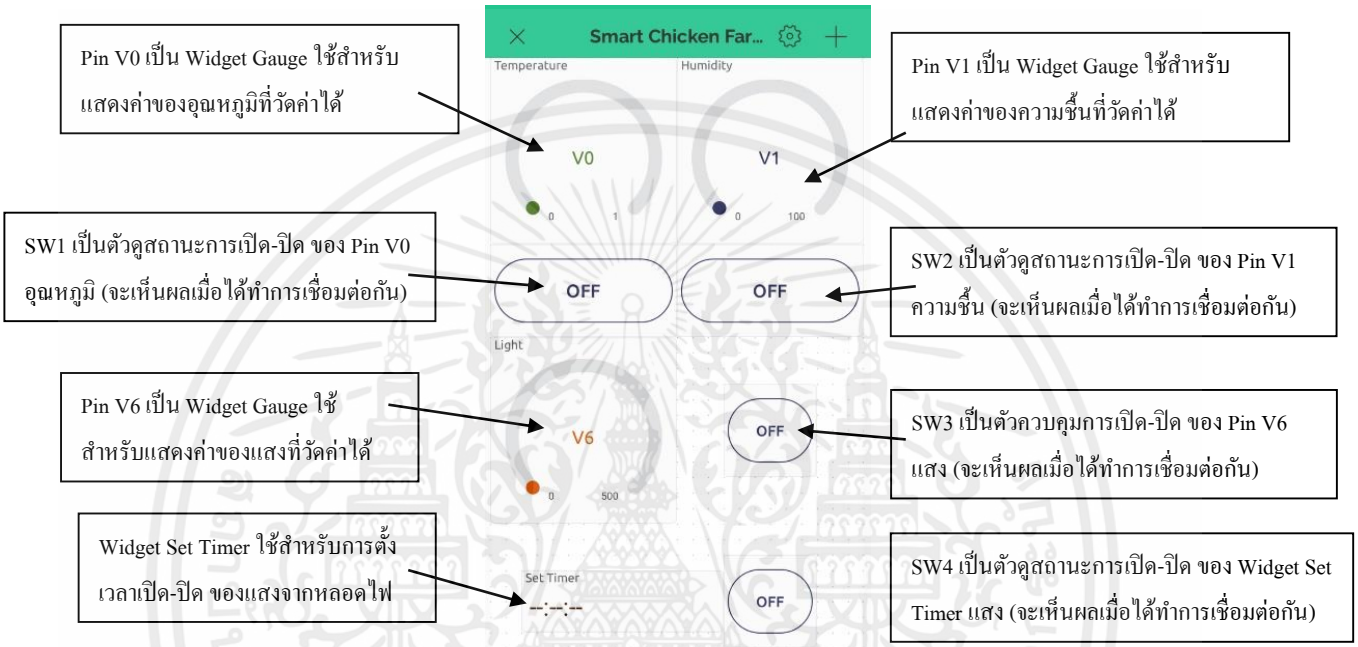
เซนเซอร์ DHT22 เชื่อมต่อกับ GPIO26 และ BUTTON BLUE เชื่อมต่อกับพอร์ต GPIO16 และการเชื่อมต่อโมดูล Shield data logger (เครื่องบันทึกข้อมูล Shield หรือ เครื่องบันทึกข้อมูลสิ้นเปลือง) ใช้หลักการเชื่อมต่อแบบ SPI และ I2C โดย SPI มีการเชื่อมต่อกับพอร์ต GPIO18 (SCK),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPIO19 (MISO), GPIO23 (MOSI), GPIO5 (SS) และอุปกรณ์ที่มีการอินเตอร์เฟสแบบ I2C โดยเชื่อมต่อกับพอร์ต SCL และ SDA

3.2.1.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผลใน Application Blynk

การออกแบบหน้าจอแสดงผลด้วย Application Blynk ใช้ในการแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้น แสงและการตั้งเวลาเปิด-ปิดไฟ ดังรูปที่ 3.7

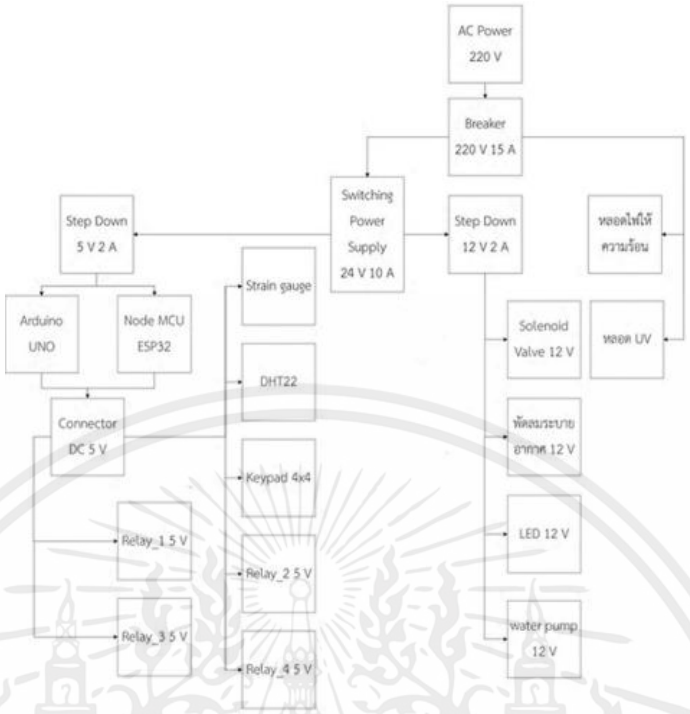


รูปที่ 3.7 การออกแบบหน้าจอแสดงผลใน Application Blynk

3.2.4 ออกแบบระบบการทำงาน

3.2.4.1 การออกแบบระบบการจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การออกแบบระบบการจ่ายไฟฟ้า

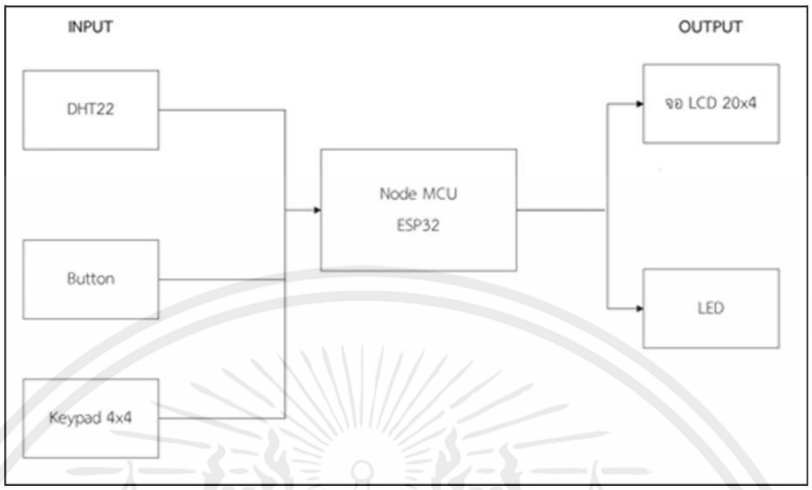
จากรูป 3.8 การออกแบบระบบจ่ายไฟฟ้า ของระบบเลี้ยงไก่ไข่ ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลผ่าน Application Blynk โดยรับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V ส่งไฟไปยัง สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 24 V 10 A, หลอดไฟให้ความร้อน, หลอดไฟ UV โดย สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 24 V 10 A จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปที่มอเตอร์ สเต็ปดาวน์ 5 V 2 A, สเต็ปดาวน์ 12 V 2 A โดย สเต็ปดาวน์ 12 V 2 A จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยัง โซลินอยด์วาล์ว 12 V, พัดลมระบายอาหาศ 12 V, ปั้มน้ำ 12 V และ LED 12 V ส่วน สเต็ปดาวน์ 5 V 2 A จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยัง Arduino UNO กับ Node MCU ESP32 โดย Arduino UNO กับ Node MCU ESP32 จ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 V ผ่าน GPIO ของ Arduino UNO กับ Node MCU ESP32 ไปยัง shield data logger (เครื่องบันทึกข้อมูล Shield หรือ เครื่องบันทึกข้อมูลสิ้นเปลือง), Relay 5 V, DHT22 และโซลินอยด์วาล์ว

3.2.4.2 การออกแบบ ระบบอินพุต-เอาท์พุต ของระบบ เลี้ยงไก่ไข่ ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลผ่าน Application Blynk แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ตัว ซึ่งประกอบไปด้วย Node MCU ESP32 โดยที่มีการติดต่อสื่อสารกันแบบ I2C ด้วยการใช้ขา SCL กับ SDA ในการติดต่อสื่อกัน

3.2.4.2.1 การออกแบบระบบอินพุต-เอาต์พุต ของระบบเลี้ยงไก่ไข่ ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Blynkในส่วนของ Node MCU ESP32 โดยส่วนแรกคืออินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

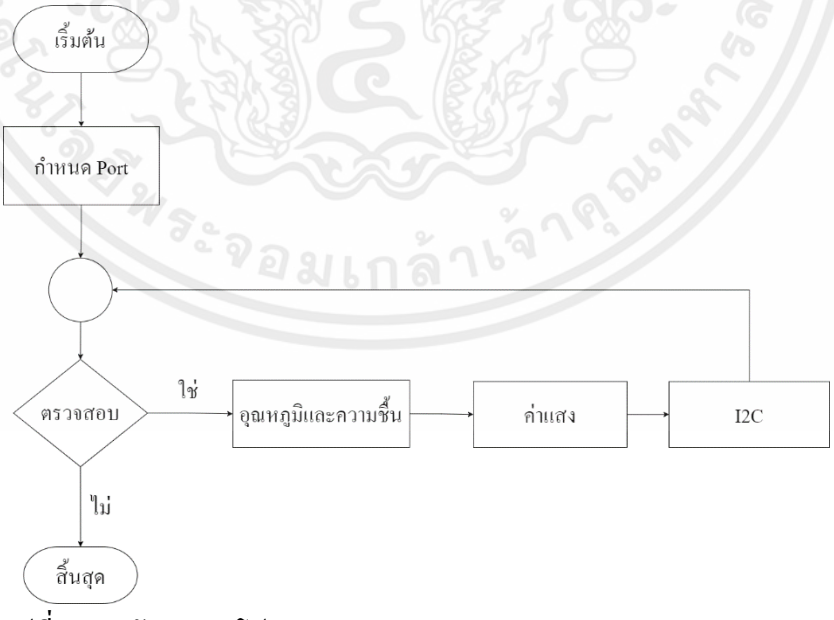
ได้แก่ DHT22, RTC module และ Button ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยัง GPIO ของ Node MCU ESP32 เพื่อทำการประมวลผลและส่วนที่สองคือเอาต์พุต ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การออกแบบระบบอินพุต-เอาต์พุต ของ Node MCU ESP32

3.2.5 ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

3.2.5.1 การออกแบบซอฟต์แวร์เป็นการออกแบบผังงานควบคุมการทำงาน ของระบบ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตรงความต้องการของผู้ใช้งาน คือการออกแบบชุดคำสั่งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเลี้ยงไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลผ่าน Application Blynk โดยส่วนที่เป็นโปรแกรมของ Node MCU ESP32 ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการทำงาน ดังนี้



รูปที่ 3.10 ผังงานชุดโปรแกรมควบคุมการทำงาน ของ Node MCU ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.10 ผังงานชุดโปรแกรมควบคุมการทำงาน ออกแบบโดยใช้ภาษาซีในการเขียนชุดคำสั่งควบคุมการทำงานผ่านบอร์ด Node MCU ESP32 โดยมีลำดับการทำงานดังนี้ เริ่มต้นการทำงานมีการกำหนดพอร์ตจากนั้นเข้าสู่การทำงานเงื่อนไขหลัก ลำดับแรกให้เรียกใช้ฟังก์ชันเช็คอุณหภูมิและความชื้น เพื่อตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยฟังก์ชันถัดไปคือหลอด UV ที่มีหน้าในการเปิด-ปิดหลอด UV เพื่อทำการฆ่าเชื้อภายในบ่อเลี้ยง จากนั้นไปฟังก์ชันถัดไปคือฟังก์ชัน I2C เป็นฟังก์ชันที่คอยรอรับค่าผ่าน I2C เพื่อมาประมวณผล จากนั้นกลับไปทำเงื่อนไขหลักซ้ำ หาก port ไม่ถูกต้อง จะจบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

ในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ จากที่ผู้จัดทำได้ศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและทำการออกแบบเพื่อสร้าง ระบบเลี้ยงไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Blynk โดยแยกผลการดำเนินงานออกเป็นดังนี้

4.1 ทดสอบการเปิด-ปิดของพัดลมระบายอากาศ

4.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบระบบการทำงานเปิด-ปิดที่ถูกต้องของพัดลมระบายอากาศในการระบายความร้อนของไก่

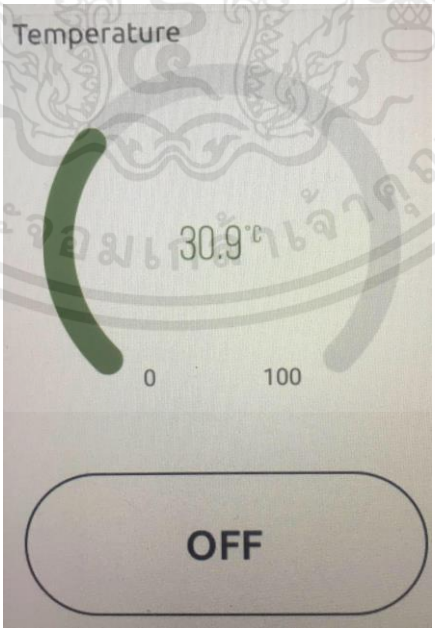
4.1.2 วิธีการทดลอง

1) กำหนดค่าอุณหภูมิไว้ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 36 องศา ให้พัดลมระบายอากาศทำงาน หากอุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศา ให้พัดลมระบายอากาศหยุดทำงาน

2) รอดูผลการทำงานของพัดลมระบายอากาศ

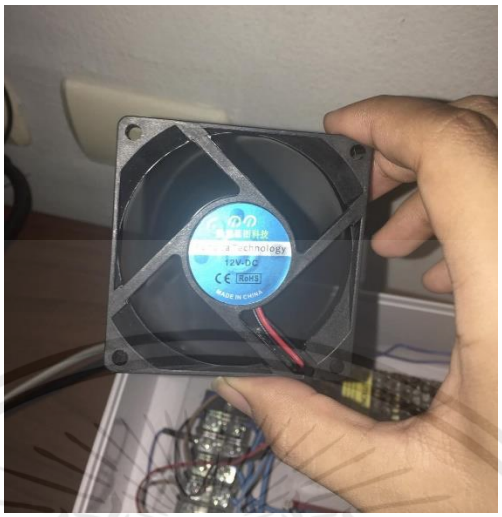
4.1.3 ผลการทดลอง

พัดลมระบายอากาศทำงานเมื่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิได้สูงกว่า 36 องศา และเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศา พัดลมระบายอากาศหยุดทำงาน



รูปที่ 4.1 แสดงค่าอุณหภูมิด้วย Blynk App

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 พัดลมระบายอากาศทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

4.2 ทดสอบการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์ว

4.2.1 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบระบบการทำงานเปิด-ปิดที่ถูกต้องของโซลินอยด์วาล์วในการควบคุมความชื้นของไก่

4.2.2 วิธีการทดลอง

1) กำหนดค่าความชื้นสัมพัทธ์ไว้ ถ้าความชื้นต่ำกว่า 50% ให้โซลินอยด์วาล์วทำงาน หากความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 50-80% ให้โซลินอยด์วาล์วหยุดทำงาน

2) รอดูผลการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

4.2.3 ผลการทดลอง

โซลินอยด์วาล์วทำงานเมื่อเซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ต่ำกว่า 50% และหยุดทำงานเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 50-80% อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

4.3 ทดสอบการเปิด-ปิดของหลอดไฟ

4.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบระบบการทำงานเปิด-ปิดที่ถูกต้องของหลอดไฟในการควบคุมแสงของไก่

4.3.2 วิธีการทดลอง

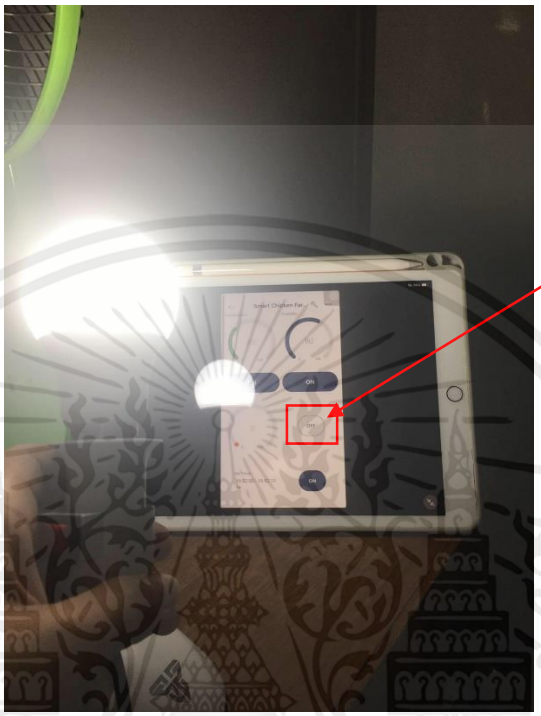
1) เมื่อกดปุ่มสวิตซ์ ON หลอดไฟจะติด และเมื่อกดปุ่มสวิตซ์ OFF หลอดไฟจะดับลง

2) ดูผลการทำงานของหลอดไฟ

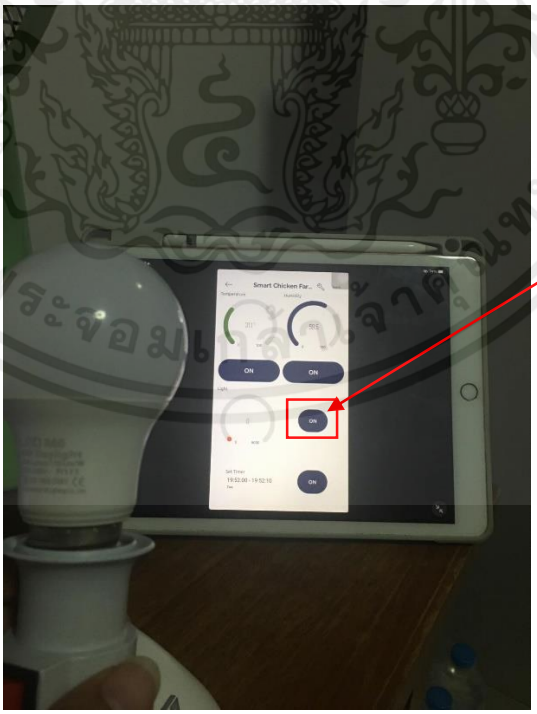
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการทดลอง

หลอดไฟจะทำงานเมื่อกดปุ่มสวิตซ์ ON และหยุดทำงานเมื่อกดปุ่มสวิตซ์ OFF เป็นการควบคุมด้วยมือของผู้ใช้งานเอง



รูปที่ 4.3 หลอดไฟจะทำงานเมื่อกดปุ่มสวิตซ์ ON



รูปที่ 4.4 หลอดไฟจะหยุดทำงานเมื่อกดปุ่มสวิตซ์ OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดสอบการตั้งเวลาเปิด-ปิดของหลอดไฟ

4.4.1 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบระบบการตั้งเวลาการทำงานเปิด-ปิดที่ถูกต้องของหลอดไฟในการควบคุมแสงของไก่

4.4.2 วิธีการทดลอง

1) ตั้งเวลาเปิดไฟไว้ที่เวลา 04.00 น. เมื่อถึงเวลาที่กำหนดหลอดไฟจะติด และตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่เวลา 06.00 น. เมื่อถึงเวลาที่กำหนดหลอดไฟจะดับลง

2) รอดูผลการทำงานของหลอดไฟ

4.4.3 ผลการทดลอง

หลอดไฟจะทำงานเมื่อถึงเวลา 04.00 น. และหยุดทำงานเมื่อถึงเวลา 06.00 น. เป็นการเพิ่มแสงตามความต้องการของไก่จากหลอดไฟ

4.5 การทดสอบการแสดงผลค่าต่างๆ

ส่วนของซอฟต์แวร์ระบบฟาร์มไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Blynk ผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำฮาร์ดแวร์ขึ้นตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3

4.5.1 ทดลองแสดงผลด้วย Application Blynk

การเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์ Application Blynk นำค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์มาแสดงผลใน Application Blynk ใช้ในการแสดงผลค่าอุณหภูมิ (Temperature) หน่วยเป็นองศาเซลเซียส (C) แสดงผลค่าความชื้นในอากาศ (Humidity) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) และแสดงผลค่าของแสง ผลการทดลองที่วัดค่าได้แสดงเป็นดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

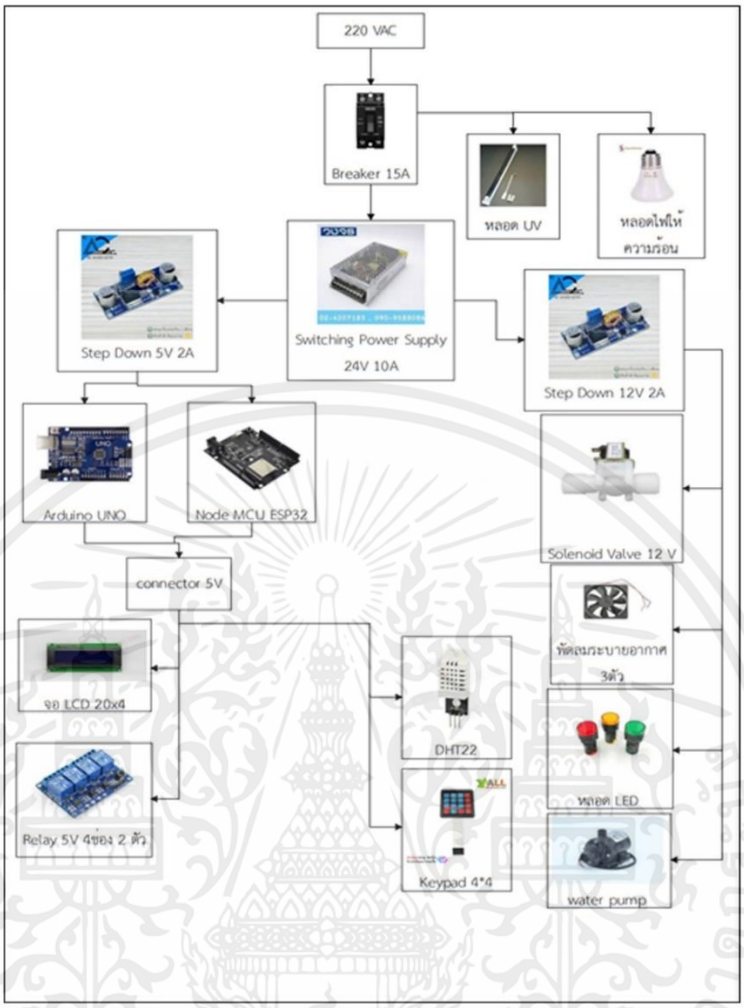
รูปที่ 4.5 นำค่าที่วัดได้มาแสดงผลด้วย Application Blynk

เป็นซอฟต์แวร์แสดงผลค่าต่างๆและควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในฟาร์มโดยมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิและความชื้นถึงที่กำหนดจะมีการเปิดระบบระบายอากาศของโรงเรือนและเมื่ออุณหภูมิและความชื้นลดลงถึงค่ามาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่ระบบระบายอากาศก็จะทำการปิดลง และยังมีระบบแบบควบคุมระบบโดยสามารถควบคุมการเปิด-ปิดด้วยตัวเองได้ เมื่อตัวเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นเกิดการชำรุดหรือเสียหาย ส่วนการตั้งเวลาจะใช้ในการเปิด-ปิดหลอดไฟตามหลักการการดูแลไก่ ซึ่งเป็นการให้ไก่ได้รับแสงเพิ่มไม่รวมกับแสงแดดจากธรรมชาติ

4.6 การทำงานของระบบ

4.6.1 ในส่วนของฮาร์ดแวร์การติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าของชุดควบคุมการทำงานของระบบเลี้ยงไก่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Application Blynk ดังรูปที่ 4.6

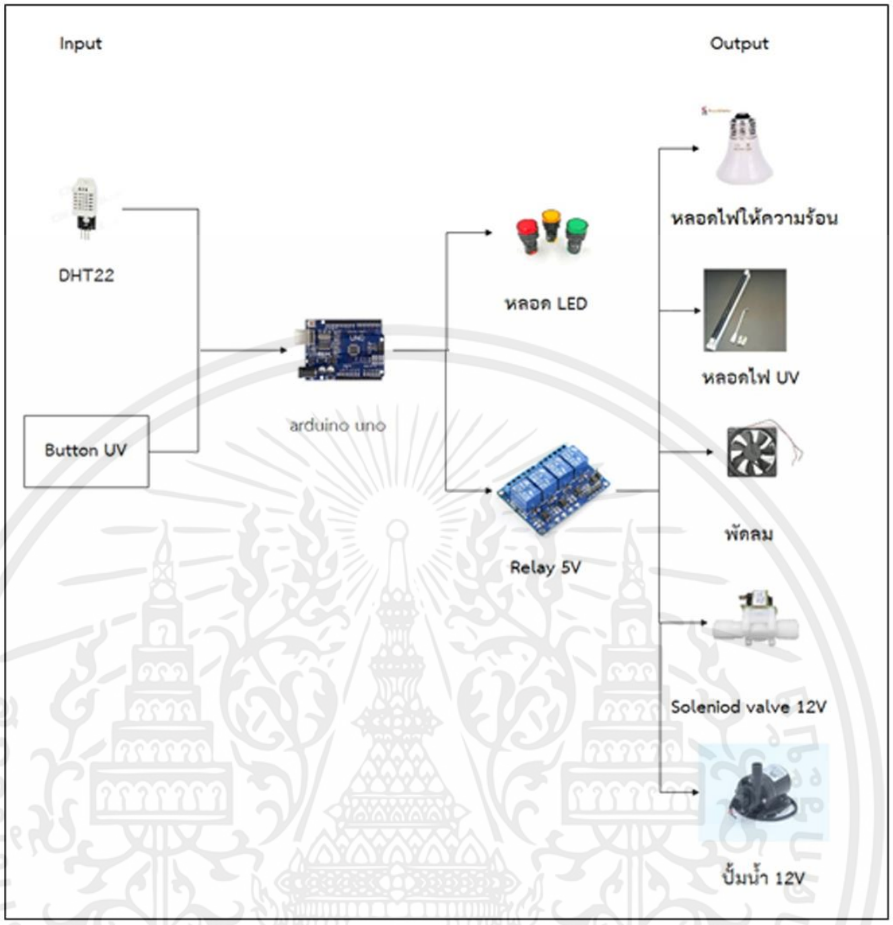
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าของชุดควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

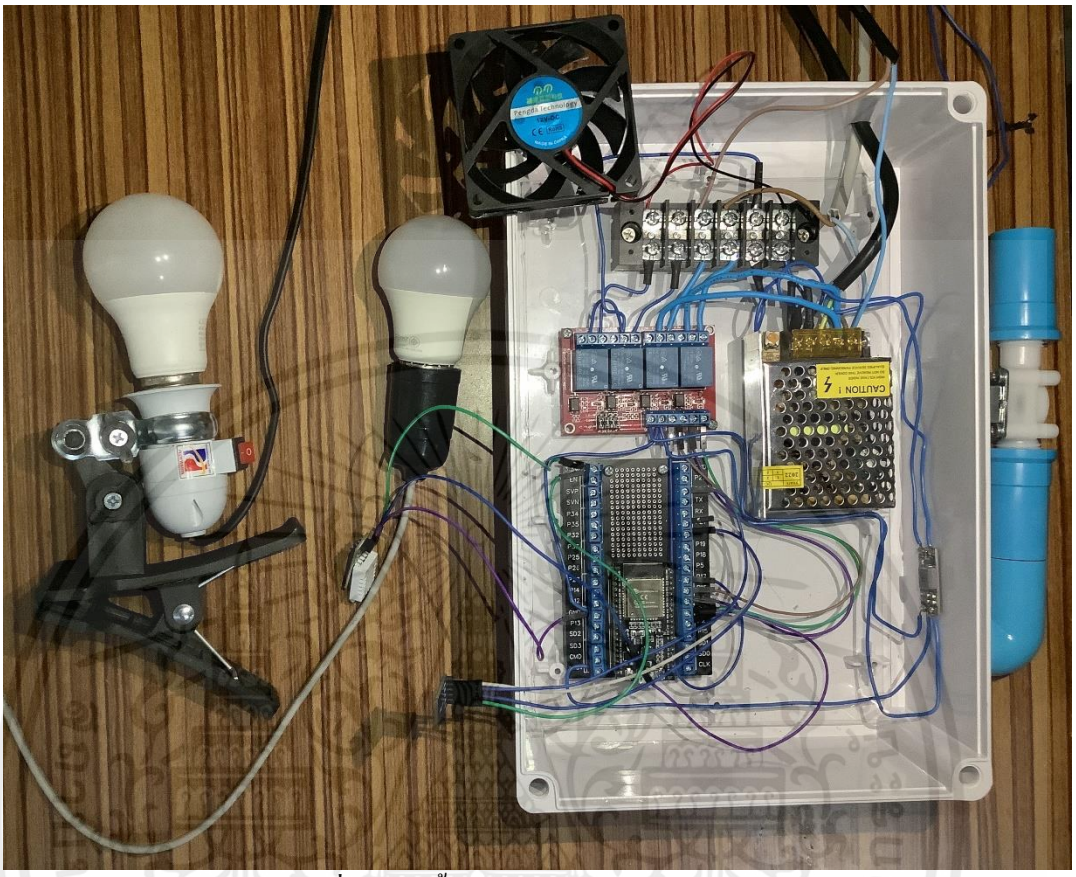
4.6.2 การติดตั้งระบบการรับ-ส่งสัญญาณควบคุม ของ Node MCU ESP32 ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การติดตั้งระบบการรับ-ส่งสัญญาณควบคุม ของ Node MCU ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 ติดตั้งต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน



รูปที่ 4.8 ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

การจัดทำโครงงาน เรื่องระบบเลี้ยงไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Application Blynk โดยมีการดำเนินงานในการทำชุดควบคุมระบบไก่ไข่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วย Application Blynk ซึ่งสรุปผลดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการจัดทำโครงงาน

ระบบฟาร์มไก่ไข่อัจฉริยะที่ทำงานอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์และควบคุมได้ด้วยมือถือ ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้เกษตรกรสามารถทำฟาร์มไก่ได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นกว่าแต่ก่อน ลดความผิดพลาดในการทำงาน ลดต้นทุนการทำงาน ประหยัดเวลาและทรัพยากรในการบริหารจัดการสิ่งต่าง ๆในฟาร์มไก่ และยังช่วยให้การออกไข่มีประสิทธิ์ภาพและลดอัตราการป่วยของไก่ที่เลี้ยงไว้ในฟาร์มไก่ด้วย ซึ่งจะทำให้การดูแลบริหารฟาร์มไก่นั้นง่าย สะดวกสบายและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ระบบฟาร์มไก่ไข่อัจฉริยะที่ทำงานอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์และควบคุมได้ด้วยมือถือ ถูกพัฒนาให้ตรงตามวัตถุประสงค์ คือ

1) เพื่อควบคุมมาตรฐานการผลิตให้ได้ไข่ที่มีคุณภาพ
2) เพื่อลดอัตราการใช้ทรัพยากรคนในการดูแลระบบ
3) เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลไก่จำนวนมาก
4) เพื่อประหยัดเวลาในการทำงาน

5.1.1 ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้ระบบฟาร์มไก่อัจฉริยะ พบว่า เมื่ออุณหภูมิภายในฟาร์มไก่อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 30-36 องศาเซลเซียส หลอดไฟและพัดลมจะไม่ทำงาน เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียสหลอดไฟจะทำงาน เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 36 องศาเซลเซียส พัดลมจะทำงาน และระบบฟาร์มไก่อัจฉริยะ จะทำการให้แสงเพิ่มจากหลอดไฟที่จำเป็นต่อไก่วันละ 4 ชั่วโมงต่อวันเพื่อให้ไก่ได้รับแสงอย่างเพียงพอกับความต้องการ ตามที่ได้เขียนคำสั่งลงในบอร์ด ESP32 และแสดงค่าผลลัพธ์ด้วย Application Blynk และสามารถทำให้เป็นไปตามผลชี้วัดของการเลี้ยงไก่ไข่

5.1.2 ผลชี้วัด

1) อัตราการผลิตไข่: อัตราการผลิตไข่คือจำนวนไข่ที่ไก่ให้ต่อวันหรือต่อสัปดาห์ ผลต่อเนื่องจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการเลี้ยงไก่เพื่อไข่

ตัวชี้วัด: จำนวนไข่ต่อวันหรือต่อสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนไข่: 300 ฟองต่อวัน

2) ขนาดของไข่: ขนาดของไข่ที่ได้รับมีความสำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคมักจะต้องการไข่ที่มีขนาดเหมาะสม

ตัวชี้วัด: น้ำหนักหรือขนาดของไข่

น้ำหนัก: เฉลี่ยน้ำหนักไข่ 60 กรัม

3) คุณภาพของไข่: คุณภาพของไข่มีความสำคัญเช่นกัน มีการวัดคุณภาพไข่ตามมาตรฐานที่กำหนด เช่น ความสดใหม่ของไข่ การมีกระดูกที่แข็งแรง และขอบเปลือกที่ไม่เสียหาย

ตัวชี้วัด: คุณภาพของไข่ตามมาตรฐานที่กำหนด

คุณภาพของไข่: ไข่มีคุณภาพตามมาตรฐาน A

4) อัตราการเจริญเติบโตของไก่: อัตราการเจริญเติบโตของไก่ในระยะเวลาที่กำหนดเป็นตัวชี้วัดสำคัญ ซึ่งอาจส่งผลต่อการผลิตไข่

ตัวชี้วัด: อัตราการเจริญเติบโตของไก่ในระยะเวลาที่กำหนด

อัตราการเจริญเติบโต: เพิ่มน้ำหนักของไก่เฉลี่ยได้ 30 กรัมต่อสัปดาห์

5) อัตราการเกิดการตาย: การลดอัตราการเกิดการตายของไก่เป็นสัญญาณที่ดีว่าระบบการเลี้ยงไก่มีความเหมาะสม

ตัวชี้วัด: อัตราการเกิดการตายของไก่

อัตราการเกิดการตาย: ลดอัตราการเกิดการตายจาก 5% เหลือ 2%

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

การสร้างระบบควบคุมฟาร์มไก่ เริ่มตั้งแต่การศึกษา หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องการออกแบบ ย่อมเกิดปัญหาและอุปสรรค ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้าง ชิ้นงานนั้นสามารถสรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1) ความผิดพลาดในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆ ทำให้ส่งผลต่อระบบในการตรวจวัดเกิดความผิดพลาดและมีความล่าช้า

2) การทดสอบการตรวจวัดทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากทรัพยากรและอุปกรณ์มีจำนวนที่จำกัด

3) ผู้จัดทำโครงงานขาดความชำนาญและประสบการณ์ ทำให้การศึกษาค้นคว้าข้อมูลของเกษตรกรค่อนข้างใช้เวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไข

1) เนื่องจากขาดความรู้ ความชำนาญในการใช้วัสดุอุปกรณ์ จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ

2) เตรียมหรือเพิ่มวัสดุอุปกรณ์มาสำรองไว้ให้ครบถ้วนก่อนลงมือทำโครงงาน เนื่องจากมีทรัพยากรและอุปกรณ์ที่ไม่เพียงพอ

3) ควรเตรียมตัวในการหาข้อมูลเฉพาะในเรื่องที่จะทำ ต้องติดต่อกับผู้ดูแลฟาร์มจริงๆเพื่อขอข้อมูลที่ครอบคลุมต่อการทำโครงงาน เช่น ปัจจัยหลักๆที่จำเป็นต่อการเลี้ยงไก่ไข่ เป็นต้น

5.4 แผนการพัฒนาต่อ

5.4.1 ในส่วนของฮาร์ดแวร์

1) เพิ่มระบบให้อาหารและน้ำได้โดยอัตโนมัติ

2) พัฒนาในส่วนของโมดูลให้สามารถใช้ได้กับหลายๆโรงเรือนหรือกรงไก่ได้

3) สามารถนำไปพัฒนาติดตั้งใช้งานจริงกับงานปศุสัตว์ได้ทุกชนิด

5.4.2 ในส่วนของซอฟต์แวร์

1) สามารถเก็บค่าลงใน Databases ได้

2) เพิ่มระบบการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งาน

3) สามารถทำ Report ออกมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] การเลี้ยงไก่ไข่ (2565)

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.sanook.com/women/229121/

[2] ไมโครคอนโทรลเลอร์ (2560). **ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/webcontest2003/100team/dlnes137/am/Microcontroller.html

[3] Node MCU ESP32 (2563). **Node MCU ESP32 คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://v89infinity.com/esp32/

[4] EEPROM (2557). **EEPROM คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.comgeeks.net/eeprom/index.htm

[5] ระบบ Internet of Things (IoT) (2566)

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://aws.amazon.com/th/what-is/iot/

[6] เซนเซอร์ DHT22 (2560). **เซนเซอร์ DHT22 คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

https://www.slri.or.th/th/index.php?option=com_content&view=article&id=367&Itemid=365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[7] โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) (2558). **โซลีนอยด์วาล์ว คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://blog.pako.co.th/87-solenoid-valve/

[8] หลอดอินแคนเดสเซนต์ (2564). **หลอดอินแคนเดสเซนต์ คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://sciplanet.org/content/7845

[9] หลอด UV (2563). **หลอด UV คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/488

[10] สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (2562). **สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย คืออะไร.**

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://mall.factomart.com/principle-of-switching-power-supply/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้