

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

การปลูกผักสลัดด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ไว้รับประทานเองหรือปลูกไว้ขายเป็นรายได้เสริมนั้นกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะปลูกง่าย ใช้พื้นที่น้อย ประหยัดค่าใช้จ่ายและไม่ต้องดูแลรักษาเป็นพิเศษ แต่ก็พบปัญหาเหมือนกัน เช่น ปัญหาสภาพอากาศ ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้เห็นว่า มีวิธีที่ง่ายกว่านั้น คือ การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ มีประโยชน์หลัก 2 ประการ คือ สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ประการที่สอง คือ พืชหลายชนิดจะให้ผลผลิตได้มากในเวลาที่น้อยกว่าเดิม และในบางครั้งก็มีคุณภาพที่ดีกว่าเดิม การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ เป็นการปลูกที่ไม่ใช้ดินจึงทำให้พืชไม่มีโรคที่เกิดในดิน ไม่มีวัชพืช ไม่ต้องจัดการดิน และยังสามารถปลูกพืชใกล้กันมากได้

ผู้วิจัยจึงนำเทคโนโลยีอาδυโนเข้ามาช่วยสร้างระบบปลูกผักระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติที่สามารถปลูกผักสลัดได้โดยเทคโนโลยีอาδυโน คือบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ AVR (Automatic Voltage Regulator) ที่พัฒนาแบบ Open Source สามารถให้ผู้ใช้งานสามารถนำตัวบอร์ดไปประยุกต์ใช้หรือดัดแปลงได้ตามความสะดวก โดยบอร์ดอาδυโนสามารถต่อกับเซนเซอร์ต่างและวงจรไฟฟ้าต่างๆได้ โดยต่อเข้ากับขา Input / Output ที่มีอยู่ในบอร์ดอาδυโน สามารถเขียนโปรแกรมให้บอร์ดอาδυโนดึงข้อมูล วิเคราะห์และสั่งงานเซนเซอร์และวงจรต่างๆที่ต่อเข้ากับบอร์ดได้ผ่านโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีที่ทางผู้พัฒนาเปิดให้โหลดใช้งานฟรี นอกจากนี้ยังแสดงข้อมูลและสั่งงานผ่านเว็บไซต์ในสมาร์ตโฟนได้ผ่านอินเทอร์เน็ตระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์โดยใช้เทคโนโลยีอาδυโนที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน มีระบบเพาะปลูกแบบ Smart Farm มีการทำงานของระบบดังนี้ นำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาวัดอุณหภูมิเพื่อปล่อยละอองน้ำเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดไว้ ระบบน้ำวนที่ให้น้ำไหลไปตามท่อ PVC ที่เจาะรูไว้สำหรับปลูกผักสลัด ภายในน้ำมีสารอาหารที่ผสมไว้ เพื่อให้สารอาหารในน้ำไปเลี้ยงผักสลัดมีระบบแสดงค่าอุณหภูมิและสถานะต่างๆภายในเครื่องปลูกผักไฮโดโปนิคส์โดยระบบจะแสดงผ่านหน้าจอมอนิเตอร์ที่ได้ติดตั้งไว้ที่เครื่องปลูกผักไฮโดโปนิคส์

ดังนั้น กลุ่มของข้าพเจ้าจึงคิดทำโครงการพัฒนาเครื่องปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในส่วนที่จะพัฒนาคือด้านการรับส่งข้อมูลและแสดงผล โดยระบบที่ใช้ขึ้นคือระบบ LoRa ผู้วิจัย ได้นำระบบ LoRa มาประยุกต์ปรับใช้เพื่อพัฒนาเครื่องปลูกผักไฮโดโปนิคส์ ให้สามารถแสดง ค่าอุณหภูมิ และสถานะต่างๆภายในเครื่องผ่านเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1 เพื่อสร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
- 2 เพื่อทดสอบเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
- 3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1 ขอบเขตเชิงเนื้อหา
 - 1)สร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
 - 2)ใช้ในการบริโภคในครัวเรือน
 - 3)สามารถปลูกได้ครั้งละไม่เกิน 10 ต้น
 - 4)สามารถปลูกผักได้ดังต่อไปนี้ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค บัตเตอร์เฮดเขียว ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก กรีนสลัดโบลว์
- 2 ขอบเขตเชิงพื้นที่
พื้นที่ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้คือแผนกอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1 สร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
- 2 สามารถทดสอบเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
- 3 สามารถปลูกผักเพื่อบริโภคได้ภายในครัวเรือน

1.5 นิยามศัพท์

- 1 เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa คือ เครื่องปลูกผักที่ไม่ใช้ดินแต่ใช้น้ำและสารอาหารภายในน้ำ
- 2 ลอรา คือชื่อเรียกของเทคโนโลยีการมอดูเลชั่นเพื่อเข้ารหัสข้อมูลกับสัญญาณทางไฟฟ้าส่งออกในรูปแบบของคลื่นความถี่วิทยุ
- 3 การมอดูเลต คือกระบวนการนาสัญญาณ ข่าวสารที่มีความถี่ต่ำให้เกาะหรือผสมเข้ากับสัญญาณ คลื่นพาที่มีความถี่สูง สำหรับส่งสัญญาณที่มอดูเลตแล้ว ออกไปไกล ๆ ในการนาสัญญาณข่าวสารกลับคืนมาในภาครับจะต้อง ผ่านกระบวนการสร้างสัญญาณกลับคืนที่เรียกว่า การดีมอดู เลต
- 4 ผักที่นำมาใช้ในเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ มีความต้องการในการเจริญเติบโต เช่น อายุการเก็บเกี่ยว 40-50 วัน อุณหภูมิในการเพาะเมล็ด 16-20 องศา อุณหภูมิเหมาะสมในการปลูก 18-25 องศา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ LoRa และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎีและหลักการต่างๆ จากเอกสารที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 บอร์ด WiFi LoRA 32 (V2) ESP32

2.2 ระบบการใช้งาน

2.3 Gateway on TTN (The Things Network)

2.4 แหล่งจ่ายไฟ

2.1 บอร์ด WiFi LoRA 32 (V2) ESP32

ESP32 เป็นชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ที่มี WiFi และบลูทูธเวอร์ชัน 4.2 ในตัว ซึ่งเป็นรุ่นต่อของชิปไอซี ESP8266 รุ่นยอดนิยม ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน รองรับการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และรองรับไลบรารีส่วนใหญ่ของ Arduino ทำให้สามารถใช้งานได้ง่าย

LoRa เป็นเทคโนโลยีการมอดูเลชั่น หรือการเข้ารหัสสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบเฉพาะ การมอดูเลตแบบ LoRa เป็นลิขสิทธิ์เฉพาะของบริษัท Semtech ที่ผูกขาดลิขสิทธิ์การมอดูเลตแบบ LoRa และเป็นผู้เดียวที่ผลิตชิปไอซีสื่อสารไร้สายที่มีการมอดูเลตแบบ LoRa ได้ การใช้งาน LoRa สามารถใช้งานได้แบบเสรี คือหากมีฮาร์ดแวร์ ก็สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากผู้ให้บริการต่าง ๆ

2.1.1 ส่วนประกอบของบอร์ด WiFi LoRA 32 (V2) ESP32



2.2 ระบบการใช้งาน

2.2.1 Arduino

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน้ หรือ อาดูยโน้) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

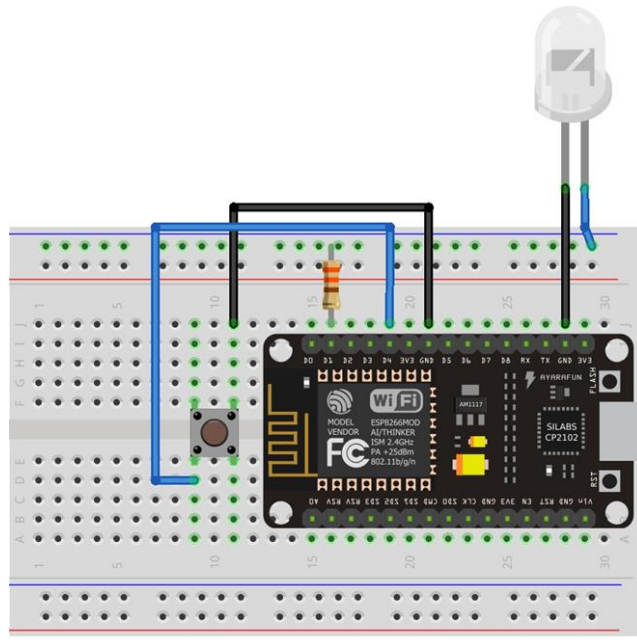
ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเปรียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

ตัวอย่างการใช้งาน

Arduino

```
#define ledPin D1 // GPIO5
#define sw1 D4 // GPIO2
int st_sw = 0;
int st = 0;
int last_st_sw = 1;
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // Set pin mode
  pinMode(sw, INPUT_PULLUP);
}
void loop() {
  st_sw = digitalRead(sw); // Read input port1
  if ((st_sw == 0) && (last_st_sw == 1)) // Check current status
  {
    st = ~st; // Toggle
    digitalWrite(ledPin, st); // Drive LED
    delay(250);
  }
  last_st_sw = st_sw; // Update current status
}
```

เมื่อพิมพ์เสร็จให้ save และทำการ verify และ upload source code ไปยังบอร์ดพัฒนา NodeMCU ESP32



การทำงานของ code ด้านบน

ทุกครั้งที่ท่านทำการกดสวิทช์ หลอดไฟ LED จะมีการสลับการติด-ดับ ในแต่ละครั้งของจังหวะการกด ท่านสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการต่อกับโมดูลรีเลย์ แทนการต่อหลอด LED เพื่อให้รีเลย์ติดดับตามการกดสวิทช์ เพื่อนำไปควบคุมหลอดไฟที่ใช้แรงดันสูงเช่น 220 โวลต์ได้

2.2.2 LoRa

LoRa เป็นเทคโนโลยีการมอดูเลชั่น หรือการเข้ารหัสสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบเฉพาะ การมอดูเลตแบบ LoRa เป็นลิขสิทธิ์เฉพาะของบริษัท Semtech ที่ผูกขาดลิขสิทธิ์การมอดูเลตแบบ LoRa และเป็นผู้เดียวที่ผลิตชิปไอซีสื่อสารไร้สายที่มีการมอดูเลตแบบ LoRa ได้ การใช้งาน LoRa สามารถใช้งานได้แบบเสรี คือหากมีฮาร์ดแวร์ ก็สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากผู้ให้บริการต่าง ๆ

คำว่า “LoRa” ย่อมาจาก Long range มักถูกนำไปใช้เรียกอุปกรณ์ที่ใช้การมอดูเลตแบบ LoRa เนื่องจากอุปกรณ์กลุ่มนี้สามารถสื่อสารด้วยกันได้ โดยจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของระยะห่างระหว่างตัวรับและตัวส่ง อัตราขยายของเสาอากาศ กำลังส่ง และสัญญาณรบกวน สิ่งพื้นฐานเหล่านี้ล้วนเป็นตัวแปรที่ทำให้ระยะในการส่งข้อมูลมีมากขึ้นหรือลดลง รวมถึงความเร็วในการสื่อสาร และการตกหล่นของข้อมูล

2.3 แหล่งจ่ายไฟ

เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้า เป็นคำที่ใช้กันมากที่สุด ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าจากรูปแบบหนึ่ง ไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง หรือที่เรียกว่าอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานรูปแบบหนึ่ง (เช่น พลังงานกล, พลังงานเคมี, พลังงานแสงอาทิตย์) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟแบบควบคุมได้สามารถควบคุม แรงดันหรือกระแสเอาต์พุตให้มีค่าที่คงที่แน่นอน แม้ว่าโหลดจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงที่พลังงานที่อินพุตก็ตาม

แหล่งจ่ายไฟทุกตัวต้องได้รับพลังงานจากแหล่งพลังงานภายนอกเพื่อจ่ายให้โหลดและการบริโภคพลังงานของตัวเองในขณะที่ปฏิบัติงาน แหล่งพลังงานภายนอกจะขึ้นอยู่กับการออกแบบ แหล่งจ่ายไฟอาจจะได้รับพลังงาน

2.4.1 ประเภทของแหล่งจ่ายไฟ

แบตเตอรี่มี 2 ชนิด ได้แก่ แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (แบตเตอรี่ที่ใช้แล้วทิ้ง) ซึ่งถูกออกแบบมาให้ใช้เพียงครั้งเดียวแล้วทิ้ง และแบตเตอรี่ทุติยภูมิ (แบตเตอรี่ชาร์จใหม่ได้) ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อ ชาร์จใหม่ได้หลายครั้ง แบตเตอรี่มีหลายขนาดจากเซลล์ขนาดเล็กที่ใช้ในเครื่องช่วยฟังและนาฬิกาข้อมือ ไปจนถึงขนาดห้องเป็นกลุ่มของแบตเตอรี่ ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ในชุมสายโทรศัพท์และศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.17 แบตเตอรี่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRaผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
2. ขั้นตอนการสร้าง
3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 บอร์ด WiFi LoRA 32 (V2) ESP32

3.1.2 Gateway on TTN (The Things Network)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
2. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่
 - 2.1 แบบสอบถามจากผู้ใช้งานเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
 - 2.2 แบบบันทึกข้อมูลการทำงานเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
 - 2.3 แบบประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
2. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่
 - 2.1 แบบสอบถามจากผู้ใช้งานเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
 - 2.2 แบบบันทึกข้อมูลการทำงานเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
 - 2.3 แบบประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ขั้นตอนการสร้าง เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRaโดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้
 - 1.1 ศึกษาบริบทของ เกษตรกรและผู้ปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ของกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.2 ศึกษาวิธีการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์
 - 1.3 วิเคราะห์องค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาบูรณาการใช้พัฒนาเครื่องมือหรือสร้างเครื่องมือใหม่ที่คาดว่าจะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าของเดิม
 - 1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการสร้าง เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRa และการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1.5 ศึกษาผลงานประดิษฐ์คิดค้นที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ของเราจากเอกสาร ตำรา และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของเว็บไซต์ของกรมทรัพย์สินทางปัญญาเรื่องสิทธิบัตร
 - 1.6 ดำเนินการออกแบบ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRaให้มีรูปแบบเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.7 นำร่างรูปแบบเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRa เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

วิธีดำเนินการศึกษาทดลอง

- 2.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
 - 2.2 กำหนดหลักเกณฑ์ในการออกแบบ
 - 2.3 ออกแบบและสร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRa
 - 2.4 ดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 - 2.5 สร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRa
โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้
- 2.1ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRa คณะผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ บอร์ด WiFi LoRa 32 (V2) ESP32 ,TTN (The Things Network)แหล่งจ่ายไฟดังรายละเอียดที่กล่าวไว้ในบทที่2
 - 2.2 กำหนดหลักเกณฑ์ในการออกแบบ
จากหลักการและเหตุผลที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในหัวข้อ 2.1 คณะผู้จัดทำได้นำมาใช้ในการกำหนดหลักเกณฑ์ในการออกแบบเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบLoRa ดังนี้

2.2.1 เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa ที่สร้างขึ้นต้องสามารถทำได้เองโดยอัตโนมัติของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ในแต่ละวันได้

2.2.2 อำนวยความสะดวกในการใช้งาน โดยใช้ LoRa ส่งข้อมูลไปยังโทรศัพท์

2.2.3 ควรมีต้นทุนในการสร้างต่ำ

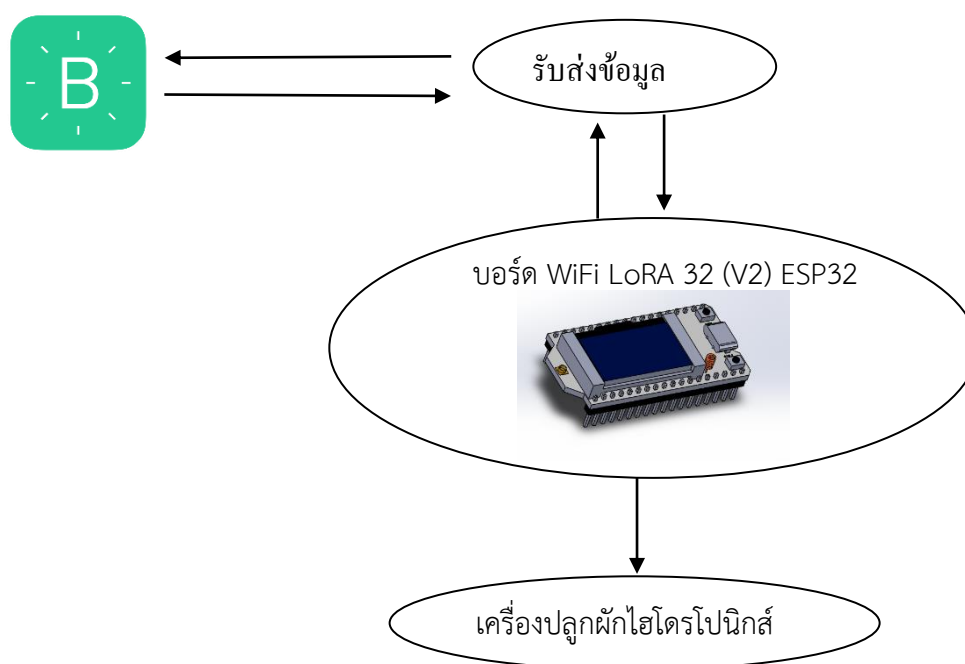
2.2.4 วัสดุที่ใช้ในการสร้างสามารถจัดหาได้ง่าย มีคุณภาพและราคาถูก

2.2.5 มีขนาดเหมาะสม

2.3 ออกแบบและสร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa

การออกแบบและสร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการทดลอง ดังนี้

2.3.1 การสร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa ตั้งแต่การออกแบบโครงสร้างโปรแกรมสำหรับการควบคุมการทำงาน การออกแบบและสร้างวงจรต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดทำเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa และการติดตั้งอุปกรณ์ลงในกล่องเอนกประสงค์



ภาพที่ 3-1 แสดงบล็อกไดอะแกรมส่วนประกอบของเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้จัดทำได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ LoRa ได้ข้อมูล ดังนี้

4.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ LoRa ดังนี้

- 1) ดำเนินการสร้าง เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa ด้วยคำแนะนำของครูที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทดลองให้ใช้งานจริง
- 2) ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ LoRa และบันทึกผลการทดสอบด้วยตนเอง
- 3) รวบรวมข้อมูลจากการทดสอบการทำงาน เพื่อนำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของชิ้นงานต่อไป

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa ปรากฏผลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการทดสอบ และหาประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa

ตอนที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa

ตอนที่ 1 ผลการทดสอบ และหาประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa

ตารางที่ 4.1 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ LoRa จำนวน 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.1.1 สามารถ เปิด/ปิด ผ่านมือถือได้อย่างถูกต้อง

ครั้งที่	สถานะการทดสอบ	
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5		✓
6	✓	
7	✓	
8		✓
9		✓
10	✓	

จากตารางที่ 4.1.1 สามารถ เปิด/ปิด ผ่านมือถือได้อย่างถูกต้องอธิบายได้ว่า
ผล

การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิิกส์ระบบ
LoRa สามารถคิดเป็นร้อยละได้ ดังนี้ สถานะถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 70 และสถานะ
ไม่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 30

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1 เพื่อสร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
- 2 เพื่อทดสอบเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
- 3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

2. ขอบเขตโครงการ

1. สร้างเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRa
2. ใช้ในการบริโภคในครัวเรือน
3. สามารถปลูกได้ครั้งละไม่เกิน 10 ต้น
4. สามารถปลูกผักได้ดังต่อไปนี้ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค บัตเตอร์เฮดเชียว ฟิลเล่ย์

ไอซ์เบิร์ก กรีนสลัดโบลว์

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและทดสอบเครื่องปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบLoRaพบว่าสามารถควบคุมการเปิดปิดปั้มน้ำผ่านระบบLoRa โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้

ข้อเสนอแนะ

- 1.ให้มีอุปกรณ์ตรวจอุณหภูมิน้ำและคุณภาพน้ำ
- 2.ให้มีการวัดระดับน้ำและค่า กรด-เบส
- 3.ให้มีการส่งข้อมูลแบบตลอดเวลาหรือการส่งข้อมูลแบบreal time