



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อย
เพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ

Smart Artificial Lighting Greenhouses for Low Light Areas
to Support Precision Agriculture

ชัยสิทธิ์ วันน้อย

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อย
เพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ

Smart Artificial Lighting Greenhouses for Low Light Areas
to Support Precision Agriculture

ชัยสิทธิ์ วันน้อย	สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นฤมล วันน้อย	สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนประเภท พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)
งบประมาณสนับสนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่องานวิจัย	โรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ
ผู้วิจัย	ชัยสิทธิ์ วันน้อย
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการพัฒนาโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะที่ออกแบบมาเพื่อรองรับพื้นที่ที่มีแสงน้อย โดยใช้เทคโนโลยีไอโอทีในการสนับสนุนการเกษตรแม่นยำ วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือการออกแบบระบบแสงประดิษฐ์อัจฉริยะที่สามารถลดข้อจำกัดของสภาพแสงน้อย เสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืช และทำหน้าที่เป็นต้นแบบสำหรับการเพาะปลูกพืชภายในอาคารในเขตเมือง รวมถึงรองรับการเกษตรแม่นยำในอนาคต ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถควบคุมการเปิดและปิดของหลอดไฟในระบบแสงประดิษฐ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ระบบยังสามารถตรวจวัดและติดตามสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งรวมถึงค่าความชื้น อุณหภูมิอากาศ และความเข้มแสง ทำให้สามารถติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน รวมถึงวิเคราะห์ช่วงเวลาการรับแสงแดดของพืชในแต่ละวันได้อย่างแม่นยำ ระบบสามารถบันทึกช่วงเวลาการรับแสงและปริมาณแสงที่ได้รับในแต่ละวัน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการตัดสินใจเปิด-ปิดแสงประดิษฐ์ เพื่อให้พืชได้รับแสงในช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด อีกทั้งข้อมูลที่บันทึกยังสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการปรับปรุงและเพิ่มผลผลิตของพืชในอนาคตเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ ประสิทธิภาพของระบบได้รับการประเมินโดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมการทำงานของระบบไฟและความแม่นยำของเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดสภาพแวดล้อม ผลการประเมินพบว่า ระบบสามารถสั่งเปิดและปิดหลอดไฟทั้ง 4 ชุดวงจรซ้ำได้สำเร็จ 100% จากการทดสอบ 10 ครั้ง ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนโทรศัพท์มือถือ ในส่วนของความแม่นยำของการตรวจวัดสภาพแวดล้อม ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยในการวัดค่าความชื้นอากาศอยู่ที่ -4.16 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.94 ขณะที่ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ที่ 0.09% และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 ส่วนค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของการวัดอุณหภูมิอากาศอยู่ที่ 0.67 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ และการควบคุมแสงประดิษฐ์ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งต่อยอดศักยภาพของระบบนี้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชและสนับสนุนการเกษตรแม่นยำในอนาคต

คำสำคัญ: โรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะ พื้นที่แสงน้อย การเกษตรแม่นยำ

Research title Smart Artificial Lighting Greenhouses for Low Light Areas to Support Precision Agriculture
Researcher Name Chaisit Wannoi
Department Computer Technology
Phetchabun Rajabhat University **Year** 2025

ABSTRACT

This study investigates the development of an intelligent artificial lighting greenhouse designed for low-light environments to support precision agriculture through the application of IoT technology. The primary objectives of this research are to design an intelligent artificial lighting system that mitigates the limitations of low-light conditions, enhances plant growth, and serves as a prototype for urban indoor farming and precision agriculture applications. The findings of this study demonstrate that the system effectively controls the activation and deactivation of artificial lighting. Additionally, the system enables real-time monitoring of environmental conditions, including humidity, air temperature, and light intensity within the greenhouse. This capability allows users to track and analyze environmental fluctuations, providing valuable insights into the daily light exposure patterns of cultivated plants. Moreover, the system records light exposure durations and intensity throughout the day, facilitating informed decision-making regarding artificial lighting activation to ensure optimal plant growth. Importantly, the collected data serves as a foundational resource for further optimization and yield improvement in precision agriculture. The system's performance was evaluated based on its ability to control the lighting system and the accuracy of its environmental data measurements. The assessment results indicate that the system achieved a 100% success rate in remotely activating and deactivating the four lighting circuits (each tested 10 times) via the Blynk mobile application. In terms of measurement accuracy, the system exhibited an average error of -4.16 for humidity readings, with a standard deviation of 1.94. The air humidity measurement error was recorded at an average of 0.09%, with a standard deviation of 0.74. Additionally, the average error for air temperature readings was 0.67, with a standard deviation of 0.41. These results highlight the system's effectiveness in real-time environmental monitoring and precise lighting control, reinforcing its potential as a viable solution for enhancing crop productivity in precision agriculture.

Keywords: Smart Artificial Lighting Greenhouses, Low Light Areas, Precision Agriculture

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำและการให้คำปรึกษาจากคณาจารย์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งให้คำแนะนำต่าง ๆ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนงานวิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้คำปรึกษาและให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง และทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ทั้งนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากการวิจัยฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชัยสิทธิ์ วันน้อย

19 กุมภาพันธ์ 2568

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 สมมุติฐานและกรอบวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	5
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	7
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 เกษตรแม่นยำและเทคโนโลยีการเกษตรยุคใหม่	8
2.2 เทคโนโลยีแสงประดิษฐ์สำหรับการปลูกพืช	10
2.3 ระบบ IoT และการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน Blynk	12
2.4 หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 ติดต่อประสานชุมชน ลงพื้นที่ ในการสำรวจสภาพปัจจุบันของการเพาะปลูกพืชในโรงเรือน	20
3.2 ออกแบบระบบส่องสว่างแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน	21
3.3 ออกแบบสร้างและทดสอบระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน	23
3.4 ประเมินประสิทธิภาพ และปรับปรุงแก้ไขระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน	34
3.5 เผยแพร่นวัตกรรมเทคโนโลยีต้นแบบและแนวทางพร้อมผลการแก้ไขปัญหา	35
3.6 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ	35
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	35
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	37
4.1 ผลการประเมินความแม่นยำในการสั่งการเปิด-ปิดหลอดไฟบนมือถือ	37
4.2 ผลการประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความชื้นอากาศ	40
4.3 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าอุณหภูมิอากาศ	41
4.4 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความเข้มแสง	41

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุป และอภิปรายผล	43
5.1 สรุปผลการวิจัย	43
5.2 อภิปรายผล	43
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	46
ประวัตินักวิจัย	61

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	คุณสมบัติของ BH1750FVI	26
4.1	ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการสั่งเปิด-ปิด	40
4.2	ค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศ (%)	40
4.3	ค่าความผิดพลาดการอ่านค่าอุณหภูมิอากาศ (°C)	41
4.4	ค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความเข้มแสง (lux)	42

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบการวิจัยโดยรวมของโครงการ	5
1.2 แผนผังวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยรวม	6
2.1 ภาพรวมของการเชื่อมต่อผ่าน Blynk Server	14
3.1 ภายนอกโรงเรียน	20
3.2 ภายในโรงเรียน	21
3.3 การวางตำแหน่งหลอดไฟแอลอีดีภายในโรงเรียน	22
3.4 ตัวประมวลผล ESP8266	23
3.5 เซ็นเซอร์ DHT22	25
3.6 เซ็นเซอร์วัดค่าความเข้มแสง BH1750FVI	26
3.7 ระบบควบคุมแสงประดิษฐ์ในโรงเรียน	28
3.8 ลักษณะการประกอบอุปกรณ์ของชุดระบบลงในกล่อง (ก) ชุด ESP8266 และวงจรขับ (ข) ชุดวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศที่ 1 และ (ค) ชุดวัดค่าความเข้มแสง	29
3.9 Datastreams บน Blynk website	30
3.10 ลักษณะหน้าจอแสดงผลบนมือถือ	30
3.11 ลักษณะหน้าจอโปรแกรม Arduino IDE	31
3.12 LCD Digital Thermometer Temperature Humidity Sensor Temp Meter	34
3.13 PH Tester, Sunlight, Soil Moisture Temperature & Humidity Meter	34
4.1 ลักษณะการติดตั้งระบบทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟทั้ง 4 ชุดวงจร	37
4.2 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรขับที่ 1 สำหรับหลอดแอลอีดีสีเขียว	38
4.3 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรขับที่ 2 สำหรับหลอดแอลอีดีสีแดง	38
4.4 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรขับที่ 3 สำหรับหลอดแอลอีดีสีม่วง	39
4.5 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรขับที่ 4 สำหรับหลอดแอลอีดีสีเหลือง	39

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการลงพื้นที่วิจัยในการศึกษาปัญหาของกลุ่มผู้ผลิตผักอินทรีย์แบบโรงเรือนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงที่เพียงพอ ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าการเพาะปลูกพืชในปัจจุบันนั้นทางกลุ่มได้ประสบปัญหามากมายจากการแปรปรวนของธรรมชาติ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนซึ่งทำให้มีการบดบังของเมฆค่อนข้างมากซึ่งบางครั้งก็เป็นเวลานานทั้งวัน และบางพื้นที่ก็มีการบดบังจากต้นไม้ใหญ่และสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ของเกษตรกรที่มีน้อยและไม่สามารถตัดทำลายต้นไม้ใหญ่และรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ ซึ่งทำให้พืชเพาะปลูกนั้นได้รับแสงแดดนั้นเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชเท่าที่ควรและยังถูกทำลายจากแมลงหรือศัตรูพืชเพิ่มเติม ใบพืชจะลดการผลิตคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้ใบซีดลงจนกลายเป็นสีเหลือง หรือขาว กิ่งก้านยาวออกไปในทิศทางที่มีแสง ปล้องระหว่างใบ (internodes) ของพืชจะยืดยาว ผลัดใบเก่ามากกว่าปกติ

ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดจะทำอย่างไรเพื่อช่วยแก้ไขปัญหากลุ่มเกษตรกรได้ ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในการพัฒนาเทคโนโลยีการสร้างโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะขึ้นมา ซึ่งโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะนั้นจะมีการตรวจวัดค่าความเข้มแสงตลอดเวลาเพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณแสงของโรงเรือนที่ได้รับปริมาณแสงแดดในช่วงเวลาที่ปกติเพื่อชดเชยการจ่ายแสงประดิษฐ์ให้พืชได้ปรุงอาหารให้เพียงพอกับความต้องการซึ่งเป็นแสงที่รวมสเปกตรัมทางแสงที่พืชต้องการเช่น สีแดง สีน้ำเงิน นอกจากนี้ระบบยังสามารถเลือกสี หรือสเปกตรัมของแสงเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ดูแลแล้วต้องการให้พืชสร้างการเจริญเติบโตส่วนใดเช่น ใบ ดอก กิ่งก้านลำต้น ซึ่งแสงที่ใช้จะไม่เหมือนกันเช่น แสงสีแดง ช่วยสังเคราะห์แสง เป็นสีที่พืชดูดซับมากที่สุด ส่งเสริมการงอกของเมล็ดพืชหรือ ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด และยังส่งผลต่อการออกดอกของพืช, แสงสีน้ำเงิน แสงสีคราม แสงสีม่วง ช่วยสังเคราะห์แสง ช่วยการตอบสนองของพืชต่อแสงในเรื่องการเบนหรือโค้งงอเข้าหาแสงของพืช, แสงสีม่วง/ส้ม ช่วยการงอกของเมล็ด และ แสงสีแดงไกล (Far Red) มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ด เป็นต้น และถ้าหากไม่ต้องการแสงในการสร้างการเจริญเติบโตให้แก่พืชแต่อยากไล่ศัตรูพืชเช่นแมลงที่อาจหลุดเข้ามา ผู้ดูแลก็สามารถเลือกสีหรือสเปกตรัมทางแสงที่สามารถไล่แมลงได้เช่น แสงสีเหลืองสำหรับไล่แมลง เป็นต้น โดยระบบสามารถควบคุมได้ในระยะไกลด้วยเทคโนโลยีไอโอที ที่สำคัญยังสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการปลูกพืชในอาคารที่ไม่มีแสงธรรมชาติสำหรับคนเมืองและมีพื้นที่น้อยแต่ต้องการปลูกพืชไว้ทานกินเองได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในโครงการวิจัยนั้นได้แบ่งวัตถุประสงค์หลักออกเป็นดังนี้

1.2.1 เพื่อสร้างโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ

1.2.2 เพื่อลดผลกระทบและเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืชเพาะปลูก

1.2.3 เพื่อใช้เป็นเครื่องต้นแบบแสงประดิษฐ์สำหรับการปลูกพืชในอาคารสำหรับชุมชนเมือง และรองรับการเกษตรแม่นยำ

1.3 สมมุติฐานและกรอบวิจัย

แนวคิดการศึกษาวิจัย : หากพืชได้รับแสงไม่เพียงพอ ใบพืชจะลดการผลิตคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้ใบซีดลงจนกลายเป็นสีเหลือง หรือขาว กิ่งก้านยาวออกไปในทิศทางที่มีแสง ปล้องระหว่างใบ (internodes) ของพืชจะยืดยาว ผลัดใบเก่ามากกว่าปกติ ซึ่งแนวทางในการแก้ไขและเป็นที่ยอมรับคือระบบแสงประดิษฐ์ซึ่งจะช่วยให้พืชนั้นสามารถสังเคราะห์แสงได้ต่อเนื่องและยังสามารถผลิตแสงเฉพาะเพื่อให้สามารถเสริมสร้างการเจริญเติบโตเฉพาะด้านได้ ซึ่งในงานวิจัยได้พัฒนาระบบแสงประดิษฐ์โดยได้นำเทคโนโลยีไอโอทีเข้ามาช่วยในการควบคุมเพื่อความสะดวกสบายของเกษตรกรและในการวิจัยนั้นได้เพิ่มฟังก์ชันในการควบคุมระบบโดยได้ออกแบบให้ทำงานร่วมกับแสงธรรมชาติโดยใช้เซนเซอร์ทางแสงในการตรวจวัดปริมาณแสงและระยะการได้รับแสงของพืชเพื่อสั่งการทำงานของแสงประดิษฐ์เพื่อให้ได้รับแสงชดเชยให้เพียงพอโดยเปรียบเทียบกึ่งแสงที่ได้รับในสภาวะปกติ

ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย : ทฤษฎีหลักในการศึกษาวิจัยคือการปลูกพืชด้วยแสงประดิษฐ์ ซึ่งการปลูกพืชด้วยแสงประดิษฐ์ เป็นการเพาะปลูกพืชผักในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพอากาศ สภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืชได้มากที่สุด โดยใช้เทคโนโลยีหลอดไฟ LED เพื่อให้แสงแก่พืชทดแทนแสงอาทิตย์ รวมถึงมีการใช้ระบบอัจฉริยะต่าง ๆ เข้ามาควบคุมกระบวนการเพาะปลูก การบริหารจัดการพืชผัก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สะอาด ปลอดภัยและมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น โดยองค์ประกอบสำคัญสำหรับการศึกษาวิจัยโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยคือ หลอดไฟฟ้า LED ซึ่ง หลอด LED นั้นสามารถปรับเปลี่ยนอัตราส่วนสเปกตรัมของสีน้ำเงินกับสีแดงให้เหมาะกับโครงสร้างคลอโรฟิลล์ของพืชในการสังเคราะห์แสง และต้องสามารถปรับความเข้มของแสงได้ด้วย หลอด LED ให้ค่าความสว่างต่อวัตต์มากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดหลอดจึงประหยัดพลังงานมากกว่า

เมื่อเปิดใช้งานแล้วมีความร้อนน้อย ช่วยประหยัดพลังงานในอาคารได้ มีอายุการใช้งานนาน มีความปลอดภัยในเรื่องสารปรอท รั่วสี และการกะพริบของหลอด

พื้นฐานความรู้การออกแบบระบบไอโอที (Internet of Thing) เพื่อใช้ในการควบคุมระยะไกล การพัฒนาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ ไอโอที (IoT) ซึ่ง ไอโอที หมายถึง เครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่น ๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ผังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยความสำคัญของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) จะช่วยให้ภาคธุรกิจหรือบุคคลทั่วไปได้รับทราบข้อมูลเชิงลึกและสามารถควบคุมข้อมูลของวัตถุและสิ่งแวดลอม และนอกจากนั้น IoT ยังช่วยให้ภาคธุรกิจและผู้คนได้เชื่อมต่อเข้ากับโลกและสภาพแวดล้อมรอบตัว อีกทั้งยังสามารถทำงานหรือดำเนินกิจการได้อย่างมีประสิทธิภาพและคล่องแคล่วมากขึ้น ซึ่งสถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งซึ่งทั่วไป ระบบการสร้างผลิตภัณฑ์หรือบริการโดยใช้เทคโนโลยี IoT จำเป็นต้องมีองค์ประกอบของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เข้ามาสนับสนุน

การติดต่อสื่อสารและการทำงานที่สัมพันธ์กันซึ่งประกอบด้วย สมอองฝิงตัวและเซนเซอร์ เกตเวย์และเครือข่าย ส่วนสนับสนุนการบริการ แอปพลิเคชัน

1.3.1 สมมติฐานงานวิจัย

การศึกษาวิจัยโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ ทีมผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยโดยระบบจะทำงานร่วมกับแสงธรรมชาติ หากแสงจากธรรมชาติไม่เพียงพอระบบจะทำการจ่ายพลังงานแสงประดิษฐ์ซึ่งเป็นแสงประดิษฐ์ชนิดรวมสเปกตรัมแสงที่สำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของพืชโดยระบบจะทำการเปรียบเทียบช่วงระยะเวลาในการรับแสงของพืชในสภาวะปกติเพื่อให้พืชได้รับแสงในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงเท่าเดิม และการทำงานของระบบนั้นสามารถระบุสีของแสงแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตเฉพาะส่วนให้กับพืชรวมถึงการป้องกันแมลงให้กับพืชด้วย ซึ่งประกอบไปด้วยแสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีเหลือง โดยระบบสามารถควบคุมได้ออกแบบให้สามารถควบคุมในระยะใกล้ได้ด้วยเทคโนโลยีไอโอที นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบแสงประดิษฐ์สำหรับการปลูกพืชในอาคารสำหรับชุมชนเมืองและรองรับการเกษตรแม่นยำในการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืชเฉพาะส่วนได้เช่น ใบ ความสูงของต้น กิ่งก้านสาขาของพืช เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง : แสงประดิษฐ์และเทคโนโลยีไอโอทีนั้นได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในทางด้านเกษตรค่อนข้างมากอย่างเช่น

วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีที่ควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า ซึ่งได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ดตลอดจนการออกแบบโครงสร้าง โรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก 2 ส่วนคือการทดสอบในส่วนของระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิต ของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยน าก่อนเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบจำนวน 300 ก้อนและเปรียบเทียบประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือน

บัณฑิตพงษ์ ศรีอานวย, สราวุธ แผลงศร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร , พิมพ์ใจ สีหะนาม ได้ทำการศึกษาการออกแบบระบบสมาร์ฟฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มมะนาว จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบนวัตกรรมการเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสำหรับฟาร์มมะนาว โดยมีเซ็นเซอร์วัดค่า ข้อมูลของฟาร์มมะนาว โดยกำหนดไว้ 4 ค่า คือ 1) Temperature 2) Humidity 3) Moisture 4) PH.

ธรัช อารีราษฎร์ และ วรภา อารีราษฎร์ ได้พัฒนาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ด ในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ ซึ่งองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน ได้แก่ ระบบควบคุม ระบบการจ่ายน้ำภายในโรงเรือน ระบบ การกระจายความร้อนในโรงเรือน ระบบดูดอากาศออกจากโรงเรือน และ ระบบการสร้างความร้อนใน โรงเรือน

กิตติธัช รัตนโชติ และ ฉัตรชัย มานะดี ได้ทำการศึกษามวลของหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกันสีแดง ขาวและน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตของพืช ในระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งได้ทำการทดลองภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 26 ± 1 องศาเซลเซียส ใช้เวลาทดลอง 7 วัน /รอบ การปลูก ให้แสงเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ตัวแปรที่แสดงการเจริญเติบโตของต้นอ่อนประกอบด้วย ความหนาลำต้น ความยาวลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณความชื้นของต้นอ่อนทานตะวัน พบว่า ต้นอ่อนทานตะวันมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดด้านความยาวลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ คือกลุ่มที่มีอัตราส่วนจำนวนหลอดแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินเท่ากับ 1:0:1 ซึ่งสามารถใช้ทดแทนแสงธรรมชาติในฤดู ที่มีแสงน้อยได้

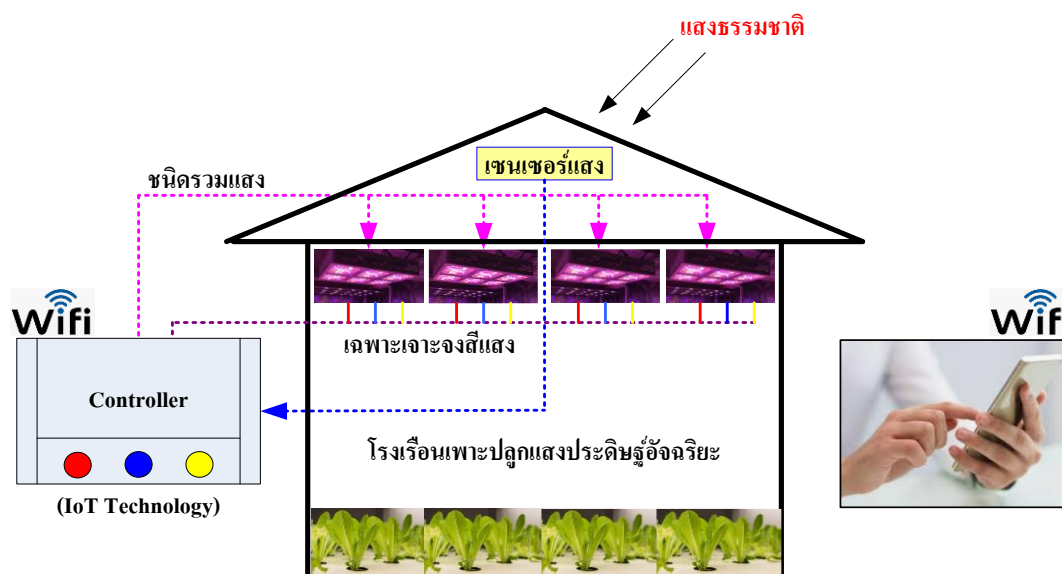
สุธิดา รอกกระโทก ได้ทำการศึกษามวลของแสง LED ต่อการงอกของเมล็ดการเจริญเติบโตผลผลิต และการสะสม สารต้านอนุมูลอิสระของพืช จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าเมล็ดพืชแต่ละชนิดตอบสนองต่อคุณภาพแสง โดยมีผลต่อ กระบวนการงอกและกิจกรรมเอนไซม์ α -amylase แตกต่างกัน และพบว่ามีความเข้มข้นแสงที่ส่งผลจำเพาะกับ ชนิดของพืช สำหรับต้นอ่อนพืชพบว่า การให้แสงสีแดงร่วมกับสีน้ำเงินที่ความเข้มแสง $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ มีแนวโน้มให้การสะสมปริมาณฟีนอลสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการทดสอบผลของแสงสีแดงร่วมกับสีน้ำเงินที่ให้ความเข้มแสงเพิ่มขึ้น เพื่อวัดผลผลิต และปริมาณฟีนอลในต้นอ่อนพืชต่อไป

เทพสุดา รุ่งรัตน์ และ ณัฐชัย แก้วอุทุม ได้ทำการศึกษามวลของแสงธรรมชาติและแสงจาก light-emitting diode (LED) ต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องในข้าว โดยผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้แสง LED ที่ความเข้มแสงอย่างน้อย $800\text{--}1,000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ส่งผลให้ข้าวจำนวน 3 พันธุ์จากทั้งหมด 5 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวหอม-SP RD10 และ RB มีปริมาณคลอโรฟิลล์ a และ b เพิ่มขึ้น มีความเขียวใบมากขึ้น มี ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุดที่มากกว่าข้าวที่ปลูกโดยได้รับแสงธรรมชาติซึ่งสอดคล้องกันในทุกลักษณะที่ทำการศึกษาดังนั้น การประยุกต์ใช้แสง LED เพื่อกระตุ้นให้ต้นข้าวมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น มีปริมาณการสร้างรงควัตถุและสารออกฤทธิ์ที่สำคัญเพิ่มขึ้นสำหรับการสกัดสารสำคัญต่าง ๆ จากต้นข้าวและผลผลิตจากข้าวนั้นจัดว่ามีความเป็นไปได้สูงมาก อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยยังจำเป็นต้องศึกษาถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์กับการตอบสนองต่อแสง LED และศึกษาถึงกลไกการตอบสนอง ทางสรีรวิทยา และปริมาณสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อไป อีกทั้งเพื่อเป็นการรองรับความต้องการบริโภคอาหาร เพื่อสุขภาพของประชากรในอนาคต

1.3.2 กรอบวิจัย

ในการศึกษาวิจัยโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ ทีมผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการวิจัยโดยระบบจะทำงานร่วมกับแสงธรรมชาติ หากแสงจากธรรมชาติไม่เพียงพอระบบจะทำการจ่ายพลังงานแสงประดิษฐ์ซึ่งเป็นแสงประดิษฐ์ชนิดรวมสเปกตรัมแสงที่สำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของพืชโดยระบบจะทำการเปรียบเทียบช่วงระยะเวลาในการรับแสงของพืชในภาวะปกติเพื่อให้พืชได้รับแสงในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงเท่าเดิม นอกจากนี้ในการทำงานของระบบยังสามารถระบุสีของแสงแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตเฉพาะส่วนให้กับพืชรวมถึงการป้องกันแมลงให้กับพืชด้วย ซึ่งประกอบไปด้วยแสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน

และแสงสีเหลือง โดยระบบสามารถควบคุมได้ในระยะไกลด้วยเทคโนโลยีไอโอที โดยกรอบการวิจัยนั้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบการวิจัยโดยรวมของโครงการ

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยการพัฒนาโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำได้กำหนดระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัยนั้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1.2 โดยจากรูปที่ 1.2 สามารถอธิบายระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

1.4.1 ติดต่อประสานชุมชน ลงพื้นที่ ในการสำรวจสภาพปัจจุบันของการเพาะปลูกพืชในโรงเรือน ผลกระทบและ ปัญหาในการเพาะปลูก พร้อมสำรวจขนาดโรงเรือนและระบบการเพาะปลูก

- ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลความกว้าง ความยาว ความสูงของตัวโรงเรือน และความสูงของจุดติดตั้งหลอดประดิษฐ์ อีกทั้งรูปแบบการปลูกแปลงผักเช่น รูปแบบการปลูกผักแบบยกแปลงปลูกในการเก็บข้อมูลต้องตรวจวัดความสูงของแปลงผัก นอกจากนี้ตรวจวัดตำแหน่งของแปลงผักเพื่อออกแบบการจัดวางตำแหน่งของหลอดแสงประดิษฐ์เพื่อใช้ในการออกแบบ

1.4.2 ออกแบบสร้างและทดสอบระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน

- ในการออกแบบจะทำการออกแบบในห้องทดลองเพื่อทดสอบความถูกต้องของแสงและความเข้มแสงพร้อมรูปแบบการกระจายแสง และขนาดของพื้นที่ที่แสงกระจายที่ระดับความสูงต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบการติดตั้งในโรงเรือน รวมถึงระบบตรวจวัดปริมาณแสงแดดและระยะเวลาในการรับแสงแดดเพื่อใช้ในการชดเชยการได้รับแสงแดดของพืชโดยเปรียบเทียบกับช่วงวันเวลาที่ได้รับแสงแดดปกติ

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจวัดปริมาณแสงแดดจะทำการสอบเทียบกับเครื่องมือวัดที่ได้รับมาตรฐานในการตรวจวัดเพื่อสร้างความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

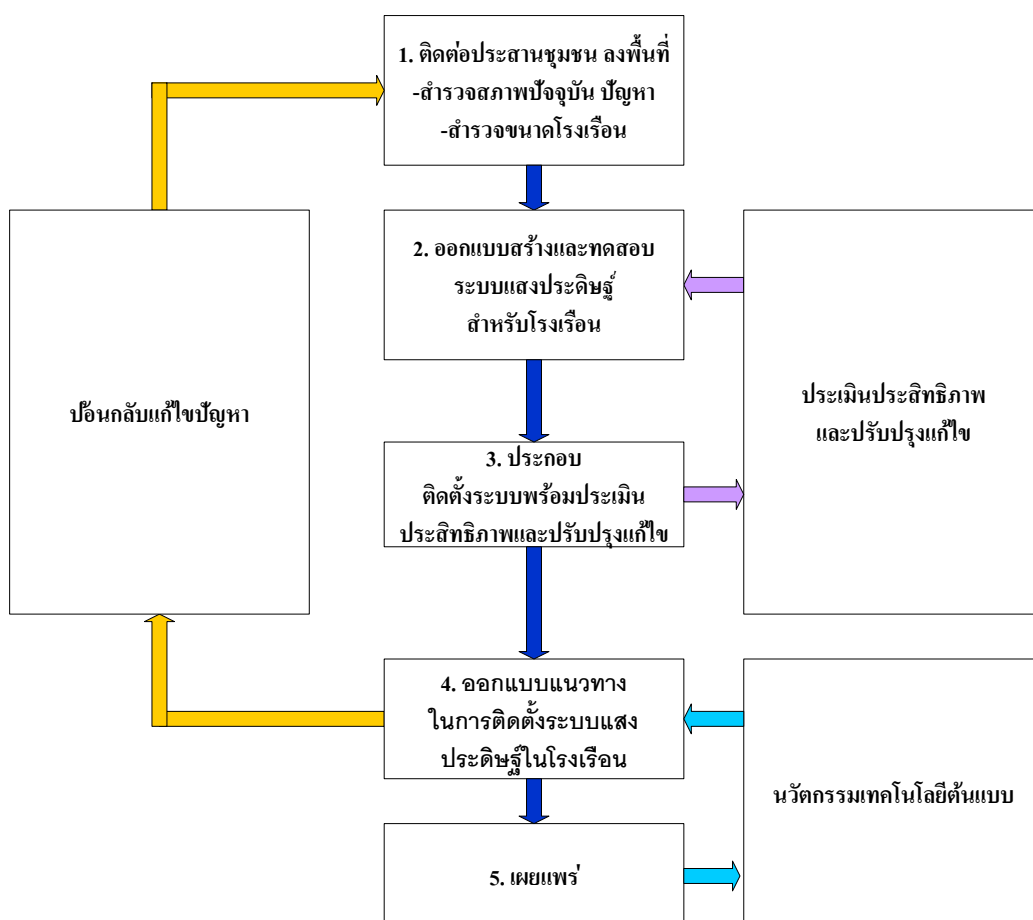
1.4.3 ติดตั้งระบบพร้อมประเมินประสิทธิภาพ และปรับปรุงแก้ไขระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน

-ติดตั้งระบบในพื้นที่จริงเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง เพื่อให้ผลการทำงานจริงในสถานที่จริงเพื่อการแก้ไขและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและให้เหมาะสมกับสถานที่จริง

1.4.4 ออกแบบแนวทางในการติดตั้งระบบแสงประดิษฐ์ในโรงเรือน

1.4.5 เผยแพร่นวัตกรรมเทคโนโลยีต้นแบบและแนวทางพร้อมผลการแก้ไขปัญหา

-ทำการเผยแพร่นวัตกรรมเทคโนโลยีต้นแบบโดยการอธิบายเชิงปฏิบัติการ ในการทำงานของเครื่องและข้อมูลในการตรวจวัดพร้อมผลการทำงานของเครื่องสู่กลุ่มเกษตรกรเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาในการปลูกพืชในพื้นที่แสงน้อยรวมถึงแนวทางในการประยุกต์การใช้งานในกลุ่มพืชผักที่ต้องการปริมาณแสงมาก ๆ หรือต้องการเร่งการเจริญเติบโตของพืชเฉพาะส่วนเช่น ใบ ความสูงของต้น กิ่งก้านสาขาของพืช เป็นต้น



ภาพที่ 1.2 แผนผังวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยรวม

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.5.1 เรียลไทม์ (Real time)

หมายถึง ระบบปฏิบัติการเวลาจริง หรือการตอบสนองทันที โดยลักษณะสำคัญที่สุดของระบบปฏิบัติการเวลาจริงจะต้องตอบสนองโดยทันทีต่อกระบวนการเวลาจริงในไม่ช้าเท่ากระบวนการนั้นต้องการ

1.5.2 สมาร์ทโฟน (Smartphone)

คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความสามารถเพิ่มเติมเหนือจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วไปซึ่งเปรียบเสมือนเป็นคอมพิวเตอร์พกพาที่สามารถเชื่อมต่อความสามารถหลักของโทรศัพท์มือถือเข้ากับโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์ ผู้ใช้สามารถติดตั้งโปรแกรมเสริมสำหรับเพิ่มความสามารถของโทรศัพท์ตัวเอง โดยรูปแบบนั้นขึ้นอยู่กับของโทรศัพท์และระบบปฏิบัติการ

1.5.3 แอปพลิเคชันบลิง (Blynk application)

หมายถึง แอปพลิเคชันที่ได้ออกแบบมาให้สามารถทำงานบน Smartphone ที่มี widgets ต่างๆ สำหรับการแสดงผลและการควบคุมอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ได้

1.5.4 ไอโอที (Internet of Things: IoT)

หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวที่มีจำนวนมากมายที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อแบ่งปันข้อมูลกับสิ่งอื่น ๆ ในระบบได้

1.5.5 ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system)

หมายถึง ระบบประมวลผล ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ฝังไว้ในอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความสะดวก ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.6.1 ได้ระบบและแนวทางในการสร้างโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ

1.6.2 ได้ลดผลกระทบและเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืชเพาะปลูก

1.6.3 ได้เครื่องต้นแบบแสงประดิษฐ์สำหรับการปลูกพืชในอาคารสำหรับชุมชนเมืองและรองรับการเกษตรแม่นยำ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาโรงเรียนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อย เพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ โดยเนื้อหาในบทนี้จะประกอบไปด้วย เนื้อหาทฤษฎีทางด้านระบบการเกษตรแม่นยำและเทคโนโลยีการเกษตรยุคใหม่ ระบบแสงประดิษฐ์ ระบบไอโอที แอปพลิเคชันบลิง (Blynk Application) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

2.1 เกษตรแม่นยำและเทคโนโลยีการเกษตรยุคใหม่

เกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) เป็นแนวคิดที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเข้ามาจัดการการเกษตรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ลดการใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็น และเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามเป้าหมาย โดยเทคโนโลยีหลักที่ใช้ในเกษตรแม่นยำประกอบด้วย ระบบตรวจสอบข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing), เทคโนโลยี IoT, ปัญญาประดิษฐ์ (AI), การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และระบบอัตโนมัติ

2.1.1 องค์ประกอบของเกษตรแม่นยำ

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลเป็นหัวใจสำคัญของเกษตรแม่นยำ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น

- อากาศยานไร้คนขับ (Drone) ใช้ในการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกเพื่อวิเคราะห์สุขภาพพืช
- เซ็นเซอร์ IoT ตรวจสอบปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และระดับสารอาหาร
- ภาพถ่ายดาวเทียม ช่วยในการวิเคราะห์สภาพพื้นที่ทางภูมิศาสตร์และพืชผลในระดับมหภาค
- เครื่องจักรอัจฉริยะ ที่มีระบบตรวจวัดผลผลิตแบบเรียลไทม์

2) การวิเคราะห์และการประมวลผลข้อมูล

-ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Big Data และ AI เพื่อระบุแนวโน้มของผลผลิต พยากรณ์โรคพืช และกำหนดแผนการจัดการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

3) ระบบควบคุมและบริหารจัดการ

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกใช้ในการตัดสินใจเพื่อควบคุมระบบเกษตรกรรม เช่น:

- ระบบให้น้ำอัจฉริยะ (Smart Irrigation) ช่วยลดการใช้น้ำและเพิ่มผลผลิต
- เครื่องจักรกลอัตโนมัติ (Autonomous Machinery) เช่น รถแทรกเตอร์อัตโนมัติ และโดรนพ่นปุ๋ย

หุ่นยนต์เก็บเกี่ยวผลผลิต ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 เทคโนโลยีสำคัญในเกษตรแม่นยำ

1) Internet of Things (IoT)

IoT เชื่อมต่อเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถรับข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ เช่น เซ็นเซอร์วัดความชื้น, อุณหภูมิ, ค่า pH ของดิน และสามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

2) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และแมชชีนเลิร์นนิง (Machine Learning)

AI ถูกใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และช่วยให้เกษตรกรสามารถ คาดการณ์ผลผลิต, วิเคราะห์สุขภาพพืช และบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างแม่นยำ

3) ระบบจีพีเอสและโดรน

-GPS ช่วยนำทางเครื่องจักรการเกษตรให้ทำงานอย่างแม่นยำ

-โดรน ใช้ถ่ายภาพทางอากาศเพื่อตรวจสอบสุขภาพของพืชผลและใช้ในการพ่นปุ๋ยหรือยาฆ่าแมลง

4) Big Data และระบบคลาวด์

ข้อมูลการเกษตรถูกจัดเก็บในระบบคลาวด์ เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถ วิเคราะห์แนวโน้ม, คาดการณ์สภาพอากาศ และวางแผนการผลิตได้ดีขึ้น

2.1.3 ประโยชน์ของเกษตรแม่นยำ

1) ลดต้นทุนการผลิต โดยใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

2) เพิ่มผลผลิต และปรับปรุงคุณภาพของสินค้าเกษตร

3) ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมี

4) บริหารจัดการฟาร์มได้ง่ายขึ้น ด้วยระบบอัตโนมัติและข้อมูลเชิงลึก

2.1.4 ตัวอย่างการใช้งานจริง

1) การจัดการน้ำอัจฉริยะในแคลิฟอร์เนีย

เกษตรกรในรัฐแคลิฟอร์เนียใช้ IoT และ AI ในระบบชลประทานเพื่อลดการใช้น้ำและเพิ่มผลผลิตขององุ่นและอัลมอนด์

2) หุ่นยนต์เก็บผลไม้ในญี่ปุ่น

บริษัทญี่ปุ่นพัฒนา หุ่นยนต์เก็บเกี่ยวสตรอว์เบอร์รี ที่สามารถตรวจจับความสุกของผลไม้และเก็บเกี่ยวโดยไม่ทำลายผลผลิต

3) ระบบวิเคราะห์ดินแบบเรียลไทม์ในเนเธอร์แลนด์

เกษตรกรใช้ เซ็นเซอร์วิเคราะห์ดิน เพื่อกำหนดปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ ลดการใช้สารเคมีที่เกินความจำเป็น

เกษตรแม่นยำเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการเกษตรสมัยใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น IoT, AI, Big Data และระบบอัตโนมัติ เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งในอนาคต แนวโน้มของเกษตรแม่นยำจะมุ่งไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่ซับซ้อนมากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านอาหารของโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2.2 เทคโนโลยีแสงประดิษฐ์สำหรับการปลูกพืช

การใช้แสงประดิษฐ์ในการปลูกพืชเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมา ด้วยความก้าวหน้าทางไฟฟ้าแสงสว่างและวิทยาศาสตร์พืช การใช้แสงประดิษฐ์สามารถช่วยให้พืชเติบโตได้ดีขึ้น เพิ่มผลผลิต และปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถใช้แสงธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ เช่น โรงเรือนและฟาร์มแนวตั้ง

2.2.1 หลักการพื้นฐานของแสงที่มีผลต่อพืช

แสงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พืชใช้คลื่นแสงในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกันเพื่อกระตุ้นการเติบโตและพัฒนาโครงสร้างต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบสำคัญได้แก่

- 1) ความยาวคลื่นของแสง - พืชตอบสนองต่อแสงในช่วงที่ต่างกัน ได้แก่
 - แสงสีน้ำเงิน (400–500 นาโนเมตร) ช่วยในการเจริญเติบโตของใบและลำต้น
 - แสงสีแดง (600–700 นาโนเมตร) กระตุ้นการออกดอกและการสังเคราะห์แสง
 - แสงสีเขียว (500–600 นาโนเมตร) มีผลน้อยที่สุดต่อพืช แต่ช่วยให้กระจายแสงไปยังส่วนลึกของพืชได้ดีขึ้น
- 2) ความเข้มของแสง - ความเข้มแสงที่เหมาะสมมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสงและอัตราการเจริญเติบโตของพืช
- 3) ระยะเวลาการให้แสง (Photoperiodic) – พืชบางชนิดต้องการช่วงเวลาที่กำหนดของแสงและความมืดเพื่อกระตุ้นการออกดอกและการเจริญเติบโต

2.2.2 ประเภทของแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์

- 1) หลอดไฟเรืองแสง (Fluorescent Lamp)

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่นิยมใช้ในอดีต มีราคาถูกและสามารถใช้ได้กับพืชที่ต้องการแสงระดับต่ำถึงปานกลาง อย่างไรก็ตาม มีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพและการแผ่พลังงานความร้อน
- 2) หลอดไอปรอทความดันสูง (High-Pressure Sodium Lamp, HPS)

ไฟ HPS ให้แสงในช่วงสีแดงเป็นหลัก ซึ่งมีประโยชน์ต่อการออกดอกและการสร้างผลผลิตพืช แต่มีข้อเสียคือให้ความร้อนสูงและมีอายุการใช้งานที่จำกัด
- 3) หลอดไฟ LED (Light Emitting Diodes)

เทคโนโลยี LED เป็นนวัตกรรมสำคัญในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากสามารถเลือกความยาวคลื่นได้อย่างแม่นยำ ลดการใช้พลังงาน และมีอายุการใช้งานยาวนาน นอกจากนี้ LED ยังสามารถตั้งค่าแสงที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดได้อย่างยืดหยุ่น

โดยข้อดีของไฟ LED สำหรับการปลูกพืช ได้แก่

 - ประสิทธิภาพพลังงานสูง - LED ใช้พลังงานน้อยกว่าหลอดไฟประเภทอื่นแต่ให้แสงที่มีคุณภาพสูง

-สามารถปรับแต่งสเปกตรัมแสงได้ – โดยสามารถปรับแต่งความยาวคลื่นของ LED ให้เหมาะสมกับแต่ละช่วงของการเติบโตของพืช

-ให้ความร้อนต่ำ - ลดปัญหาความร้อนสะสมในระบบปลูกพืชในร่ม ทำให้ควบคุมอุณหภูมิได้ง่ายขึ้น

-อายุการใช้งานยาวนาน - หลอด LED มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดไฟประเภทอื่น ทำให้ลดต้นทุนในการเปลี่ยนหลอดไฟบ่อยครั้ง

-สามารถควบคุมความเข้มแสงได้อย่างแม่นยำ - ระบบควบคุมแสง LED สามารถปรับระดับความเข้มแสงได้ตามความต้องการของพืช

2.2.3 คุณภาพและสีของแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

1) แสงสีน้ำเงิน (Blue Light: 400-500 นาโนเมตร)

แสงสีน้ำเงินมีบทบาทสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงและการพัฒนาโครงสร้างพืช โดยเฉพาะในระยะต้นกล้าและการพัฒนาใบ มีงานวิจัยที่ระบุว่าแสงสีน้ำเงินช่วยเพิ่มการสะสมของคลอโรฟิลล์ และกระตุ้นการเปิดปากใบ ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Hernández & Kubota, 2016)

2) แสงสีแดง (Red Light: 600-700 นาโนเมตร)

แสงสีแดงมีความสำคัญอย่างมากต่อการกระตุ้นการออกดอกและการเจริญเติบโตของราก โดยพบว่าการใช้แสงสีแดงร่วมกับแสงสีน้ำเงินในอัตราส่วนที่เหมาะสมช่วยให้พืชมีอัตราการเติบโตสูงขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของพืช (Massa et al., 2008)

3) แสงสีเขียว (Green Light: 500-600 นาโนเมตร)

แม้ว่าแสงสีเขียวจะถูกดูดกลืนน้อยกว่าสีอื่น ๆ โดยคลอโรฟิลล์ในพืช แต่ก็มีบทบาทในการเจริญเติบโต โดยเฉพาะในการเจาะทะลุใบไม้และช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์แสงในชั้นใบที่ลึกกว่า (Kim et al., 2004)

4) แสงอินฟราเรด (Far-Red Light: 700-800 นาโนเมตร)

แสงอินฟราเรดมีบทบาทสำคัญในกระบวนการโฟโตมอร์โฟเจเนซิส (Photo morphogenesis) และช่วยกระตุ้นการยืดตัวของลำต้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างพืชที่เหมาะสม

5) แสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Light: 280-400 นาโนเมตร)

แสงอัลตราไวโอเลตช่วยกระตุ้นการผลิตสารประกอบฟีนอลิกและแอนโทไซยานิน ซึ่งมีบทบาทในการป้องกันแมลงและเชื้อโรค รวมถึงช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของพืชบางชนิด (Wargent & Jordan, 2013)

2.2.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแสงประดิษฐ์ในปัจจุบัน

1) โรงเรือนอัจฉริยะ (Smart Greenhouse)

โรงเรือนสมัยใหม่ใช้แสง LED ควบคู่กับระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อให้พืชสามารถเติบโตได้ในสภาวะที่เหมาะสมตลอดโรงเรือนอัจฉริยะ (Smart Greenhouse) เป็นระบบการปลูกพืชที่ใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์และระบบอัตโนมัติในการควบคุมปัจจัยแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ

ความชื้น และแสงไฟประดิษฐ์ ไฟ LED เป็นหัวใจสำคัญของโรงเรือนอัจฉริยะ เนื่องจากสามารถควบคุมสเปกตรัมแสงให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดได้อย่างแม่นยำ

งานวิจัยโดย Li et al. (2021) พบว่าไฟ LED สีแดงและสีน้ำเงินในอัตราส่วนที่เหมาะสมสามารถเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงและการสะสมคาร์โบไฮเดรตในพืชผักใบได้ถึง 30% เมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

นอกจากนี้ การใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติร่วมกับ IoT (Internet of Things) ช่วยให้สามารถปรับความเข้มของแสง LED ได้ตามการเติบโตของพืชแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากถึง 40% ตามรายงานของ Wang et al. (2020)

งานวิจัยโดย Jones et al. (2022) ยังระบุว่า การใช้ AI วิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ภายในโรงเรือนสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชไร่ได้ถึง 25% โดยลดการใช้ทรัพยากรน้ำและสารอาหารลง 15% ทั้งปี

2) ฟาร์มแนวตั้ง (Vertical Farming)

ฟาร์มแนวตั้งใช้แสงประดิษฐ์เป็นหลักในการให้พลังงานแก่พืช ซึ่งช่วยให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่จำกัดได้ โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ที่มีพื้นที่เกษตรกรรมจำกัด

3) การปลูกพืชในอวกาศ

NASA และหน่วยงานวิจัยด้านอวกาศได้ศึกษาเทคโนโลยีแสง LED เพื่อใช้ในการปลูกพืชในอวกาศ โดยเน้นการเลือกความยาวคลื่นที่เหมาะสมเพื่อให้พืชเติบโตในสภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำ

เทคโนโลยีแสงประดิษฐ์ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ไปจนถึง LED และระบบอัจฉริยะ ปัจจุบัน เทคโนโลยีนี้ไม่ได้ใช้เพียงเพื่อให้พืชสามารถเติบโตได้เท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มผลผลิต ควบคุมคุณภาพ และปรับให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน การพัฒนาในอนาคตจะเน้นไปที่การใช้ AI, IoT และแสงเลเซอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโตของพืชต่อไป

2.3 ระบบ IoT และการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน Blynk

2.3.1 บทนำ

Internet of Things (IoT) เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างอัตโนมัติ IoT ถูกนำมาใช้ในหลายอุตสาหกรรม ตั้งแต่ภาคการเกษตร อุตสาหกรรม ไปจนถึงระบบอัตโนมัติภายในบ้าน และในปัจจุบัน มีแพลตฟอร์มที่ช่วยให้การพัฒนา IoT เป็นเรื่องง่ายขึ้น หนึ่งในนั้นคือ Blynk ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ IoT ผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือได้อย่างสะดวก

2.3.2 แนวคิดของระบบ IoT

องค์ประกอบหลักของระบบ IoT ระบบ IoT ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่

1) อุปกรณ์ (Devices/Things) – ได้แก่เซ็นเซอร์และตัวกระตุ้น (Actuators) เช่น เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ กล้องวงจรปิด รีเลย์สวิตช์

2) การเชื่อมต่อ (Connectivity) – ใช้โปรโตคอลการสื่อสาร เช่น Wi-Fi, LoRa, Bluetooth, MQTT หรือ HTTP

3) การประมวลผลข้อมูล (Data Processing & Analytics) – ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ โดยอาจใช้ AI หรือ Machine Learning

4) แอปพลิเคชันผู้ใช้ (User Interface) – แอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมหรือดูข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT

2.3.3 โปรโตคอลที่ใช้ในระบบ IoT

1) MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) – โปรโตคอลสื่อสารแบบ lightweight ที่นิยมใช้ใน IoT

2) HTTP/HTTPS – ใช้สำหรับส่งข้อมูลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์

3) CoAP (Constrained Application Protocol) – โปรโตคอลที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ที่มีพลังงานต่ำ

2.3.4 แอปพลิเคชัน Blynk และการทำงาน

Blynk เป็นแพลตฟอร์ม IoT ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาโซลูชัน IoT ได้ง่าย โดยไม่ต้องมีความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชัน Blynk รองรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ต่าง ๆ เช่น Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi และ NodeMCU

1) ส่วนประกอบของ Blynk

-Blynk App แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับควบคุมอุปกรณ์ IoT

-Blynk Server เซิร์ฟเวอร์กลางที่รับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และแอปพลิเคชัน

-Blynk Library ไลบรารีที่ใช้สำหรับพัฒนาโค้ดเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเชื่อมต่อกับ Blynk ได้

2) ข้อดีของ Blynk

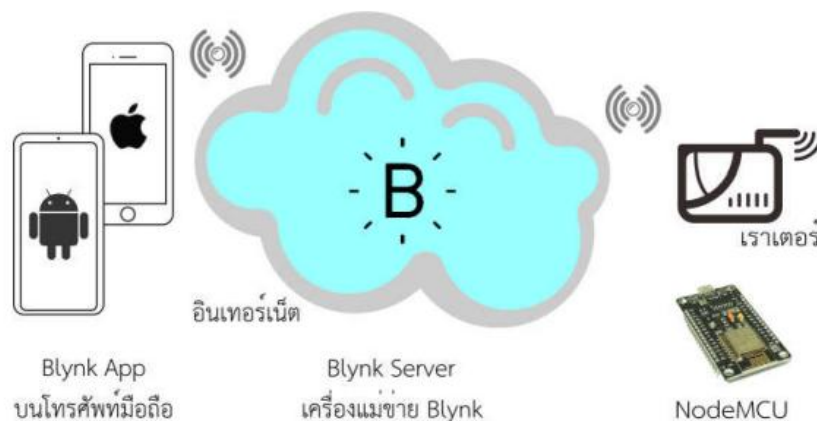
-ใช้งานง่าย มีอินเทอร์เฟซแบบลากวาง (Drag and Drop)

-รองรับหลายแพลตฟอร์ม ใช้งานได้กับบอร์ดหลายประเภท

-รองรับการทำงานแบบเรียลไทม์ สามารถตรวจสอบสถานะอุปกรณ์แบบทันที

-รองรับการแจ้งเตือน (Notifications) สามารถตั้งค่าให้แจ้งเตือนผ่านแอปหรืออีเมลได้

แอปพลิเคชันบลิ๊งค์ (Application Blynk) เป็นชื่อโดยรวมของการบริการให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานเครื่องแม่ข่าย คือ Blynk Server ที่เป็น IoT Cloud ซึ่ง ถูกพัฒนามาจากภาษา Java ทำให้สามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น Windows, Mac หรือ Linux โดยเครื่องแม่ข่าย (Blynk Server) พัฒนาเป็นแบบเปิด (open-source) ภายใต้ลิขสิทธิ์แบบ GNU ทำให้สามารถนำ Blynk ไปใช้งานประกอบการสร้างนวัตกรรมเพื่อการค้า แก๊ว ไข่ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแจกจ่ายได้ ซึ่งสามารถดูภาพรวมของระบบได้ตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมของการเชื่อมต่อผ่าน Blynk Server

2.3.5 การประยุกต์ใช้ Blynk กับ IoT

- 1) ระบบควบคุมอัตโนมัติในบ้านอัจฉริยะ (Smart Home)
 - เปิด/ปิดไฟผ่านแอป Blynk
 - ตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิภายในบ้านผ่านเซ็นเซอร์ DHT11/DHT22
 - ควบคุมประตูด้วยรีเลย์และเซ็นเซอร์ Hall Effect
- 2) ระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture)
 - ควบคุมระบบให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน
 - ตรวจสอบคุณภาพอากาศและอุณหภูมิภายในโรงเรือน
 - ใช้โดรนพ่นปุ๋ยโดยควบคุมผ่าน Blynk

2.3.6 วิธีการใช้งาน Blynk ร่วมกับ ESP8266/ESP32

- 1) การติดตั้งไลบรารี
 - ติดตั้ง Arduino IDE
 - ติดตั้ง Blynk Library ผ่าน Library Manager
 - เลือกบอร์ดเป็น ESP8266 หรือ ESP32
- 2) ตัวอย่างโค้ดเบื้องต้นสำหรับ ESP8266

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "YOUR_BLYNK_AUTH_TOKEN";
char ssid[] = "YOUR_WIFI_SSID";
char pass[] = "YOUR_WIFI_PASSWORD";
```

```

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
}
void loop()
{
  Blynk.run();
}

```

3) การเชื่อมต่อ Widget กับฮาร์ดแวร์

- เปิดแอป Blynk และสร้างโครงการใหม่
- เพิ่มปุ่ม (Button) และตั้งค่าให้ควบคุมพินดิจิทัล (เช่น D2)
- ทดสอบโดยกดปุ่มเพื่อเปิด/ปิด LED

ระบบ IoT และ Blynk เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลายภาคส่วน เช่น บ้านอัจฉริยะ เกษตรอัจฉริยะ และระบบพลังงานแสงอาทิตย์ Blynk ช่วยให้การพัฒนาแอปพลิเคชัน IoT เป็นเรื่องง่ายขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะด้านการพัฒนาแอปขั้นสูง และในอนาคตเทคโนโลยีนี้จะถูกพัฒนาให้มีความสามารถที่มากขึ้นโดยการผสาน AI และระบบเครือข่าย 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ IoT ในระดับที่สูงขึ้น

2.4 หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ IoT) กำลังเปลี่ยนแปลงวงการเกษตรกรรมสมัยใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการควบคุมแสงประดิษฐ์เพื่อการปลูกพืช เทคโนโลยีนี้ช่วยให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรผ่านการควบคุมแสงที่แม่นยำแบบอัตโนมัติ ระบบ IoT สามารถนำมาใช้ร่วมกับแหล่งกำเนิดแสง เช่น ไฟ LED เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ (Smart Greenhouse) และฟาร์มแนวตั้ง (Vertical Farming)

2.4.1 หลักการของระบบ IoT ในการควบคุมแสงประดิษฐ์

การนำ IoT มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมแสงประดิษฐ์สำหรับการปลูกพืชอาศัยองค์ประกอบหลักต่อไปนี้:

- 1) เซ็นเซอร์ (Sensors) - ใช้ตรวจวัดสภาพแวดล้อม เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ และความชื้น เพื่อปรับระดับแสงให้เหมาะสม
- 2) ตัวควบคุมกลาง (Microcontroller/Edge Device) - ประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์และสั่งงานอุปกรณ์แสงประดิษฐ์

3) ระบบเชื่อมต่อและเครือข่าย (Connectivity & Communication) - ใช้โปรโตคอล เช่น Wi-Fi, LoRa, Zigbee หรือ MQTT เพื่อเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ

4) ซอฟต์แวร์และอัลกอริธึมควบคุมแสง (Software & Light Control Algorithms) - ควบคุมการเปิด-ปิดแสง ปรับความเข้ม และกำหนดช่วงเวลาแสงให้เหมาะสม

5) ระบบคลาวด์และการวิเคราะห์ข้อมูล (Cloud Computing & Data Analytics) - ใช้ AI และ Machine Learning วิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมและพัฒนาารูปแบบการให้แสงที่เหมาะสม

2.4.2 การออกแบบระบบ IoT สำหรับควบคุมแสงประดิษฐ์

1) การเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสง

แสง LED เป็นตัวเลือกหลักในการนำมาใช้ร่วมกับ IoT เนื่องจากสามารถควบคุมความยาวคลื่นและความเข้มแสงได้อย่างแม่นยำ หลอด LED ที่สามารถปรับแต่งสเปกตรัมได้ (Tunable LED) ทำให้สามารถสร้างสภาพแสงที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด

2) ระบบเซ็นเซอร์ตรวจสอบสภาพแวดล้อม

ระบบเซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบควบคุมแสง IoT ประกอบด้วย

- เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง (Light Sensor/Lux Meter) – ใช้เพื่อตรวจสอบว่าพืชได้รับแสงที่เพียงพอหรือไม่

- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature & Humidity Sensors) – ป้องกันอุณหภูมิและความชื้นที่มากเกินไปซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของพืช

- เซ็นเซอร์วัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2 Sensor) – ควบคุมการสังเคราะห์แสงของพืชให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3) ระบบควบคุมและการตัดสินใจ

ระบบควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น ESP8266, ESP32 หรือ Raspberry Pi ในการประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์และสั่งงานแหล่งกำเนิดแสง อัลกอริทึม Machine Learning อาจถูกนำมาใช้เพื่อปรับรูปแบบการให้แสงอัตโนมัติตามสภาพแวดล้อม

4) ระบบการเชื่อมต่อและส่งข้อมูล

การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ใช้โปรโตคอลการสื่อสาร เช่น

- Wi-Fi ใช้ในระบบที่ต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยตรง

- LoRaWAN เหมาะสำหรับพื้นที่การเกษตรที่อยู่ห่างไกล

- MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) ใช้สำหรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ไปยังคลาวด์หรือแอปพลิเคชัน

5) ระบบแสดงผลและควบคุมจากระยะไกล

ระบบ IoT สามารถแสดงข้อมูลและให้ผู้ใช้ควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน (Mobile App) เว็บแดชบอร์ด (Web Dashboard) และระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE หรือ Telegram

2.4.3 การประยุกต์ใช้ IoT ในโรงเรือนอัจฉริยะ

1) การเพิ่มประสิทธิภาพการให้แสงแบบไดนามิก

ระบบ IoT สามารถปรับระดับแสงโดยอัตโนมัติให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดและช่วงเวลาของวัน ตัวอย่างเช่น การใช้แสงสีน้ำเงินในช่วงเช้าและแสงสีแดงในช่วงเย็นเพื่อกระตุ้นการเติบโตของพืช

2) การลดต้นทุนพลังงาน

IoT สามารถช่วยลดต้นทุนพลังงานผ่านการใช้ระบบอัจฉริยะ เช่น การปรับระดับแสงตามสภาพอากาศ หรือใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟ LED เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหลัก

3) การควบคุมสภาพแวดล้อมแบบรวมศูนย์

ระบบ IoT สามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอื่น ๆ เช่น ระบบรดน้ำอัตโนมัติ ระบบหมอกเพิ่มความชื้น และระบบระบายอากาศ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับพืช

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในการออกแบบและควบคุมแสงประดิษฐ์ช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการการปลูกพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดต้นทุนพลังงาน และเพิ่มผลผลิต เทคโนโลยีนี้ยังเปิดโอกาสให้สามารถพัฒนาเกษตรกรรมแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) ซึ่งช่วยให้การผลิตพืชมีคุณภาพสูงขึ้นและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในอนาคต การรวม AI และ Big Data เข้ากับ IoT จะทำให้ระบบเหล่านี้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตัวเอง ทำให้การควบคุมแสงเพื่อการเกษตรมีประสิทธิภาพสูงสุด

โดยแนวทางการออกแบบระบบ IoT สำหรับควบคุมแสงประดิษฐ์ในโรงเรือนสามารถสรุปได้ดังนี้

1) องค์ประกอบของระบบ

-ฮาร์ดแวร์

1.เซ็นเซอร์ตรวจวัดแสง (Light Sensor, LDR หรือ TSL2561): ใช้วัดความเข้มของแสงในโรงเรือน

2.เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22 หรือ SHT31): ใช้ตรวจสอบสภาพแวดล้อมที่อาจส่งผลต่อความต้องการแสงของพืช

3.บอร์ดควบคุม (ESP8266 หรือ ESP32): ใช้เป็นตัวประมวลผลและเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

4.รีเลย์ (Relay Module): ใช้สำหรับเปิด-ปิดระบบไฟส่องสว่าง

5.LED Grow Light: แหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสมสำหรับพืช

2) ซอฟต์แวร์

-Blynk หรือ MQTT ใช้เป็นแพลตฟอร์มสำหรับแสดงข้อมูลและควบคุมระบบผ่านสมาร์ทโฟน

-Arduino IDE หรือ PlatformIO ใช้สำหรับเขียนและอัปโหลดโค้ดควบคุม

-Cloud Server (Firebase หรือ AWS IoT Core) ใช้จัดเก็บและประมวลผลข้อมูล

3) การออกแบบระบบ

-โครงสร้างระบบ

- 1.เซ็นเซอร์ตรวจวัดแสงและสภาพแวดล้อมส่งข้อมูลไปยัง ESP32/ESP8266
- 2.บอร์ดประมวลผลข้อมูลและตัดสินใจเปิด-ปิดแสงตามค่าที่ตั้งไว้
- 3.รีเลย์ควบคุมการเปิด-ปิด LED Grow Light ตามคำสั่งจากบอร์ด
- 4.ระบบสามารถส่งข้อมูลไปยัง Cloud และแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน
- 5.ผู้ใช้สามารถตั้งค่าหรือควบคุมแสงผ่านแอปพลิเคชัน

-อัลกอริธึมการควบคุมแสง

- 1.ตรวจสอบค่าความเข้มแสงจากเซ็นเซอร์
- 2.หากแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ ให้เปิด LED Grow Light
- 3.ปรับความเข้มของแสงโดยใช้ PWM (Pulse Width Modulation)
- 4.ปิดไฟอัตโนมัติเมื่อแสงธรรมชาติถึงระดับที่กำหนด
- 5.บันทึกข้อมูลการทำงานเพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม

-การเชื่อมต่อเครือข่ายและระบบควบคุมระยะไกล

- 1.ใช้ Wi-Fi เป็นหลักสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
- 2.ใช้โปรโตคอล MQTT สำหรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และคลาวด์
- 3.มีโหมดออฟไลน์สำหรับควบคุมในกรณีที่ไม่มีอินเทอร์เน็ต

ระบบ IoT สำหรับควบคุมแสงประดิษฐ์ในโรงเรือนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยการปรับแสงให้เหมาะสมตามสภาพแวดล้อม ระบบนี้สามารถปรับแต่งให้เหมาะกับพืชแต่ละชนิดและมีความสามารถในการควบคุมระยะไกลเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับเกษตรกร

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสงประดิษฐ์และเทคโนโลยีไอโอทีนั้นได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในทางด้านเกษตรค่อนข้างมากอย่างเช่น

วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า ซึ่งได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ดตลอดจนการออกแบบโครงสร้าง โรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก 2 ส่วนคือการทดสอบในส่วนของระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิต ของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยน ก้อนเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบ จำนวน 300 ก้อนและเปรียบเทียบประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือน

บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย, สราวุธ แผลงสร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร , พิมพ์ใจ สีหะนาม ได้ทำการศึกษาการออกแบบระบบสมาร์ตฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มมะนาว จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบนวัตกรรมการเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสำหรับฟาร์มมะนาว โดยมีเซ็นเซอร์วัดค่า

ข้อมูลของฟาร์มมะนาว โดยกำหนดไว้ 4 ค่า คือ 1) Temperature 2) Humidity 3) Moisture 4) PH.

ธรัช อารีราษฎร์ และ วรปภา อารีราษฎร์ ได้พัฒนาระบบไอโอที่สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ด ในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ ซึ่งองค์ประกอบของระบบไอโอที่สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน ได้แก่ ระบบควบคุม ระบบการจ่ายน้ำภายในโรงเรือน ระบบ การกระจายความร้อนในโรงเรือน ระบบดูดอากาศออกจากโรงเรือน และ ระบบการสร้างความร้อนใน โรงเรือน

กิตติธัช รัตนโชติ และ ฉัตรชัย มานะดี ได้ทำการศึกษาผลของหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกันสีแดง ขาวและน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตของพืช ในระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งได้ทำการทดลองภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 26 ± 1 องศาเซลเซียส ใช้เวลาทดลอง 7 วัน /รอบการปลูก ให้แสงเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ตัวแปรที่แสดงการเจริญเติบโตของต้นอ่อนประกอบด้วย ความหนาลำต้น ความยาวลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณความชื้นของต้นอ่อนทานตะวัน พบว่า ต้นอ่อนทานตะวันมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดด้านความยาวลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ คือกลุ่มที่มีอัตราส่วนจำนวนหลอดแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินเท่ากับ 1:0:1 ซึ่งสามารถใช้ทดแทนแสงธรรมชาติในฤดู ที่มีแสงน้อยได้

สุธิดา รอกกระโทก ได้ทำการศึกษาผลของแสง LED ต่อการงอกของเมล็ดการเจริญเติบโต ผลผลิต และการสะสม สารต้านอนุมูลอิสระของพืช จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าเมล็ดพืชแต่ละชนิดตอบสนองต่อคุณภาพแสง โดยมีผลต่อ กระบวนการงอกและกิจกรรมเอนไซม์ α -amylase แตกต่างกันไป และพบว่ามีความสัมพันธ์ความเข้มแสงที่ส่งผลจำเพาะกับ ชนิดของพืช สำหรับต้นอ่อนพืชพบว่าการให้แสงสีแดงร่วมกับสีน้ำเงินที่ความเข้มแสง $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ มีแนวโน้มให้การสะสมปริมาณฟีนอลสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการทดสอบผลของแสงสีแดงร่วมกับสีน้ำเงินที่ให้ความเข้มแสงเพิ่มขึ้น เพื่อวัดผลผลิตและปริมาณฟีนอลในต้นอ่อนพืชต่อไป

เทพสุตา รุ่งรัตน์ และ ณัฐชัย แถวอุทุม ได้ทำการศึกษาผลของแสงธรรมชาติและแสงจาก light-emitting diode (LED) ต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องในข้าว โดยผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้แสง LED ที่ความเข้มแสงอย่างน้อย $800\text{--}1,000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ส่งผลให้ข้าวจำนวน 3 พันธุ์จากทั้งหมด 5 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวHOM-SP RD10 และ RB มีปริมาณคลอโรฟิลล์ a และ b เพิ่มขึ้น มีค่าความเขียวใบมากขึ้น มี ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุดที่มากกว่าข้าวที่ปลูกโดยได้รับแสงธรรมชาติซึ่งสอดคล้องกันในทุกลักษณะที่ทำการศึกษาดังนั้น การประยุกต์ใช้แสง LED เพื่อกระตุ้นให้ต้นข้าวมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น มีปริมาณการสร้างรงควัตถุและสารออกฤทธิ์ที่สำคัญเพิ่มขึ้นสำหรับการสกัดสารสำคัญต่าง ๆ จากต้นข้าวและผลผลิตจากข้าวนี้จัดว่ามีความเป็นไปได้สูงมาก อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยยังจำเป็นต้องศึกษาถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์กับการตอบสนองต่อแสง LED และศึกษาถึงกลไกการตอบสนอง ทางสรีรวิทยา และปริมาณสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อไป อีกทั้งเพื่อเป็นการรองรับความต้องการบริโภคอาหาร เพื่อสุขภาพของประชากรในอนาคต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยการพัฒนาโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำได้กำหนดระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัยนั้น สามารถอธิบายระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

1. ติดต่อประสานชุมชน ลงพื้นที่ ในการสำรวจสภาพปัจจุบันของการเพาะปลูกพืชในโรงเรือน ผลกระทบและ ปัญหาในการเพาะปลูก พร้อมสำรวจขนาดโรงเรือนและระบบการเพาะปลูก
2. ออกแบบระบบส่องสว่างแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน
3. ออกแบบสร้างและทดสอบระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน
4. ติดตั้งระบบพร้อมประเมินประสิทธิภาพ และปรับปรุงแก้ไขระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน
5. สรุปเผยแพร่นวัตกรรมเทคโนโลยีต้นแบบและแนวทางพร้อมผลการแก้ไขปัญหา โดยในแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมได้ดังนี้

3.1 ติดต่อประสานชุมชน ลงพื้นที่ ในการสำรวจสภาพปัจจุบันของการเพาะปลูกพืชในโรงเรือน



ภาพที่ 3.1 ภายนอกโรงเรือน

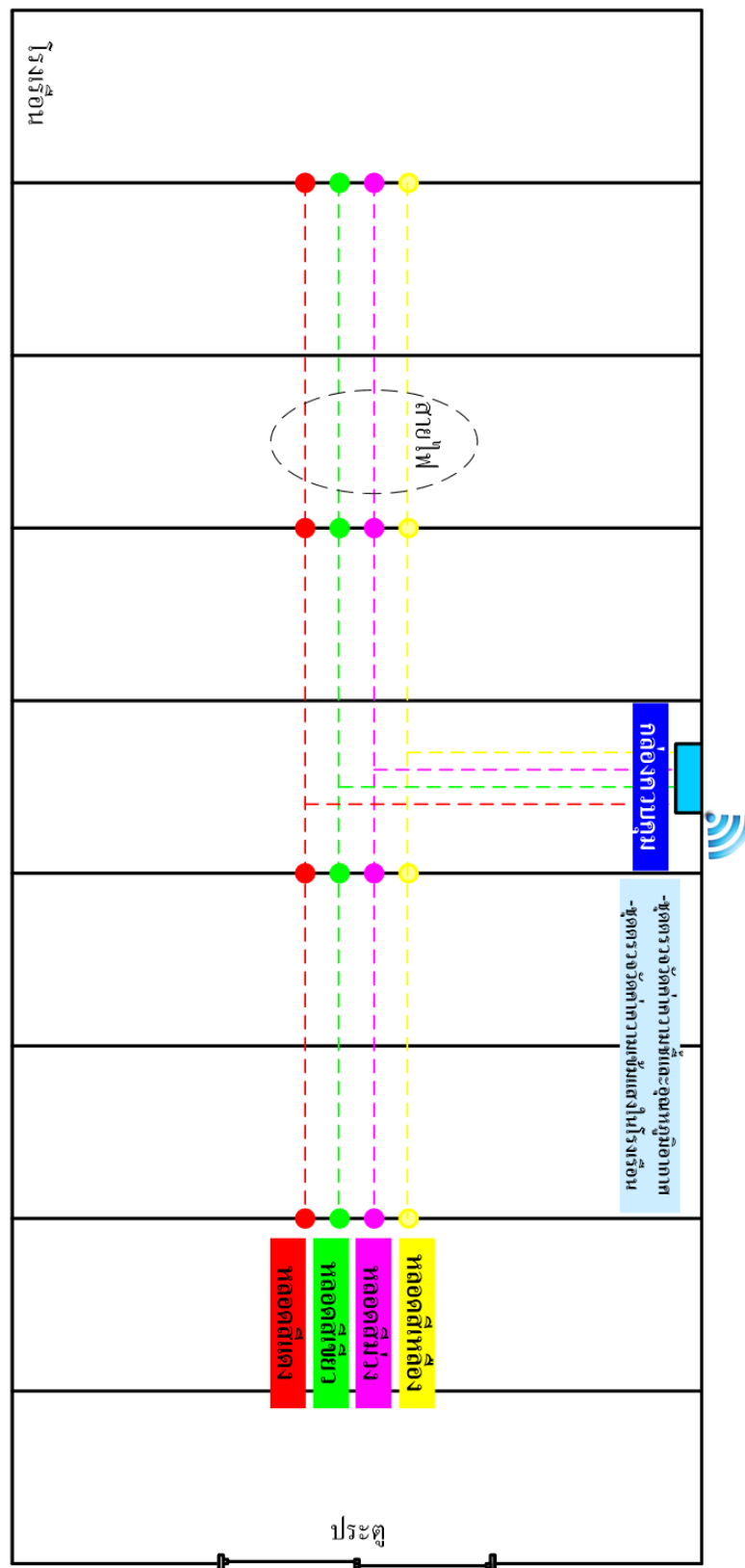


ภาพที่ 3.2 ภายในโรงเรือน

ขั้นตอนนี้เป็นการติดต่อประสานชุมชน ลงพื้นที่ ในการสำรวจสภาพปัจจุบันของการเพาะปลูกพืชในโรงเรือน ผลกระทบและ ปัญหาในการเพาะปลูก พร้อมสำรวจขนาดโรงเรือนและระบบการเพาะปลูก ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลความกว้าง ความยาว ความสูงของตัวโรงเรือน และ ความสูงของจุดติดตั้งหลอดประดิษฐ์ อีกทั้งรูปแบบการปลูกแปลงผักเช่น รูปแบบการปลูกผักแบบยกแปลงปลูกในการเก็บข้อมูลต้องตรวจวัดความสูงของแปลงผัก นอกจากนี้ตรวจวัดตำแหน่งของแปลงผักเพื่อออกแบบการจัดวางตำแหน่งของหลอดแสงประดิษฐ์เพื่อใช้ในการออกแบบโดยลักษณะโรงเรือนดังได้แสดงในภาพที่ 3.1 และ 3.2

3.2 ออกแบบระบบส่องสว่างแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน

ในการออกแบบระบบส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพื่อให้ได้ความเข้มแสงและการกระจายแสงให้ทั่วทั้งโรงเรือนดังนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการติดตั้งในโรงเรือนดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยในการติดตั้งนั้นจะทำการติดตั้ง 4 จุด จุดละ 4 หลอดด้วยกัน ประกอบด้วย หลอดแอลอีดีสีแดง สีเขียว สีม่วง และสีเหลือง โดยจะมีชุดควบคุมในการสั่งเปิดและปิด นอกจากนี้ยังมีหน่วยในการตรวจวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิอากาศ รวมถึงค่าความเข้มแสงภายในโรงเรือน การควบคุมเปิดแลปิดหลอดไฟ และค่าที่ตรวจวัดนี้ส่งการและแสดงผลบนมือถือบนแอปพลิเคชันบลิง



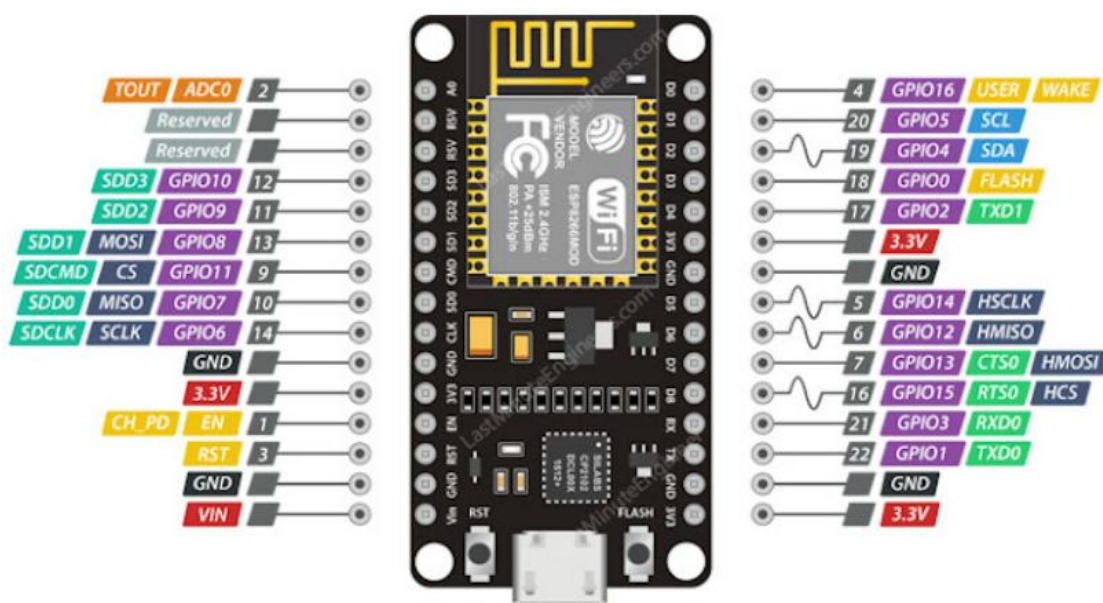
ภาพที่ 3.3 การวางตำแหน่งหลอดไฟแอลอีดีภายในโรงเรือน

3.3 ออกแบบสร้างและทดสอบระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน

ในการศึกษาวิจัยการพัฒนาโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำนั้น การทำงานของระบบได้ใช้เทคโนโลยีไอโอทีเป็นฐานในการออกแบบโดยให้สามารถสั่งการและเฝ้าติดตามผ่านมือถือได้ ซึ่งการออกแบบได้ใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันบลิง

3.3.1 ตัวประมวลผล

ในส่วนชุดประมวลผลในการออกแบบได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ในการออกแบบโดย ESP8266 นั้นมีความสามารถใการเชื่อมต่อ WIFI และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดย ESP8266 สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ตัวประมวลผล ESP8266

(ที่มา: <https://nodemcurobot.blogspot.com/2019/05/esp8266-nodemcu-arduino-ide.html>)

ในส่วนหน้าที่และตำแหน่งขาต่าง ๆ สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

-Power Pins มีพินพลังงาน 4 พิน ได้แก่ พิน Vin หนึ่งพิน และพิน 3.3V สามพิน สามารถใช้พิน Vin เพื่อจ่ายแหล่งจ่ายไฟให้กับ ESP8266 และอุปกรณ์ต่อพ่วงได้โดยตรงหากคุณมีแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 5V ที่ได้รับการควบคุม โดยพิน 3.3V เป็นเอาต์พุตของตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าออนบอร์ด พินเหล่านี้สามารถใช้เพื่อจ่ายพลังงานให้กับส่วนประกอบภายนอกได้เช่นกัน

I2C Pins ใช้สำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ I2C และอุปกรณ์ต่อพ่วงทุกประเภทในโปรเจกต์ของคุณ รองรับทั้ง I2C Master และ I2C Slave สามารถใช้ฟังก์ชันอินเทอร์เฟซ I2C ได้โดยทางโปรแกรมและความถี่สัญญาณนาฬิกาคือ 100 kHz ที่สูงสุด ควรสังเกตว่าความถี่สัญญาณนาฬิกา I2C ควรสูงกว่าความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ช้าที่สุดของอุปกรณ์สลาฟ

-GPIO Pins ESP8266 NodeMCU มีพิน GPIO 17 พินซึ่งสามารถกำหนดให้กับฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น I2C, I2S, UART, PWM, รีโมทคอนโทรล IR, ไฟ LED และปุ่มโดยทางโปรแกรม GPIO ที่เปิดใช้งานดิจิทัลแต่ละตัวสามารถกำหนดค่าเป็น pull-up หรือ pull-down ภายในหรือตั้งค่าเป็นอิมพีแดนซ์สูง เมื่อกำหนดค่าเป็นอินพุตมันยังสามารถตั้งค่าเป็น edge-trigger หรือ level-trigger เพื่อสร้างการขัดจังหวะของ CPU

-ADC Channel NodeMCU ถูกฝังอยู่กับ SAR ADC ที่มีความแม่นยำ 10 บิต ทั้งสองฟังก์ชันสามารถใช้งานได้โดยใช้ ADC ได้แก่ การทดสอบแรงดันไฟฟ้าของพิน VDD3P3 และการทดสอบแรงดันอินพุตของขา TOUT อย่างไรก็ตามไม่สามารถใช้งานพร้อมกันได้

-UART Pins ESP8266 NodeMCU มี 2 อินเทอร์เฟซของ UART ได้แก่ UART0 และ UART1 ซึ่งให้การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (RS232 และ RS485) และสามารถสื่อสารได้สูงสุด 4.5 Mbps สามารถใช้ UART0 (TXD0, RXD0, RST0 & CTS0) สำหรับการสื่อสาร รองรับการควบคุมของเหลว อย่างไรก็ตาม UART1 (พิน TXD1) มีเพียงสัญญาณการส่งข้อมูลตั้งนั้นโดยปกติจะใช้สำหรับบันทึกการพิมพ์

-SPI Pins ESP8266 มีสอง SPI (SPI และ HSPI) ในโหมดทาสและมาสเตอร์ SPI เหล่านี้ยังสนับสนุนคุณสมบัติ SPI สำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไปต่อไปนี้

1. โหมดจับเวลา 4 โหมดสำหรับการถ่ายโอนรูปแบบ SPI
2. มากถึง 80 MHz และแบ่งนาฬิกา 80 MHz
3. สูงถึง 64 ไบต์ FIFO

-SDIO Pins ESP8266 คุณสมบัตินี้ Secure Digital Input / Output Interface (SDIO) ซึ่งใช้เชื่อมต่อการ์ด SD โดยตรง รองรับ SDIO 4-bit 25 MHz v1.1 และ 4-bit 50 MHz SDIO v2.0

-PWM Pins บอร์ดนี้มี Pulse Width Modulation (PWM) 4 ช่องสัญญาณ เอาท์พุท PWM สามารถดำเนินการทางโปรแกรมและใช้สำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ดิจิทัลและไฟ LED ช่วงความถี่ PWM สามารถปรับได้จาก 1,000 μ s ถึง 10,000 μ s เช่นระหว่าง 100 Hz และ 1 kHz

-Control Pins ใช้ในการควบคุม ESP8266 พินเหล่านี้รวมถึง Chip Enable pin (EN), พินรีเซ็ต (RST) และ WAKE pin

-EN pin ชิป ESP8266 ถูกเปิดใช้งานเมื่อดึง EN pin สูง เมื่อดึงต่ำชิปจะทำงานที่กำลังไฟน้อยที่สุด

-RST pin ใช้เพื่อรีเซ็ตชิป ESP8266

-WAKE pin ให้ ชิป ESP8266 กลับมาทำงานใหม่อีกครั้ง

3.3.2 เซ็นเซอร์

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้มีเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ และเซ็นเซอร์วัดค่าความเข้มแสง ภายในโรงเรือนเพื่อให้สามารถเฝ้าและติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแสงได้ในช่วงวันที่ผ่านมาเพื่อให้สามารถตัดสินใจในการสั่งควบคุมเปิดปิดแสงประดิษฐ์เพื่อชดเชยการได้รับแสงในรอบวันแก่พืชในโรงเรือน หรือเพื่อเร่งและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชก็สามารถสั่งเปิดปิดไฟตามแสงที่ต้องการได้ โดยเซ็นเซอร์แต่ละชนิดสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

1) เซ็นเซอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ

ในงานวิจัยได้เซ็นเซอร์ DHT22 (หรือ AM2302) เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น โดยสามารถใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น ESP8266, ESP32, Arduino, Raspberry Pi ได้ โดยลักษณะของ DHT22 นั้นแสดงได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 เซ็นเซอร์ DHT22

(ที่มา: <https://th.sz-kuongshun.com/uno/uno-sensor/dht22-digital-temperature-humidity-sensor-module.html>)

โดยคุณสมบัติของ DHT22 มีดังนี้

1. วัดอุณหภูมิและความชื้น ได้ในตัวเดียว
2. ช่วงการวัดอุณหภูมิ: -40°C ถึง 80°C (ความแม่นยำ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)
3. ช่วงการวัดความชื้น: 0%RH - 100%RH (ความแม่นยำ $\pm 2\%\text{RH}$)
4. การสื่อสาร: ใช้โปรโตคอล Single-wire Digital Communication (1-wire)
5. แรงดันไฟฟ้า: 3.3V - 5V
6. ความถี่ในการวัด: ประมาณ 1 ครั้งต่อวินาที (0.5Hz)

โดยหลักการทำงานของเซ็นเซอร์ DHT22 อธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

1. การวัดอุณหภูมิ

ใช้เซ็นเซอร์แบบ Thermistor หรือ Band-gap Sensor เพื่อวัดอุณหภูมิแปลงค่าความต้านทานเป็นอุณหภูมิ และส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิทัล

2. การวัดความชื้น

ใช้เซ็นเซอร์แบบ Capacitive Humidity Sensor ซึ่งประกอบด้วยแผ่นอิเล็กโทรดที่มีวัสดุดูดความชื้น ค่าความชื้นจะเปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้า (Capacitance) ซึ่งถูกแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัล

3. การสื่อสารข้อมูล

DHT22 ใช้ Single-wire Digital Communication (1-wire) ซึ่งต้องการสายสัญญาณเพียงเส้นเดียวในการรับส่งข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ Timing-based Protocol ในการส่งข้อมูลแบบ 40-bit data packet ซึ่งแบ่งเป็น:

16 บิตแรก: ข้อมูลความชื้น

16 บิตถัดมา: ข้อมูลอุณหภูมิ

8 บิตสุดท้าย: Checksum เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

2) เซ็นเซอร์วัดค่าความเข้มแสง BH1750FVI

เซ็นเซอร์ BH1750FVI เป็นเซ็นเซอร์วัดค่าความเข้มแสงแบบดิจิทัลที่สามารถให้ค่าความเข้มแสงในหน่วย Lux (lx) โดยตรง โดยไม่ต้องคำนวณเพิ่มเติม เหมาะสำหรับ งานด้าน IoT, Smart Lighting, ระบบควบคุมแสงในสมาร์ทโฟน, ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และการประยุกต์ใช้ในงานวัดแสงอื่น ๆ โดยลักษณะเซ็นเซอร์วัดค่าความเข้มแสง BH1750FVI สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.6 และคุณสมบัติของเซ็นเซอร์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.6 เซ็นเซอร์วัดค่าความเข้มแสง BH1750FVI

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ BH1750FVI

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ช่วงการวัดแสง	1 - 65535 Lux
แรงดันไฟฟ้า	2.4V - 3.6V (แนะนำ 3.3V)
กระแสไฟฟ้า	ประมาณ 0.12mA ในโหมดปกติ
โปรโตคอลสื่อสาร	I2C (Address: 0x23 หรือ 0x5C)
ความแม่นยำ	±20%
การตอบสนองต่อแสง	ใกล้เคียงกับการรับรู้แสงของมนุษย์
การตอบสนองต่อแสง	-40°C ถึง 85°C

โดยหลักการทำงานของ BH1750FVI สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

1. การตรวจจับแสง

- ใช้หลักการ Photodiode และ ADC (Analog-to-Digital Converter) เพื่อ--
- เปลี่ยนค่าความเข้มแสงเป็นสัญญาณดิจิทัล
- วัดความเข้มแสงในหน่วย Lux (lx) ซึ่งเป็นค่าที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้
- ค่าที่อ่านได้มีความแม่นยำสูงและได้รับการชดเชยอุณหภูมิ

2. การสื่อสารผ่าน I2C

- มี 2 I2C Addresses: 0x23 (default) และ 0x5C
- สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น ESP8266, ESP32, Arduino,

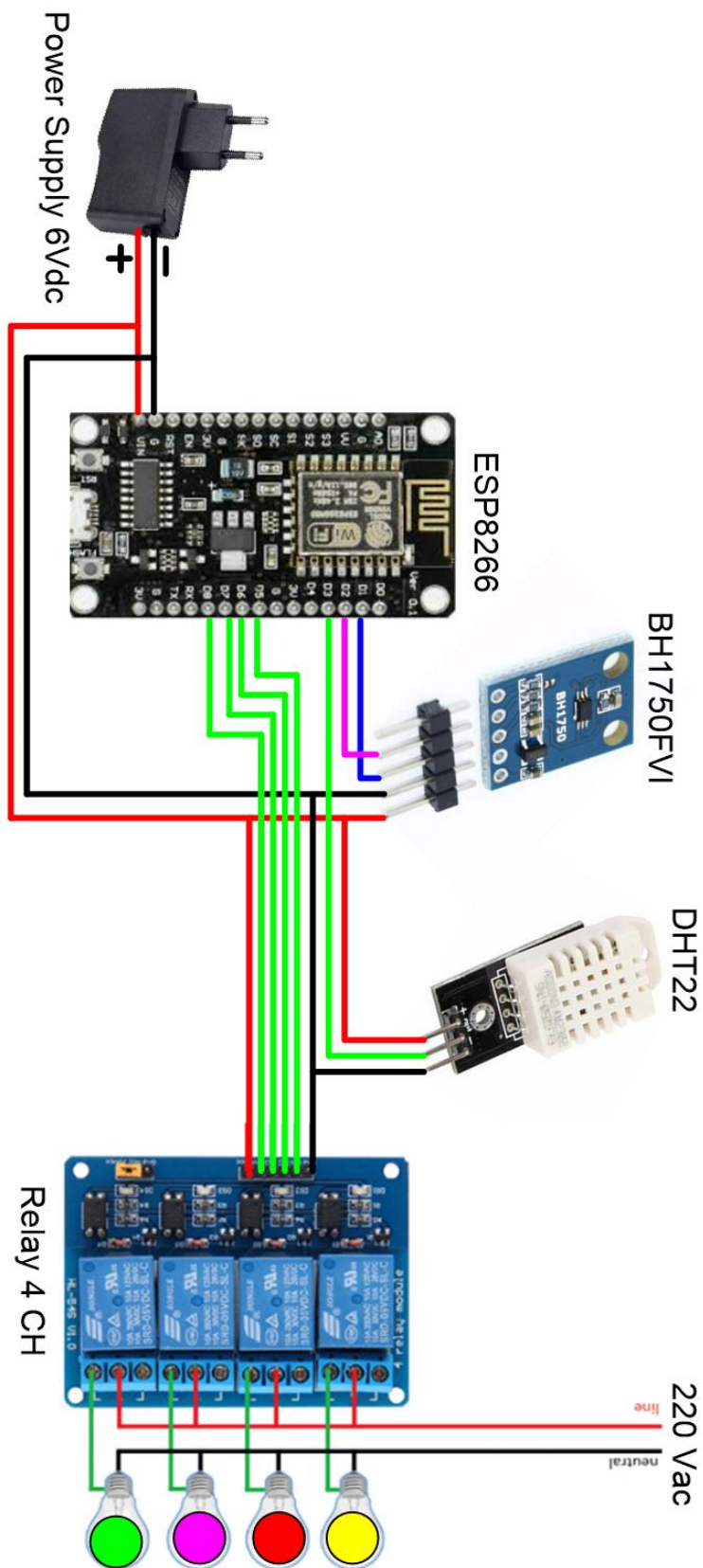
Raspberry Pi ได้ง่าย

- รับส่งข้อมูลแบบ 16-bit digital output ซึ่งช่วยลดสัญญาณรบกวน

3. โหมดการทำงานของ BH1750FVI

- Continuously H-Resolution Mode (1 lx, 120ms)
- Continuously L-Resolution Mode (4 lx, 16ms)
- One-time Measurement Mode (เซ็นเซอร์จะหยุดทำงานหลังจากวัดค่า)
- สามารถเลือกโหมดที่เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อลดการใช้พลังงาน

โดยวงจรในการออกแบบและการเชื่อมต่อสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.7

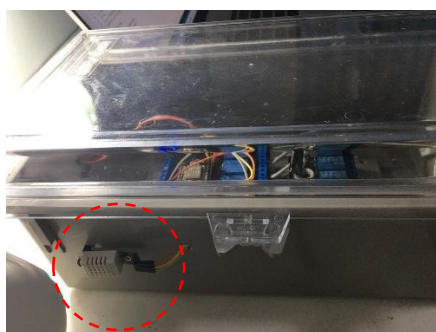


ภาพที่ 3.7 ระบบควบคุมแสงประดิษฐ์ในโรงแรม

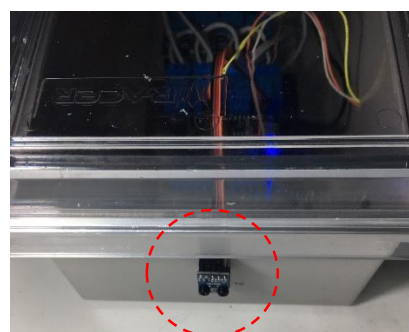
โดยลักษณะการประกอบอุปกรณ์ระบบควบคุมโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่
แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำลงในกล่องแสดงได้ดังภาพที่ 3.8



(ก)



(ข)



(ค)

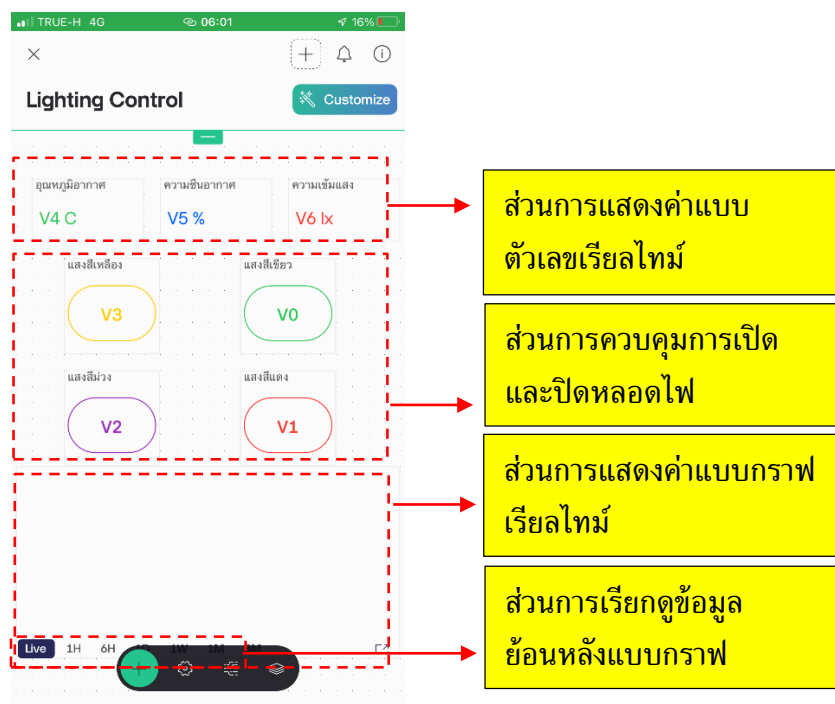
ภาพที่ 3.8 ลักษณะการประกอบอุปกรณ์ของชุดระบบลงในกล่อง (ก) ชุด ESP8266 และวงจรขับ
(ข) ชุดวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศที่ 1 และ (ค) ชุดวัดค่าความเข้มแสง

โดยในการออกแบบนั้นได้ทำการออกแบบร่วมกับแอปพลิเคชันลิงค์เพื่อให้สามารถแสดงผล
บนมือถือและสามารถส่งการควบคุมได้ โดยขั้นตอนนั้นการออกแบบนั้นจะต้องทำการกำหนด
Datastreams บน Blynk website ก่อนโดยลักษณะ Datastream นั้นแสดงได้ดังภาพที่ 3.9

ID	Name	Alias	Color	Pin	Data Type	Units	Is Raw
3	Integer V2	Integer V2	Yellow	V2	Integer		false
4	Integer V3	Integer V3	Light Green	V3	Integer		false
5	Double V4	Double V4	Dark Green	V4	Double	°C	false
6	Double V5	Double V5	Brown	V5	Double	%	false
7	Double V6	Double V6	Grey	V6	Double	lx	false

ภาพที่ 3.9 Datastreams บน Blynk website

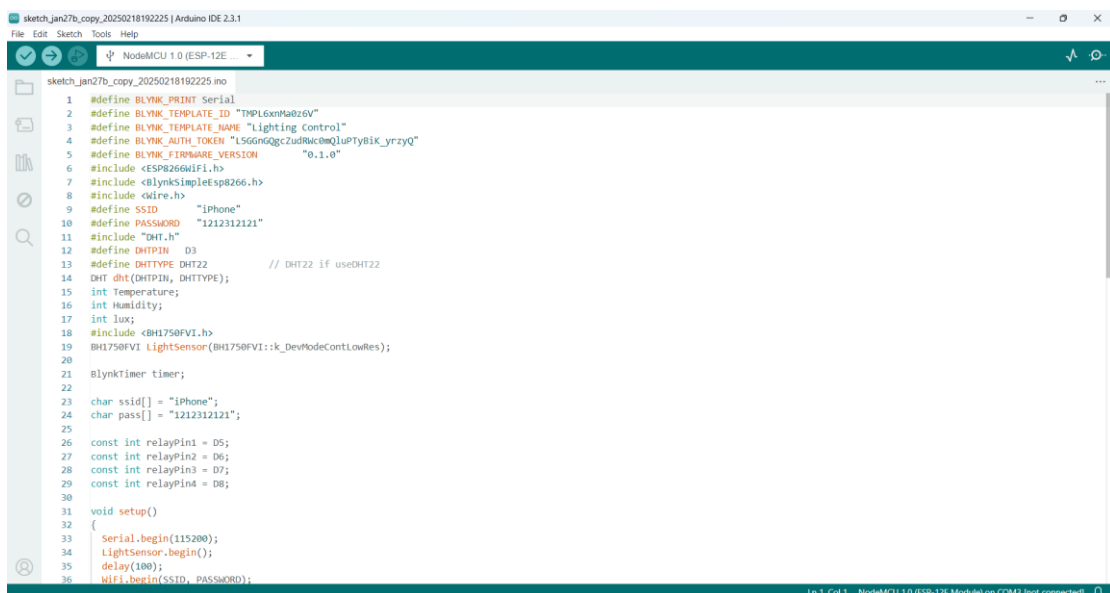
จากภาพที่ 3.9 แสดง Datastreams ที่ใช้ในการออกแบบซึ่งมีทั้งหมด 7 Data ด้วยกัน โดยจะนำค่าที่อ่านได้ดังแสดงใน Serial monitor ไปแสดงค่าบนมือถือสำหรับการกำหนดเพื่อส่งข้อมูลแสดงบนหน้าจอมือถือโดยเชื่อมโยงกับ Widgets ต่าง ๆ ซึ่งลักษณะการแสดงค่าบนมือถือนั้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 ลักษณะหน้าจอแสดงผลบนมือถือ

จากรูปที่ 3.10 ได้แสดงลักษณะหน้าจอแสดงผลบนมือถือ ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนการแสดงผลแบบตัวเลขเพื่อให้สามารถเฝ้ามองและติดตามสภาพแวดล้อมในโรงเรือนได้แบบเรียลไทม์ ส่วนการแสดงผลแบบกราฟ ในการออกแบบจะประกอบไปด้วย 2 ชุด คือกลุ่มวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ และชุดวัดค่าความเข้มแสงในโรงเรือน โดยลักษณะรูปแบบการบันทึกค่านั้นจะบันทึกค่าโดยใช้ ฟังก์ชันของบลิ้งโดยโดยบลิ้งสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้สูงสุด 6 เดือนซึ่งครอบคลุมระยะเวลาการปลูกพืช โดยรูปแบบบลิ้งจะพล็อตเป็นกราฟซึ่งทำให้สะดวกต่อการศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในโรงเรือนที่มีต่อการปลูกพืชในแต่ละชนิด ในแต่ละรอบการปลูกเพื่อใช้ในการออกแบบระบบการเกษตรแม่นยำ

สำหรับในการเขียน code โปรแกรมในงานวิจัยนั้นได้ใช้โปรแกรม Arduino IDE ซึ่งลักษณะโปรแกรม แสดงได้ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ลักษณะหน้าจอโปรแกรม Arduino IDE

โดย code โปรแกรม ของระบบจัดเก็บข้อมูลแวดล้อมแบบเรียลไทม์สำหรับโรงเรือนปลูกพืช ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) นั้นแสดงได้ดังนี้

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6xnMa0z6V"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Lighting Control"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "L5G6nGQgcZudRWc0mQluPTyBiK_yrzyQ"
#define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <Wire.h>
#define SSID "xxxxxxxxx"
```



```

#define PASSWORD    "xxxxxxxxx"
#include "DHT.h"
#define DHTPIN      D3
#define DHTTYPE     DHT22           // DHT22 if useDHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int Temperature;
int Humidity;
int lux;
#include <BH1750FVI.h>
BH1750FVI LightSensor(BH1750FVI::k_DevModeContLowRes);
BlynkTimer timer;
char ssid[] = "xxxxxxxxxx";
char pass[] = "xxxxxxxxxx";
const int relayPin1 = D5;
const int relayPin2 = D6;
const int relayPin3 = D7;
const int relayPin4 = D8;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  LightSensor.begin();
  delay(100);
  WiFi.begin(SSID, PASSWORD);
  Serial.printf("Wifi connecting to %s\n", SSID);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    Serial.print(".");

  }
  Serial.printf("\nWifi connected\nIP : ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
  pinMode(relayPin1, OUTPUT);
  pinMode(relayPin2, OUTPUT);
  pinMode(relayPin3, OUTPUT);
  pinMode(relayPin4, OUTPUT);
  dht.begin();
}

BLYNK_WRITE(V0)
{
  int relayValue = param.asInt();
  digitalWrite(relayPin1, relayValue);
}

```

```

BLYNK_WRITE(V1)
{
  int relayValue = param.asInt();
  digitalWrite(relayPin2, relayValue);
}
BLYNK_WRITE(V2)
{
  int relayValue = param.asInt();
  digitalWrite(relayPin3, relayValue);
}
BLYNK_WRITE(V3)
{
  int relayValue = param.asInt();
  digitalWrite(relayPin4, relayValue);
}

void loop() {
  timer.run();
  Blynk.run();
  Temperature = dht.readTemperature();
  Humidity = dht.readHumidity();

  // Print serial messages
  Serial.print("Humidity: " + String(Humidity) + " %");
  Serial.print("\t");
  Serial.println("Temperature: " + String(Temperature) + " C");

  // Update Blynk data
  Blynk.virtualWrite(V4, Temperature);
  Blynk.virtualWrite(V5, Humidity);

  lux = LightSensor.GetLightIntensity();
  Serial.print("Light: ");
  Serial.print(lux);
  Serial.println(" lux");
  Blynk.virtualWrite(V6, lux);
}

```

3.4 ประเมินประสิทธิภาพ และปรับปรุงแก้ไขระบบแสงประดิษฐ์สำหรับโรงเรือน

ในการประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมแสงประดิษฐ์ในโรงเรือนจะเน้นประเมินในประสิทธิภาพของตัวเครื่องโดยได้กำหนดดังนี้

3.4.1 การประเมินความแม่นยำในการสั่งการเปิด-ปิดหลอดไฟ โดยจะทำการทดสอบการเปิดปิดหลอดไฟฟ้าชุดละ 10 ครั้ง

3.4.2 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความชื้นอากาศและอุณหภูมิอากาศเทียบกับเครื่องมือที่ได้รับมาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 LCD Digital Thermometer Temperature Humidity Sensor Temp Meter
(ที่มา: <https://www.cybertice.com/digital-thermometer-temperature-humidity-sens>)

3.4.3 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความเข้มแสงเทียบกับเครื่องมือที่ได้รับมาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 PH Tester, Sunlight, Soil Moisture Temperature & Humidity Meter

3.5 เผยแพร่นวัตกรรมเทคโนโลยีต้นแบบและแนวทางพร้อมผลการแก้ไขปัญหา

ทำสรุปงานวิจัยและเผยแพร่นวัตกรรมเทคโนโลยีต้นแบบสู่กลุ่มเกษตรกรเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาในการปลูกพืชในพื้นที่แสงน้อยรวมถึงแนวทางในการประยุกต์การใช้งานในกลุ่มพืชผักที่ต้องการปริมาณแสงมาก ๆ หรือต้องการเร่งการเจริญเติบโตของพืชเฉพาะส่วนเช่น ใบ ความสูงของต้น กิ่งก้านสาขาของพืช เป็นต้น

3.6 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบนั้นจะพิจารณาจากค่าความผิดพลาดในการตรวจวัดค่าของระบบและการประเมินจากการทำงานของฟังก์ชันระบบจากการในการสั่งการควบคุม โดยเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดนั้นสามารถคำนวณจากสมการที่ (3.1)

$$\%Error = \frac{Val_{(Pototype)} - Val_{(Standard)}}{Val_{(Standard)}} \times 100\% \quad (3.1)$$

โดยที่ $\%Error$ คือ เปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด
 $Val_{(Pototype)}$ คือ ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องต้นแบบ
 $Val_{(Standard)}$ คือ ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการจัดทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำจะมีการนำค่าสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ในเบื้องต้น ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

3.7.1 ค่าเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ต้องการศึกษาซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (3.2)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n_s} \quad (3.2)$$

โดยให้
 $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)
 n_s คือ จำนวนของข้อมูลทั้งหมด
 x คือ ค่าของข้อมูล

3.7.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คือ ค่าที่ใช้แสดงความแม่นยำของการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง กล่าวคือค่าที่บอกถึงค่าที่วัดได้อยู่ห่างไกลจากค่าเฉลี่ยมากเท่าใด สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.3)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

โดยกำหนดให้

SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

x_i คือ ค่าของข้อมูล

n คือ จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

3.7.3 ค่าร้อยละ หมายถึง การเปรียบเทียบจำนวนที่ต้องการหา กับจำนวนทั้งหมด โดยกำหนดให้จำนวนทั้งหมดเป็น 100 และใช้ตัวสัญลักษณ์ % หรือเรียกว่า “เปอร์เซ็นต์” ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.4)

$$\%x = \frac{y}{n_s} \times 100 \quad (3.4)$$

โดยกำหนดให้

$\%X$ คือ ค่าร้อยละ (Percentage)

n_s คือ จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

Y คือ ค่าของข้อมูล

บทที่ 4

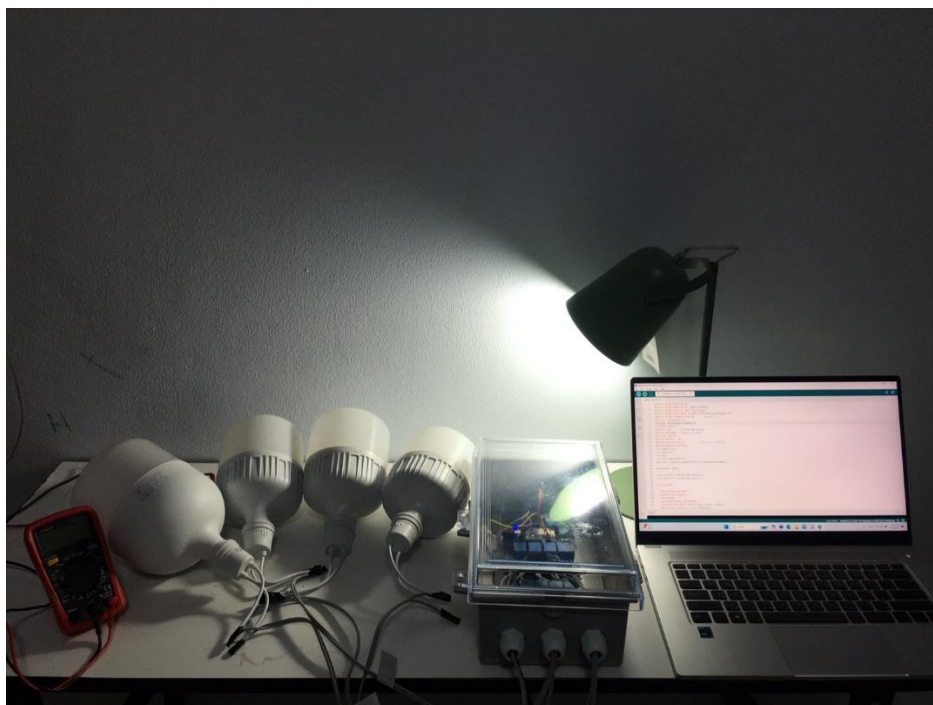
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยการพัฒนาโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นได้มุ่งเน้นในการประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมแสงประดิษฐ์ในโรงเรือนของตัวเครื่องโดยได้กำหนดหัวข้อประเมินดังนี้

- 4.1 การประเมินความแม่นยำในการสั่งการเปิด-ปิดหลอดไฟบนมือถือ
 - 4.2 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความชื้นอากาศ
 - 4.3 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าอุณหภูมิอากาศ
 - 4.4 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความเข้มแสง
- ซึ่งผลการศึกษสามารถแสดงผลได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

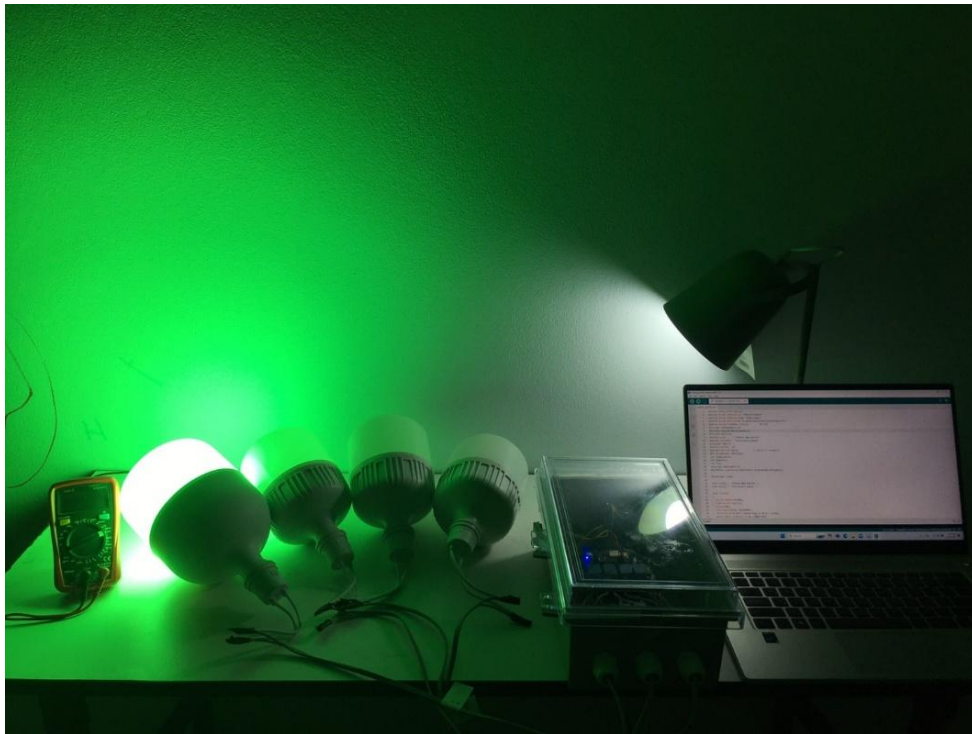
4.1 ผลการประเมินความแม่นยำในการสั่งการเปิด-ปิดหลอดไฟบนมือถือ

การประเมินความแม่นยำในสั่งเปิดและปิดหลอดไฟทั้ง 4 ชุดวงจรขับ (Relay) โดยภาพในการทดสอบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1

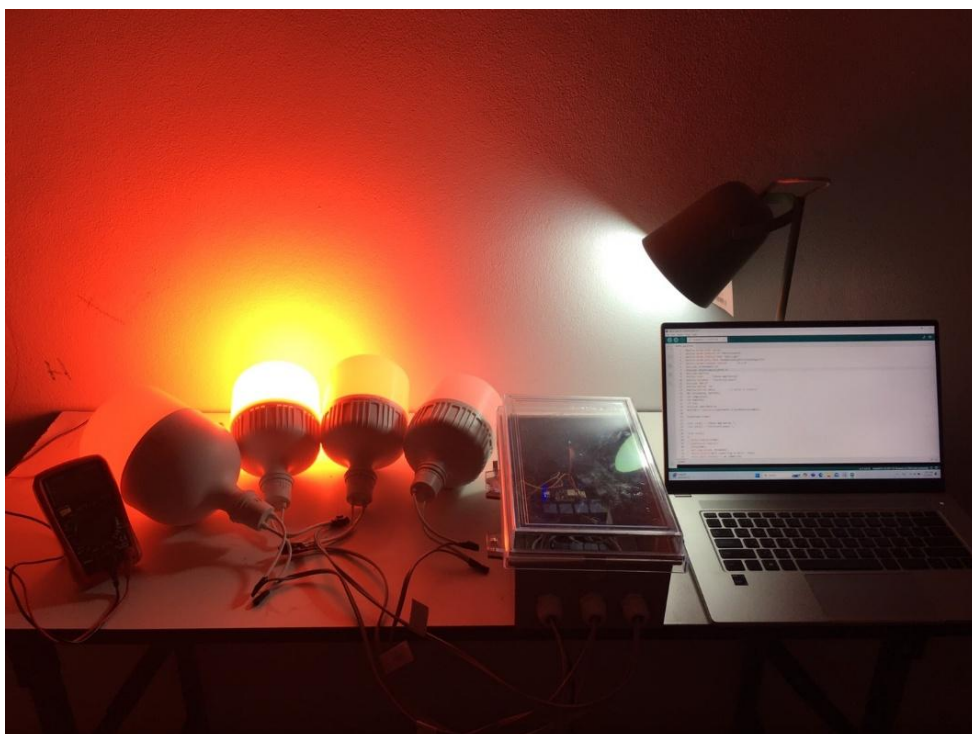


รูปที่ 4.1 ลักษณะการติดตั้งระบบทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟทั้ง 4 ชุดวงจรขับ

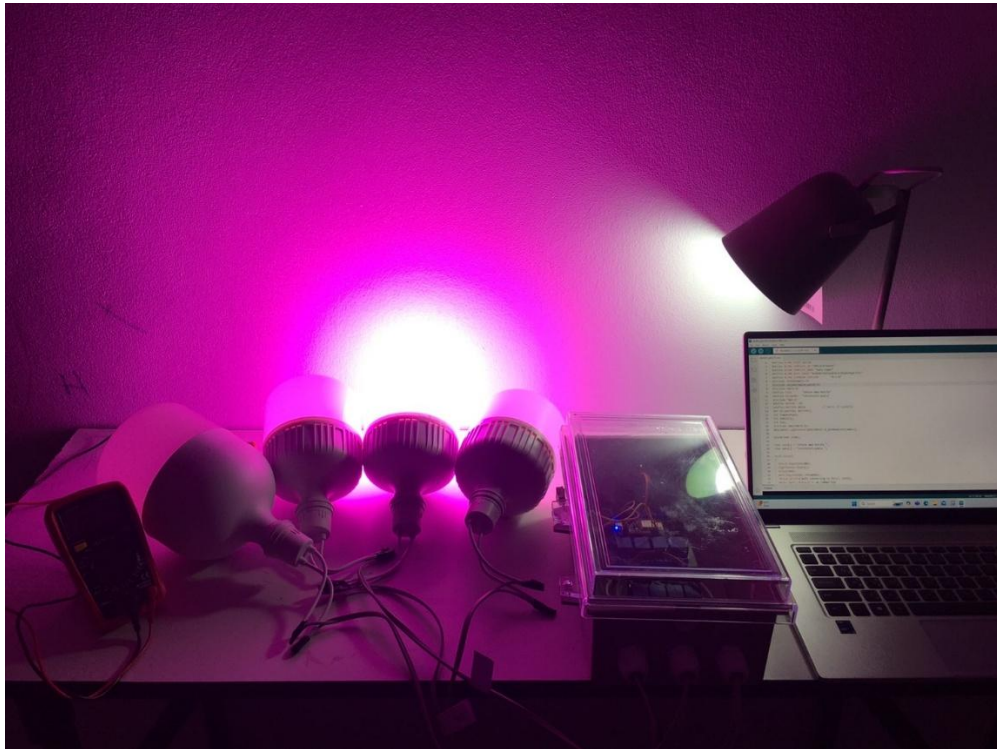
โดยผลการทดสอบการประเมินความแม่นยำในสั่งเปิดและปิดหลอดไฟทั้ง 4 ชุดวงจรขับ (Relay) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2 – 4.5



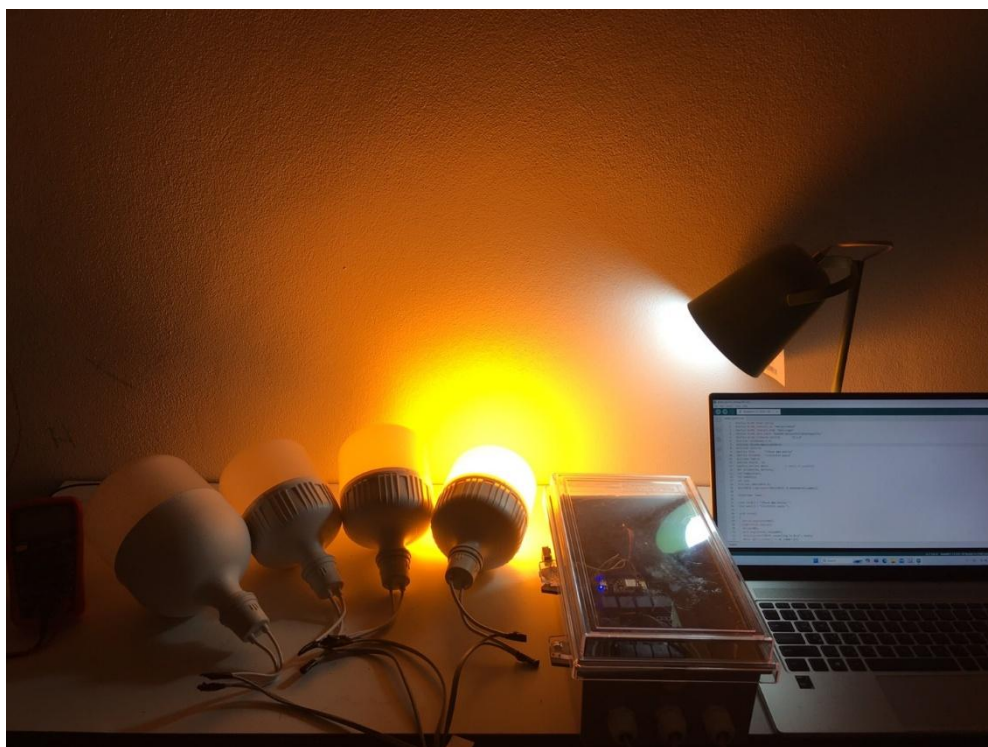
รูปที่ 4.2 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรจับที่ 1 สำหรับหลอดแอลอีดีสีเขียว



รูปที่ 4.3 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรจับที่ 2 สำหรับหลอดแอลอีดีสีแดง



รูปที่ 4.4 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรขับที่ 3 สำหรับหลอดแอลอีดีสีม่วง



รูปที่ 4.5 การทดสอบเปิดและปิดหลอดไฟชุดวงจรขับที่ 4 สำหรับหลอดแอลอีดีสีเหลือง

โดยผลการทดสอบประสิทธิภาพในการสั่งเปิด-ปิด หลอดไฟทั้ง 4 ชุดวงจรซ้ำจำนวน 10 ครั้ง ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยแอปพลิเคชันบลิง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1 โดยผลการทดสอบพบว่า ทุกวงจรซ้ำสามารถสั่งเปิดและปิดหลอดไฟได้ 100%

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการสั่งเปิด-ปิด

ครั้งที่	หลอดสีเขียว		หลอดสีแดง		หลอดสีม่วง		หลอดสีเหลือง	
	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
1	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
2	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
3	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
4	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
5	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
6	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
7	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
8	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
9	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
10	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ
ร้อยละ	100	100	100	100	100	100	100	100

4.2 ผลการประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความชื้นอากาศ

ผลการประเมินค่าความผิดพลาดในการตรวจวัดค่าความชื้นอากาศของเครื่องวัดต้นแบบนั้น ได้ทำการเปรียบเทียบกับเครื่องวัดที่ได้ผ่านมาตรฐานโดยการทดสอบนั้นได้ทำการทดสอบจำนวน 5 ครั้งโดยผลการอ่านค่าของทั้งสองนั้นได้แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศ (%)

ครั้งที่	เครื่องวัดที่ได้รับมาตรฐาน	เครื่องวัดเครื่องต้นแบบ	%ค่าความผิดพลาด
1	66	64.8	-1.82
2	63	58.7	-6.83
3	60	56.9	-5.17
4	59	56.6	-4.07
5	58	56.3	-2.93
ค่าเฉลี่ย			-4.16
S.D			1.94

จากผลการประเมินค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศในตารางที่ 4.2 พบว่าค่าความผิดพลาดในการอ่านค่านี้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -4.16 โดยที่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.94

4.3 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าอุณหภูมิอากาศ

ผลการประเมินค่าความผิดพลาดในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิของเครื่องวัดต้นแบบนั้นได้ทำการเปรียบเทียบกับเครื่องวัดที่ได้ผ่านมาตรฐานโดยการทดสอบนั้นได้ทำการทดสอบในการอ่านค่าในสภาพแวดล้อมที่เหมือนกันแล้วทำการบันทึกค่าที่อ่านแสดงผลเทียบกับจำนวน 5 ครั้งโดยผลการอ่านค่าของทั้งสองนั้นได้แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าความผิดพลาดการอ่านค่าอุณหภูมิอากาศ (°C)

ครั้งที่	เครื่องวัดที่ได้รับมาตรฐาน	เครื่องวัดเครื่องต้นแบบ	%ค่าความผิดพลาด
1	29.3	29.1	-0.68
2	27.7	27.9	0.72
3	27.6	27.4	-0.72
4	27.2	27.3	0.37
5	26.7	26.9	0.75
ค่าเฉลี่ย			0.09
S.D			0.74

จากผลการประเมินค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศในตารางที่ 4.3 พบว่าค่าความผิดพลาดในการอ่านค่านี้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.09% โดยที่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.74

4.4 การประเมินค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าความเข้มแสง

ผลการประเมินค่าความผิดพลาดในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิของเครื่องวัดต้นแบบนั้นได้ทำการเปรียบเทียบกับเครื่องวัดที่ได้ผ่านมาตรฐานโดยการทดสอบนั้นได้ทำการทดสอบในการอ่านค่าในสภาพแวดล้อมที่เหมือนกันแล้วทำการบันทึกค่าที่อ่านแสดงผลเทียบกับจำนวน 5 ครั้งโดยผลการอ่านค่าของทั้งสองนั้นได้แสดงในตารางที่ 4.4

จากผลการประเมินค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศในตารางที่ 4.3 พบว่าค่าความผิดพลาดในการอ่านค่านี้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.67 โดยที่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.41

ตารางที่ 4.4 ค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความเข้มแสง (lux)

ครั้งที่	เครื่องวัดที่ได้รับมาตรฐาน	เครื่องวัดเครื่องต้นแบบ	%ค่าความผิดพลาด
1	1343	1356	0.97
2	1340	1346	0.45
3	1344	1360	1.19
4	1349	1352	0.22
5	1347	1361	1.04
ค่าเฉลี่ย			0.77
S.D			0.42

บทที่ 5

สรุป และอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำโดยใช้เทคโนโลยีไอโอที โดยงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโรงเรือนแสงประดิษฐ์อัจฉริยะสำหรับพื้นที่แสงน้อยเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำ เพื่อลดผลกระทบและเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืชเพาะปลูก และเพื่อใช้เป็นเครื่องต้นแบบแสงประดิษฐ์สำหรับการปลูกพืชในอาคารสำหรับชุมชนเมืองและรองรับการเกษตรแม่นยำ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถสั่งการเปิดและปิดหลอดไฟในระบบแสงประดิษฐ์ได้ดี รวมถึงยังสามารถเฝ้าติดตามสภาพอากาศประกอบด้วนค่าความชื้นและอุณหภูมิอากาศรวมถึงค่าความเข้มแสงในโรงเรือนได้แบบเรียลไทม์ซึ่งทำให้สามารถทราบและดูแลแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในโรงเรือนได้เบื้องต้นเป็นอย่างดีและทำให้ทราบช่วงระยะเวลาในการรับแสงแดดของพืชในรอบวันได้ซึ่งระบบจะสามารถบันทึกช่วงเวลาและปริมาณแสงในโรงเรือนในรอบวันได้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจการเปิดและปิดแสงประดิษฐ์เพื่อให้พืชได้รับแสงในช่วงเวลาที่เหมาะสมและที่สำคัญยังใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการปรับปรุงแลเพิ่มผลผลิตของพืชเพื่อรองรับการเกษตรแม่นยำในอนาคต

สำหรับประสิทธิภาพของระบบในงานวิจัยได้ประเมินจากการสั่งการควบคุมหลอดไฟและค่าความผิดพลาดในการตรวจและรายงานผล ผลการประเมินพบว่า ประสิทธิภาพในการสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟทั้ง 4 ชุดวงจรซ้ำจำนวน 10 ครั้ง ผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยแอปพลิเคชันบลิง พบว่า ทุกวงจรซ้ำสามารถสั่งเปิดและปิดหลอดไฟได้ 100% ในส่วนผลการประเมินค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศ มีค่าความผิดพลาดในการอ่านค่านั้นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -4.16 โดยที่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.94 และค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศมีค่าความผิดพลาดในการอ่านค่านั้นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.09% โดยที่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.74 และผลการประเมินค่าความผิดพลาดการอ่านค่าความชื้นอากาศมีค่าความผิดพลาดในการอ่านค่านั้นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.67 โดยที่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.41

5.2 อภิปรายผล

ผลการศึกษาในส่วนของการประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องในส่วนของความแม่นยำในการวัดค่าและแสดงผลพบว่ายังมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอยู่ การเชื่อมต่อและความยาวของสายสัญญาณซึ่งส่งผลให้มีความต้านทานแฝงในวงจรไฟฟ้าในการตรวจวัดก็อาจเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการอ่านค่าได้ รวมถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์เซนเซอร์ก็มีผลต่อค่าความผิดพลาดในการตรวจวัดค่า สำหรับข้อเสนอแนะในส่วนของการปรับปรุงค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการแสดงผลนั้น ควรออกแบบตำแหน่งชุดควบคุมและตำแหน่งจุดให้มีความเหมาะสมเพื่อให้มีการใช้สายสัญญาณที่มีความยาวและขนาดที่เหมาะสมเพื่อลดความต้านทานแฝงให้ได้มากที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ

นอกจากนี้ ในการใช้งานในพื้นที่ทำงานจริง ปัญหาในด้านความเสถียรของสัญญาณ WIFI ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ควรมีการสำรวจเครือข่ายที่สามารถทำงานได้ดีในพื้นที่ เพื่อให้การควบคุมการทำงานของระบบและเฝ้าติดตามให้มีความเสถียรภาพ

บรรณานุกรม

- กิตติธัช รัตนโชติ, และ ฉัตรชัย มานะดี. (2564)., ผลของหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกันสีแดง ขาวและน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตของพืช ในระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับต้นอ่อนทานตะวัน. *งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต*, 1-13.
- เทพสุดา รุ่งรัตน์, และ ญัฐชัย แฉวอุทุม. (2564). ผลของแสงธรรมชาติและแสงจาก light-emitting diode (LED) ต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องในข้าว. *KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL*, 49(5), 1279-1287.
- ธรัช อารีราษฎร์, และ วรภา อารีราษฎร์. (2563). ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์. *Journal of Applied Information Technology*, 6(1), 7-17.
- บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย, สราวุธ แผลงสร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร , และ พิมพใจ สีหะนาม. (2565). การพัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง กรณีศึกษา ลูกไก่ชนสายพันธุ์พม่า. *Journal of Applied Information Technology*, 8(1), 103-116.
- วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ, และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 1, 172-182.
- สุธิดา รอกกระโทก. (2563). ผลของแสง LED ต่อการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโต ผลผลิต และการสะสม สารต้านอนุมูลอิสระของพืช. *วิทยานิพนธ์การศึกษาด้านหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*.
- Blynk, [Online], <http://doc.inex.co.th/mbit-with-microblockide-ep8>
- Blynk, [Online], <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/pdf/blynkapp1.pdf>
- Blynk, [Online], <https://www.ab.in.th/article/68/app-blynk>
- ESP8266, [Online], <https://www.allnewstep.com/article/30/nodemcu-esp8266-esp8285-arduino-1-esp8266-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD>

ภาคผนวก
รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์

1. ESP8266V3



Handson Technology

User Manual V1.3

ESP8266 NodeMCU WiFi Development Board

The ESP8266 is the name of a micro controller designed by Espressif Systems. The ESP8266 itself is a self-contained WiFi networking solution offering as a bridge from existing micro controller to WiFi and is also capable of running self-contained applications.

This module comes with a built in USB connector and a rich assortment of pin-outs. With a micro USB cable, you can connect NodeMCU devkit to your laptop and flash it without any trouble, just like Arduino. It is also immediately breadboard friendly.

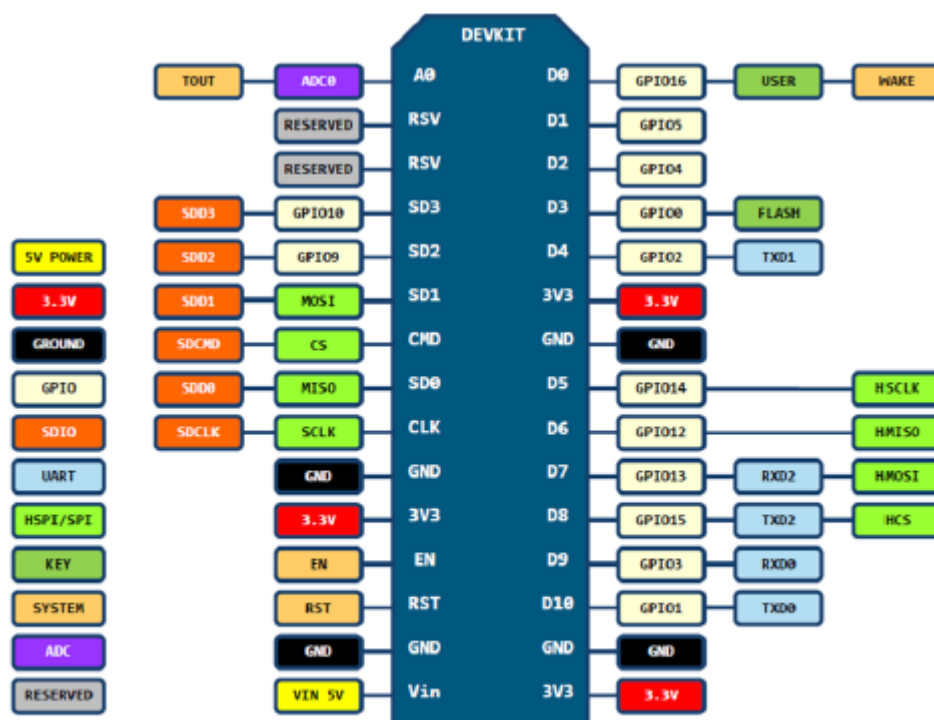


Getting Started User Guide

1. Specification:

- Voltage: 3.3V.
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP.
- Current consumption: 10uA~170mA.
- Flash memory attachable: 16MB max (512K normal).
- Integrated TCP/IP protocol stack.
- Processor: Tensilica L106 32-bit.
- Processor speed: 80~160MHz.
- RAM: 32K + 80K.
- GPIOs: 17 (multiplexed with other functions).
- Analog to Digital: 1 input with 1024 step resolution.
- +19.5dBm output power in 802.11b mode
- 802.11 support: b/g/n.
- Maximum concurrent TCP connections: 5.

2. Pin Definition:

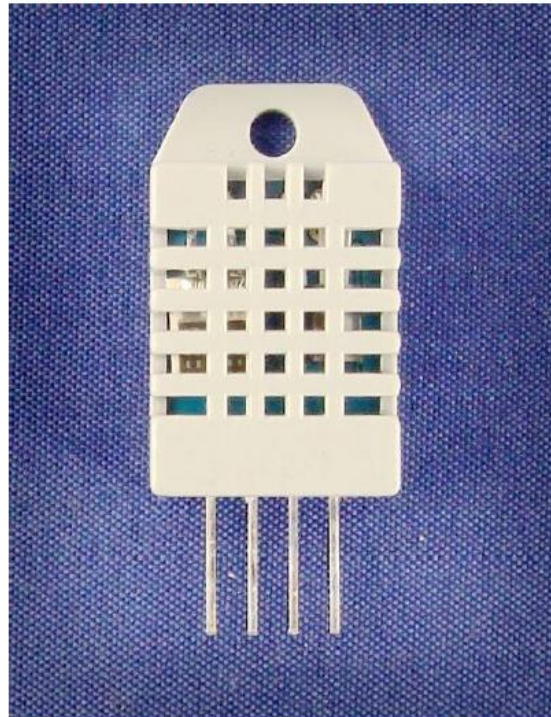


D0(GPIO16) can only be used as gpio read/write, no interrupt supported, no pwm/i2c/iw supported.

2. Digital-output relative humidity & temperature sensor (DHT22)

Digital-output relative humidity & temperature sensor/module

DHT22 (DHT22 also named as AM2302)



Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

1. Feature & Application:

- * Full range temperature compensated * Relative humidity and temperature measurement
- * Calibrated digital signal * Outstanding long-term stability * Extra components not needed
- * Long transmission distance * Low power consumption * 4 pins packaged and fully interchangeable

2. Description:

DHT22 output calibrated digital signal. It utilizes exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability. Its sensing elements is connected with 8-bit single-chip computer.

Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in type of programme in OTP memory, when the sensor is detecting, it will cite coefficient from memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(20m) enable DHT22 to be suited in all kinds of harsh application occasions.

Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

3. Technical Specification:

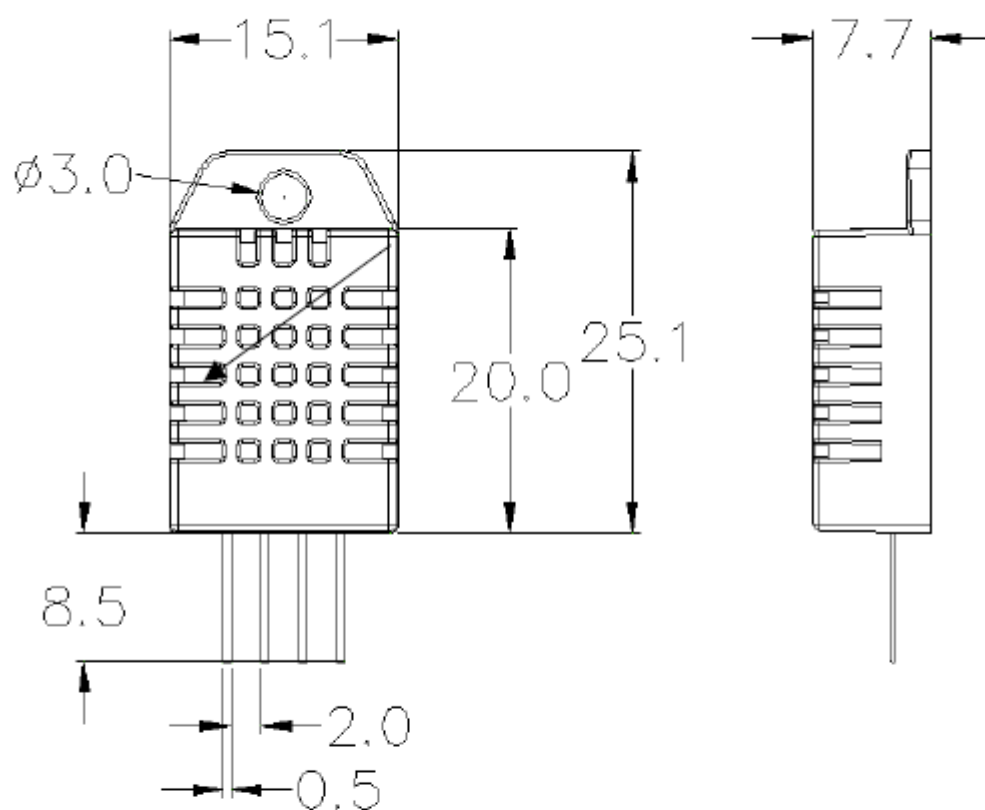
Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH(Max +5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +1%RH; temperature +0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

4. Dimensions: (unit—mm)

1) Small size dimensions: (unit—mm)

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



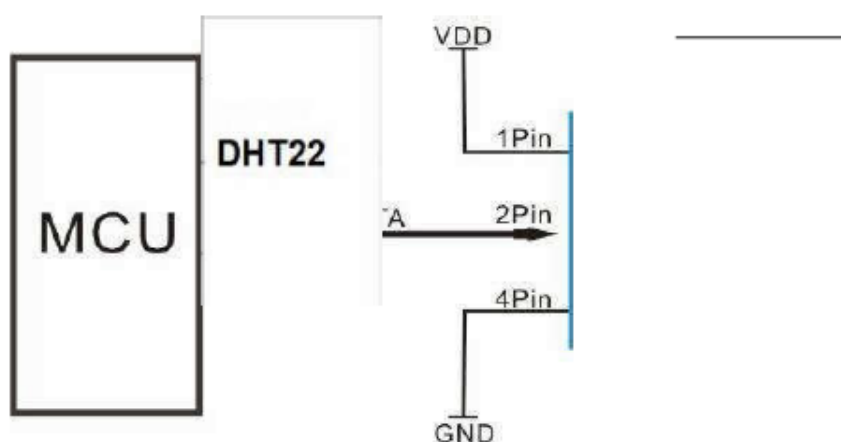
Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD—power supply
2	DATA—signal
3	NULL
4	GND

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

5. Electrical connection diagram:



3Pin—NC, AM2302 is another name for DHT22

6. Operating specifications:

(1) Power and Pins

Power's voltage should be 3.3-6V DC. When power is supplied to sensor, don't send any instruction to the sensor within one second to pass unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for wave filtering.

(2) Communication and signal

Single-bus data is used for communication between MCU and DHT22, it costs 5mS for single time communication.

Data is comprised of integral and decimal part, the following is the formula for data.

DHT22 send out higher data bit firstly!

DATA=8 bit integral RH data+8 bit decimal RH data+8 bit integral T data+8 bit decimal T data+8 bit check-sum
If the data transmission is right, check-sum should be the last 8 bit of "8 bit integral RH data+8 bit decimal RH data+8 bit integral T data+8 bit decimal T data".

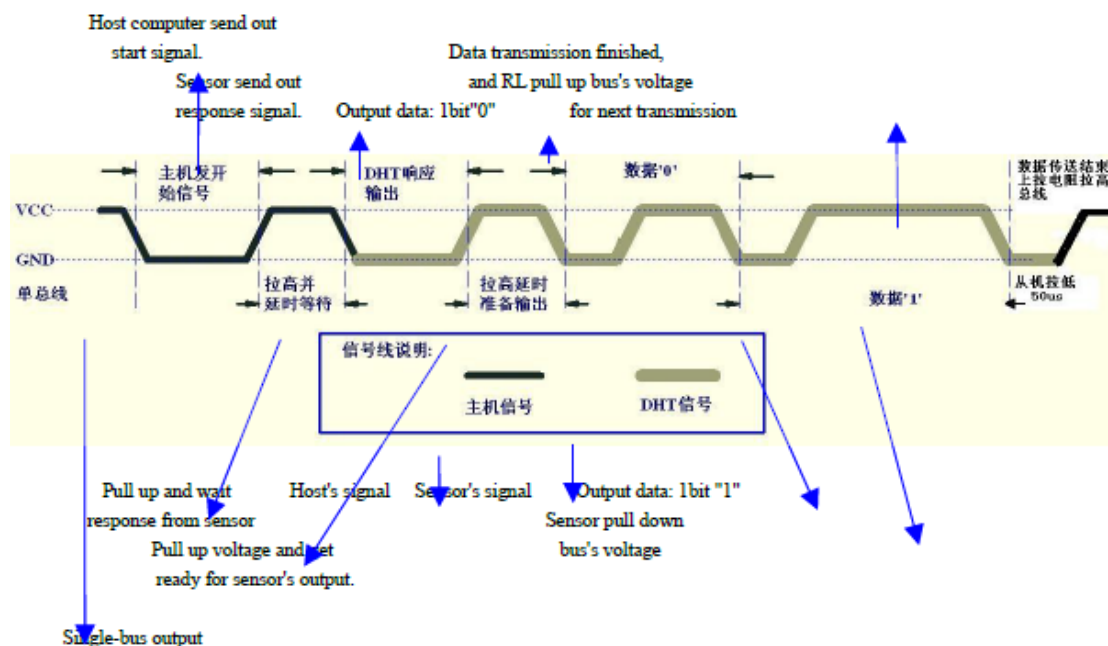
When MCU send start signal, DHT22 change from low-power-consumption-mode to running-mode. When MCU finishes sending the start signal, DHT22 will send response signal of 40-bit data that reflect the relative humidity

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

and temperature information to MCU. Without start signal from MCU, DHT22 will not give response signal to MCU. One start signal for one time's response data that reflect the relative humidity and temperature information from DHT22. DHT22 will change to low-power-consumption-mode when data collecting finish if it don't receive start signal from MCU again.

1) Check bellow picture for overall communication process:



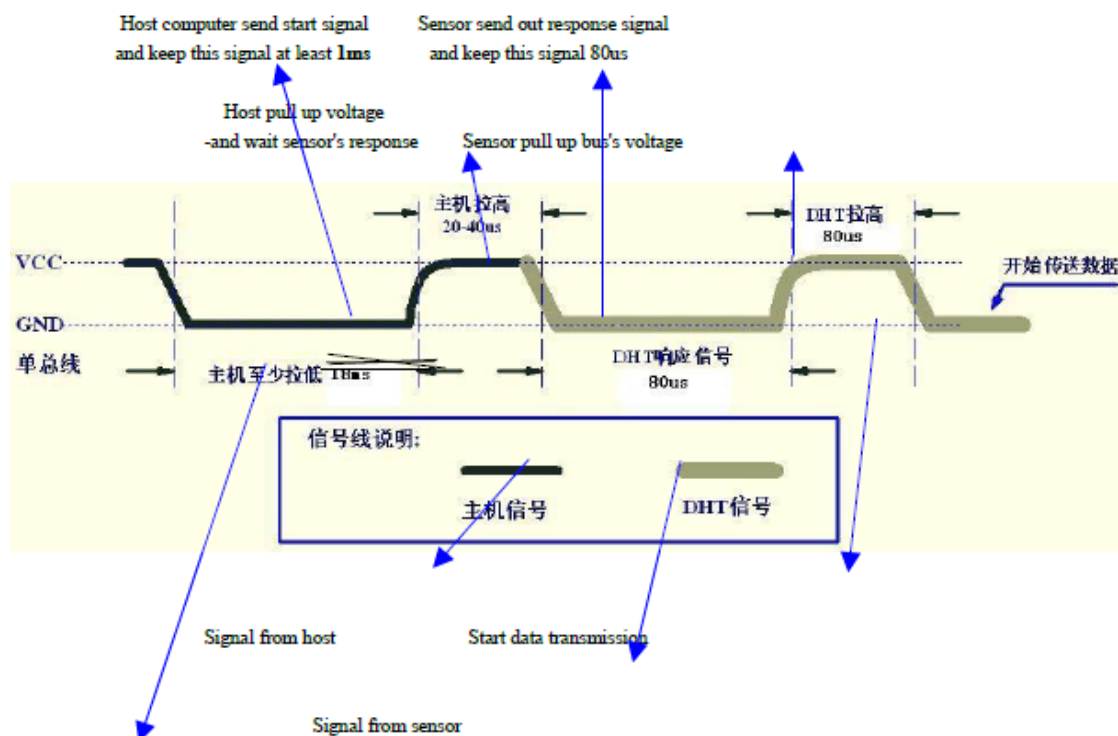
2) Step 1: MCU send out start signal to DHT22

Data-bus's free status is high voltage level. When communication between MCU and DHT22 begin, program of MCU will transform data-bus's voltage level from high to low level and this process must beyond at least 1ms to ensure DHT22 could detect MCU's signal, then MCU will wait 20-40us for DHT22's response.

Check bellow picture for step 1:

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



Single-bus signal

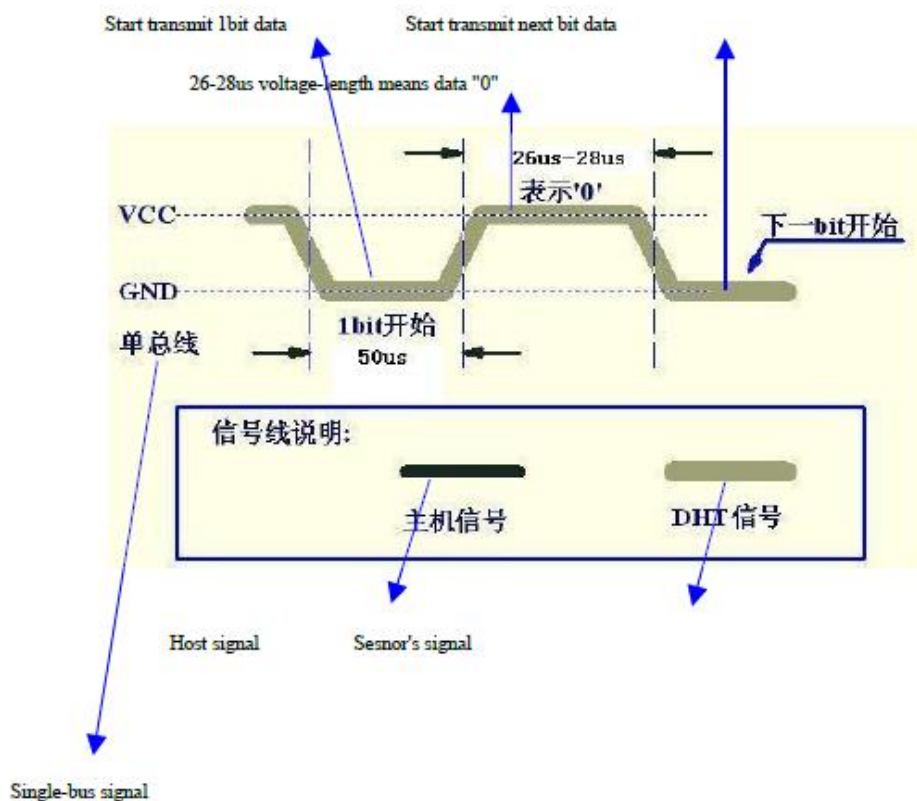
Step 2: DHT22 send response signal to MCU

When DHT22 detect the start signal, DHT22 will send out low-voltage-level signal and this signal last 80us as response signal, then program of DHT22 transform data-bus's voltage level from low to high level and last 80us for DHT22's preparation to send data.

Check bellow picture for step 2:

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



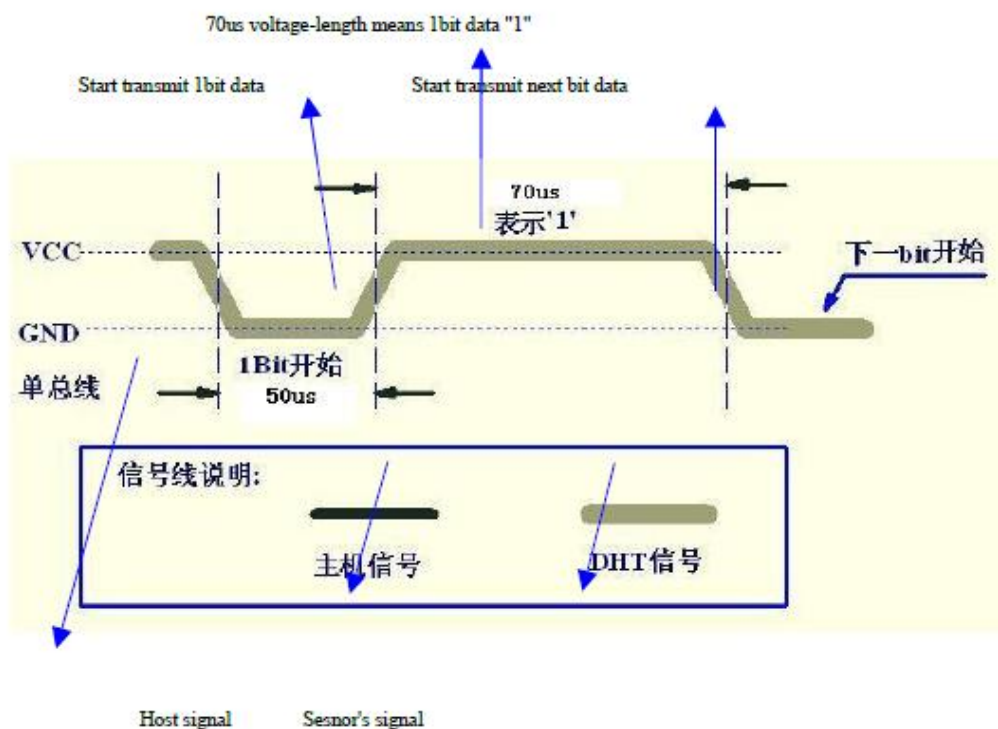
Step 3: DHT22 send data to MCU

When DHT22 is sending data to MCU, every bit's transmission begin with low-voltage-level that last 50µs, the following high-voltage-level signal's length decide the bit is "1" or "0".

Check bellow picture for step 3:

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



Single-bus signal

If signal from DHT22 is always high-voltage-level, it means DHT22 is not working properly, please check the electrical connection status.

7. Electrical Characteristics:

Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3.3	5	6	V
Current supply	Measuring	1		1.5	mA
	Stand-by	40	Null	50	uA
Collecting period	Second		2		Second

*Collecting period should be : >2 second.

3. Ambient Light Sensor



Technical Note

Ambient Light Sensor IC Series

Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC

BH1750FVI



No.11046EDT01

● Descriptions

BH1750FVI is a digital Ambient Light Sensor IC for I²C bus interface. This IC is the most suitable to obtain the ambient light data for adjusting LCD and Keypad backlight power of Mobile phone. It is possible to detect wide range at High resolution. (1 - 65535 lx).

● Features

- 1) I²C bus Interface (f / s Mode Support)
- 2) Spectral responsibility is approximately human eye response
- 3) Illuminance to Digital Converter
- 4) Wide range and High resolution. (1 - 65535 lx)
- 5) Low Current by power down function
- 6) 50Hz / 60Hz Light noise reject-function
- 7) 1.8V Logic input interface
- 8) No need any external parts
- 9) Light source dependency is little. (ex. Incandescent Lamp. Fluorescent Lamp. Halogen Lamp. White LED. Sun Light)
- 10) It is possible to select 2 type of I²C slave-address.
- 11) Adjustable measurement result for influence of optical window
(It is possible to detect min. 0.11 lx, max. 100000 lx by using this function.)
- 12) Small measurement variation (+/- 20%)
- 13) The influence of infrared is very small.

● Applications

Mobile phone, LCD TV, NOTE PC, Portable game machine, Digital camera, Digital video camera, PDA, LCD display

● Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Ratings	Units
Supply Voltage	V _{max}	4.5	V
Operating Temperature	T _{opr}	-40~85	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-40~100	°C
SDA Sink Current	I _{max}	7	mA
Power Dissipation	P _d	260 [※]	mW

※ 70mm × 70mm × 1.6mm glass epoxy board. Derating is done at 3.47mW/°C for operating above Ta=25°C.

● Operating Conditions

Parameter	Symbol	Ratings			Units
		Min.	Typ.	Max.	
VCC Voltage	V _{cc}	2.4	3.0	3.6	V
I ² C Reference Voltage	V _{DVI}	1.65	-	V _{cc}	V

BH1750FVI

Technical Note

● Electrical Characteristics (VCC = 3.0V, DVI = 3.0V, Ta = 25°C, unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Limits			Units	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Supply Current	Icc1	—	120	190	μA	Ev = 100 lx ^{※1}
Powerdown Current	Icc2	—	0.01	1.0	μA	No input Light
Peak Wave Length	λp	—	560	—	nm	
Measurement Accuracy	S/A	0.96	1.2	1.44	times	Sensor out / Actual lx EV = 1000 lx ^{※1, ※2}
Dark (0 lx) Sensor out	S0	0	0	3	count	H-Resolution Mode ^{※3}
H-Resolution Mode Resolution	rHR	—	1	—	lx	
L-Resolution Mode Resolution	rLR	—	4	—	lx	
H-Resolution Mode Measurement Time	tHR	—	120	180	ms	
L-Resolution Mode Measurement Time	tLR	—	16	24	ms	
Incandescent / Fluorescent Sensor out ratio	rIF	—	1	—	times	EV = 1000 lx
ADDR Input 'H' Voltage	VAH	0.7 * VCC	—	—	V	
ADDR Input 'L' Voltage	VAL	—	—	0.3 * VCC	V	
DVI Input 'L' Voltage	VdVL	—	—	0.4	V	
SCL, SDA Input 'H' Voltage 1	ViH1	0.7 * DVI	—	—	V	DVI ≥ 1.8V
SCL, SDA Input 'H' Voltage 2	ViH2	1.26	—	—	V	1.65V ≤ DVI < 1.8V
SCL, SDA Input 'L' Voltage 1	ViL1	—	—	0.3 * DVI	V	DVI ≥ 1.8V
SCL, SDA Input 'L' Voltage 2	ViL2	—	—	DVI - 1.26	V	1.65V ≤ DVI < 1.8V
SCL, SDA, ADDR Input 'H' Current	IiH	—	—	10	μA	
SCL, SDA, ADDR Input 'L' Current	IiL	—	—	10	μA	
I ² C SCL Clock Frequency	fSCL	—	—	400	kHz	
I ² C Bus Free Time	tBUF	1.3	—	—	μs	
I ² C Hold Time (repeated) START Condition	tHDSTA	0.6	—	—	μs	
I ² C Set up time for a Repeated START Condition	tSUSTA	0.6	—	—	μs	
I ² C Set up time for a Repeated STOP Condition	tSUSTD	0.6	—	—	μs	
I ² C Data Hold Time	tHDDAT	0	—	0.9	μs	
I ² C Data Setup Time	tSDAT	100	—	—	ns	
I ² C 'L' Period of the SCL Clock	tLOW	1.3	—	—	μs	
I ² C 'H' Period of the SCL Clock	tHIGH	0.6	—	—	μs	
I ² C SDA Output 'L' Voltage	VOL	0	—	0.4	V	IOL = 3 mA

※1 White LED is used as optical source.

※2 Measurement Accuracy typical value is possible to change '1' by "Measurement result adjustment function".

※3 Use H-resolution mode of H-resolution mode2 if dark data (less than 10 lx) is need.

●Reference Data

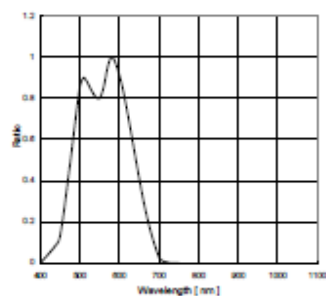


Fig.1 Spectral Response

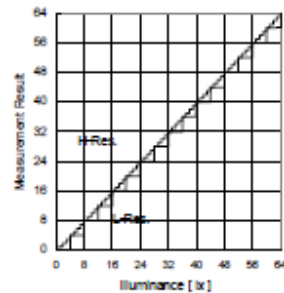


Fig.2 Illuminance - Measurement Result 1

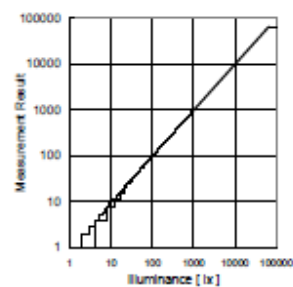


Fig.3 Illuminance - Measurement Result 2

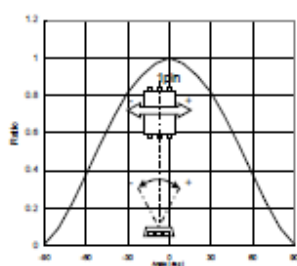


Fig.4 Directional Characteristics 1

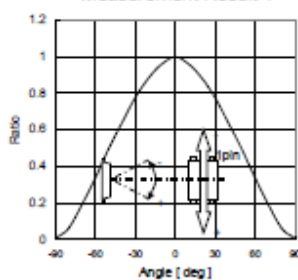


Fig.5 Directional Characteristics 2

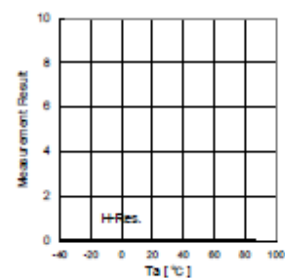


Fig.6 Dark Response

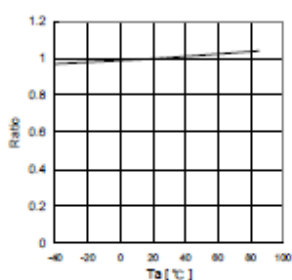


Fig.7 Measurement Accuracy Temperature Dependency

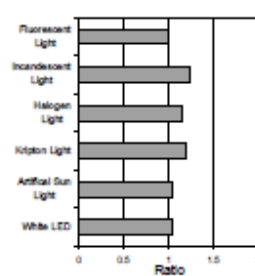


Fig.8 Light Source Dependency (Fluorescent Light is set to '1')

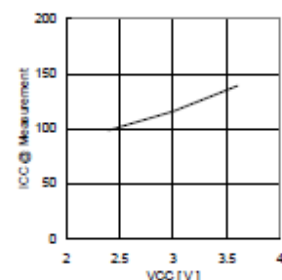


Fig.9 VCC - ICC (During measurement)

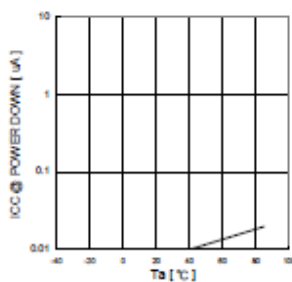


Fig.10 VCC - ICC@0 Lx (POWER DOWN)

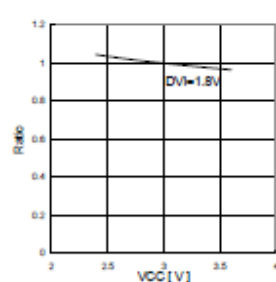


Fig.11 Measurement Result VCC Dependency

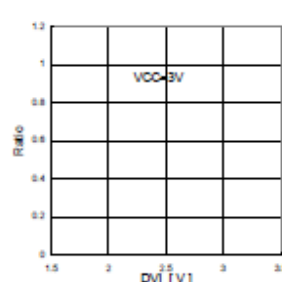
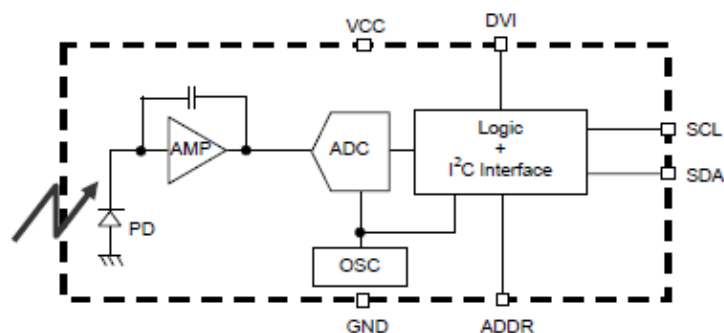


Fig.12 Measurement Result DVI Dependency

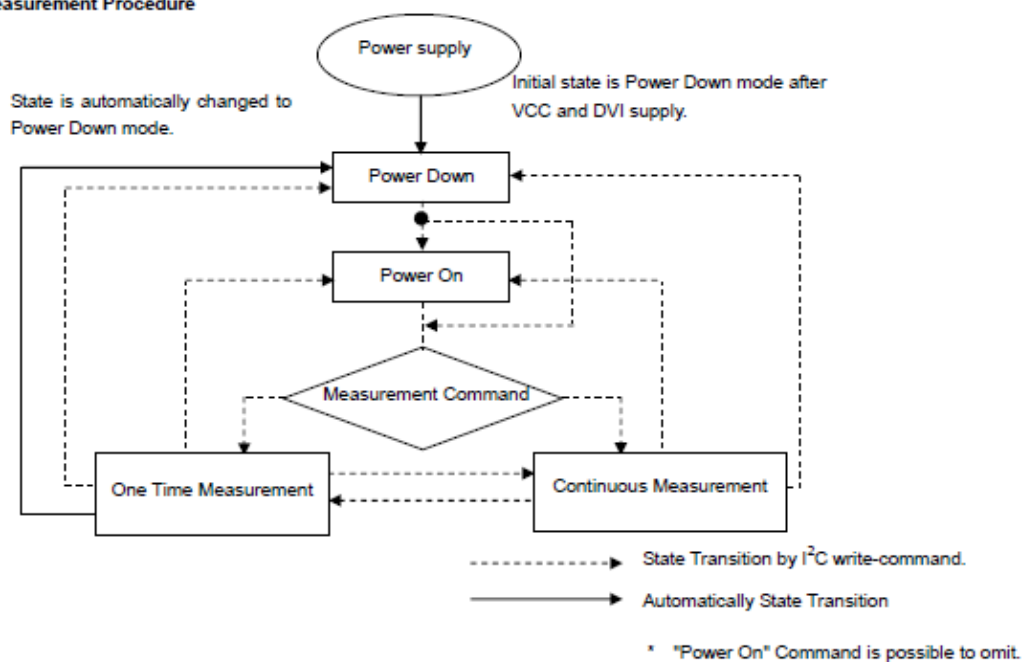
●Block Diagram



●Block Diagram Descriptions

- PD
Photo diode with approximately human eye response.
- AMP
Integration-OPAMP for converting from PD current to Voltage.
- ADC
AD converter for obtainment Digital 16bit data.
- Logic + I²C Interface
Ambient Light Calculation and I²C BUS Interface. It is including below register.
Data Register → This is for registration of Ambient Light Data. Initial Value is "0000_0000_0000_0000".
Measurement Time Register → This is for registration of measurement time. Initial Value is "0100_0101".
- OSC
Internal Oscillator (typ. 320kHz). It is CLK for internal logic.

●Measurement Procedure



● Instruction Set Architecture

Instruction	Opcode	Comments
Power Down	0000_0000	No active state.
Power On	0000_0001	Waiting for measurement command.
Reset	0000_0111	Reset Data register value. Reset command is not acceptable in Power Down mode.
Continuously H-Resolution Mode	0001_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously H-Resolution Mode2	0001_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously L-Resolution Mode	0001_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms.
One Time H-Resolution Mode	0010_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time H-Resolution Mode2	0010_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time L-Resolution Mode	0010_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
Change Measurement time (High bit)	01000_MT[7,6,5]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."
Change Measurement time (Low bit)	011_MT[4,3,2,1,0]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."

※ Don't Input the other opcode.

● Measurement mode explanation

Measurement Mode	Measurement Time.	Resolution
H-resolution Mode2	Typ. 120ms.	0.5 lx
H-Resolution Mode	Typ. 120ms.	1 lx.
L-Resolution Mode	Typ. 16ms.	4 lx.

We recommend to use H-Resolution Mode.

Measurement time (integration time) of H-Resolution Mode is so long that some kind of noise(including in 50Hz / 60Hz noise) is rejected. And H-Resolution Mode is 1 lx resolution so that it is suitable for darkness (less than 10 lx)
H-resolution mode2 is also suitable to detect for darkness.

● Explanation of Asynchronous reset and Reset command "0000_0111"

1) Asynchronous reset

All registers are reset. It is necessary on power supply sequence. Please refer "Timing chart for VCC and DVI power supply sequence" in this page. It is power down mode during DVI = 'L'.

2) Reset command

Reset command is for only reset Illuminance data register. (reset value is '0') It is not necessary even power supply sequence. It is used for removing previous measurement result. This command is not working in power down mode, so that please set the power on mode before input this command.

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นาย ชัยสิทธิ์ วันน้อย
ชื่อ - นามสกุล Mr. Chaisit Wannoi
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3400101600659
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 76000
โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1702, 0-91-6396689
E-mail: chaisit.w@pcru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เครื่องมือวัดและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย: เทคนิคใหม่ในการกำหนดและลำดับพื้นที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนแบบกระจายภายใต้การพิจารณาการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบไฟฟ้ากำลัง

ผลงานวิจัยและเผยแพร่ตีพิมพ์ภายใต้โครงการ:

- 7.1 การประเมินความสามารถการรองรับโหลดและกำลังการผลิตไฟฟ้าข้ามพื้นที่ควบคุมด้วยเทคนิคการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าแบบทำซ้ำ วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม ปีที่ 15 ฉบับที่ 2, หน้า 62-71, เมษายน – มิถุนายน 2565.

- 7.2 Techniques for Assessment Inter-Area Power Transfer Capacity for Large Power Systems to Improve System Stability, SNRU Journal of Science and Technology 13 (3), pp. 126-134, September – December, 2021.

7.3 การกำหนดและจัดลำดับสายส่งรองเพื่อรองรับการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าและการส่งการที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมระบบไฟฟ้ากำลัง, งานประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, หน้า 648-655, 9 - 10 กรกฎาคม 2563.

ผลงานวิจัยเผยแพร่ตีพิมพ์ที่ผ่านมา:

[1] Narumon Wannoi, Nirudh Jirsuwankul, Piampoom Sarikprueck, Chai Chompoo-inwai and Chaisit Wannoi, Novel Techniques for Critical Load Buses Identification and Load Bus's Available Capacity Calculation to Improve Power System Stability, IEEE IAS Industrial and Commercial Power System Asia Technical Conference, PP 799-804, 2020

[2] Narumon Wannoi, Nirudh Jirsuwankul, Piampoom Sarikprueck, Chai Chompoo-inwai and Chaisit Wannoi, A Novel Technique to Identify Proper Locations for Distributed Renewable Generation Integration to Minimize Contingency Impact, IEEE IAS Industrial and Commercial Power System Asia Technical Conference, PP 276-281, 2020

[3] Chaisit Wannoi, Narumon Wannoi, C.Boonkhun, C.Temiyasathit, Chai Chompoo-inwai, "A Novel Transmission line's ATC Assessment Method by Considering the Generation Dispatch Limit (GDL) and Renewable Generation Capacity with Power Flow Sensitivity Analysis", International Journal of Intelligent Engineering and Systems, Vol.12, pp. 179-189 No.5, 2019.

[4] Supattarachai Jitchobjai, Chaisit Wannoi, Nirudh Jirasuwankul and Chai/Chow Chompoo-inwai, "Optimum Operation Scheme of Solar Power Generation System on a High-level Voltage Area to Avoid Overvoltage Problem", The International Conference on Electrical Engineering, Japan, ICEE2016 ID 90331, July, 2016.

[5] Chaisit WANNOI, S. JITCHOPJAI, N. WANNOI, S. BUNJONGJIT and Chow / Chai CHOMPOO-INWAI, "A Proper Location FACTS Device Placement and Primary Generation Response Definition for Multi-Lines Buses Security Enhancement Under Contingency Analysis", The International Conference on Electrical Engineering, Japan, ICEE2016 ID 90381, July, 2016.

[6] Chaisit Wannoi, Anulak Khumdee, Narumon Wannoi and Chow / Chai Chompoo-inwai, "An Optimum Technique for Renewable Power Generations Integration to Power System using Repeated Power Flow Technique Considering Voltage Stability Limit", International Electrical Engineering Congress, Thailand, IEECON2016, Page 38, 2-4 March 2016.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางนฤมล วันน้อย
ชื่อ-นามสกุล Mrs. Narumon Wannoi
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 340901105146
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า
4. สังกัด สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
หมายเลขโทรศัพท์ : 056 3720108 Mobile: 082-6461542
Email: narumon.wan@pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
ปริญญาเอก วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาไฟฟ้ากำลัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้ากำลัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยใน
แต่ละผลงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย:

ชื่อโครงการ: การวิจัยระบบแสงสว่างแบบแอลอีดี (LED: Light Emitting Diode) โดยใช้แหล่งจ่ายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ชื่อโครงการ: การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแรงดันไฟฟ้าแบบรายงานผลโดยตรงของอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่อโครงการ: เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและบันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อโครงการ: การศึกษาและสร้างเครื่องต้นแบบการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย สำหรับโครงข่ายเฝ้าติดตามคุณภาพกำลังไฟฟ้าและประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานอัจฉริยะ

ชื่อโครงการ: การวิจัยระบบแสงสว่างแบบแอลอีดี (LED: Light Emitting Diode) โดยใช้แหล่งจ่ายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ชื่อโครงการ: การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแรงดันไฟฟ้าแบบรายงานผลโดยตรงของอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่อผลงานวิจัย, การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแรงดันไฟฟ้าแบบรายงานผลโดยตรงของอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, ปีที่พิมพ์ 2558, ประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”

ชื่อโครงการ: เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและบันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อผลงานวิจัย, เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและบันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน, ปีที่พิมพ์ 2558, การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ชื่อโครงการ: การศึกษาและสร้างเครื่องต้นแบบการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย สำหรับโครงข่ายเฝ้าติดตามคุณภาพกำลังไฟฟ้าและประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานอัจฉริยะ