



การพัฒนาศูนย์เรียนรู้และการใช้งานเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน
(CVC-IoT Technology Community Center)

โดย

ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย

ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

สัญญาเลขที่ 3/2565

การพัฒนาศูนย์เรียนรู้และการใช้งานเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน
(CVC-IoT Technology Community Center)

โดย

ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย

ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

Project Code 3/2565

CVC-IoT Technology Community Center

By

Anekwong Yoddumnern, PhD.

Institute of Vocational Education Northern Region 2

Chiang Rai Vocational College

Supported Budget by Edtech Fund, Ministry of Education

Year 2022

Copyright of Edtech Fund, Ministry of Education

บทคัดย่อ

สัญญาฉบับที่ : 3/2565
ชื่อโครงการ : การพัฒนาศูนย์เรียนรู้และการทำงานเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน
ชื่อนักวิจัย : ดร. เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน
สถาบันการศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
E-mail Address : Anek Wong@cvc.ac.th
ระยะเวลาโครงการ : 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2565 – 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2566

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาตัวอย่างศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน 2) เพื่อออกแบบหน่วยการเรียนรู้สำหรับเทคโนโลยี IoT และ 3) เพื่อพัฒนาเป็นศูนย์ซ่อมบำรุง ซึ่งการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT เป็นกรณีศึกษาที่ทำตามแนวทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และนำมาเสริมการสอนในสถาบันการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ ด้วยเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมอุปกรณ์ตรวจวัดต่าง ๆ รวมถึงรูปแบบการสื่อสารผ่านสัญญาณไร้สาย ส่วนการพัฒนาเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งทางด้าน Software และ Hardware ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะและหลักการของ ADDIE Model ประเด็นท้าทายในการวิจัยนี้คือการออกแบบพัฒนาต้นแบบระบบเกษตรทันสมัยแบบเปิด เพื่อนำไปใช้จริงในชุมชนเกษตรและผู้สูงอายุในพื้นที่ จ.เชียงราย พร้อมศึกษาวิเคราะห์แนวทางการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่อาจเกิดข้อบกพร่องหรือชำรุดในขณะนำไปใช้งาน โดยกลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วย นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย บุคลากรในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย และชุมชนผู้สูงอายุ ดอยฮาง ที่เน้นการทำเกษตรพอเพียงสมัยใหม่ โดยการออกแบบพัฒนาศูนย์เรียนรู้สอดคล้องตามทฤษฎี Agile Model ซึ่งโมเดลนี้มีความความยืดหยุ่นสูงเหมาะสำหรับการพัฒนาองค์กร หรือหน่วยงานที่มีผู้เกี่ยวข้องหลากหลายฝ่าย โดยเฉพาะการดำเนินงานในห้วงเวลาที่จำกัดหรือเร่งด่วน เพื่อให้ได้โครงสร้างระบบที่สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย ที่ให้บริการในรูปแบบ Private Cloud ได้ รวมถึงการส่งงานควบคุมวงจรตามข้อกำหนดของ PCB Smart Board ด้วยสัญญาณไร้สายในรูปแบบต่างๆ ในส่วนการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมการเกษตรแบบเปิดที่สามารถสั่งงานอุปกรณ์ด้วยสัญญาณไร้สาย ไปยังกล่องควบคุมหลัก หลังจากนั้นกล่องวงจรหลักจะส่งค่าผ่าน WiFi ไปยัง Cloud ที่เปิดบริการไว้ตาม IP: 61.19.33.12 เพื่อทำการควบคุมการใช้งานระบบ

ผ่าน Mobile Application ที่สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ พร้อมตั้งโหมดการใช้งานได้ทั้ง 3 แบบ คือ แบบ Manual Mode แบบ Auto Mode และแบบ Timer Mode

จากผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ CVC-IoT พบว่าผู้ใช้งานรวม 48 คน ที่เป็นนักศึกษาจำนวน 37 คน และครู/อาจารย์รวมทั้งวิทยากรภายนอกจำนวน 11 คน มีความพึงพอใจมากที่สุดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ ($\bar{X} = 4.65$) และประเด็นต่ำสุดจากการประเมินคือความพร้อมของเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ($\bar{X} = 3.06$) ด้านผลการออกแบบโครงสร้างและแบบวงจรระบบ IoT มีระดับความพึงพอใจต่อประเด็นการใช้งานชุดบอร์ดวงจรจากผู้ใช้งานจำนวน 24 คน พิจารณาจากนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 18 คน และครู/อาจารย์ที่เกี่ยวข้องหลักสูตรจำนวน 6 คน พบว่าชุดบอร์ดวงจรมีคุณค่าเหมาะในการใช้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ โดยเฉพาะประเด็นความปลอดภัยในการใช้งานชุดบอร์ดวงจร และชุดบอร์ดวงจรสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ มีระดับค่าความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X} = 5.00$) การประเมินหน่วยการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์ตามแบบประเมิน 12 รายการโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านที่ได้ดำเนินการประเมินหน่วยการเรียนรู้จำนวน 15 หน่วยการเรียนรู้ พบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$) จำนวน 2 ประเด็นคือด้านความสอดคล้องของสาระสำคัญ และความคิดรวบยอดกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามเทคโนโลยี IoT โดยมีผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 27 คน พิจารณาการฝึกปฏิบัติตามกรอบหลักสูตร ในการเรียนรู้ภาคทฤษฎี และปฏิบัติ โดยเนื้อหาหลักสูตรเน้นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนมีความรู้เข้าใจ และสามารถออกแบบพัฒนาระบบตามเหมาะสมได้ ซึ่งได้กำหนดสัดส่วนคะแนนเก็บเป็น 80/20 พิจารณาเกณฑ์ผ่านในการฝึกอบรมที่ร้อยละ 60 ตามฐานสมรรถนะของหลักสูตรพบว่าผู้เข้ารับการอบรมผ่าน 100% ส่วนการพัฒนาอุปกรณ์ IoT และการตรวจสอบบำรุงแก้ไขระบบ ชุมชนดอยฮางส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ จำนวน 5 คน พบว่ามีความพึงพอใจทุกมิติ ทั้งด้านองค์ประกอบและคุณค่าระบบ ด้านการออกแบบ และด้านการนำไปใช้งาน ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวระบบสามารถช่วยสนับสนุนความเป็นอยู่ของชุมชนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับผู้สูงอายุในชุมชนที่มีโทรศัพท์ใช้ประจำตัวอยู่แล้วทำให้เพิ่มความสะดวกในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ในการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบด้วยวิธีการตั้งค่าและสั่งงานแบบต่อเนื่อง การสั่งงานควบคุมระบบโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก จะมีกรณีการสั่งแบบตั้งค่า Auto จะมีบางช่วงที่การตอบสนองของระบบไม่เป็นตามที่กำหนดอาจเป็นเพราะค่าอุปกรณ์ sensors และการส่งสัญญาณ LoRa ยังไม่เสถียรเท่าที่ควร สำหรับการตรวจสอบอุปกรณ์ได้นำหลักการ Use Case Diagram มากำกับเพื่อแยกการดำเนินงานในแบบ HW และ SW ได้ชัดเจนขึ้นโดยผัง diagram ช่วยให้เห็นภาพรวมทุกมิติของการทำงานในระบบ IoT ได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นทำให้สะดวกต่อการดูแลและการใช้งาน

คำหลัก : อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง, ไมโครคอนโทรลเลอร์, สัญญาณไร้สาย, เซ็นเซอร์, ระบบเกษตรทันสมัย, หน่วยการเรียนรู้

Abstract

Project Code: 3/2565

Project Title: CVC-IoT Technology Community Center

Investigator: Dr. Anekpong Yoddumnern. Institute of Vocational Education
Northern Region 2. Chiang Rai Vocational College.

E-mail Address: Anekpong@cvc.ac.th

Project Period: 8 July 2022 – 7 July 2023

This research project focuses on achieving three primary objectives: firstly, the development of a prototype IoT technology learning center for the community; secondly, the design of an IoT technology learning module; and finally, the establishment of a maintenance center. The creation of the IoT learning center serves as a compelling case study in the realm of emerging technologies, potentially revolutionizing learning methods and enhancing teaching efficiency in educational institutions. The study encompasses both software and hardware aspects, adhering to the structured ADDIE instructional design model. It concludes with the conception of a modern open agricultural system prototype, intended for utilization by local farmers and elderly residents in Chiang Rai province. The collaborative effort involved students from Chiang Rai's North 2 Vocational College of Information Technology, staff from the Chiang Rai Provincial Department of Education, and a community of elderly individuals practicing contemporary subsistence farming. The Agile model was chosen as the framework for designing and developing the learning center due to its flexibility, catering to projects with multiple stakeholders and time-sensitive agendas. The system's architecture was devised to function within a private cloud-based server. The resultant prototype smart device allows wireless control of agricultural processes through a central unit, transmitting data to the cloud for monitoring and control via a dedicated mobile application.

Research findings unveiled high user satisfaction with the CVC- IoT lab environment, with a mean satisfaction score of 4.65. Improvement potential was identified in device readiness, garnering a mean score of 3.06. Satisfaction rates remained elevated for the IoT system's circuit design, scoring a mean of 5.00 due to

its user-friendly nature, proficiency enhancement, and security. The learning module received a mean score of 5.00, signifying strong alignment with IoT technology standards. Training assessments boasted a 100% success rate for participating individuals. Regarding IoT device development and maintenance, a majority of senior Doi Hang community members (5 people) reported the highest level of satisfaction (mean of 5.00), emphasizing the system's potential to benefit smartphone-owning community members, enhancing their daily convenience. A use case diagram was employed to distinctly illustrate the hardware and software processes and provide a comprehensive overview of the IoT system's operations.

Keywords: CVC-IoT, MCU, Wireless, Sensors, Smart Farm, Learning Module.

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางด้านไอโอที (Internet of Things - IoT) ได้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และการพัฒนาในสังคมของเรา โครงการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT เพื่อชุมชนถือเป็นสิ่งสำคัญในการสนับสนุนและส่งเสริมการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในประเทศ ซึ่งจะช่วยเพิ่มพูนความรู้และทักษะทางเทคโนโลยีให้กับชุมชนในระดับพื้นที่ต่างๆ และสร้างโอกาสในการเตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานและการดำเนินชีวิตในสังคมแห่งการดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มเยาวชน ผู้สูงอายุ และผู้ที่สนใจในการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT โครงการนี้จะมุ่งเน้นการให้บริการการศึกษาที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยี IoT เป็นเครื่องมือในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีคุณภาพสูง โดยการใช้เซ็นเซอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ศูนย์เรียนรู้ IoT จะเป็นสถานที่ที่ให้บริการการฝึกอบรมและการเรียนรู้ทางด้าน IoT ทั้งในรูปแบบสัมมนา การฝึกปฏิบัติ และการพัฒนาโครงการ โดยจะมีการให้ความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและองค์กรที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการพัฒนาในสังคม

ขอขอบพระคุณกองทุนสำนักปลัดกระทรวงศึกษาธิการ ในส่วนกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ส่งเสริมสนับสนุนโอกาสในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งภายในพื้นที่ จ.เชียงราย หรือพื้นที่ใกล้เคียง อาทิ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ลำปาง เชียงราย และมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องสนับสนุนให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะต่างๆ ด้วยดีตลอดมา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานนี้จะช่วยเสริมสร้างสังคม แห่งการเรียนรู้ที่ดี ในการนำเทคโนโลยี IoT มาพัฒนาประยุกต์ใช้ในประเทศไทยอย่างมั่งคั่งยั่งยืนต่อไป

เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน

กรกฎาคม 2566

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
Abstract.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	1
1.4 ระยะเวลาดำเนินโครงการ.....	3
1.5 กลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาวิจัย.....	3
1.6 แผนผังแสดงกระบวนการดำเนินโครงการ.....	4
1.7 นิยามศัพท์.....	5
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และการขยายผล.....	6
1.9 แนวทางการเผยแพร่ผลการดำเนินโครงการ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 กระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบ.....	10
2.2 การออกแบบและติดตั้งใช้งานระบบคลาวด์.....	18
2.3 การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT.....	25
2.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี IoT.....	34
2.5 การพัฒนาห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT.....	37
2.6 การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT.....	41
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
3.1 กระบวนการออกแบบพัฒนาศูนย์เรียนรู้.....	43
3.2 การพัฒนาตัวอย่างศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน.....	50
3.3 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module) และฝึกอบรม.....	72
3.4 การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบและแนวทางซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทางเทคโนโลยี IoT.....	97
4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	116
4.1 ผลพัฒนาตัวอย่างศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน.....	116
4.2 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module) และฝึกอบรม.....	118
4.3 การพัฒนาอุปกรณ์ IoT และการตรวจซ่อมบำรุงแก้ไขระบบ.....	121
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	126
5.1 การอภิปรายผล.....	126

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 สรุปปัญหาและอุปสรรค.....	126
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	127
บรรณานุกรม.....	128
ภาคผนวก.....	135
ภาคผนวก ก บัญชีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	136
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT.....	137
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน-PCB Smart-Board.....	148
ภาคผนวก ง คู่มือการติดตั้งใช้งาน Private-Cloud Blynk Server.....	160
ภาคผนวก จ การบริหารจัดการชั้นเรียนด้วย Google Classroom.....	176
ภาคผนวก ฉ การลงทะเบียนและใช้งาน Private Cloud.....	186
ภาคผนวก ช ภาพกิจกรรมโครงการ.....	188
ภาคผนวก ซ บัญชีรายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม.....	202
บัญชีรายชื่อคณะวิจัย.....	205

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงระยะเวลาและกิจกรรมดำเนินโครงการ.....	3
2 แสดงการศึกษาระบบ IoT โดยผู้เชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	29
3 แสดงการศึกษาแนวทางการพัฒนาห้องเรียนรู้ IoT.....	39
4 สรุปเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในบทความ "การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT.....	40
5 แสดงโมดูลการเรียนรู้โดยพิจารณาตามสมรรถนะการเรียนรู้.....	78
6 แสดงขอบเขตเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้.....	87
7 แสดงรายการอุปกรณ์ประกอบวงจรระบบ.....	103
8 แสดงความพึงพอใจต่อผู้ที่มาใช้ศูนย์เรียนรู้ CVC-IoT ห้อง 942.....	116
9 ประเมินการใช้ชุดบอร์ดวงจรโดยนักศึกษาและอาจารย์ผู้ใช้งานจำนวน 24 คน.....	117
10 แสดงการประเมินหน่วยการเรียนรู้(Learning Module).....	118
11 คะแนนสะสมและประเมินการเรียนรู้.....	119
12 รายงานความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ Smart Farm	121
13 ประเมินประสิทธิภาพระบบด้วยวิธีการตั้งค่าและสั่งงานแบบต่อเนื่อง.....	123

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ผังกระบวนการดำเนินโครงการ	4
2 วัฏจักรการออกแบบพัฒนาระบบด้วยกระบวนการ SDLC	11
3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรด้วย ADDIE Model.....	16
4 รูปแบบคลาวด์และการใช้งาน.....	21
5 แสดงกระบวนการออกแบบและพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน	44
6 แสดงกระบวนการดำเนินงานตามแบบ Sequence Diagram	46
7 ผังภาพ Use Case Diagram.....	49
8 ผังการติดตั้งระบบแม่ข่าย CVC-IoT	51
9 Private Cloud.....	52
10 Public Cloud	52
11 Hybrid Cloud.....	53
12 Blynk Platform.....	54
13 การตั้งค่า Blynk Legacy.....	55
14 Blynk Energy.....	55
15 ผังการจัดห้องเรียนรู้ IoT	61
16 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์.....	63
17 ผังโปรเจกเตอร์ไร้สาย	68
18 ตัวรับสัญญาณ Smart remote Wi-Fi 2.4GHz IR.....	69
19 แสดงปัจจัยประกอบในการออกแบบพัฒนาระบบ IoT.....	70
20 ส่วนติดต่อใช้งานผ่าน GPIO	71
21 กระบวนการ ADDIE Model ในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้	73
22 ผังดำเนินงานในแบบ Activity Diagram.....	75
23 ผังลำดับปฏิบัติตาม Sequence Diagram.....	76
24 ผังองค์ประกอบเนื้อหาการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT.....	77
25 การจัดการชั้นเรียนด้วย Google classroom	86
26 รายการเนื้อหาการอบรม	87
27 โปรแกรมออกแบบวงจร	89
28 เครื่องมือ Fritzing	89
29 การออกแบบวงจร LED1.....	89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
30 Schematic วงจร LED1	90
31 วงจร LED 8 bit	90
32 Schematic วงจร LED 8 bit	90
33 วงจร toggle Switch	91
34 Schematic toggle switch 8 bit	91
35 วงจร button switch	91
36 Schematic button switch	92
37 วงจร relay	92
38 การประกอบวงจร MCU	92
39 Sketch -control	93
40 Sketch and monitor	93
41 Sketch-WiFi	95
42 ลักษณะ Mobile App	95
43 Mobile App-WiFi Control	96
44 แสดงการฝึกอบรมเสริมทักษะ	96
45 การฝึกอบรมการปฏิบัติ	96
46 ออกแบบแปลงปลุกพืช-ผัก	102
47 กำหนดขึ้นรูปแปลงและวางท่อส่งน้ำ	102
48 สาธิตการติดตั้งและทำงานระบบ#1	103
49 สาธิตการติดตั้งและทำงานระบบ#2	103
50 การออกแบบโครงสร้างและควบคุมระบบ	104
51 เครื่องแม่ข่าย (Main - Node)	106
52 เครื่องลูกข่าย (Sensor-Node)	106
53 ติดตั้งระบบ	106
54 ติดตั้งระบบ(เสริม)	107
55 อบรมการใช้งาน	107
56 ตรวจสอบการสั่งงานและควบคุมระบบ	107
57 Application เพื่อควบคุมระบบ	108
58 การตั้งค่าระยะเวลาการทำงานระบบแบบ Auto	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
59 หน้าจอแสดง/รายงานการประมวลผลในส่วน Terminal ของรายการ Auto	109
60 การตั้งค่าช่วงเวลาทำงานแบบ Timer	109
61 หน้าจอแสดง/รายงานการประมวลผลในส่วน Terminal ของรายการ Timer	109
62 ผังกระบวนการตรวจสอบตามรูปแบบ Sequence Diagram	112
63 Use Case Diagram ของกระบวนการตรวจสอบอุปกรณ์	114
64 ผังการตรวจสอบ Hardware	123
65 ผังลำดับการตรวจสอบ Software	124

บทที่ 1

ความเป็นมาของโครงการ

การศึกษาพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT นี้ต้องการต่อยอดจากเทคโนโลยีที่มีอยู่เพื่อมาส่งเสริมพัฒนาระบบและประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด พร้อมเสริมสร้างให้เป็นศูนย์การเรียนรู้และให้คำปรึกษาในกระบวนการสร้าง พัฒนา และกระจายการใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับชุมชนในมิติต่าง ๆ โดยเน้นสนับสนุนความเป็นอยู่ของผู้สูงอายุ และประยุกต์ใช้งานระบบเกษตรทันสมัย (smart farm)

1.1 หลักการและเหตุผล

โครงการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้และพัฒนาเทคโนโลยี IoT มีเจตนาหลักเพื่อการเรียนรู้ เผยแพร่ พัฒนา และเน้นการนำเทคโนโลยี IoT ไปใช้จริงตามสภาพชุมชน และสังคมผู้สูงอายุ รวมถึงการพัฒนาส่งเสริมระบบ Smart Farm โดยส่งเสริมให้ชุมชนและผู้สนใจได้เห็นคุณค่า พร้อมการนำไปใช้เพื่อเกิดประโยชน์แก่สังคมตามแนวทาง Digital Society อันจะเป็นการพัฒนาประเทศให้ก้าวไกลและสอดคล้องตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง พร้อมเสริมสร้างสังคม และประเทศให้เข้าสู่ระบบ AI ต่อไป

เทคโนโลยี IoT ถือว่ามีความสำคัญมากต่อทุกๆ สังคม และประชาชนทุกวัย การศึกษาเพื่อนำ IoT ไปประยุกต์ใช้ไม่ใช่เรื่องยาก แต่สิ่งที่พบคือผู้เรียนหรือชุมชนยังกลัวการเปลี่ยนแปลง หากโครงการนี้ได้ช่วยส่งเสริมและเป็นแหล่งกระจายการเรียนรู้พร้อมเสริมความเข้าใจต่อเทคโนโลยีเชื่อว่าจะเกิดประโยชน์ต่อบุคคล/สังคมในทุกมิติ อีกทั้งยังช่วยระวังและแจ้งเตือนความสูญเสียอื่น ๆ ได้อีกมากมาย อันจะนำความสงบสุขและการมีชีวิตที่ดีและยั่งยืนยาวนานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาตัวอย่างศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน
2. เพื่อศึกษาออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module) สำหรับเทคโนโลยี IoT
3. เพื่อพัฒนาเป็นศูนย์ซ่อมปรับแก้ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เครื่องมือทางเทคโนโลยี IoT (โดยพิจารณาตามซอฟต์แวร์และวัสดุที่นำมาศึกษา)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เป็นกรณีศึกษาที่ทำหายตามแนวทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และนำมาเสริมการสอนในสถาบันการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาใช้ในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ทันสมัยและมีคุณภาพสูงขึ้น โดย

กำหนดขอบเขตการศึกษาในงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT มีรายละเอียดประกอบ 4 รายการดังนี้

1. การจัดเตรียมสถานที่โดยพัฒนาตัวอย่างห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT (อาคาร 9 ห้อง 942)
2. การศึกษาพัฒนาเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งทางด้าน Software และ Hardware
3. จัดการฝึกอบรมนักศึกษา และชุมชน หรือสถานศึกษาต่างๆ ที่ทำความร่วมมือ
4. ออกแบบพัฒนาต้นแบบระบบเกษตรทันสมัยแบบเปิด พร้อมแนวทางการซ่อมบำรุง

โดยขอบเขตดำเนินการมีขั้นตอนปฏิบัติ ดังนี้

- การศึกษาและวิเคราะห์ศูนย์เรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี IoT: เริ่มต้นด้วยการศึกษาและวิเคราะห์ศูนย์เรียนรู้ที่มีการนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาใช้ในการบวนการการเรียนรู้และการสอน โดยการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง เช่น ครู ผู้บริหาร หรือผู้ใช้งาน และชุมชนต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความต้องการ ประสพการณ์ และอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยี IoT ในศูนย์เรียนรู้

- กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย: จากการสำรวจและวิเคราะห์ศูนย์เรียนรู้ที่มีการใช้เทคโนโลยี IoT โดยวางกรอบดำเนินการเพื่อให้การพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT ครอบคลุมแนวการดำเนินงาน ตัวอย่างเช่น การเพิ่มการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางเทคโนโลยี IoT ที่มีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ แสดงไว้ในห้องเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน การสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT และอื่น ๆ

- การออกแบบและพัฒนาศูนย์เรียนรู้: ศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT จะต้องมีการออกแบบและพัฒนาองค์ประกอบต่างๆ ให้สนับสนุนการใช้งานเทคโนโลยี IoT ได้เต็มที่ ซึ่งอาจรวมถึงการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การเตรียมพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ IoT การเชื่อมต่อเครือข่าย และระบบคลาวด์

- การพัฒนาและการปรับใช้เทคโนโลยี IoT: ในการพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT โดยการพัฒนาซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง การติดตั้งระบบเซ็นเซอร์และเครือข่าย เพื่อให้ศูนย์เรียนรู้สามารถใช้งานเทคโนโลยี IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- การวัดและประเมินผล: สุดท้ายคือการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบว่าศูนย์เรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การวัดและประเมินผลนี้ใช้ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง เช่น ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ความพึงพอใจของครูและนักเรียนหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งชุมชนที่มีส่วนร่วมในการใช้งาน หรือการใช้เทคโนโลยี IoT ในรูปแบบต่างๆ

ในด้านของการตรวจซ่อมบำรุงนั้นแยกดำเนินการ 2 ส่วนคือทางด้าน Software และ Hardware โดยส่วนของ Hardware อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นไปตามรายการอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษา และที่ใช้พัฒนาเป็นอุปกรณ์ต้นแบบ

1.4 ระยะเวลาดำเนินโครงการ

- วันเริ่มต้นโครงการ 8 กรกฎาคม 2565
- วันสิ้นสุดโครงการ 7 กรกฎาคม 2566

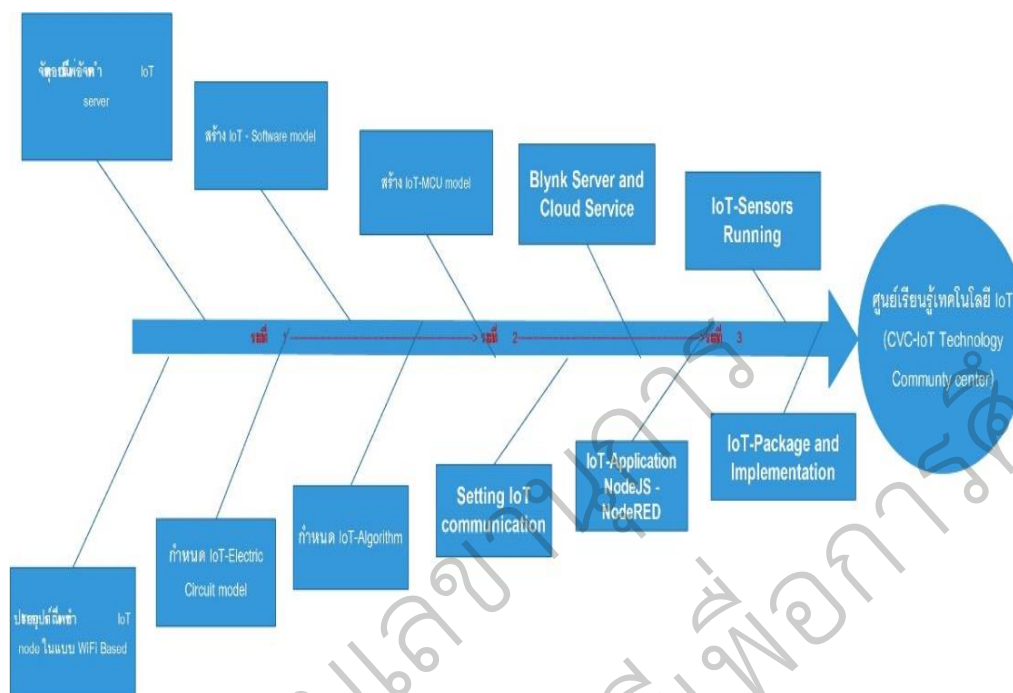
ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาและกิจกรรมดำเนินโครงการฯ

ระยะเวลา	กิจกรรม	กลุ่มเป้าหมาย
ระยะที่ 1-2 (กรกฎาคม – ตุลาคม 2565)	- จัดเตรียมและพัฒนาห้องเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยี IoT - จัดทำหน่วยการเรียนรู้ HW และ SW	- ห้องเรียนรู้ IoT (อาคาร 9 ชั้น 4) - นักเรียน นักศึกษาที่ และบุคลากรทั่วไปที่สนใจ
ระยะที่ 2-3 (พฤศจิกายน 2565 - เมษายน 2566)	- ออกแบบวงจร PCB Smart Board เพื่องาน IoT - ฝึกอบรมกลุ่มเป้าหมายทั้งใน และนอกสถานที่ - ศึกษาออกแบบพัฒนาอุปกรณ์ IoT ต้นแบบ	- นำมาใช้เรียนรู้และพัฒนาหลักสูตรประกอบการเรียนรู้ของนักเรียน/นักศึกษา และชุมชนกลุ่มเป้าหมาย
ระยะที่ 3 (พฤษภาคม - กรกฎาคม 2566)	- สาธิตการทำงานและแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT - ออกแบบพัฒนาระบบเกษตรทันสมัยแบบเปิด - การตรวจซ่อมและบำรุงรักษาระบบโดยแยกในส่วน software และ hardware	- นักเรียน นักศึกษา และชุมชนที่สนใจ - เกษตรกร หรือชุมชนที่ร่วมโครงการทดลองใช้ระบบ - พื้นที่ห้อง 942 หรือลงพื้นที่ชุมชน

1.5 กลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาวิจัย

- นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- บุคลากรในสถานศึกษาสังกัด สพม. เขตพื้นที่ จ.เชียงราย
- ชุมชนผู้สูงอายุ ที่เน้นการทำเกษตรพอเพียงสมัยใหม่

1.6 แผนผังแสดงกระบวนการดำเนินโครงการ



ภาพที่ 1 ผังกระบวนการดำเนินโครงการ

ตามผังกระบวนการดำเนินโครงการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT (ภาพที่ 1) สามารถแบ่งเป็น 3 ระยะดำเนินงานหลักได้ดังนี้:

ระยะดำเนินงานที่ 1: การเตรียมสถานที่และติดตั้งเซ็นเซอร์

- วางแผนและออกแบบสถานที่: ในระยะนี้ต้องกำหนดและวางแผนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับศูนย์เรียนรู้ IoT ซึ่งอาจเป็นห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการที่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอนและพัฒนาโปรแกรม IoT สำหรับนักเรียนหรือผู้เรียนได้อย่างสะดวกสบาย นอกจากนี้ยังต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของผู้เรียนและอุปกรณ์ที่ใช้ในศูนย์เรียนรู้ IoT ด้วย

- พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน: ต้องเตรียมสถานที่พร้อมสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างระบบ IoT นั้น เช่น เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นเซ็นเซอร์อุณหภูมิหรือเซ็นเซอร์ความชื้น นอกจากนี้ยังต้องมีอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT กับอินเทอร์เน็ตและเครือข่ายภายในศูนย์เรียนรู้

ระยะดำเนินงานที่ 2: เนื้อหาการเรียนรู้และอบรม

- สร้างเนื้อหาการเรียนรู้: ในระยะนี้ควรสร้างเนื้อหาการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้พวกเขาเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของ IoT และการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ใน

ระบบ IoT นอกจากนี้ยังควรพิจารณาการใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ออนไลน์หรือการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ

- จัดอบรมและสัมมนา: สามารถจัดกิจกรรมอบรมและสัมมนาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในระดับต่าง ๆ ของผู้เรียน โดยสามารถเชิญผู้เชี่ยวชาญด้าน IoT หรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านนี้เพื่อเป็นวิทยากรในการอบรมและแบ่งปันความรู้ให้กับผู้เรียน

ระยะดำเนินงานที่ 3: การพัฒนาอุปกรณ์ IoT ต้นแบบ

- ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ IoT: ในระยะนี้สามารถสร้างและพัฒนาอุปกรณ์ IoT ต้นแบบที่สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ที่ได้รับในขั้นตอนก่อนหน้านี้ อุปกรณ์เหล่านี้อาจเป็นเซ็นเซอร์ที่วัดอุณหภูมิหรือความชื้น หรืออาจเป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบ IoT

- ทดสอบและประเมินอุปกรณ์: ควรทดสอบและประเมินอุปกรณ์ IoT ต้นแบบเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการทำงานจริง นอกจากนี้ยังสามารถรับความคิดเห็นจากผู้เรียนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์ต่อไป

- สื่อสารผลงาน: ในขั้นตอนสุดท้ายสามารถสื่อสารผลงานและความคืบหน้าในการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT ต่อผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจเป็นชุมชน บุคลากรภายในสถานศึกษาหรือผู้ประกอบการ และทำการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำเร็จของโครงการเพื่อสร้างความสนใจและการร่วมมือของคนอื่น ๆ

ผังกระบวนการพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT ข้างต้นเป็นแผนที่ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดของการเตรียมสถานที่พร้อมติดตั้งเซ็นเซอร์ การเรียนรู้และอบรมเนื้อหา และการพัฒนาอุปกรณ์ IoT ต้นแบบในศูนย์เรียนรู้ IoT เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ หรือสาธิตประกอบการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

1.7 นิยามศัพท์

- ศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน หมายถึง ตัวอย่างศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT ประจำสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย อาคาร 9 ชั้น 4 ห้อง 942

- กลุ่มผู้เรียนรู้ หมายถึง นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรปริญญาตรี และชุมชนหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ จ.เชียงราย

- บอร์ดวงจรการเรียนรู้ (PCB Smart Board) หมายถึงบอร์ดรวมวงจรที่ทำความร่วมมือในการพัฒนากับมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง โดยใช้ MCU รุ่น ESP32-TTGO -OLED

- ห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT หมายถึง ห้องปฏิบัติการ 942 ที่ได้ติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ อุปกรณ์สื่อสารภายในห้องผ่านเครื่องแม่ข่าย Raspberry-Pi 4 Type -B ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Home Assistance

- Private Cloud หมายถึง ระบบแม่ข่ายที่ติดตั้ง Blynk Legacy ผ่านหมายเลข IP: 61.19.33.12 Port: 9443

- CVC-IoT หมายถึง การติดตั้งเครื่องแม่ข่ายด้วยระบบ Home Assistance และ Blynk Legacy ที่สามารถเรียกใช้งานผ่านเครือข่ายงานศูนย์ข้อมูลวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- MCU หมายถึง ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ และฝึกปฏิบัติงานทั้ง Arduino UNO, ESP32-TTGO-OLED และ Raspberry Pi4 Type B
- สัญญาณไร้สาย (Wireless) หมายถึง การใช้งานสัญญาณไร้สายภายในห้องปฏิบัติการ 942 อาทิ WiFi, Bluetooth, LoRa และ Zigbee
- เซ็นเซอร์ (Sensors) หมายถึง อุปกรณ์ตรวจวัดที่นำมาติดตั้งภายในห้องปฏิบัติการ 942 อาทิ Motion sensor, Temperature, Light, PM2.5, Smoke Sensor และ PIR sensor
- ระบบเกษตรทันสมัย (Smart Farm) หมายถึง ระบบเกษตรทันสมัยแบบเปิดที่ใช้กล้องวงจร 2 กล้องควบคุมและสื่อสารใช้งานทั้งสัญญาณ WiFi, Bluetooth และ LoRa
- หน่วยการเรียนรู้ (Learning Module) หมายถึง เอกสารประกอบการเรียนรู้ 15 โมดูล ที่แบ่งการใช้งานออกเป็น 4 เล่ม ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาพัฒนาขึ้นมาประกอบการใช้งานภายในศูนย์เรียนรู้ CVC-IoT ห้องปฏิบัติการ 942

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และการขยายผล

1. มีพื้นที่และอุปกรณ์สาธิต ฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT
2. เป็นศูนย์กระจายและแนะนำการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT
3. ร่วมมือชุมชนและองค์กรต่าง ๆ ในการประดิษฐ์ค้นคว้าเครื่องมือใหม่ ๆ ในการใช้งาน
4. เป็นแหล่งศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ IoT เพื่อการเกษตรสมัยใหม่
5. เป็นแหล่งในการประดิษฐ์และค้นคว้าอุปกรณ์ IoT เพื่อช่วยบริการผู้สูงอายุ(กรณีเป็นทางเลือก)

1.9 แนวทางการเผยแพร่ผลการดำเนินโครงการ

การนำองค์ความรู้ เครื่องมือในการประกอบพัฒนาเทคโนโลยี IoT เพื่อนำไปใช้กับการเกษตรทันสมัยแบบเปิด ในชุมชนต่าง ๆ อาทิชุมชนพัฒนาอาชีพเขตแม่ยาว ชุมชนเกษตรพื้นที่เรียนรู้ดอยฮาง และสถานศึกษาต่าง ๆ ในเขต จ.เชียงราย เพื่อชาวบ้าน/ผู้สูงอายุ และคณะครูนักเรียนต่างอำเภอได้เรียนรู้เข้าใจเทคโนโลยีสมัยใหม่

1. เป็นแหล่งเรียนรู้และฝึกอบรมการสร้าง หรือพัฒนาระบบ IoT ให้แก่นักเรียน/นักศึกษาในระดับมัธยม อาชีวศึกษา และมหาวิทยาลัยที่สนใจ
2. ประชาชนและชุมชนสามารถเข้ามาศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ในชุมชนตนเอง โดยเฉพาะระบบเกษตรทันสมัย

3. เป็นศูนย์ประกอบและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ IoT เพื่อบริการชุมชนสังคมทั้งทางด้าน H/W และ S/W รวมถึงอุปกรณ์ตรวจรับรู้ (sensors) ต่าง ๆ โดยยึดตามอุปกรณ์พื้นฐานและองค์ประกอบเบื้องต้นที่ได้นำมาประกอบใช้ระบบ

4. เป็นแหล่งในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ IoT และสามารถนำไปประกอบเพื่อพัฒนาระบบ AI ได้ในหลากหลายมิติ (อ้างอิงตามหลักการ Big Data and Cloud Processing)

สำนักงานเลขาธิการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาศูนย์เรียนรู้การใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เป็นแนวทางที่น่าสนใจสำหรับยุคปัจจุบัน เนื่องจากมีความสามารถในการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต โดยมีระบบเซ็นเซอร์เพื่อรับข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนที่จะเริ่มพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ควรวางแผนและออกแบบระบบโดยพิจารณาถึงประสิทธิภาพการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการติดตั้งเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของศูนย์เรียนรู้ การเลือกและการใช้เซ็นเซอร์ที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างระบบ IoT ในศูนย์เรียนรู้ จึงควรพิจารณาถึงประเภทของเซ็นเซอร์ที่จำเป็น เช่น เซ็นเซอร์อุณหภูมิ, เซ็นเซอร์ความชื้น, เซ็นเซอร์แสง และอื่นๆ ซึ่งจะช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม ทำให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลและทำการวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ระบบ IoT ในศูนย์เรียนรู้ทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ ควรมีแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการตรวจสอบและบำรุงรักษาเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ยังควรเตรียมแผนการสำรวจและแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเมื่อระบบเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์มีปัญหา สำหรับการพัฒนาและการดูแลระบบ IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ควรสนับสนุนและให้การฝึกอบรมแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้พวกเขามีความรู้และทักษะที่เพียงพอในการดูแลระบบ นอกจากนี้ยังควรจัดทำเอกสารคู่มือการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน ซึ่งต้องคำนึงถึงขั้นตอนและแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านล่างนี้เป็นแนวทางการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ก่อนที่จะเริ่มพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT ควรวางแผนและออกแบบระบบโดยพิจารณาถึงการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของศูนย์เรียนรู้ ตรวจสอบความเข้ากันได้ของระบบและอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกัน รวมถึงการกำหนดแผนการดูแลรักษาอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้เหมาะสม เลือกและใช้เซ็นเซอร์ที่เหมาะสมกับความต้องการของศูนย์เรียนรู้ พิจารณาความเหมาะสมของเซ็นเซอร์ตามภาพรวมของโครงการ ระบบเซ็นเซอร์ควรสามารถรับข้อมูลและส่งคำสั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่เรียบง่ายและซับซ้อน จัดทำแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เซ็นเซอร์เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้ใช้งานได้ตามความต้องการ แผนการซ่อมบำรุงควรคำนึงถึงระยะเวลาการซ่อมบำรุง การสำรวจปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและแก้ไขในกรณีที่ระบบเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์มีปัญหา นอกจากนั้นควรเตรียมการสนับสนุนและการฝึกอบรมให้แก่บุคลากร

ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้พวกเขามีความรู้และทักษะในการดูแลระบบ IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ การสอนวิธีการติดตั้งเซ็นเซอร์และการดูแลรักษาอุปกรณ์จะช่วยให้บุคลากรสามารถดำเนินการตรวจสอบและดูแลรักษาระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการติดตามตรวจสอบระบบและอุปกรณ์เซ็นเซอร์อย่างสม่ำเสมอเพื่อติดตามประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบ IoT และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ดำเนินการปรับปรุงระบบตามความต้องการเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงของศูนย์เรียนรู้ การพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญและซับซ้อน เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การออกแบบและพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ต้องปฏิบัติตามแนวทางที่ถูกต้อง โดยมีลำดับและขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1: วางแผนและออกแบบระบบ

ประสานกับผู้เกี่ยวข้องเพื่อเข้าใจความต้องการและความสำคัญของระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ วางแผนและออกแบบระบบโดยพิจารณาความเหมาะสมของเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ในแต่ละสถานที่ พิจารณาความต้องการด้านการเชื่อมต่อเครือข่ายและการสื่อสารกับระบบ IoT

ขั้นที่ 2: เลือกและใช้เซ็นเซอร์ที่เหมาะสม

ศึกษาและเลือกใช้เซ็นเซอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานและสภาพแวดล้อม ตรวจสอบความเข้ากันได้ระหว่างเซ็นเซอร์และระบบที่ใช้งานอยู่แล้ว คำนึงถึงการสื่อสารระหว่างเซ็นเซอร์และระบบหลัก

ขั้นที่ 3: การซ่อมบำรุงอุปกรณ์

สร้างแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่เหมาะสม ตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์เซ็นเซอร์อย่างสม่ำเสมอ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเซ็นเซอร์และอุปกรณ์โดยทันที

ขั้นที่ 4: การสนับสนุนและการฝึกอบรม

การสนับสนุนและให้การฝึกอบรมแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องในการใช้งานระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ จัดทำเอกสารคู่มือและแหล่งข้อมูลที่ช่วยในการใช้งานและการดูแลรักษาระบบ IoT สร้างช่องทางสื่อสารเพื่อการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์

ขั้นที่ 5: การติดตามและปรับปรุง

ตรวจสอบและติดตามประสิทธิภาพของระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ นำเสนอข้อมูลและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ให้ดียิ่งขึ้น ปรับปรุงและพัฒนาระบบตามความต้องการและเปลี่ยนแปลงของศูนย์เรียนรู้ การพัฒนาศูนย์เรียนรู้ IoT ที่มีระบบเซ็นเซอร์และการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เป็นกระบวนการที่มีซับซ้อน แต่เมื่อมีแนวทางและการวางแผนที่

ถูกต้อง การพัฒนาดังกล่าวสามารถประสบความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้ชุมชนได้รับประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยี IoT อย่างเพียงพอ

2.1 กระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบสามารถใช้ทฤษฎีและเทคนิคต่างๆ ในการออกแบบและพัฒนาได้หลากหลายวิธี ซึ่งหลักการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการพัฒนาระบบต่างๆ มีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

1. แบบจำลองพื้นฐาน (Basic Model): ทฤษฎีแบบจำลองพื้นฐานเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบ เช่น แบบจำลองวัตถุ (Object-Oriented Model) ที่ใช้ในการแบ่งระบบออกเป็นวัตถุต่างๆ และสื่อสารระหว่างกัน แบบจำลองนี้ช่วยให้การพัฒนาระบบมีความยืดหยุ่นและสามารถทำซ้ำใช้งานได้ง่าย

2. แบบจำลองวัฏจักร (Lifecycle Model): แบบจำลองวัฏจักรเป็นการแบ่งขั้นตอนการพัฒนาระบบออกเป็นช่วงๆ ในรูปแบบของวัฏจักร แต่ละช่วงจะมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเช่น การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis) การออกแบบ (Design) การสร้าง (Implementation) การทดสอบ (Testing) และการนำเสนอ (Deployment) เป็นต้น

3. แบบจำลองพีระมิด (Pyramid Model): แบบจำลองพีระมิด (Pyramid Model): เน้นการสร้างชั้นของการทดสอบที่หลากหลาย เช่น การทดสอบหน่วยงาน (Unit Testing) การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยงาน (Integration Testing) และการทดสอบระบบโดยรวม (System Testing) ชั้นที่สูงขึ้นมานั้นจะเป็นการทดสอบเชิงหลายแพลตฟอร์มและการทดสอบการทำงานจริง (User Acceptance Testing)

4. แบบจำลองทำซ้ำและการพัฒนาแบบแอจาย (Iterative and Agile Development Model): แบบจำลองทำซ้ำและการพัฒนาแบบแอจายเน้นการพัฒนาระบบในรูปแบบของกลุ่มโครงการย่อย (Iteration) โดยแต่ละกลุ่มโครงการย่อยจะผลิตซอฟต์แวร์ที่สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้งานได้ การพัฒนาแบบแอจายก็เน้นการสร้างซอฟต์แวร์ที่สามารถปรับปรุงได้ตามความต้องการของผู้ใช้ระหว่างการทำซ้ำของกลุ่มโครงการย่อย

5. แบบจำลองแบบเชิงกิจกรรม (Activity-Based Model): แบบจำลองแบบเชิงกิจกรรมเน้นการแยกงานออกเป็นกิจกรรมต่างๆ และตรวจสอบความเกี่ยวข้องระหว่างกิจกรรม โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์และจัดเก็บข้อมูล เช่น การวิเคราะห์กระบวนการธุรกิจ (Business Process Analysis) และการวิเคราะห์องค์กร (Organizational Analysis)

6. แบบจำลองแบบยูนิฟาย (Unified Modeling Language - UML): เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้ในการสื่อสารและออกแบบระบบซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถใช้ในการสร้างแผนภาพและเอกสารต่าง ๆ เช่น

แผนภาพความสัมพันธ์ (Class Diagrams) แผนภาพกระบวนการธุรกิจ (Business Process Diagrams) และแผนภาพการกระจาย (Deployment Diagrams) เป็นต้น

ทั้งนี้เป็นเพียงบางส่วนของทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการพัฒนาระบบสำหรับโครงการและบริษัทที่แตกต่างกันอาจมีการใช้ทฤษฎีและเทคนิคเฉพาะเป้าหมายเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของโครงการนั้นๆ

2.1.1 การพัฒนาระบบด้วยกระบวนการ SDLC

การพัฒนาระบบด้วยกระบวนการ SDLC (Software Development Life Cycle) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการจัดการและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงการประเมินและบำรุงรักษาระบบ เพื่อให้ได้ระบบที่มีคุณภาพและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ โดยกระบวนการ SDLC มีอยู่หลายโมเดล ได้แก่ Waterfall model, V-shaped model, Iterative model, Agile model และ Spiral model ซึ่งแต่ละโมเดลมีกระบวนการทำงานที่ต่างกัน แต่ว่าทุกโมเดลล้วนเป็นขั้นตอนในการพัฒนาระบบทางเทคโนโลยีสารสนเทศโดยทั้งสิ้น ซึ่ง SDLC ตามภาพที่ 2 ซึ่งแสดงองค์ประกอบด้วยขั้นตอนหลักต่อไปนี้



ภาพที่ 2 วัฏจักรการออกแบบพัฒนาระบบด้วยกระบวนการ SDLC

อ้างอิงจาก [Software development life cycle \(SDLC\) — A quick overview \(yourstory.com\)](https://yourstory.com/2016/05/software-development-life-cycle-sdlc/)

1. การวางแผนและการวิเคราะห์ความต้องการ (Planning and Requirements Analysis)

- วิเคราะห์ความต้องการของระบบ
- กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของระบบ
- กำหนดความสามารถและฟังก์ชันของระบบ
- วางแผนเกี่ยวกับระยะเวลาและงบประมาณ

2. การออกแบบระบบ (System Design)

- ออกแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมระบบ
- กำหนดรายละเอียดการทำงานของระบบ
- ออกแบบฐานข้อมูลและการเก็บรักษาข้อมูล
- สร้างเอกสารออกแบบระบบ

3. การสร้างและพัฒนาระบบ (System Development)

- เขียนโค้ดและสร้างซอฟต์แวร์ตามข้อกำหนด
- ทดสอบและปรับปรุงซอฟต์แวร์
- รวบรวมข้อมูลและนำเข้าระบบ
- สร้างเอกสารทางเทคนิคและเอกสารการใช้งาน

4. การทดสอบและการปรับปรุง (Testing and Refinement)

- ทดสอบระบบเพื่อค้นหาข้อผิดพลาดและปัญหาที่เกิดขึ้น
- ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดและปัญหาที่พบ
- ทดสอบระบบใหม่อีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

5. การนำเสนอและการประเมิน (Deployment and Evaluation)

- นำเสนอระบบแก่ผู้ใช้และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- ประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพของระบบ
- รับข้อเสนอแนะและการปรับปรุงระบบต่อไป

6. การนำเข้าใช้งานและการบำรุงรักษา (Implementation and Maintenance)

- นำเข้าระบบเข้าสู่การใช้งานจริง
- ดูแลและบำรุงรักษาระบบ
- ปรับปรุงแก้ไขเมื่อมีความต้องการ

SDLC เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเป็นรอบ ๆ ทำให้สามารถตรวจสอบและปรับปรุงระบบในแต่ละขั้นตอนได้ การปฏิบัติตาม SDLC ช่วยให้ทีมพัฒนาทราบว่าต้องทำอะไรในแต่ละขั้นตอน และช่วยให้

ผู้บริหารมีภาพรวมของกระบวนการพัฒนาที่เป็นระเบียบ นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถจัดการเรื่องของเวลา งบประมาณ และทรัพยากรอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี (Sommerville, I. 2016).

ในยุคที่เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การพัฒนาระบบหรือซอฟต์แวร์แบบเดิมอาจไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการและความเร่งรีบของธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อรับมือกับสถานการณ์ที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว และให้ผลผลิตที่ดีกว่า Agile Model เกิดขึ้น โดยเน้นความยืดหยุ่นในการพัฒนาและการทำงานร่วมกันของทีม: ซึ่ง Agile Model เป็นกระบวนการพัฒนาระบบงานและซอฟต์แวร์ที่เน้นความยืดหยุ่น และการทำงานร่วมกันของทีมที่เกี่ยวข้อง โดยมุ่งเน้นการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง ให้ลูกค้าได้รับผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการ และสามารถปรับปรุงแก้ไขได้อย่างรวดเร็วตามความเปลี่ยนแปลงของความต้องการหรือสภาพแวดล้อมภายนอก (Larman, C., & Basili, V. R. ,2003)

หลักการของ Agile Model

- ความยืดหยุ่น: Agile Model ให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนและการรับมือกับความไม่แน่นอน โดยพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นแต่ละช่วงเวลาเล็กๆ โดยมีการปรับปรุงแก้ไขตามความต้องการและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้.
- การทำงานร่วมกัน: ทีมที่มีสมาชิกมากกว่าหนึ่งคนทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิด ผ่านการประชุมเพื่อวางแผนและพัฒนาซอฟต์แวร์ การสื่อสารและความร่วมมือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้ทุกคนในทีมเข้าใจและมุ่งหวังให้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด.
- การส่งมอบระบบในช่วงเวลาสั้น: Agile Model มีหลักการส่งมอบระบบที่พร้อมใช้งานในช่วงเวลาสั้น ๆ ทำให้ลูกค้าได้สัมผัสและให้คำติชมหรือข้อเสนอแนะได้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการพัฒนา.

กระบวนการใน Agile Model

- วางแผน (Planning): ทีมจัดสรรระยะเวลาทำงานเพื่อเตรียมความพร้อมในการพัฒนา พิจารณาความต้องการและกำหนดระยะเวลาส่งมอบ.
- ออกแบบ (Design): ออกแบบรายละเอียดการทำงานของระบบโดยใช้เทคนิคที่เหมาะสม เช่น User Stories, Use Cases, หรือ Mockups.
- พัฒนา (Development): ทีมพัฒนาระบบหรือซอฟต์แวร์ตามรายละเอียดที่ออกแบบมา โดยแบ่งงานเป็นส่วนย่อย ๆ ที่สามารถทำงานพร้อมกันได้.
- ทดสอบ (Testing): ทดสอบและตรวจสอบความถูกต้องของระบบหรือซอฟต์แวร์ และรับข้อผิดพลาดและปรับปรุงตามความต้องการ.
- ส่งมอบ (Delivery): ส่งมอบระบบหรือซอฟต์แวร์ที่พร้อมใช้งานให้แก่ลูกค้า และรับคำติชมและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงต่อไป.

ประโยชน์ของ Agile Model

ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยน: การใช้ Agile Model ช่วยให้ทีมสามารถปรับเปลี่ยนและปรับปรุงระบบได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการและการเปลี่ยนแปลงของลูกค้า การสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง การทำงานร่วมกันและการทดสอบตลอดกระบวนการพัฒนาช่วยให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง และสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า เพิ่มความพอใจของลูกค้า: การส่งมอบซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานได้เร็วช่วยเพิ่มความพอใจของลูกค้า และสามารถปรับปรุงตามความต้องการได้อย่างรวดเร็ว

การประยุกต์ใช้ Agile Model

การประยุกต์ใช้ Agile Model ในการพัฒนาระบบและซอฟต์แวร์นั้นเราต้องใช้หลักการและกระบวนการต่าง ๆ ที่เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของ Agile Manifesto ตลอดจนใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสม เช่น:

- Scrum: หนึ่งในกระบวนการ Agile ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยใช้หลักการทำงานเป็นรอบ (Sprints) ที่มีระยะเวลาสั้น ๆ และเน้นการวางแผนและการทำงานร่วมกันของทีม
- Kanban: เป็นรูปแบบการจัดการงานที่ใช้กระบวนการตามลำดับ โดยใช้บอร์ดติดป้ายชื่องาน (Kanban Board) เพื่อแสดงสถานะและความคืบหน้าของงาน
- Extreme Programming (XP): เป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับการทดสอบ การทำงานร่วมกันของทีม และการพัฒนาแบบยืดหยุ่น
- DevOps: เป็นการรวมกระบวนการพัฒนาและการดำเนินงาน (Operations) เข้าด้วยกัน ในปัจจุบัน DevOps เป็นส่วนหนึ่งของ Agile Model เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการส่งมอบผลิตภัณฑ์

Agile Model เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นความยืดหยุ่นในการพัฒนาระบบและซอฟต์แวร์ โดยการทำงานร่วมกันของทีมและการส่งมอบผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาสั้น ๆ ทำให้สามารถปรับปรุงและปรับแก้ไขได้ตามความต้องการของลูกค้า การประยุกต์ใช้ Agile Model ต้องใช้หลักการและกระบวนการต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับ Agile Manifesto และใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสม ด้วยการใช้ Agile Model ในการพัฒนาระบบและซอฟต์แวร์ จะช่วยให้สามารถตอบสนองความต้องการและเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วและมีคุณภาพมากขึ้น

2.1.2 การออกแบบหลักสูตรการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ADDIE Model

ADDIE Model เป็นกระบวนการออกแบบการฝึกอบรมและการพัฒนาเชิงระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการออกแบบพัฒนาหลักสูตรเพื่อการศึกษาและการอบรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นชื่อย่อของ Analysis, Design, Development, Implementation, และ Evaluation ซึ่งแสดงถึงขั้นตอนที่ใช้ในกระบวนการที่เน้นการทำงานให้เป็นระบบเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณภาพสูง โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนปฏิบัติใน ADDIE Model ดังนี้

- Analysis (วิเคราะห์): ขั้นตอนนี้เน้นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายและความต้องการของการฝึกอบรม โดยจะทำการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายการเรียนรู้ การสำรวจความต้องการของผู้เรียน การวิเคราะห์ภาพรวมของงาน การแบ่งแยกความต้องการการเรียนรู้ และการทำความเข้าใจเรื่องที่ต้องศึกษา

- Design (การออกแบบ): หลังจากที่มีข้อมูลเกี่ยวกับเป้าหมายและความต้องการของการเรียนรู้แล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่นการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ การวางแผนการเรียนการสอน การออกแบบสื่อการเรียนรู้ และการวางแผนการประเมินผล

- Development (การพัฒนา): หลังจากการออกแบบเสร็จสิ้นแล้ว เป็นเวลาที่จะเริ่มทำการพัฒนาวัสดุการเรียนรู้ ซึ่งอาจรวมถึงการสร้างสื่อการเรียนรู้ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การพัฒนาเว็บไซต์ หรือการจัดทำวัสดุการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ ตามที่ออกแบบไว้

- Implementation (การนำไปใช้): ในขั้นตอนนี้จะเกิดการนำวัสดุการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมาใช้งานจริงโดยจะมีการจัดการอบรมการใช้แผน การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน และการดำเนินการอบรมจริง ๆ ตามกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ (พิจารณาประกอบตามแผนความร่วมมือ)

- Evaluation (การประเมินผล): ขั้นตอนที่ท้ายเน้นการประเมินผลของการอบรม โดยจะทำการวัดค่าตัวชี้วัดที่ถูกกำหนดไว้กับเป้าหมายการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของวัสดุการเรียนรู้ และผลกระทบของการอบรมต่อองค์กร จากผลการประเมินนี้จะสามารถปรับปรุงกระบวนการฝึกอบรมในอนาคตได้

โดย ADDIE Model เป็นกระบวนการที่สามารถวนซ้ำได้ คือหากการประเมินผลแสดงให้เห็นถึงความต้องการการปรับปรุง เราสามารถกลับไปทำขั้นตอนแรกของ Analysis เพื่อทบทวนและปรับปรุงกระบวนการในครั้งถัดไปได้



ภาพที่ 3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรด้วย ADDIE Model

อ้างอิงจาก <https://www.cdc.gov/training/development/addie-model.html>

จากการศึกษาของ Smith, J., & Johnson, A. 2020 ได้นำเอา ADDIE Model มาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการฝึกอบรม ดังตัวอย่างงานวิจัยด้านการพัฒนาศักยภาพบุคลากรในองค์กรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งมีการใช้ ADDIE Model เพื่อออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเชิงออนไลน์ โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเชิงออนไลน์เพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรในองค์กรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้ ADDIE Model เป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินงาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์กระบวนการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการประเมินผลและปรับปรุงในระหว่างการดำเนินการ ซึ่งการวิจัยนี้ได้ใช้ขั้นตอนใน ADDIE Model ดังนี้

- Analysis (วิเคราะห์): การวิเคราะห์ผู้เรียนและสภาวะการทำงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจในความต้องการการฝึกอบรม เช่น การสำรวจความต้องการของบุคลากรที่ต้องการพัฒนาศักยภาพ เป้าหมายของการอบรม และเป้าหมายขององค์กรในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ
- Design (การออกแบบ): การออกแบบหลักสูตรการฝึกอบรมโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การกำหนดเนื้อหาการเรียนรู้ การออกแบบสื่อการเรียนรู้ เช่น วิดีโอการสอนออนไลน์ แบบทดสอบเกมการเรียนรู้ เป็นต้น
- Development (การพัฒนา): การพัฒนาเนื้อหาการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ตามแผนที่ออกแบบไว้ การสร้างเนื้อหาการเรียนรู้ และการสร้างสื่อการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนด
- Implementation (การนำไปใช้): การนำหลักสูตรการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริง โดยการสร้างแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ การสอนผ่านอินเทอร์เน็ต และการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน

- Evaluation (การประเมินผล): การวัดและประเมินผลของหลักสูตรการฝึกอบรม การใช้เครื่องมือในการประเมิน เช่น แบบทดสอบหลังการเรียนรู้ การสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียน และการวิเคราะห์ผลสำหรับการปรับปรุงในครั้งถัดไป

ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ให้กับองค์กรที่ต้องการพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีกรอบแนวคิด ADDIE Model เป็นเครื่องมือในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการขององค์กรและผู้เรียน

การศึกษาของ Jones, S., & Smith, M. 2021 ได้นำ ADDIE Model เพื่อออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมในสถานศึกษา โดยใช้ในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมในสถานศึกษา ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะของครูในการสอนและการวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ของนักเรียน งานวิจัยนี้จะอธิบายกระบวนการในการประยุกต์ใช้ ADDIE Model ในขั้นตอนการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผลของหลักสูตรการฝึกอบรม ซึ่งพอสรุปขั้นตอนปฏิบัติได้ดังนี้

- ในขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความต้องการของครูและนักเรียน รวมถึงการวิเคราะห์เนื้อหาการเรียนรู้และวิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับสถานศึกษา

- ในขั้นตอนการออกแบบ (Design) ได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงการออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ และวางแผนการสอนที่เข้ากับความต้องการของผู้เรียนและสถานศึกษา

- ในขั้นตอนการพัฒนา (Development) ได้มีการสร้างเนื้อหาการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ตามแผนที่ออกแบบไว้ รวมถึงการสร้างวัสดุการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สื่อการสอน เอกสารประกอบการเรียนรู้ เป็นต้น

- ในขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) ได้มีการนำหลักสูตรการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงในสถานศึกษา และมีการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับครูและนักเรียน

- ในขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) ได้มีการวัดและประเมินผลของหลักสูตรการฝึกอบรม ตลอดจนการปรับปรุงหลักสูตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้

ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ช่วยให้สถานศึกษาสามารถพัฒนาครูและนักเรียนให้มีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของสถานศึกษาได้ รวมถึงให้แนวทางในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมในสถานศึกษาอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพสูง

ในงานวิจัยที่อ้างอิงข้างต้น แสดงให้เห็นได้ว่าการใช้ ADDIE Model ในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมในสถานศึกษามีความสำคัญอย่างมาก และมีผลกระทบที่ดีต่อการพัฒนาครูและ

นักเรียนในสถานศึกษา โดยการนำ ADDIE Model มาใช้ เป็นการกำหนดโครงสร้างและกระบวนการที่เป็นระเบียบเรียบร้อยในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม ทำให้ผู้วิจัยและผู้ออกแบบสามารถเก็บข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับความต้องการของผู้เรียนและสถานศึกษา รวมถึงวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับจากการอบรม โดย

- ในขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) ทำให้เราเข้าใจความต้องการและสภาวะการทำงานที่ต้องการพัฒนา ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มทักษะทางวิชาการหรือทักษะที่เกี่ยวข้องกับสถานศึกษา รวมถึงการแบ่งแยกและวิเคราะห์ความต้องการเรียนรู้ของผู้เรียนในที่นี้นักเรียนแต่ละคน

- ในขั้นตอนการออกแบบ (Design) เราสามารถกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงการกำหนดเนื้อหาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน และวางแผนการสอนที่เข้ากับความต้องการของสถานศึกษา การออกแบบสื่อการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

- ในขั้นตอนการพัฒนา (Development) เราสร้างเนื้อหาการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ตามแผนที่ออกแบบไว้ โดยใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น การสร้างวิดีโอการสอน เพจเว็บ เกมการเรียนรู้ หรือแอปพลิเคชันการเรียนรู้

- ในขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) เรานำหลักสูตรการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงในสถานศึกษาและมีการจัดการอบรมผู้สอน เตรียมความพร้อมของผู้เรียนและการดำเนินการอบรมจริง ๆ

- ในขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) เราวัดและประเมินผลของหลักสูตรการฝึกอบรม โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น แบบทดสอบ สำนวความพึงพอใจของผู้เรียน และวิเคราะห์ผลสำหรับการปรับปรุงในครั้งถัดไป

ด้วยการใช้ ADDIE Model ในงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการมีกระบวนการที่เป็นระเบียบและเป็นรายละเอียดในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม ที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสถานศึกษา ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพในการจัดการศึกษา

2.2 การออกแบบและติดตั้งใช้งานระบบคลาวด์

การออกแบบและพัฒนาระบบเครือข่ายสำหรับงานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เปรียบเสมือนการสร้างพื้นที่เชื่อมต่อที่ทุกอย่างสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและสื่อสารกันได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ เหมือนเรากำลังสร้างโลกเสมือนที่อุปกรณ์แต่ละตัวมีชีวิตและความสำคัญของตัวเองสอดคล้องตามการศึกษาของ Ray, P. P., 2018 ในการวิเคราะห์ความต้องการที่ต้องมีความเข้าใจและมุ่งหวังที่ชัดเจนในการสร้างระบบ IoT ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อาทิเช่นการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติในบ้าน การตรวจวัดและจัดการข้อมูลทางเศรษฐกิจ หรือการควบคุมและติดตามการใช้งานสารสนเทศในอุตสาหกรรม ซึ่งเมื่อได้รับความเข้าใจเพียงพอแล้ว เราต้องเลือกและติดตั้ง

อุปกรณ์เครือข่ายที่เหมาะสมสำหรับระบบ IoT นั้นคืออุปกรณ์ที่สามารถรองรับการเชื่อมต่อไร้สายและมีความสามารถในการจัดการจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น Access Point หรือ Router ที่สามารถรองรับจำนวนอุปกรณ์มากๆ และมีความเสถียรสูง โดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายที่เหมาะสมกับความต้องการ เช่น Wi-Fi สำหรับระยะทางสั้นและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ในระยะใกล้ หรือ Bluetooth Low Energy (BLE) สำหรับการเชื่อมต่อระยะใกล้ที่ใช้พลังงานต่ำ เราควรทำการออกแบบโครงสร้างเครือข่ายที่สามารถรองรับจำนวนอุปกรณ์ IoT และสื่อสารกับระบบฝังเซิร์ฟเวอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามการศึกษาของ Antoniou, P., Rousis, K., & Giaffreda, R., 2018 ด้านความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญในระบบ IoT ดังนั้น จึงต้องใช้มาตรฐานและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการรักษาความปลอดภัย เช่นการใช้เทคโนโลยีเข้ารหัสข้อมูลและการรับรองตัวตน เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาต นอกจากนี้ ควรมีการดูแลและปรับปรุงระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาความมั่นคงของระบบในระยะยาว เมื่อระบบเครือข่ายสำหรับงาน IoT ได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและดูแลระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อตรวจสอบปัญหาและแก้ไขในขณะที่มีการเกิดขึ้น รวมถึงการทดสอบระบบเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและความเสถียรของระบบ

2.2.1 กระบวนการออกแบบพัฒนาคลาวด์

- วิเคราะห์ความต้องการ: ขั้นแรกในกระบวนการออกแบบคลาวด์คือการวิเคราะห์และทำความเข้าใจความต้องการของระบบที่จะพัฒนา ต้องรับฟังความต้องการของผู้ใช้และกำหนดความต้องการที่ชัดเจนเพื่อเตรียมพร้อมในการออกแบบระบบ

- การวางแผนและออกแบบ: หลังจากที่มีความเข้าใจความต้องการ จะต้องวางแผนและออกแบบระบบคลาวด์ การออกแบบรวมถึงการกำหนดโครงสร้างระบบ ความสามารถที่จำเป็น การติดต่อสื่อสาร และการจัดการความปลอดภัย เพื่อให้มีความยืดหยุ่น ความเสถียรและปลอดภัยต่อระบบคลาวด์

- การเลือกแพลตฟอร์มคลาวด์: ในขั้นตอนนี้จะต้องเลือกแพลตฟอร์มคลาวด์ที่เหมาะสมสำหรับระบบที่ออกแบบอยู่ เช่น Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP) และอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการและการจัดการทรัพยากร

- การสร้างและตั้งค่าระบบ: หลังจากที่ได้เลือกแพลตฟอร์มคลาวด์ เริ่มต้นการสร้างและตั้งค่าระบบบนแพลตฟอร์มดังกล่าว ซึ่งรวมถึงการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง การกำหนดค่าเครือข่าย และการติดตั้งโปรแกรมแอปพลิเคชันที่จำเป็น

- การพัฒนาและการทดสอบ: ในขั้นตอนนี้จะเริ่มพัฒนาและทดสอบแอปพลิเคชันหรือบริการในระบบคลาวด์ การใช้วิธีการพัฒนาที่เหมาะสมเช่น Agile หรือ DevOps เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาในการพัฒนา

- การติดตามและปรับปรุง: เมื่อระบบคลาวด์ได้ถูกนำเข้าใช้งานแล้ว ควรมีการติดตามและการปรับปรุงอยู่เสมอ เพื่อให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้
- การจัดการความปลอดภัย: ความปลอดภัยเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบและพัฒนาระบบคลาวด์ ควรมีการใช้มาตรฐานการรักษาความปลอดภัย เช่นการใช้เทคโนโลยีการรักษาความปลอดภัยที่เข้ารหัสข้อมูล การจัดการสิทธิ์การเข้าถึง และการตรวจสอบความปลอดภัยเป็นประจำ
- การปรับขนาดและความยืดหยุ่น: ความยืดหยุ่นในการปรับขนาดและการจัดการทรัพยากรเป็นสิ่งสำคัญในระบบคลาวด์ ระบบคลาวด์ควรสามารถปรับขนาดได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยการเพิ่มหรือลดทรัพยากรเช่นเครื่องแม่ข่าย พื้นที่จัดเก็บข้อมูล หรือแบนด์วิดท์ให้สอดคล้องกับการเพิ่มหรือลดขอบเขตงานของระบบ

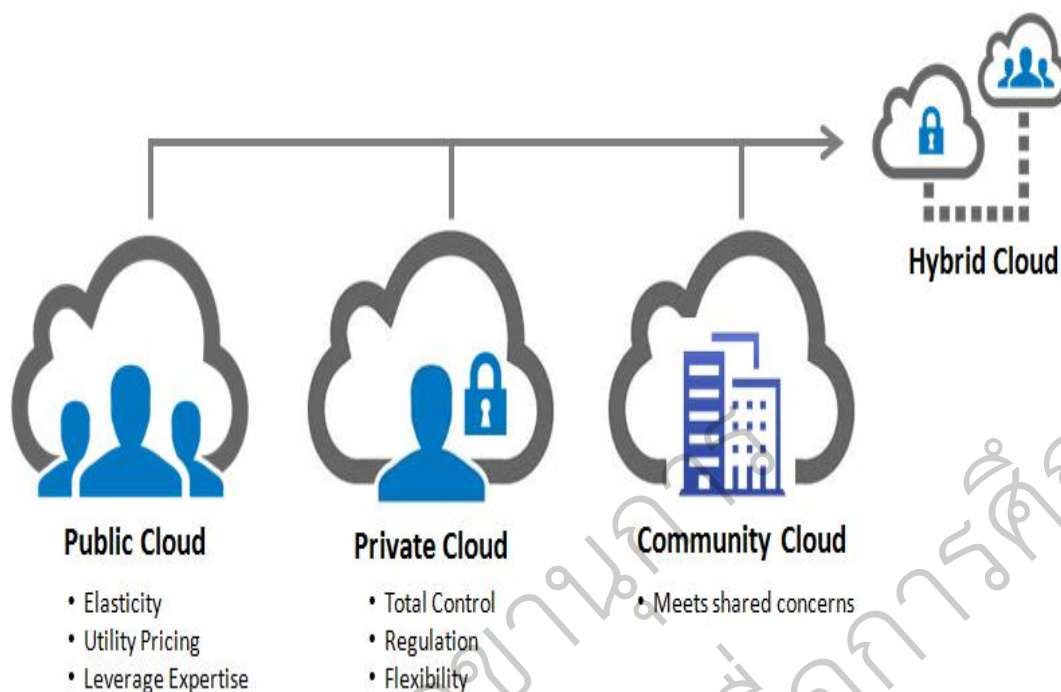
โดย Cloud computing มีเทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานด้านไอทีที่สามารถประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลได้ผ่านออนไลน์ เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์เครื่องขนาดใหญ่ที่มีทั้งระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลมหาศาลได้อย่างรวดเร็ว โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงการจัดการด้านฮาร์ดแวร์ เช่น การบำรุงรักษา การเสื่อมสภาพ การอัปเดตซอฟต์แวร์ หรือการจัดการเชิงเทคนิค เป็นต้น ซึ่ง Cloud Computing สามารถแบ่งประเภทการทำงานได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. Infrastructure-as-a-Service (IaaS) เป็นระบบที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านไอทีครบถ้วน คล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่หรือเซิร์ฟเวอร์ โดยมีหน่วยการประมวลผล ระบบจัดเก็บข้อมูล และเครือข่ายเชื่อมต่อที่มีความปลอดภัย ทำให้ผู้ใช้งานสามารถต่อยอดการทำงานได้มากกว่าจากทรัพยากรด้านไอทีที่มี เช่น ระบบเว็บไซต์ แอปพลิเคชัน big data หรือ AI เป็นต้น

2. Platform-as-a-Service (PaaS) เป็นระบบที่พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและมีการติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับการทำงานที่สะดวกเพิ่มมากขึ้น โดยซอฟต์แวร์ในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการที่จะมีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องกังวลเรื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในการใช้งาน เนื่องจากมีการจัดเตรียม infrastructure และแอปพลิเคชันไว้เรียบร้อยแล้ว

3. Software-as-a-Service (SaaS) เป็นระบบที่พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและมีการติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับการทำงานที่สะดวกเพิ่มมากขึ้น โดยซอฟต์แวร์ในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการที่จะมีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องกังวลเรื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในการใช้งาน เนื่องจากมีการจัดเตรียม infrastructure และแอปพลิเคชันไว้เรียบร้อยแล้ว

สรุป cloud computing ก็คือ บริการด้านไอทีที่เปรียบเสมือนการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ไว้ให้สำหรับผู้ให้บริการที่มีความต้องการที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งานคลาวด์ได้หลากหลายรูปแบบนั่นเอง โดยคลาวด์ยังสามารถแบ่งออกเป็น public cloud และ private cloud ได้อีกด้วย



ภาพที่ 4 รูปแบบคลาวด์และการใช้งาน

อ้างอิงจาก http://pointit.blogspot.com/2015/02/cloud-computing_66.html

กระบวนการออกแบบและพัฒนาเพื่อใช้งานเทคโนโลยีคลาวด์ซับซ้อนและมีหลายขั้นตอน (พิจารณาภาพที่ 4 ประกอบ) แต่มีความสำคัญที่จะทำให้ระบบคลาวด์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่นและปลอดภัย การใช้วิธีการออกแบบที่ถูกต้องและการติดตามคำแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัยเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการดังกล่าว

Private cloud มีระบบการประมวลผลหรือการจัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานที่ถูกจัดเก็บบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบส่วนตัว ทำให้ผู้ใช้งานที่ต้องการการใช้งานคลาวด์ที่มีความเป็นส่วนตัวสูง ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ รวมถึงความปลอดภัยที่มีการป้องกันและการเข้าถึงที่ยากกว่า จึงทำให้เรื่องของการรักษาความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลนั้นมีสูงกว่าแบบ public cloud นั่นเอง จุดเด่นของ Private Cloud สามารถควบคุมระบบการเข้าถึงและความปลอดภัยได้อย่างอิสระ มีความมั่นใจได้ว่าข้อมูลมีความปลอดภัย เนื่องจากระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีความเป็นส่วนตัวสูง ควบคุมต้นทุนการบริการและการดูแลระบบได้ชัดเจนกว่า เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถกำหนดการบริหารจัดการได้ชัดเจนมากกว่า ลดปัญหาการเชื่อมต่อและลด latency หรือระยะเวลาการตอบสนองลงได้มากกว่า โดย bandwidth ในการใช้งานก็มีความเป็นส่วนตัวอีกด้วย และที่สำคัญองค์กรสามารถบริหารจัดการทรัพยากรทั้งหมดได้ด้วยตนเองผ่านการควบคุมบนแพลตฟอร์ม

Public Cloud เป็นระบบการประมวลผลหรือการจัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานที่ถูกจัดเก็บบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบสาธารณะ อธิบายก็เปรียบเสมือนในมุมของผู้ให้บริการจะมีการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานแบบสาธารณะไว้ในเซิร์ฟเวอร์เดียวกัน แต่ผู้ใช้งานจะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลของคนอื่นได้หากไม่ได้รับอนุญาต โดยจะมีความปลอดภัยในการใช้งานระดับหนึ่ง โดยการใช้งาน public cloud จะมีข้อดีเป็นการทำงานที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว มีการใช้งานที่แพร่หลาย ทำให้สามารถทำงานร่วมกับผู้ใช้งานอื่น ๆ ได้อย่างสะดวกมากขึ้น จุดเด่นของ Public Cloud ลดต้นทุนค่าใช้จ่าย เช่น การติดตั้ง การดูแล การบำรุงรักษา การเปลี่ยนอุปกรณ์ เป็นต้น เมื่อเทียบกับการซื้ออุปกรณ์เองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมาก สามารถเพิ่ม-ลดทรัพยากรการใช้งานคลาวด์ได้ตามที่ต้องการและทันที ผ่านการสั่งงานบนแพลตฟอร์มใช้งาน ลดระยะเวลา downtime หรือปัญหาระบบล่ม เนื่องจากมีมาตรฐานการรับรองจากผู้ให้บริการ เช่น ISO/IEC, SLA เป็นต้น ใช้งานง่ายตาย เนื่องจากมีการออกแบบเพื่อให้ควบคุมการทำงานที่สะดวกและมีการสอนใช้งาน รวมถึงมีเจ้าหน้าที่ด้านไอทีช่วยเหลือ มีเจ้าหน้าที่ด้านไอทีคอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอด 24 ชั่วโมง สามารถใช้งานผ่านออนไลน์ได้จากทุกที่ทุกเวลา โดยเฉพาะการดำเนินการในแบบ Self-Service สามารถบริหารจัดการทรัพยากรทั้งหมดขององค์กรได้ด้วยตนเองผ่านการควบคุมบนแพลตฟอร์ม

Hybrid Cloud เป็นระบบคลาวด์ที่ใช้งานร่วมกันระหว่าง public cloud และ private cloud ทำให้องค์กรที่ต้องการบริหารจัดการระบบแอปพลิเคชันเป็นทั้งส่วนสาธารณะและส่วนตัว เพื่อให้มีการทำงานที่คล่องตัวมากกว่าและปลอดภัยกว่า ซึ่งจะเป็นการใช้งาน cloud computing ที่ได้รับประสิทธิภาพการทำงานสูงที่สุด จุดเด่นของ Hybrid Cloud ลดต้นทุนบางส่วนในการจัดการให้น้อยลง เนื่องจากไม่ต้องลงทุนกับ private cloud ทั้งหมด ลดข้อเสียของการเลือกใช้งาน public cloud หรือ private cloud รวมข้อดีของ public cloud และ private cloud ทำให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การประยุกต์ใช้งาน public cloud คือ การใช้งานภายในองค์กรที่สามารถพัฒนาระบบเว็บไซต์ แอปพลิเคชัน หรือการใช้งานซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ผู้ให้บริการจัดเตรียมไว้ให้ เช่น WordPress, Magento, Docker หรือ Gitlab เป็นต้น นอกจากนี้สำหรับผู้พัฒนายังสามารถใช้งาน public cloud เพื่อทดสอบระบบการทำงานต่าง ๆ ภายในองค์กรได้อีกด้วย ส่วนการประยุกต์ใช้งาน private cloud คือ การใช้งานระบบที่ต้องการความมั่นคงและความปลอดภัยของข้อมูลที่สูง เช่น องค์กรภาครัฐ องค์กรด้านการเงิน หรือการเก็บฐานข้อมูลของลูกค้าที่ต้องการความปลอดภัยและข้อมูลที่เป็นความลับระดับสูง เป็นต้น สำหรับการประยุกต์ใช้งาน hybrid cloud คือ การใช้งานภายในองค์กรที่ต้องการการใช้งานจากทั้ง public cloud และ private cloud ซึ่งสามารถตอบโจทย์การทำงานได้มากกว่า ยืดหยุ่นมากกว่า และยังสามารถประหยัดต้นทุนได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น การนำ private cloud มาใช้สำหรับระบบต่าง ๆ ที่ต้องทำงาน

กับข้อมูลภายในองค์กร และนำ public cloud มาใช้เพื่อ scale out เมื่อต้องประมวลผลในช่วงที่ workload เกิด peak time

2.2.2 การพัฒนาและใช้งาน Private Cloud

การออกแบบและใช้งาน Private Cloud ซึ่งเป็นโมเดลคลาวด์ที่ใช้ในองค์กรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการจัดการสารสนเทศ โดยเฉพาะองค์กรที่มีความต้องการความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยสูง

1. การออกแบบและวางแผน

เพื่อเริ่มต้นออกแบบและวางแผน Private Cloud ควรทำความเข้าใจความต้องการและวัตถุประสงค์ขององค์กร ตรวจสอบว่า Private Cloud เหมาะสมและสามารถรองรับความต้องการที่องค์กรต้องการ พิจารณาประสิทธิภาพ ความยืดหยุ่น และความปลอดภัยที่จะเป็นประโยชน์ในองค์กร

2. เลือกและปรับแต่งเทคโนโลยี

เลือกแพลตฟอร์ม Private Cloud ที่เหมาะสมสำหรับองค์กร โดยอาจจะเริ่มตรวจสอบตัวเลือกที่มีอยู่ เช่น VMware vSphere, Microsoft Azure Stack, OpenStack หรือโซลูชันอื่นๆ ที่มีความสอดคล้องกับความต้องการ และปรับแต่งเทคโนโลยีเหล่านี้ให้ตรงตามความต้องการขององค์กร

3. การปรับแต่งและการติดตั้ง

ในขั้นตอนนี้ควรปรับแต่งและติดตั้ง Private Cloud ตามความต้องการขององค์กร ตั้งค่าสิทธิ์การเข้าถึง เครือข่าย การจัดการทรัพยากร และการสร้างบล็อกความปลอดภัยที่เหมาะสม เพื่อให้ระบบสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย.

4. การเชื่อมต่อและการจัดการ

เมื่อระบบ Private Cloud ได้ติดตั้งและปรับแต่งเรียบร้อยแล้ว ต้องเชื่อมต่อและจัดการระบบให้สามารถใช้งานได้ตามความต้องการขององค์กร สร้างการเชื่อมต่อกับองค์กรอื่นๆ เพื่อแบ่งปันข้อมูลและทรัพยากร นอกจากนี้ยังต้องมีการจัดการทรัพยากรเพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบ Private Cloud.

ตัวอย่างการออกแบบและใช้งาน Private Cloud ในองค์กร อาทิ

- องค์กร ABC ต้องการความยืดหยุ่นและความปลอดภัยสูงในการจัดการข้อมูลลูกค้า จึงได้สร้าง Private Cloud โดยใช้ VMware vSphere เป็นแพลตฟอร์มหลัก. ซึ่งมีวิศวกรที่จัดการระบบและบริการลูกค้าใน Private Cloud เพื่อรักษาความเสถียรและปลอดภัยของระบบตามแนวทาง Bhunia, S. S., Pal, S., Dasgupta, S., & Ghosh, S., 2015

- องค์กร XYZ เป็นองค์กรที่มีสาขาและสำนักงานในหลายพื้นที่ โดยพวกเขาต้องการใช้งาน Private Cloud เพื่อให้สามารถแบ่งปันข้อมูลและทรัพยากรระหว่างสาขาและสำนักงานทั่วโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ. และเลือกใช้ OpenStack เป็นแพลตฟอร์ม Private Cloud การสร้างเครือข่ายเชื่อมต่อ

ระหว่างสาขาและสำนักงานทั่วโลก ทำให้องค์กรสามารถแบ่งปันข้อมูลและเข้าถึงทรัพยากรต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามผลการศึกษาของ Dou, W., Zhang, X., Zhu, X., & Chen, H., 2014

การออกแบบและใช้งาน Private Cloud เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและหลากหลาย ต้องคำนึงถึงความต้องการขององค์กรและเลือกแพลตฟอร์มที่เหมาะสม นอกจากนี้ การปรับแต่งระบบและการจัดการทรัพยากรเป็นสิ่งสำคัญในการใช้งาน Private Cloud อย่างเต็มประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของ Private Cloud ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักต่อไปนี้

ปัจจัยประกอบในการออกแบบพัฒนา private cloud อ้างอิงจากผลการศึกษาของ Mell, P., & Grance, T. 2011. Mather, T., Kumaraswamy, S., & Latif, S., 2009 และ Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A., 2011. ซึ่งพอสรุปกรอบดำเนินการได้ดังนี้

- พื้นที่เก็บข้อมูล (Storage): เป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลและแบ็คอัพข้อมูลในระบบ Private Cloud โดยมีตัวเลือกหลายรูปแบบ เช่น Network-Attached Storage (NAS), Storage Area Network (SAN), Object Storage ฯลฯ ซึ่งอาจมีการใช้งานโครงสร้างเก็บข้อมูลแบบ Software-Defined Storage (SDS) เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพ.

- เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server): เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บและประมวลผลข้อมูลในระบบ Private Cloud ซึ่งสามารถเป็นพื้นที่เก็บข้อมูลเดียวกันหรือแยกออกเป็นส่วนตัวต่าง ๆ สำหรับการทำงานร่วมกันเป็นระบบ มีหลายเทคโนโลยีและแพลตฟอร์มที่ใช้ในการสร้างเครื่องเซิร์ฟเวอร์เช่น VMware, Hyper-V, OpenStack, และ Kubernetes.

- เครือข่าย (Network): เป็นระบบเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องเซิร์ฟเวอร์และพื้นที่เก็บข้อมูลในระบบ Private Cloud ซึ่งต้องมีการออกแบบและตั้งค่าเครือข่ายให้สอดคล้องกับความต้องการและระดับความปลอดภัยขององค์กร รวมถึงการใช้เทคโนโลยีเครือข่ายเช่น Virtual LAN (VLAN), Virtual Private Network (VPN), Firewall เพื่อความปลอดภัย.

- เทคโนโลยีการสร้างเสริม (Virtualization Technology): เทคโนโลยีนี้เป็นส่วนสำคัญในการสร้าง Private Cloud เพื่อให้มีความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรคอมพิวเตอร์ มีการใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtualization) เช่น Virtual Machine (VM), Containerization เพื่อแยกแยะและจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ.

- การจัดการทรัพยากร (Resource Management): เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดการทรัพยากรในระบบ Private Cloud เช่นการจัดสรรและการติดตามการใช้งานทรัพยากร เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระเบียบ.

2.3 การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT

เทคโนโลยี IoT หรือ Internet of Things เป็นเทคโนโลยีที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยกันผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้สามารถควบคุมและเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ในบ้าน เช่น ไฟฟ้า ประตู หน้าต่าง หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น รถยนต์ จักรยาน อุปกรณ์เครื่องครัว เป็นต้น

การใช้งานเทคโนโลยี IoT นั้นมีประโยชน์มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ลดการใช้พลังงาน ลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการประหยัดเวลาในการดูแลรักษาอุปกรณ์ นอกจากนี้ การใช้งานเทคโนโลยี IoT ยังสามารถช่วยให้เรามีการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยให้เรามีการตัดสินใจที่ดีกว่าในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยี IoT ในชีวิตประจำวันได้แก่ การใช้งานระบบอัตโนมัติในบ้าน ที่สามารถควบคุมไฟฟ้า ประตู หน้าต่าง และอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ผ่านสมาร์ทโฟน หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังมีการใช้งานเทคโนโลยี IoT ในการควบคุมระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม ที่สามารถตรวจสอบและควบคุมการทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบต่าง ๆ ได้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อลดการใช้พลังงาน และประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา นอกจากนี้ ยังมีการใช้งานเทคโนโลยี IoT ในการตรวจสอบและจัดการทรัพยากรน้ำในการเกษตร โดยสามารถตรวจสอบความชื้นของดิน อุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ เพื่อปรับการให้น้ำในพื้นที่ที่มีความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้งานเทคโนโลยี IoT ก็ยังมีความเสี่ยงในการโจมตีได้ หากไม่มีการป้องกันและควบคุมการเข้าถึงของผู้ไม่หวังดี ดังนั้น การใช้งานเทคโนโลยี IoT นั้นควรมีการออกแบบระบบความปลอดภัยที่มีความมั่นคงสูงเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

การใช้งานเทคโนโลยี IoT ยังมีผลกระทบต่อการพัฒนาธุรกิจและการบริการในหลายกลุ่มอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรในธุรกิจโรงแรม การติดตามสินค้าในธุรกิจขนส่ง หรือการตรวจสอบและเตือนภัยพิบัติในธุรกิจด้านความปลอดภัย โดยในธุรกิจโรงแรม เทคโนโลยี IoT ช่วยให้ผู้จัดการสามารถควบคุมการใช้พลังงานและทรัพยากรในการบริหารโรงแรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับการใช้ไฟฟ้า น้ำ และอุปกรณ์อื่น ๆ ในห้องพัก และส่งข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ ทำให้ผู้จัดการสามารถตรวจสอบสถานะการใช้งานได้แบบเรียลไทม์ และปรับการใช้ทรัพยากรให้เหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการโรงแรมได้เป็นอย่างมาก ในธุรกิจขนส่ง การใช้เทคโนโลยี IoT ช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถติดตามสถานะการจัดส่งสินค้าได้อย่างแม่นยำ โดยใช้เซ็นเซอร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบสถานะการขนส่ง รวมถึงแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติในการขนส่ง ทำให้ลูกค้ามีความปลอดภัยเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเมื่อใช้เทคโนโลยี IoT ในธุรกิจ ซึ่งการดูแลและป้องกันความปลอดภัยในระบบ IoT นั้นเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและต้องมีการ

พิจารณาที่ละเอียด ซึ่งจะสามารถเข้าใจได้มากขึ้นตามเนื้อหาในบทความ "A survey on the internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications" โดย Wang, Y., & Liu, Y. 2016 จาก IEEE Internet of Things Journal ที่อ้างอิงไว้แล้ว

อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตร IoT นั้นสามารถใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกและเพาะปลูก โดยใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดและเฝ้าระวังต่อการเกิดโรค แมลง และสภาพอากาศต่าง ๆ ในพื้นที่ นอกจากนี้ IoT ยังช่วยลดต้นทุนในการบำรุงรักษาพื้นที่และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรอื่น ๆ อีกด้วย การนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาใช้ในธุรกิจและอุตสาหกรรมต่าง ๆ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและลดต้นทุนในการบริหารจัดการอย่างมากมาย แต่การใช้งาน IoT ก็ต้องพิจารณา ด้านความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ ทั้งการเข้ารหัสข้อมูล การจัดการระบบการเข้าถึงและความเป็นส่วนตัวของข้อมูล และการรักษาความปลอดภัยในระบบ IoT ที่มีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือจะต้องมีการออกแบบและปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง โดยควรใช้มาตรฐานความปลอดภัยที่เหมาะสมและทันสมัย ตลอดจนการตรวจสอบและทดสอบระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเช็คสถานะของระบบและค้นหาช่องโหว่ที่อาจเป็นจุดอ่อนในการโจมตี นอกจากนี้ยังต้องมีการฝึกฝนและสอนพนักงานเพื่อเพิ่มความตระหนักในเรื่องความปลอดภัยในการใช้งาน IoT นอกจากนี้การใช้งาน IoT ในธุรกิจและอุตสาหกรรมยังมีผลกระทบต่อด้านกฎหมายและนโยบายด้านความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ซึ่งในบางกรณีอาจมีการรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลเชิงลึก (Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. 2010). อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้งาน IoT ในรูปแบบที่ถูกต้องและปลอดภัย จะช่วยสร้างความไว้วางใจให้กับลูกค้าและนำมาซึ่งผลตอบแทนและประโยชน์ต่อธุรกิจอย่างมากมาย

ดังนั้น การนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาใช้ในธุรกิจและอุตสาหกรรมต้องมีการพิจารณาทั้งด้านประโยชน์ที่จะได้รับและความเป็นไปได้ในการเกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัย โดยต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบ และจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการใช้งาน IoT โดยมีการวางแผนและออกแบบระบบให้มีความปลอดภัยและมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบอย่างสม่ำเสมอ และที่สำคัญคือการสร้างการฝึกอบรมและภาคสนามเพื่อเพิ่มความตระหนักในเรื่องความปลอดภัยในการใช้งาน IoT ทั้งภายในองค์กรและภายนอกองค์กร

นอกจากนี้ยังต้องมีการดูแลรักษาระบบโดยตลอด โดยการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและมีคุณภาพ เช่น การใช้เทคโนโลยีการระบุตัวตนและการสนับสนุนการเข้ารหัสข้อมูล เพื่อป้องกันการดักจับข้อมูล การใช้งานซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อป้องกันช่องโหว่และการโจมตี รวมถึงการสร้างข้อกำหนดในการเข้าถึงและการแบ่งปันข้อมูลที่ชัดเจน และการสร้างระบบสำรองข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในกรณีที่ระบบเกิดความผิดพลาดหรือได้รับการโจมตี สุดท้าย การใช้งาน IoT

ในธุรกิจและอุตสาหกรรมเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ที่เพียงพอในการออกแบบและดูแลรักษาระบบอย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้งาน IoT ยังมีความสำคัญในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆ อย่างเช่น การจัดการการจราจร การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม การปรับปรุงการบริการสาธารณสุขโรค และอื่นๆ โดย IoT สามารถใช้ในการตรวจสอบสถานการณ์และควบคุมอัตโนมัติได้เป็นอย่างดี สอดคล้องตามการศึกษาของ Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. 2014 ยกตัวอย่างเช่น การติดตั้งเซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดค่าความเป็นเสี่ยง อุณหภูมิ แสง และความชื้นในอากาศ เพื่อช่วยในการตัดสินใจการบริหารจัดการเช่นเดียวกับการตรวจสอบสถานการณ์การจราจรในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อวางแผนและปรับปรุงเส้นทางการจราจรให้เหมาะสมกับสภาพการจราจร รวมถึงเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้รถ เป็นต้น

อีกทั้งยังมีการนำ IoT มาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแหล่งข้อมูล (Internet of Things Data Analytics) เพื่อเชื่อมต่อระบบการควบคุมสิ่งแวดล้อมในทุกๆ ด้าน เช่น การตรวจวัดคุณภาพอากาศ ระดับน้ำ ระดับเสียง และอื่นๆ โดยอาศัยเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ที่มีความทนทานและตรวจจับข้อมูลอย่างถูก นอกจากนี้ IoT ยังมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงการบริการสาธารณสุขโรค เช่น การบริหารจัดการพื้นที่สาธารณะ การจัดการขยะ การจัดการเอนเนอร์ยี่หอ การติดตั้งเซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดระดับน้ำในคลอง เพื่อป้องกันการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่และปรับปรุงการบริการไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยอาศัยเทคโนโลยี IoT สามารถติดตามและบันทึกข้อมูลการใช้งานทรัพยากรต่างๆ อย่างเช่นการใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า และอื่นๆ เพื่อวางแผนการจัดการทรัพยากรให้เหมาะสมและประหยัดทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ IoT ยังสามารถนำมาใช้ในการควบคุมและควบคุมการเพาะปลูกพืชอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชและลดการใช้สารเคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคโนโลยี IoT ในการตรวจวัดแสง อุณหภูมิ ความชื้นในดินและอื่นๆ ที่สำคัญสำหรับการเพาะปลูกพืช โดยอาศัยข้อมูลดังกล่าว เกษตรกรสามารถปรับการให้น้ำ การให้ปุ๋ยและการจัดการโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม สอดคล้องตามการศึกษาของ Lu, R., Li, X., & Hu, X. 2017

ในการพาณิชย์ออนไลน์ (e-commerce) เช่นการจัดการคลังสินค้า การติดตามสถานะการจัดส่ง การจัดการการเบิกถอนสินค้า การวิเคราะห์การขายและสินค้าที่ได้รับความนิยมเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต และการจัดการคลังสินค้า นอกจากนี้ยังมีการนำ IoT มาใช้ในการเชื่อมต่อและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในโรงงานผ่านระบบไร้สาย ซึ่งช่วยให้เกิดประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการทำงาน และลดการเสียหายของวัตถุดิบและสินค้า นอกจากนี้ IoT ยังมีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบและ

ควบคุมระบบการจราจรในเมือง โดยสามารถติดตั้งเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งอยู่บนถนนและสาธารณะสนามบิน เพื่อตรวจสอบการจราจรและควบคุมการจราจรให้ปลอดภัยมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ IoT ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศและสภาพอากาศ เพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) และควบคุมการจราจรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในทางธุรกิจการท่องเที่ยว IoT ยังสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาบริการด้านการท่องเที่ยว เช่น การจัดการคิวการเข้าชมสถานที่ท่องเที่ยว การตรวจจับการใช้งานอุปกรณ์ท่องเที่ยวและการจัดการแผนที่สำหรับการท่องเที่ยว เพื่อช่วยให้ผู้ท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงข้อมูลและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ท่องเที่ยวได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ IoT ยังมีการนำมาใช้ในการจัดการการเกษตร เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลอากาศ ความชื้น แสงแดด อุณหภูมิ และปริมาณน้ำในดิน ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงสัตว์และปลูกพืชได้อย่างตรงประเด็น นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งระบบ IoT ในการตรวจสอบและควบคุมสภาพอากาศภายในเรือนเพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงสัตว์และปลูกพืชได้อีกด้วย นอกจากนี้ IoT ยังมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต เช่น การตรวจสอบสภาพแวดล้อมและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่านระบบไร้สาย และการเชื่อมต่อเครื่องจักรผ่าน IoT สามารถช่วยให้การผลิตมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือมากขึ้น เพื่อความปลอดภัยของการใช้งาน IoT นั้น จำเป็นต้องมีการรักษาความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล เช่นการใช้งานรหัสผ่านที่มีความปลอดภัยสูง เพื่อใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องมีการสื่อสาร ระหว่างอุปกรณ์ IoT และเครือข่ายอย่างปลอดภัย โดยการใช้โปรโตคอลที่เหมาะสม เช่น Transport Layer Security (TLS) และ Secure Sockets Layer (SSL) ในการเชื่อมต่อ และการใช้งานไฟร์วอลล์(Fire wall) และเทคโนโลยีเข้ารหัสที่เหมาะสม

นอกจากนี้การตรวจสอบความปลอดภัยของอุปกรณ์ IoT นั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากอุปกรณ์ IoT ที่ไม่มีการป้องกันการแฮกเข้ามาใช้งานอาจทำให้มีผลกระทบต่อข้อมูลและอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ IoT นั้นๆ นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นในการดูแลและบำรุงรักษาระบบ IoT เพื่อรักษาการทำงานและประสิทธิภาพของระบบ โดยเฉพาะการอัปเดตซอฟต์แวร์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงใหม่ๆ ในอนาคตในส่วนของการจัดการและดูแลระบบ IoT นั้น ผู้ใช้งานอาจใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น Network Management System (NMS) เพื่อการตรวจสอบสถานะและบริหารจัดการเครือข่าย IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพในส่วนของการพัฒนาและสร้างระบบ IoT นั้น มีเครื่องมือและเทคโนโลยีต่างๆ ที่สามารถช่วยในการพัฒนาและออกแบบระบบ IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น Internet of Things platforms (IoT platforms) และ microcontroller boards เช่น Arduino และ Node MCU เป็นต้น ตามการศึกษาของ Bandyopadhyay, D., & Sen, J. 2011 ควรมีการวางแผนและออกแบบระบบ IoT อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเติบโตได้อย่าง

ยั่งยืน การใช้งานเทคโนโลยี IoT มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงระบบอุตสาหกรรม การอัปเดตข้อมูลและการตรวจสอบสถานะในเรียลไทม์จะช่วยให้การบริหารจัดการระบบด้วยความสะดวกและรวดเร็วขึ้น รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานและลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ อีกทั้งยังมีการใช้งาน IoT ในการควบคุมการใช้พลังงาน การควบคุมคุณภาพอากาศ การตรวจสอบความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และการสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อุปกรณ์ IoT มีความสำคัญอย่างมากสำหรับการพัฒนาระบบอุตสาหกรรมและการใช้งานในชีวิตประจำวันของเรา ด้วยการใช้งานอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ เราสามารถเพิ่มความสะดวกสบายและความเป็นมาตรฐานในการใช้งานได้อย่างมากขึ้น ในอนาคตยังมีโอกาสที่จะเห็นการนำ IoT มาใช้งานในกลุ่มอุตสาหกรรมและในชีวิต

ประสิทธิภาพการใช้งาน IoT ก็ได้รับการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่ปี 2000 สอดคล้องตาม Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. 2010 เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยี RFID และการสื่อสารไร้สายเพื่อเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบอุตสาหกรรม จนถึงปัจจุบันที่เรามีเทคโนโลยี IoT ที่ช่วยให้การเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ด้วยระบบอินเทอร์เน็ตได้ง่ายและสะดวกขึ้นอีกมาก โดยปกติแล้ว การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT จะใช้โปรโตคอล MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารแบบ Publish/Subscribe ระหว่างอุปกรณ์และบริการหรือแม้กระทั่งกันเอง ซึ่ง MQTT นั้นมีประสิทธิภาพสูงและใช้งานได้ง่าย และยังสามารถใช้งานได้กับหลายแพลตฟอร์มอีกด้วย นอกจากนี้ IoT ยังเชื่อมต่อการใช้งานของระบบ Cloud ได้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเก็บข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์ได้ง่ายขึ้น รวมถึงสามารถใช้งานร่วมกับ AI (Artificial Intelligence) และ Big Data ได้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลและการจัดการระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเทคโนโลยี IoT ยังเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสำคัญต่อโลกอนาคต เพื่อให้เป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ IoT ฉบับนี้จึงขอแนะนำเอกสารอ้างอิงเพิ่มเติมที่อาจจะช่วยให้เข้าใจและศึกษาเรื่อง IoT ได้มากขึ้น ตามที่ Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. 2015 ได้ศึกษาไว้

ตารางที่ 2 แสดงการศึกษาระบบ IoT โดยผู้เชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Gershenfeld, N., Krikorian, R., & Cohen, D. (2004).	The internet of things. Scientific American	เอกสารนี้จะเป็นการสรุปโดยสังเขปเกี่ยวกับการพัฒนา IoT และการประยุกต์ใช้งานในหลายภาคต่างๆ โดยมีการอธิบายโดยย่อถึงประวัติศาสตร์และพัฒนาของ IoT ในอดีตและปัจจุบัน

ตารางที่ 2 แสดงการศึกษาระบบ IoT โดยผู้เชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013).	Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future generation computer systems	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายโครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ IoT รวมถึงการพัฒนาแนวโน้มและการใช้งาน IoT ในอนาคต
Li, S., Xu, L. D., & Wang, X. (2017).	IoT-based smart rehabilitation system. IEEE Transactions on Industrial Informatics,	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้งาน IoT ในระบบการฟื้นฟูสุขภาพ รวมถึงการออกแบบและพัฒนาระบบ IoT เพื่อใช้ในการฟื้นฟูสุขภาพ
Lee, I., & Lee, K. (2015).	The internet of things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises. Business Horizons	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายการใช้งาน IoT ในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงการวิเคราะห์เกี่ยวกับการลงทุนและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน IoT ในองค์กร
Román, R., Najera, P., & Lopez, J. (2014).	Securing the Internet of Things. Computer,	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายความสำคัญของการรักษาความปลอดภัยใน IoT รวมถึงการออกแบบและพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับ IoT
Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014).	Internet of things for smart cities. IEEE Internet of Things Journal	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้งาน IoT ในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ รวมถึงแนวทางการออกแบบและพัฒนาระบบ IoT เพื่อใช้ในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ
Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, L. A., Rizzo, D. (2016).	Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. IEEE Journal on Selected Areas in Communications,	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้งาน IoT ในยุคของ 5G รวมถึงแนวทางการออกแบบและพัฒนาระบบ IoT ในสภาพแวดล้อมของเทคโนโลยี 5G รวมถึงรูปแบบธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน IoT

ตารางที่ 2 แสดงการศึกษาระบบ IoT โดยผู้เชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Wu, M., Lu, Y., Chen, X., Wu, J., & Li, G. (2016).	A review of the internet of things (IoT) in healthcare: Fundamental technologies, validation methods, and future research directions. IEEE Internet of Things Journal,	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้งาน IoT ในการดูแลสุขภาพ รวมถึงการวิเคราะห์เกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐานของ IoT ในด้านสุขภาพ วิธีการตรวจสอบความถูกต้อง และแนวทางวิจัยในอนาคต
Shu, L., Zhang, L., & Zhu, Q. (2016).	IoT-based intelligent perception and access of manufacturing resource toward cloud manufacturing. IEEE Transactions on Industrial Informatics	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้งาน IoT ในการสร้างความเข้าถึงและความสามารถในการรับรู้ของแหล่งข้อมูลการผลิต และการใช้งาน IoT เพื่อสร้างแบบจำลองการผลิตในรูปแบบ Cloud Manufacturing
Borgia, E. (2014).	The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. Computer Communications	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายความสำคัญของ IoT รวมถึงคุณสมบัติสำคัญ และการประยุกต์ใช้งานของ IoT ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน
Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013).	Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาระบบ IoT ในด้านการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ รวมถึงการวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญของระบบ IoT และแนวทางการพัฒนาระบบ IoT ในอนาคต
Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010).	The internet of things: A survey. Computer networks	เอกสารนี้จะเป็นการสำรวจการใช้งาน IoT ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน รวมถึงการวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานและแนวโน้มของ IoT ในอนาคต

ตารางที่ 2 แสดงการศึกษาระบบ IoT โดยผู้เชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013).	Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาระบบ IoT ในด้านการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ รวมถึงการวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญของระบบ IoT และแนวทางการพัฒนาระบบ IoT ในอนาคต
Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015).	Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials,	เอกสารนี้จะเป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับเทคโนโลยีและโปรโตคอลที่ใช้ใน IoT รวมถึงการประยุกต์ใช้งาน IoT ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน
Ashton, K. (2009).	That 'internet of things' thing, RFID journal,	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับกำเนิดและพัฒนาของ IoT รวมถึงการใช้งาน IoT ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน
Kranenburg, R. V. (2014).	Everyware: The dawning age of ubiquitous computing. New Riders.	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาและการใช้งานของ IoT ในด้านการสร้างสถานการณ์การใช้งานที่ไม่มีกำหนดกรอบปฏิบัติ
Borgia, E. (2014).	The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. Computer Communications	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายแนวคิดของ IoT และการประยุกต์ใช้งาน IoT ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน รวมถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน IoT ในปัจจุบัน
Atzori, L., & Santoro, G. (2018).	The internet of things: A survey of topics and trends. Information Processing & Management	เอกสารนี้จะเป็นการสำรวจเกี่ยวกับหัวข้อและแนวโน้มของ IoT ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งาน IoT ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 2 แสดงการศึกษาระบบ IoT โดยผู้เชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Wang, Y., & Liu, Y. (2016).	A survey on the internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications. IEEE Internet of Things Journal,	เอกสารนี้จะเป็นการวิเคราะห์แนวโน้มการพัฒนา IoT รวมถึงการประยุกต์ใช้งาน IoT ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน รวมถึงปัญหาด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในการใช้งาน IoT
Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014).	Internet of things for smart cities. IEEE Internet of Things Journal	เอกสารนี้ จะเป็นการอธิบายการประยุกต์ใช้งาน IoT ในการสร้างเมืองอัจฉริยะ รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการพัฒนาระบบ IoT ใน
Wang, X., Liu, J., Xu, Y., Xu, L. D., & Jin, Q. (2016).	Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big databased feedback and coordination. Computer Networks,	เอกสารนี้อธิบายการประยุกต์ใช้งาน IoT ในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในการสร้างโรงงานอัจฉริยะในแนวคิดของ Industry 4.0 รวมถึงการใช้งาน big data และ multi-agent system เพื่อควบคุมและจัดการกระบวนการผลิต
Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013).	Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems,	เอกสารนี้จะเป็นการอธิบายแนวคิดของ IoT รวมถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของ IoT และการพัฒนา IoT ในอนาคต
Lu, R., Li, X., & Hu, X. (2017).	Internet of Things (IoT) for smart agriculture: Technologies, practices, challenges, and prospects. Journal of Cleaner Production	เอกสารนี้ จะเป็นการอธิบายการประยุกต์ใช้งาน IoT ในการสร้างเกษตรอัจฉริยะ รวมถึงการใช้งานเทคโนโลยีต่างๆ เช่น ระบบเซ็นเซอร์และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสินค้า (RFID) เพื่อช่วยในการจัดการและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเกษตร

ตารางที่ 2 แสดงการศึกษาระบบ IoT โดยผู้เชี่ยวชาญในแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015).	Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials	เอกสารนี้จะเป็นการสำรวจแนวโน้มการ พัฒนา IoT รวมถึงเทคโนโลยีและ โปรโตคอลที่เพื่อนำไปสื่อสาร รับส่ง ข้อมูลจาก sensor ในหลากหลายแบบ ทั้ง zigbee, Bluetooth, wifi เป็นต้น

2.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี IoT

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ IoT) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถใช้งานได้ในหลากหลายสถานการณ์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ในสถาปัตยกรรมอุตสาหกรรม หรือในการจัดการเรียนรู้ เทคโนโลยี IoT ได้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงโควิด-19 ที่เกิดขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ในหลายๆ ด้าน แต่การใช้งาน IoT จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ รวมถึงช่วยในการสร้างสรรค์สถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ๆ และนำเสนอการเรียนรู้ในรูปแบบที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี IoT ใช้งานได้ในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการใช้เทคโนโลยี IoT นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการตรวจวัดสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง และเสียง อีกทั้งยังสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ IoT ที่เชื่อมต่อกันในหลากหลายส่วน อีกหนึ่งตัวอย่างการใช้งาน IoT ในการจัดการเรียนรู้คือการใช้งานอุปกรณ์ IoT ในการสร้างโมเดลการเรียนรู้แบบสะสมความรู้ (accumulative learning) โดยอาจนำเอา IoT sensors มาติดตั้งในห้องเรียนหรือในอาคารเพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ระดับเสียง แสง และอื่นๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการเรียนรู้ ที่มีความสามารถในการเรียนรู้ได้เรื่องราวต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น การใช้ IoT sensors ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของนักเรียนในห้องเรียน เช่น การที่นักเรียนจะได้นั่งตั้งแต่เวลาเช้าแล้วจนถึงเวลากลางวัน การวิเคราะห์นี้จะช่วยให้สามารถปรับแต่งห้องเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียนได้ เช่น ปรับอุณหภูมิในห้องเรียนเพื่อให้เหมาะสมกับสมาชิกในห้องเรียน หรือปรับระดับเสียงในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้

นอกจากนี้ IoT ยังสามารถใช้ในการสร้างและพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบออนไลน์ (online learning) ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ในการสร้างห้องเรียนเสมือน (virtual

classroom) และการเรียนรู้แบบกลุ่มผ่านโปรแกรมการประชุมออนไลน์ (online conference) ที่สามารถเชื่อมต่อ การใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้นได้นอกจากนี้ เทคโนโลยี IoT ยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้อย่างไม่รู้ตัวด้วยการเพิ่มความสะดวกสบายในกระบวนการเรียนรู้ โดยเป็นการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ร่วมกันเพื่อช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หนึ่งในการใช้เทคโนโลยี IoT ในการจัดการเรียนรู้ได้แก่การใช้เซ็นเซอร์ในการเก็บข้อมูลและตรวจจับความกดดัน แสงสว่าง อุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ เช่น การปรับอุณหภูมิและความชื้นในห้องเรียนเพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีสุขภาพที่ดีและสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นนอกจากนี้ การใช้ IoT ยังช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างเรียบง่าย ด้วยการสร้างห้องเรียนอัจฉริยะ (smart classroom) ซึ่งสามารถตรวจจับเสียงเพื่อบันทึกการเรียนรู้ได้เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ทบทวนเนื้อหาต่อไป

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่ออุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในโลกดิจิทัลเข้าด้วยกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในปัจจุบันนี้ IoT ได้ถูกนำมาใช้ในหลายด้านของชีวิต เช่น การเชื่อมต่ออุปกรณ์บ้าน การออกกำลังกาย หรือการติดตามและควบคุมระบบการผลิต และหนึ่งในหลาย ๆ ด้านที่ IoT สามารถแสดงความสามารถได้อย่างดีคือการใช้งานในการเรียนรู้

ในการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี IoT นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่มีการใช้งานเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน โดยอุปกรณ์ที่ใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ที่เป็นไปได้ที่จะใช้งานได้ทุกที่ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ในชั้นเรียน หรือจะเป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนเองนำมาใช้ ในบทความนี้จะกล่าวถึงวิธีการใช้งาน IoT เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในระบบการศึกษา

การใช้งานอุปกรณ์ IoT ในห้องเรียน

การใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เนื่องจากมีความสามารถในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้มากขึ้นและเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยมีหลายวิธีการที่สามารถนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ เช่น การใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับการเรียนรู้ของนักเรียน การใช้เทคโนโลยีสื่อสารเพื่อเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้เป็นต้น

หนึ่งในการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้แก่การใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเซ็นเซอร์จะตรวจจับข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การตอบคำถาม การเข้าใจหัวข้อการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน หรือการทำแบบทดสอบ เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์จะถูกส่งไปยังระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งจะนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อ

การใช้เทคโนโลยี IoT ในการจัดการเรียนรู้มีความสามารถในการช่วยให้ผู้เรียนได้รับการสนับสนุนที่ดีขึ้นในการเรียนรู้ โดยเฉพาะในเรื่องของการสอนแบบส่วนบุคคล ด้วยการนำ IoT มาใช้ในการสร้างและปรับเปลี่ยนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน การเรียนรู้ที่มีความสมดุล และการพัฒนาทักษะเชิงความคิดเชิงบูรณาการ โดย IoT ช่วยในการติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เรียนเพื่อปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละบุคคล

นอกจากนี้ IoT ยังช่วยให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาการเรียนรู้จากอุปกรณ์ IoT ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้โดยตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมและเวลาที่เหมาะสม โดยการวิจัยและสำรวจเรื่องการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการจัดการเรียนรู้และการสร้างสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะในวิทยาเขต หรือ Smart Campus ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) โดยเอกสารอ้างอิงมีเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

- Al-Fuqaha et al. 2015: วิจัยและสำรวจเรื่องเทคโนโลยีที่เป็นพื้นฐานสำหรับ IoT รวมถึงการประยุกต์ใช้งาน IoT ในหลายๆ ด้าน เช่น การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT กับ cloud computing, big data และการพัฒนาระบบ IoT สำหรับอุตสาหกรรม และการติดตามสถานะของอุปกรณ์ IoT อื่นๆ
- Cheng et al. 2018: วิจัยและวิเคราะห์การใช้งาน IoT เพื่อสร้าง Smart Campus โดยเน้นไปที่การเชื่อมต่อและการติดตามข้อมูลผ่าน IoT และการสร้างสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะในวิทยาเขต
- Díaz et al. 2018: สำรวจและวิเคราะห์โครงสร้างของ Smart Campus ที่ใช้ IoT เป็นพื้นฐานและการประยุกต์ใช้งาน IoT ในการจัดการเรียนรู้และการเชื่อมต่อกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ในวิทยาเขต
- Guo และ Zhang 2020 ตีพิมพ์บทความวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในการศึกษา โดยอธิบายการพัฒนาล่าสุดและภาพรวมของอนาคตของเทคโนโลยีในการศึกษา มีการกล่าวถึงทั้งข้อดีและข้อเสียของการใช้ IoT ในการศึกษา
- Verma 2017 จัดทำบทความวิจัยเกี่ยวกับบทบาทของ IoT ในการศึกษา โดยกล่าวถึงโอกาสและความท้าทายของการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการศึกษา
- Nair และ Nair 2021 ตีพิมพ์บทความวิจัยเกี่ยวกับการใช้ IoT ในการศึกษา โดยอธิบายแนวโน้มของการใช้ IoT ในการศึกษา และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- Singh และ Singh 2020 ตีพิมพ์บทความวิจัยเกี่ยวกับการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ฉลาดโดยใช้ IoT โดยเฉพาะ แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ IoT เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่กำหนดเป้าหมายตามบุคคลในการศึกษา
- Islam, Haque, และ Islam 2018 จัดทำบทความวิจัยเกี่ยวกับการสร้างห้องเรียนที่ฉลาดโดยใช้ IoT โดยพัฒนาระบบสื่อสารและความสามารถอื่นๆ ที่เชื่อมต่อ

บทความอื่น ๆ ที่เสนอมายังมีชื่อว่า "บทความที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการใช้ IoT ในการศึกษา: โอกาสและความท้าทาย" (Role of IoT in Education: Opportunities and Challenges) โดย Verma และ "บทความวิจัยเกี่ยวกับ IoT ในการศึกษา: การทบทวนวิจัย" (The internet of things in education: A review of research) โดย Nair และ Nair ผู้เขียนบทความทั้งสองนี้ก็ได้วิเคราะห์แนวโน้มและศักยภาพของการใช้เทคโนโลยี IoT ในการศึกษา โดยครอบคลุมหลายแง่มุม เช่น การปรับใช้แนวทางการสอนเพื่อเข้ากับเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน

นอกจากการใช้เทคโนโลยี IoT ในการจัดการเรียนรู้แล้ว ยังมีการนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการศึกษาเพิ่มเติมด้วย โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษา ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาช่วยในการจัดการและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและครูอาจารย์ ตัวอย่างเช่น การใช้ IoT ในการจัดการอาคารเรียน การติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับความเร็วเดินของนักเรียนในทางเดิน การติดตั้งเซ็นเซอร์ความชื้น เพื่อควบคุมการใช้น้ำในห้องเรียน และการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับควันในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เป็นต้น

2.5 การพัฒนาห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT

เทคโนโลยี IoT (Internet of Things) เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ให้สามารถทำงานร่วมกันได้โดยอัตโนมัติ โดยมีการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการพัฒนาห้องเรียน เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเต็มเปี่ยมด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซ็นเซอร์ กล้องวงจรปิด และอุปกรณ์ IoT อื่นๆ เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างเต็มประสิทธิภาพ และเป็นการเรียนรู้ที่มีความสนุกสนานและน่าตื่นเต้นมากขึ้น

โดย Farooq, U., & Awan, T. 2020 ได้เสนอแนวทางการพัฒนาห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ที่มีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความทันสมัยและสมัยกับเทคโนโลยี IoT
2. เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจและน่าตื่นเต้นมากขึ้น
3. เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเต็มเปี่ยมด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย
4. เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการและสภาพแวดล้อมได้ง่ายทั่วถึง

แก่ผู้เรียนในทุกมิติ

นอกจากนี้ควรมีการเสริมปัจจัยในการเรียนรู้ในมิติต่าง ๆ ที่พอแยกแนวทางการดำเนินการได้ดังนี้

- การใช้เซ็นเซอร์ IoT ในการเรียนรู้

เซ็นเซอร์ IoT สามารถช่วยให้การเรียนรู้ในห้องเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ใช้เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดแอร์ในห้องเรียน หรือใช้เซ็นเซอร์แสงสว่างเพื่อปรับแสงในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้

- การใช้แผนที่ IoT ในการเรียนรู้

การใช้แผนที่ IoT สามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับที่อยู่และพิกัดของสถานที่ต่างๆ ได้เช่นกัน นอกจากนี้ ยังสามารถนำแผนที่ IoT เข้ามาใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องราวของชุมชนและสถานที่ท่องเที่ยวได้อีกด้วย

- การใช้ระบบเสียง IoT ในการเรียนรู้

ระบบเสียง IoT สามารถช่วยให้การเรียนรู้ในห้องเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ใช้ระบบเสียง IoT เพื่อประกาศข่าวสารในห้องเรียนหรือเล่นเพลงเพื่อสร้างบรรยากาศ

การเรียนรู้เกี่ยวกับ IoT ผ่านการทดลองและการสร้างโปรเจกต์

หลังจากที่ได้ทำความรู้จักกับเทคโนโลยี IoT และแนวคิดการนำมาใช้ในการพัฒนาห้องเรียนรู้ต่อไปนี้จะเป็นส่วนขั้นตอนการพัฒนาห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT และสร้างโปรเจกต์ IoT ในห้องเรียน

- วางแผนและออกแบบโปรเจกต์

ขั้นแรกคือการวางแผนและออกแบบโปรเจกต์ โดยต้องกำหนดวัตถุประสงค์และการใช้งานของโปรเจกต์ เพื่อให้มีการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม

- ติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

หลังจากที่ได้วางแผนและออกแบบโปรเจกต์แล้ว ต้องติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับโปรเจกต์ เช่น Raspberry Pi, Arduino หรืออุปกรณ์ IoT อื่นๆ และติดตั้งซอฟต์แวร์ที่จำเป็น เช่น Python, Node.js เป็นต้น

- เชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT

หลังจากที่ได้ติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์แล้ว ต่อไปคือการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ในห้องเรียน เช่น ไฟ LED, ประตูอัตโนมัติ, กล้องวงจรปิด เป็นต้น โดยใช้เทคโนโลยีเช่น Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT กับฮาร์ดแวร์

ตารางที่ 3 แสดงการศึกษาแนวทางการพัฒนาห้องเรียนรู้ IoT

ผู้แต่ง และปีที่ศึกษา	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Farooq, U., & Awan, T. (2020).	Design and development of a smart classroom model for educational institutes. International Journal of Advanced Computer Science and Applications,	เอกสารนี้อธิบายถึงการออกแบบและพัฒนา ระบบห้องเรียนรู้เชิงสมาร์ตสำหรับสถาบันการศึกษา โดยใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ เช่น อุปกรณ์ IoT, ระบบเสียง, และระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณภาพและเพิ่มสมรรถนะของนักเรียน
Lim, J. H., & Kim, S. (2020).	Development of IoT smart classroom system based on RESTful API. Journal of Physics: Conference Series	เอกสารนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบห้องเรียนรู้เชิงสมาร์ตโดยใช้ RESTful API เพื่อควบคุมอุปกรณ์ IoT และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มสมรรถนะของนักเรียน ระบบยังมีการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลผ่านทางแอปพลิเคชันบนมือถือ
Yang, H., Lee, W. Y., & Cho, J. (2018).	A Study on the Development of Smart Classroom System Using IoT. Indian Journal of Science and Technology	เอกสารนี้เป็นการศึกษาการพัฒนา ระบบห้องเรียนรู้เชิงสมาร์ตโดยใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ระบบสามารถตรวจจับการเปิด/ปิดไฟและแอร์ด้วยเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ และมีระบบควบคุมการเรียนรู้
K. Zhang, W. Liu, S. Ren, and S. Guo. (2018)	Internet of things security: A survey," Journal of Internet Technology	เป็นบทความวิจัยที่สำรวจความเป็นไปได้ของภัยคุกคามทางด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน Internet of Things (IoT) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการรักษาความลับ และการควบคุมการเข้าถึงของอุปกรณ์ IoT และวิธีการเสริมความปลอดภัยให้กับระบบ IoT ในการป้องกันการโจมตีจากภัยคุกคาม

ตารางที่ 3 แสดงการศึกษาแนวทางการพัฒนาห้องเรียนรู้ IoT (ต่อ)

ผู้แต่ง และปีที่ศึกษา	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Y. Zhang, X. Liu, X. Han, and W. Huang (2018)	A Survey of IoT Cloud Platforms," Journal of Information Processing Systems,	เป็นบทความวิจัยที่สำรวจและวิเคราะห์แนวโน้มและเทคโนโลยีในการพัฒนาและใช้งาน IoT cloud platform ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการจัดการและบริหารงานด้าน IoT และการนำเสนอแนวทางในการพัฒนาและใช้งาน IoT Cloud platform อย่างเหมาะสมกับการใช้งาน IoT ในสถานการณ์และข้อจำกัดต่าง ๆ
A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash. (2015)	Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications," IEEE Communications Surveys & Tutorials,	เป็นบทความวิจัยที่สำรวจและวิเคราะห์เทคโนโลยีและโปรโตคอลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

กรณีศึกษาโครงการ Smart Classroom

โครงการ Smart Classroom ของโรงเรียน St. Stephen's School ที่ตั้งอยู่ในประเทศอิตาลี ใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีอุปกรณ์และเทคโนโลยีหลากหลาย เช่น จอแสดงผลที่ใหญ่พอที่จะเป็นที่สามารถสารถิการใช้งานซอฟต์แวร์ได้ ระบบเสียงเพื่อให้เสียงจากผู้ใช้และผู้รับฟังชัดเจน ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิดปิดไฟและปรับความเข้มของแสงอัตโนมัติ ระบบส่งสัญญาณเตือนเมื่อพบเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น เสียงดังเกินไป หรือควันอุบัติเหตุ

กรณีศึกษาห้องเรียนเทคโนโลยี IoT ของโรงเรียน Clevedon School

โรงเรียน Clevedon School ในประเทศอังกฤษได้เปิดห้องเรียนเทคโนโลยี IoT เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติการกับเทคโนโลยี IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในห้องเรียนนี้มีอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น จอสัมผัสที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน เพื่อเรียนรู้การใช้งาน

2.6 การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT

เทคโนโลยี IoT (Internet of Things) เป็นเทคโนโลยีที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน โดยมี การนำเอาอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซ็นเซอร์ อุปกรณ์เครือข่าย หรืออุปกรณ์เสริมต่างๆ มาเชื่อมต่อกันผ่าน อินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถควบคุมและดูแลอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนำไปใช้ งานได้ในหลายๆ ด้าน เช่น การอัตโนมัติในโรงงาน การตรวจสอบสภาพอากาศ การควบคุมและปรับค่า แสงในบ้าน การติดตามสุขภาพ และอื่นๆ ด้วยความสามารถของเทคโนโลยี IoT ทำให้มีการนำมาใช้ในการ พัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน โดย สามารถนำเอาอุปกรณ์ IoT มาใช้เพื่อสร้างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง และช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT จะต้องมีการวางแผนอย่างละเอียด เพื่อให้สื่อเหล่านี้สามารถสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้และเป้าหมายการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างดี

เทคโนโลยี IoT (Internet of Things) กำลังเป็นที่นิยมในการพัฒนาการเชื่อมต่อระบบอุปกรณ์ ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในหลายสาขาอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นการ ควบคุมระบบอัตโนมัติ การจัดการการเก็บรวบรวมข้อมูล การติดตั้งระบบความปลอดภัย และอื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT การเรียนรู้เทคโนโลยี IoT เป็นสิ่งที่สำคัญและมีความจำเป็นในปัจจุบัน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในเทคโนโลยีใหม่ ๆ และสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม การสอนแบบธรรมดาอาจไม่เพียงพอในการส่งเสริมการเรียนรู้ในเทคโนโลยี IoT ซึ่งการ พัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้ที่มีความเป็นเชิงปฏิบัติและเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เป็นสิ่งจำเป็น

ในการพัฒนาการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT สื่อประกอบการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่มีความสำคัญอย่าง มาก เนื่องจากสื่อประกอบการเรียนรู้เหล่านี้เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ขึ้น ในบทความนี้จะอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT และนำเสนอแนวทาง ในการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ที่มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพสูง พร้อมทั้งแนบ เอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อนี้

สื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT

การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ต้องคำนึงถึงการออกแบบสื่อที่เหมาะสมสำหรับ ผู้เรียนในวัยและระดับชั้นที่แตกต่างกันไป และต้องสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ที่ต้องการสื่อประกอบ นอกจากนี้ การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ยังต้องคำนึงถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ เช่น การพัฒนาทักษะและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน การสร้าง สิ่งใหม่ๆ หรือการพัฒนาธุรกิจในอนาคต เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และเติบโตของนักเรียนในยุคที่

เทคโนโลยี IoT กำลังเป็นที่นิยมในการใช้งาน การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT จึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก เนื่องจากสื่อเหล่านี้สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในบทความนี้จะเสนอเคล็ดลับสำหรับการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT และแนะนำสื่อเพื่อเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ให้กับนักเรียน

ตารางที่ 4 สรุปเอกสารอ้างอิงที่ใช้ในบทความ "การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT"

ผู้แต่ง และ ปีที่ศึกษา	เรื่อง	เนื้อหาโดยสรุป
Azuma, R. T. (1997).	A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments,	เป็นบทความวิจัยที่สำรวจเกี่ยวกับเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ที่เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสำคัญในการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้ในสมัยปัจจุบัน โดยบทความนี้จะอธิบายถึงหลักการและเทคโนโลยีของ AR รวมถึงการนำไปใช้ในการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้
Klopfer, E., & Squire, K. (2008).	Environmental detectives- the development of an augmented reality platform for environmental simulations. Educational Technology Research and Development,	เป็นบทความวิจัยที่เน้นไปที่การพัฒนาแพลตฟอร์ม Augmented Reality (AR) เพื่อใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยบทความนี้จะอธิบายถึงวิธีการออกแบบแพลตฟอร์ม AR และการนำไปใช้ในการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้
Liarokapis, F., & Mourkoussis, N. (2013).	Augmented reality and education: A review of the state-of-the-art and insights into future directions. In Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare	เป็นบทความวิจัยที่สำรวจเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) มาใช้ในการเรียนรู้ โดยบทความนี้จะอธิบายถึงโครงการวิจัยต่างๆที่ได้นำ AR ไปใช้ในการพัฒนาสื่อประกอบ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

โครงสร้างของศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT: โดยทั่วไปแล้วลักษณะศูนย์เรียนรู้จะประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ (learning modules) ที่มีหน้าที่ในการสอนและพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ของ IoT ตั้งแต่พื้นฐานไปจนถึงระดับขั้นสูง โดยอาจมีหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมเชิงพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT การสร้างและจัดการระบบเครือข่ายเทคโนโลยี IoT, การจัดการข้อมูลและการวิเคราะห์ในเทคโนโลยี IoT รวมทั้งการออกแบบพัฒนาเทคโนโลยี Smart Device ในแบบต่าง ๆ

3.1 กระบวนการออกแบบพัฒนาศูนย์เรียนรู้

รายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้: ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมถึงฟังก์ชันหลักที่แต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้บริการ ยกตัวอย่างเช่น หน่วยการเรียนรู้ "การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT" อาจมีฟังก์ชันเช่นการสร้างและจัดการอุปกรณ์ IoT, การกำหนดค่าการเชื่อมต่อ, การตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ ฯลฯ

กระบวนการซ่อมบำรุงระบบ: รายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการซ่อมบำรุงระบบ IoT ซึ่งอาจประกอบด้วย การตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในระบบ การอัปเดตและปรับปรุงซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ IoT และการดูแลรักษาความปลอดภัยของระบบ

การออกแบบและพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน ด้วยกระบวนการ Agile model สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้:

1.การวางแผนและวิเคราะห์ (Planning and Analysis):

- วางแผนและกำหนดเป้าหมาย: กำหนดวัตถุประสงค์ของศูนย์เรียนรู้ IoT และกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้กับชุมชน

- วิเคราะห์ความต้องการ: ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของชุมชนเพื่อกำหนดฟังก์ชันและคุณสมบัติของศูนย์เรียนรู้ IoT

2.การวางแผนและแบ่งงาน (Planning and Sprints):

- วางแผนการทำงาน: แบ่งงานเป็นรอบ (sprints) ที่สั้น ๆ โดยกำหนดระยะเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละรอบ

- กำหนดความสำคัญ: กำหนดความสำคัญของงานที่ต้องทำในแต่ละรอบ

3.การพัฒนาแบบเป็นรอบ (Iteration Development):

- วางแผนและออกแบบรอบ: วางแผนและออกแบบฟีเจอร์และฟังก์ชันที่จะพัฒนาในรอบนั้น ๆ
- พัฒนาและทดสอบ: พัฒนาและทดสอบฟีเจอร์และฟังก์ชันที่ได้วางแผนไว้ในรอบนั้น ๆ

4.การทดสอบและประเมิน (Testing and Evaluation):

- การทดสอบฟีเจอร์และฟังก์ชัน: ทดสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของฟีเจอร์และฟังก์ชันที่พัฒนาขึ้น

- การประเมิน: ประเมินผลลัพธ์ของรอบนั้น ๆ และปรับปรุงตามความต้องการ

5.การตรวจสอบและปรับปรุง (Review and Refinement):

- การตรวจสอบและประเมิน: ตรวจสอบผลการทำงานและประเมินความสำเร็จของรอบนั้น ๆ
- การปรับปรุง: ปรับปรุงระบบและแก้ไขข้อบกพร่องหรือปัญหาที่พบในรอบถัดไป

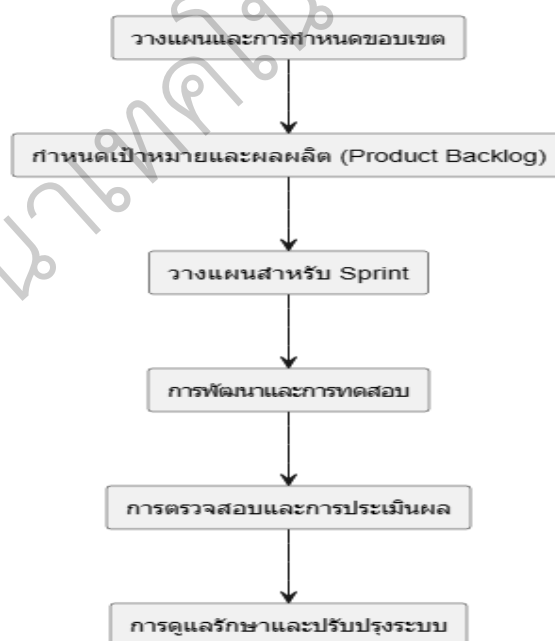
6.การนำเสนอและการปรับปรุง (Presentation and Enhancement):

- การนำเสนอผลลัพธ์: นำเสนอศูนย์เรียนรู้ IoT แก่ชุมชนเพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

- การปรับปรุง: ปรับปรุงระบบตามความต้องการและคำแนะนำที่ได้รับในการนำเสนอ

ผังภาพรวมของกระบวนการออกแบบและพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน ด้วยกระบวนการ Agile model ขั้นตอนแต่ละขั้นสามารถมีการขยายเพิ่มเติมเพื่อรองรับความต้องการของโครงการและชุมชนที่เกี่ยวข้อง

Agile Model: การพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT สำหรับชุมชน



ภาพที่ 5 แสดงกระบวนการออกแบบและพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน

แนวทางการใช้ Agile Model ในการพัฒนาศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT สำหรับชุมชนคือ:

- การตอบสนองรวดเร็วต่อความเปลี่ยนแปลงของความต้องการและความคิดเห็นของชุมชน
- การพัฒนาแบบทันทีทันใด เน้นความสำคัญของการส่งมอบผลิตภัณฑ์ในระยะเวลานั้น ๆ
- การสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ผ่านการแสดงพิตช์และการปรับปรุงต่อไป

Agile Model ยังต้องการความร่วมมือและการสื่อสารอย่างใกล้ชิดกับชุมชนเพื่อให้มีความสำเร็จในการพัฒนาและการส่งมอบชิ้นงานหรือโครงการที่ตอบสนองต่อความต้องการของชุมชนได้อย่างเหมาะสม

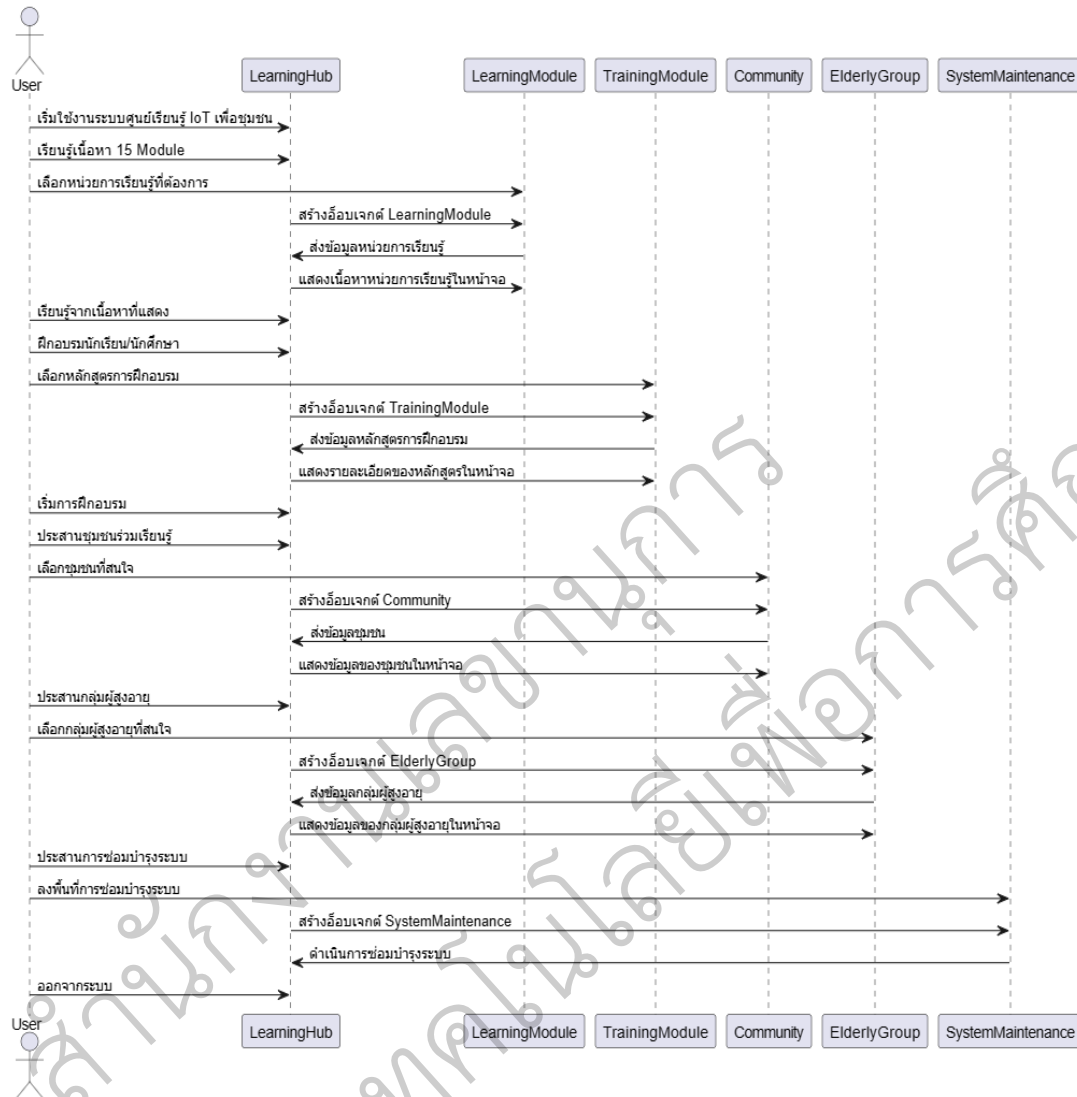
Sequence Diagram

Sequence Diagram เป็นแผนภาพที่ใช้ในการแสดงลำดับขั้นตอนและการสื่อสารระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบหรือแอปพลิเคชันที่กำลังทำงานร่วมกัน เป็นอีกหนึ่งรูปแบบของ UML (Unified Modeling Language) ที่มีการใช้งานแพร่หลายในการวิเคราะห์และออกแบบระบบซอฟต์แวร์

Sequence Diagram จะแสดงกระบวนการและการสื่อสารระหว่างองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในลำดับเวลา โดยแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน พร้อมกับการส่งข้อมูลระหว่างองค์ประกอบ โดยมีการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น:

- องค์ประกอบ (Lifeline): แทนด้วยเส้นตรงและชื่อขององค์ประกอบ แทนคลาสหรือองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องใน Sequence Diagram
- เริ่มต้น (Activation): แสดงเวลาที่องค์ประกอบเริ่มทำงานหรือถูกเรียกใช้
- เส้นเชื่อม (Message): แสดงการสื่อสารระหว่างองค์ประกอบ สามารถแสดงให้เห็นถึงการส่งข้อมูลและการตอบสนองระหว่างองค์ประกอบได้
- พรีคอนดิชัน (Precondition): แสดงเงื่อนไขที่ต้องเป็นจริงก่อนที่องค์ประกอบจะทำงาน
- ลูป (Loop): แสดงการทำซ้ำของกระบวนการบางอย่าง
- เงื่อนไข (Condition): แสดงเงื่อนไขที่ต้องเป็นจริงเพื่อทำงานต่อไปหรือเลือกทางการกระทำ

โดย Sequence Diagram เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการเข้าใจและแสดงกระบวนการทำงานของระบบในมุมมองที่เน้นลำดับเวลา ช่วยให้ผู้อ่านสามารถระบุความสัมพันธ์และการสื่อสารระหว่างองค์ประกอบได้เป็นอย่างดีชัดเจน



ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการดำเนินงานตามแบบ Sequence Diagram

โดยกำหนด

actor User

participant

"LearningHub" as LH

"LearningModule" as LM

"TrainingModule" as TM

"Community" as C

"ElderlyGroup" as EG

"SystemMaintenance" as SM

User -> LH: เริ่มใช้งานระบบศูนย์เรียนรู้ IoT เพื่อชุมชน

User -> LH: เลือกเมนู "เรียนรู้"
 User -> LM: เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการ
 LH -> LM: สร้างอ็อบเจกต์ LearningModule
 LM -> LH: ส่งข้อมูลหน่วยการเรียนรู้
 LH -> LM: แสดงเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ในหน้าจอ
 User -> LH: เรียนรู้จากเนื้อหาที่แสดง
 User -> LH: เลือกเมนู "ฝึกอบรม"
 User -> TM: เลือกหลักสูตรการฝึกอบรม
 LH -> TM: สร้างอ็อบเจกต์ TrainingModule
 TM -> LH: ส่งข้อมูลหลักสูตรการฝึกอบรม
 LH -> TM: แสดงรายละเอียดของหลักสูตรในหน้าจอ
 User -> LH: เริ่มการฝึกอบรม
 User -> LH: เลือกเมนู "ชุมชน"
 User -> C: เลือกชุมชนที่สนใจ
 LH -> C: สร้างอ็อบเจกต์ Community
 C -> LH: ส่งข้อมูลชุมชน
 LH -> C: แสดงข้อมูลของชุมชนในหน้าจอ
 User -> LH: เลือกเมนู "กลุ่มผู้สูงอายุ"
 User -> EG: เลือกกลุ่มผู้สูงอายุที่สนใจ
 LH -> EG: สร้างอ็อบเจกต์ ElderlyGroup
 EG -> LH: ส่งข้อมูลกลุ่มผู้สูงอายุ
 LH -> EG: แสดงข้อมูลของกลุ่มผู้สูงอายุในหน้าจอ
 User -> LH: เลือกเมนู "ซ่อมบำรุงระบบ"
 User -> SM: เลือกการซ่อมบำรุงระบบ
 LH -> SM: สร้างอ็อบเจกต์ SystemMaintenance
 SM -> LH: ดำเนินการซ่อมบำรุงระบบ
 User -> LH: ออกจากระบบ

ตามผังภาพ Sequence Diagram ของระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชนที่แสดง ซึ่งจะมีกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบในลักษณะลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น:

ขั้นที่ 1. ผู้ใช้เริ่มใช้งานระบบศูนย์เรียนรู้ IoT เพื่อชุมชน.

ขั้นที่ 2. ผู้ใช้เลือกเมนู "เรียนรู้" ในเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน.

ขั้นที่ 3. LearningHub (LH) รับการเรียกใช้งานและสร้างอ็อบเจกต์ LearningModule (LM) เพื่อเก็บข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้ใช้เลือก.

ขั้นที่ 4. LH ส่งข้อมูลหน่วยการเรียนรู้ให้กับ LM เพื่อเตรียมแสดงข้อมูลหน่วยการเรียนรู้

ขั้นที่ 5. LM แสดงเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้ใช้เลือกให้แสดงในหน้าจอ.

ขั้นที่ 6. ผู้ใช้เรียนรู้จากเนื้อหาที่แสดงในหน้าจอ เช่น อ่านบทเรียน ดูวิดีโอ เรียนการทดลอง ฯลฯ

ขั้นที่ 7. ผู้ใช้เลือกเมนู "ฝึกอบรม" เพื่อเข้าร่วมหลักสูตรการฝึกอบรม.

ขั้นที่ 8. LearningHub รับการเรียกใช้งานและสร้างอ็อบเจกต์ TrainingModule (TM) เพื่อเก็บข้อมูลของหลักสูตรการฝึกอบรมที่ผู้ใช้เลือก.

ขั้นที่ 9. TM ส่งข้อมูลหลักสูตรการฝึกอบรมให้กับ LH เพื่อเตรียมแสดงรายละเอียดหลักสูตรในหน้าจอ.

ขั้นที่ 10. LH แสดงรายละเอียดของหลักสูตรการฝึกอบรมที่ผู้ใช้เลือกให้แสดงในหน้าจอ.

ขั้นที่ 11. ผู้ใช้เริ่มการฝึกอบรมตามหลักสูตรที่เลือก โดยอาจมีการทำแบบทดสอบหรือฝึกทักษะเพื่อเสริมความรู้และความเข้าใจ.

ขั้นที่ 12. ผู้ใช้เลือกเมนู "ชุมชน" เพื่อเข้าสู่ส่วนของชุมชนในระบบ.

ขั้นที่ 13. ผู้ใช้เลือกชุมชนที่สนใจในรายการที่แสดง.

ขั้นที่ 14. LearningHub รับการเรียกใช้งานและสร้างอ็อบเจกต์ Community (C) เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนที่ผู้ใช้เลือก.

ขั้นที่ 15. C ส่งข้อมูลชุมชนให้กับ LH เพื่อเตรียมแสดงข้อมูลของชุมชนในหน้าจอ.

ขั้นที่ 16. LH แสดงข้อมูลของชุมชนที่ผู้ใช้เลือกให้แสดงในหน้าจอ.

ขั้นที่ 17. ผู้ใช้เลือกเมนู "กลุ่มผู้สูงอายุ" เพื่อเข้าสู่ส่วนของกลุ่มผู้สูงอายุในระบบ.

ขั้นที่ 18. ผู้ใช้เลือกกลุ่มผู้สูงอายุที่สนใจในรายการที่แสดง.

ขั้นที่ 19. LearningHub รับการเรียกใช้งานและสร้างอ็อบเจกต์ ElderlyGroup (EG) เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มผู้สูงอายุที่ผู้ใช้เลือก.

ขั้นที่ 20. EG ส่งข้อมูลกลุ่มผู้สูงอายุให้กับ LH เพื่อเตรียมแสดงข้อมูลของกลุ่มผู้สูงอายุในหน้าจอ.

ขั้นที่ 21. LH แสดงข้อมูลของกลุ่มผู้สูงอายุที่ผู้ใช้เลือกให้แสดงในหน้าจอ.

ขั้นที่ 22. ผู้ใช้เลือกเมนู "ซ่อมบำรุงระบบ" เพื่อเข้าสู่ส่วนของการซ่อมบำรุงระบบในระบบ.

ขั้นที่ 23. ผู้ใช้เลือกการซ่อมบำรุงระบบที่สนใจในรายการที่แสดง.

ขั้นที่ 24. LearningHub รับการเรียกใช้งานและสร้างอ็อบเจกต์ SystemMaintenance (SM) เพื่อดำเนินการซ่อมบำรุงระบบ.

ขั้นที่ 25.SM ดำเนินการซ่อมบำรุงระบบตามที่ใช้เลือก.

ขั้นที่ 26. ผู้ใช้ออกจากระบบเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมที่ต้องการในระบบ.

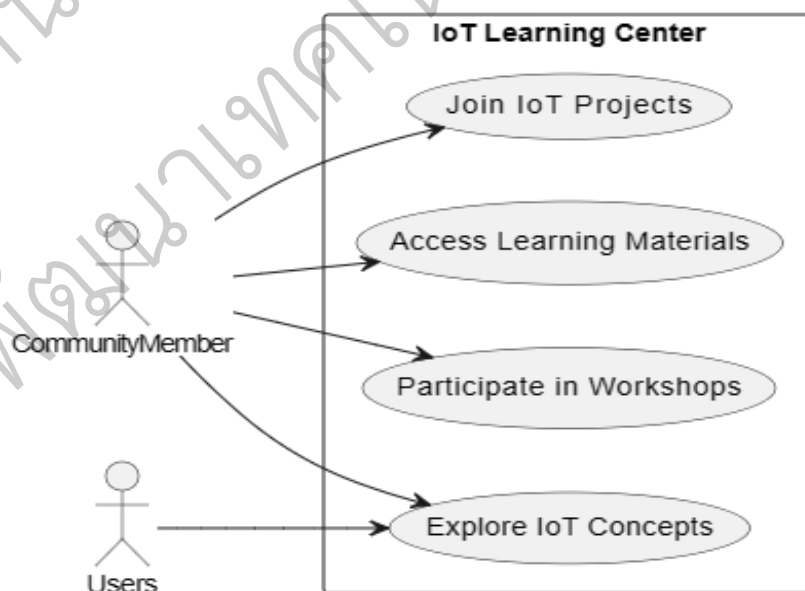
Sequence Diagram นี้แสดงแบบละเอียดถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้และฝึกอบรมในหลักสูตรต่างๆ และเข้าร่วมกิจกรรมในชุมชน รวมถึงมีการซ่อมบำรุงระบบเพื่อให้ระบบทำงานอย่างถูกต้องและราบรื่น

กระบวนการประมวลผลตาม Sequence Diagram นี้สามารถอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชนในลักษณะลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบโดยเน้นในการติดต่อสื่อสารระหว่างอ็อบเจกต์และผู้ใช้งาน และการกระทำที่ผู้ใช้งานเลือกทำในระบบ โดยการใช้การเรียกใช้งานและส่งข้อมูลระหว่างอ็อบเจกต์เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ตามที่ต้องการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

Use Case Diagram

Use Case Diagram ในระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน เป็นแผนภาพที่ใช้ในการแสดงแนวทางการใช้งานของระบบ โดยกลุ่มแสดงการกระทำ (Use Case) และผู้ใช้งาน (Actor) ที่เกี่ยวข้องกับระบบ โดยที่ Use Case คือส่วนหนึ่งของระบบที่ให้บริการหรือกระทำตามความต้องการของผู้ใช้งาน และ Actor คือบุคคลหรือระบบภายนอกที่มีหน้าที่เข้าถึงและเชื่อมต่อกับระบบศูนย์เรียนรู้ IoT ในกรณีนี้จะประกอบด้วยผู้ใช้งานในชุมชนและระบบ sensors ที่ติดตั้งอยู่ในชุมชน

การออกแบบ Use Case Diagram สำหรับระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน:



ภาพที่ 7 ผังภาพ Use Case Diagram

มี Actor คือ CommunityMember (สมาชิกในชุมชน) ซึ่งสามารถกระทำ Use Case ทั้งหมด 4 รายการคือ Explore IoT Concepts, Access Learning Materials, Participate in Workshops, และ Join IoT Projects

ระบบ Users เป็นผู้เกี่ยวข้องกับ Use Case Explore IoT Concepts เพื่อให้การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT ในระบบศูนย์เรียนรู้

Use Case Diagram ของระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชนใช้ในการแสดงภาพรวมของการกระทำหรือการใช้งานของระบบ และประกอบด้วยผู้ใช้หลัก (Primary Actor) และ Use Case หลัก (Primary Use Case) ดังนี้:

ผู้ใช้หลัก (Primary Actor):

- ผู้เรียน: บุคคลที่มีสิทธิ์ใช้งานและเข้าถึงเนื้อหาและบทเรียนในระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะในเทคโนโลยี IoT

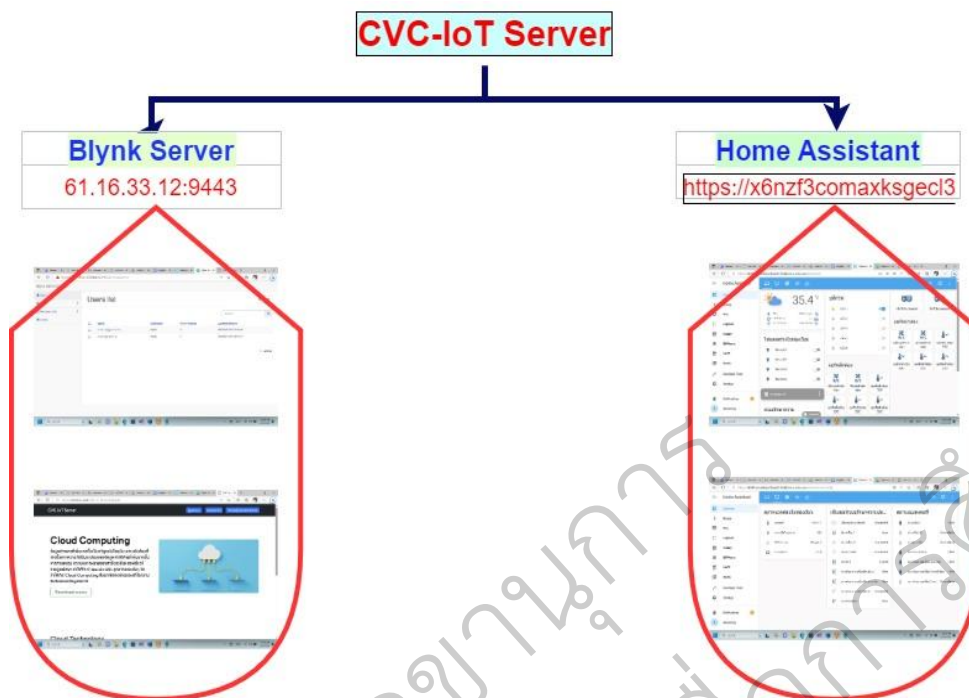
Use Case หลัก (Primary Use Case):

- เรียนรู้เทคโนโลยี IoT: ให้ผู้เรียนเข้าถึงและเรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT อาทิเช่น บทเรียนพื้นฐานของ IoT, การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT, การโปรแกรมอุปกรณ์ IoT ฯลฯ
- ทดลองและปฏิบัติการ: ให้ผู้เรียนมีโอกาสทดลองและปฏิบัติการจริงเกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT เพื่อสร้างความเข้าใจและทักษะในการใช้งาน
- แบ่งปันความรู้: ผู้ใช้สามารถแบ่งปันความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT ในชุมชนหรือกลุ่มในระบบศูนย์เรียนรู้

นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มเติม Use Case อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานและการพัฒนาในระบบศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยี IoT เพื่อครอบคลุมความต้องการและฟังก์ชันที่หลากหลายขึ้น เช่น สร้างและแบ่งปันโปรเจกต์ IoT, เข้าร่วมกิจกรรมหรือการสนทนาเกี่ยวกับ IoT ฯลฯ

3.2 การพัฒนาตัวอย่างศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน

แนวทางการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT ควรมีเครื่องแม่ข่าย (server) ทั้งในส่วนที่ทำหน้าที่เสมือนเป็น Cloud Service และเครื่องแม่ข่ายที่คอยตรวจสอบพร้อมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์/ sensor ต่าง ๆ ภายในห้องเรียน พิจารณาตามภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผังการติดตั้งระบบแม่ข่าย CVC-IoT

3.2.1 ประเด็นที่ 1 เครือข่ายบริการคลาวด์ (Blynk Legacy Server)

เนื่องจากข้อมูลข่าวสารที่เพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณในปัจจุบัน ความซับซ้อนที่เกิดขึ้นจากความไม่เป็นระเบียบของข้อมูล ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นจากการลงทุน ความหลากหลายของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การดูแลรักษา ค่าไฟฟ้า ค่า Bandwidth บุคลากรและอื่นๆ จึงทำให้เกิด Cloud Computing ขึ้นมาเพื่อทดแทนและแก้ไขความซับซ้อนของข้อมูลเหล่านี้

คุณลักษณะของ Cloud Computing

1. **On-demand self-service** Cloud Computing ต้องสามารถจัดการได้ด้วยตัวเอง ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ
2. **Broad Network Access** Cloud Computing ต้องสามารถเข้าถึงได้จากที่ใดก็ได้ โดยไม่มีข้อจำกัดของสถานที่และอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ
3. **Resource Pooling** Cloud Computing ต้องสามารถนำทรัพยากรมารวมกันและใช้งานร่วมกันได้
4. **Rapid Elasticity** Cloud Computing ต้องมีความยืดหยุ่นสูง สามารถเพิ่มลดทรัพยากรได้ทันที โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องปริมาณและระยะเวลา
5. **Measured Service** Cloud Computing ต้องสามารถวัดปริมาณการใช้งานได้ และสามารถคิดค่าใช้จ่ายได้ตามการใช้งานจริง

ประเภทของ Cloud Technology

แบ่งตามรูปแบบการใช้งาน

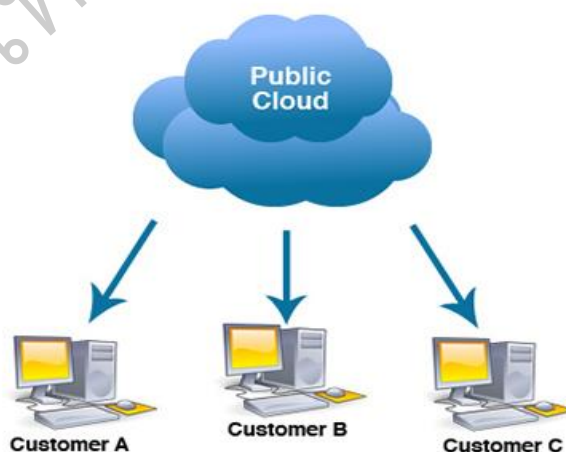
1. **Private Cloud** เป็นการใช้งานภายในองค์กร สำหรับองค์กรใดองค์กรหนึ่ง ผู้ใช้บริการเป็นผู้บริหารจัดการระบบ สามารถปรับเปลี่ยนระบบต่างๆได้ด้วยตนเอง ผู้ให้บริการจะมีหน้าที่ติดตั้งและดูแลรักษาให้เท่านั้น ข้อดีของบริการนี้คือมีความปลอดภัยสูงสุด ดังแสดงตามภาพที่ 9



ภาพที่ 9 Private Cloud

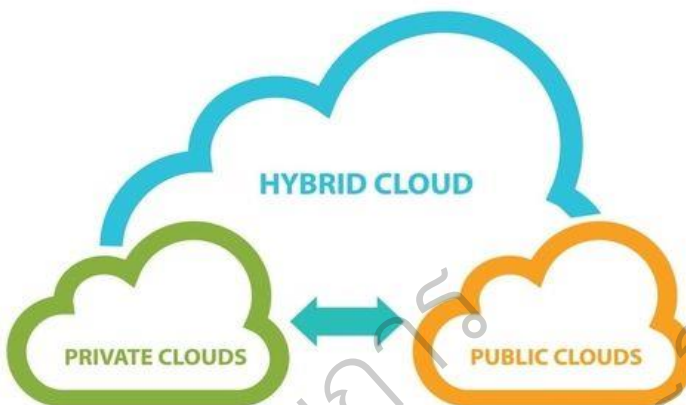
2. **Community Cloud** บริการ Cloud แบบกลุ่มประกอบไปด้วย Private Cloud ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ซึ่งมีการกำหนดข้อตกลงและแชร์ข้อมูลร่วมกัน

3. **Public Cloud** เป็นบริการเข้าถึงข้อมูลผ่านเครือข่ายสาธารณะ โดยปกติจะใช้งานผ่านผู้ให้บริการซึ่งให้บริการผ่านเครือข่ายสาธารณะ จุดเด่นของบริการนี้คือ ประสิทธิภาพสูงและต้นทุนต่ำ



ภาพที่ 10 Public Cloud

4. **Hybrid Cloud** เป็นการผสมผสานกันระหว่าง Private Cloud และ Public Cloud โดยการนำข้อดีของแต่ละบริการมาใช้งานร่วมกัน



ภาพที่ 11 Hybrid Cloud

แบ่งตามรูปแบบการให้บริการ

1. **SaaS (Software as a service)** เป็นรูปแบบการให้บริการใช้ซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชัน ผู้ใช้สามารถใช้บริการได้โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ผ่านผู้ให้บริการ เช่น Google Document, Office365, Gmail เป็นต้น
2. **PaaS (Platform as a service)** เป็นรูปแบบการให้บริการแพลตฟอร์ม สำหรับนักพัฒนาในการพัฒนาโปรแกรม เช่น บริการ Google App Engine, Azure DB และ Amazon RDS เป็นต้น
3. **IaaS (Infrastructure as a Service)** เป็นรูปแบบการให้บริการโครงสร้างพื้นฐานการประมวลผล Storage และ Network เป็นต้น ตัวอย่างผู้ให้บริการเช่น Azure, AWS และ Netway Cloud เป็นต้น

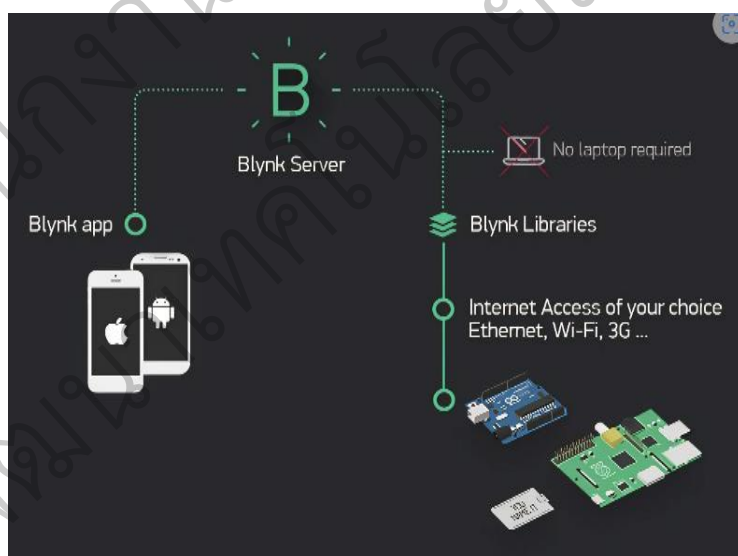
ประโยชน์ของ Cloud Computing

1. **ประหยัดการลงทุนทรัพยากรคอมพิวเตอร์** เพราะใช้รูปแบบบริการแบบเช่าผ่านผู้ให้บริการ สามารถใช้บริการได้เท่าที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้ง พัฒนาและขึ้นระบบเองทั้งหมด
2. **สามารถสร้างระบบใหม่ขึ้นมาทันที** ผู้ให้บริการจะจัดเตรียมทรัพยากรเพื่อรองรับผู้ให้บริการ การสร้างและลบจึงสามารถทำได้ทันที โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา

3. **เพิ่มขนาดทรัพยากรได้ง่ายดายและรวดเร็ว** ตามปริมาณการใช้งานหรือลดการใช้
งานของผู้ที่ต้องการใช้
4. **เข้าถึงบริการได้จากทุกที่** ด้วยการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet ผ่านผู้
ให้บริการจึงไม่มีข้อจำกัดเรื่องสถานที่และอุปกรณ์
5. **ลดปัญหาการดูแลระบบ** เนื่องจากบริการเป็นรูปแบบของการเช่าใช้ จึงเป็นหน้าที่
ของผู้ให้บริการที่จะต้องดูแลระบบแทน ซึ่งจะช่วยลดทั้งความยุ่งยากของการดูแลและลดจำนวนบุคลากร
ที่ต้องจ้างมาเพื่อมาดูแลระบบ

การติดตั้งและใช้งาน Blynk

Blynk Platform เป็น Open Source แพลตฟอร์มอย่างหนึ่ง ซึ่งออกแบบมาสำหรับงาน IoT ที่
จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆเชื่อมต่อเข้ากับระบบผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยง่าย สามารถควบคุมการทำงาน
อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์จากระยะไกลผ่าน Application บน Smartphone ในส่วนของค่าบริการหากใช้งาน
Blynk Server จะสามารถใช้งานฟรีสำหรับอุปกรณ์ Prototype และมีค่าบริการสำหรับเชิงธุรกิจ (ดู
เพิ่มเติมได้ที่ link) แต่ข้อดีของ Blynk Platform คือทางผู้ผลิตแจก Source Code สำหรับตั้ง Blynk
Server ด้วยตนเองได้ด้วยดังนั้นถ้าใช้วิธีนี้จะไม่มีการคิดค่าบริการ



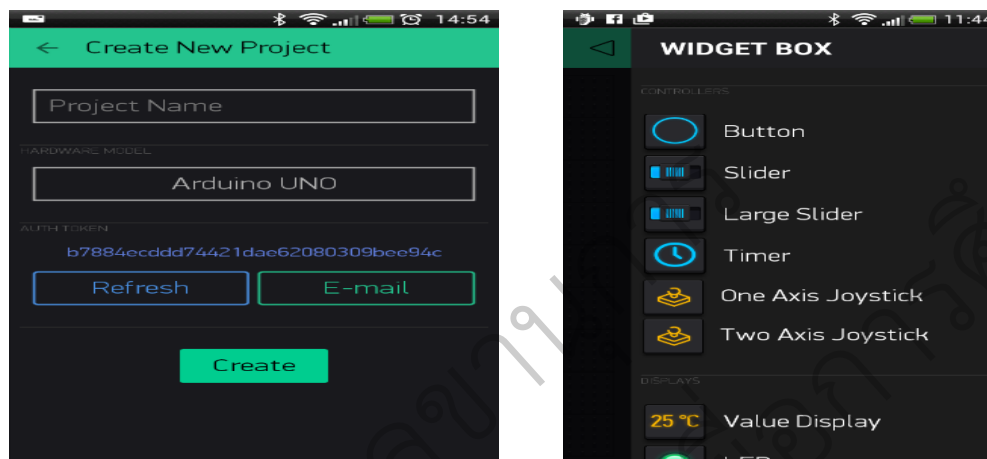
ภาพที่ 12 Blynk Platform

องค์ประกอบของ Blynk Platform

Blynk มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน ดังรูป ภาพแสดงการทำงานของ Blynk Platform ประกอบด้วย

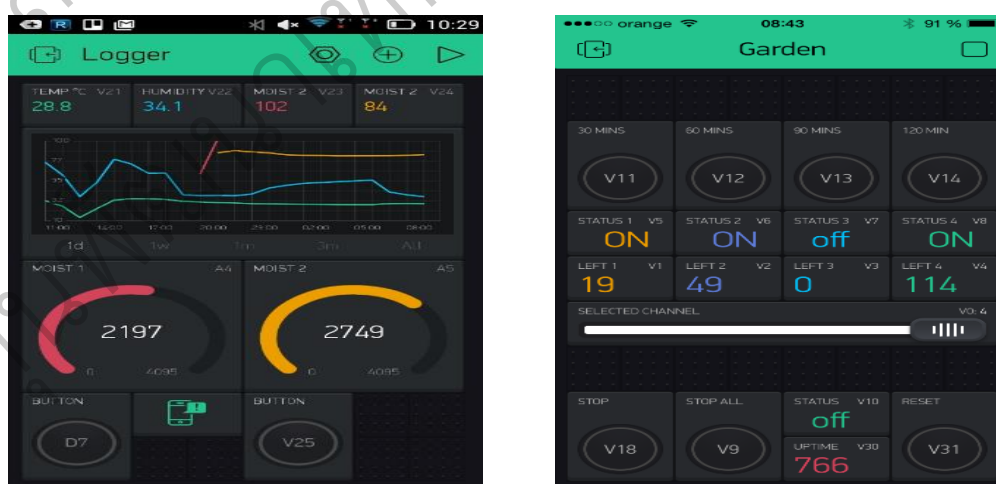
- Blynk app คือ แอปพลิเคชันใน Smartphone ที่มี widgets ต่างๆ สำหรับการแสดงผลและการควบคุม
อุปกรณ์

- Blynk Server คือ ตัวกลางในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมด สามารถใช้ Blynk Cloud ของทาง Blynk platform หรือ ตั้ง Server เองผ่าน Single Board computer เช่น Raspberry Pi หรือ บอร์ดอื่นๆ ได้
- Blynk Libraries คือ ชุด Libraries สำหรับพัฒนาโปรแกรมใน platform ของอุปกรณ์ต่างๆ



ภาพที่ 13 การตั้งค่า Blynk Legacy

Blynk Energy คือ Energy สำหรับแลกเปลี่ยนกับ Widget Box ต่างๆ สำหรับส่วนแสดงผล ตัวอย่างเช่น ปุ่มกด, ปุ่มสไลด์, จอยสติ๊ก, กราฟ, แผนที่ เป็นต้น ซึ่งหากใช้งาน Blynk Server ของผู้ผลิตเมื่อสมัครใช้งานแล้วจะมี Energy ให้ทดลองใช้งานฟรี 2000 สำหรับแลกเปลี่ยนกับ Widget Box ต่างๆ ดังรูป ภาพแสดง Energyg แต่ถ้าไม่พอสามารถเสียเงินเพื่อซื้อเพิ่มได้ดังรูป ภาพแสดง Energy Store



ภาพที่ 14 Blynk Energy

3.2.2 ประเด็นที่ 2 ระบบควบคุมใช้งานแม่ข่าย Home Assistant

Home assistant คือ ผู้ช่วยในการรวมอุปกรณ์ IoT และเป็นศูนย์กลางการจัดการอุปกรณ์ IoT ต่างยี่ห้อ หรือต่าง IoT platform ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ โดยไม่ต้องใช้คลาวด์ของผู้ผลิตแต่ละรายอีกต่อไป ทำให้มีความ เป็นส่วนตัวอย่างแท้จริง และที่สำคัญคือ ทำงานได้แม้ไม่มีอินเทอร์เน็ต รองรับการสื่อสารหลากหลาย รูปแบบทั้ง wifi, bluetooth, Zigbee, Lora, Z-wave เป็นต้น รวมถึงการเขียนโค้ด โปรแกรม Arduino, esphome, node-red สำหรับผู้รักในงาน DIY ทำให้การ สร้าง Smart Home, Smaer farm ด้วย Home Assistant เป็นที่นิยมมากขึ้นเรื่อยๆ

Home Assistant เป็นโปรแกรม opensource ขนาดเล็ก ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบ IoT ช่วยให้ สามารถควบคุมอุปกรณ์ IoT ต่างๆ ได้โดยไม่ต้องใช้ cloud ของผู้ผลิตอุปกรณ์ หรือแม้กระทั่งไม่ต้องใช้ อินเทอร์เน็ตราบใดที่สัญญาณ wifi ที่จ่ายมาจาก router ในบ้านยังทำงานอยู่ โดย Home Assistant จะค้นหาอุปกรณ์ IoT ทั้งหมดบนเครือข่าย wifi หรือเครือข่ายที่ถูกใช้งาน โดยสามารถตั้ง ค่า และเชื่อมโยงอุปกรณ์เหล่านั้นให้ทำงานร่วมกันได้อย่างง่ายๆ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องต่างยี่ห้อหรือต่างระบบ ทั้งยัง สามารถออกแบบหน้าจอ Dashboard ตามสไตล์ของตนเองได้

ข้อดีของระบบ

ความเร็ว: เมื่อสั่งงาน การประมวลผลทั้งหมดจะเกิดขึ้นภายใน จะไม่มีการส่งข้อมูลใดๆ ทางเว็บ เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนกับการใช้ app ของผู้ผลิตอุปกรณ์ ที่ต้องส่งคำสั่งนั้นไปยัง cloud ของ ผู้ผลิตก่อน แล้วจึงย้อนกลับมาที่อุปกรณ์อีกที ผสานอุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆ ให้ทำงานร่วมกันได้: ไม่ต้องกลัวว่าบริษัทเช่น Amazon จะห้ามไม่ให้ใช้ อุปกรณ์ Google หรือ Tuya หรือ Sonoff

ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว: เมื่อไม่ได้ใช้ app ของผู้ผลิตอุปกรณ์ จึงไม่จำเป็นต้อง ลงทะเบียนหรือให้ข้อมูลส่วนตัวใดๆ รวมทั้งไม่มีการส่งข้อมูลใดๆ เข้า-ออกผ่าน cloud ของผู้ผลิตอุปกรณ์ จึงมีความปลอดภัย Zigbee เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่ออกแบบมาให้ใช้พลังงานต่ำแต่ส่งข้อมูลได้ไกล ซึ่งมันได้ถูกนำมาใช้ใน IOT อย่างแพร่หลาย เนื่องด้วยมีข้อดีมากมายทำให้เป็นหนึ่งในทางเลือกในการ สื่อสารในระดับอุตสาหกรรมด้วย ชิกปีเน็ตเวิร์ค (Zigbee Network)

Zigbee คือมาตรฐาน IEEE 802.15.4 สามารถสร้างเครือข่ายส่วนตัว โดยใช้คลื่นวิทยุดิจิทัล พลังงานต่ำ (WPAN) เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลที่มีแบนด์วิธต่ำ ชิกปีเน็ตเวิร์ค นั้นถูกออกแบบมาโดยมี วัตถุประสงค์ให้ใช้งาน ง่าย ประหยัดพลังงาน และ ราคาถูกกว่าเครือข่ายส่วนบุคคลอื่นๆ เช่น Bluetooth หรือ Wifi โดยทั่วไปแล้ว Zigbee จะทำงานบนคลื่นวิทยุสาธารณะสำหรับอุตสาหกรรม (ISM Radio band) 2.4GHz และอัตราการส่งถ่ายข้อมูลอยู่ที่ 250 Kbit/s (ที่ 2.4Ghz) แต่ก็มีบางประเทศใช้ความถี่ อื่นเช่น 784Mhz, 868MHz, 915MHz เป็นต้น การส่ง ข้อมูลของ ชิกปี นั้นมีระยะไกลมากกว่า 700 เมตร (LOS)

อุปกรณ์ ZigBee มี 3 ประเภทประกอบด้วย

Full Function Device – ZigBee Coordinator (Master) อุปกรณ์ประเภทนี้จะมีเพียงหนึ่งตัวเท่านั้นใน แต่ละ ZigBee network มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครือข่ายและกำหนดเส้นทางการส่งข้อมูลที่ เหมาะสมที่สุดระหว่างโหนดของเครือข่าย

Full Function Device – ZigBee Router (Slave) อุปกรณ์ประเภทนี้จะทำหน้าที่เป็นโหนดกลาง และ อยู่ใน Active Mode เพื่อทำการถ่ายโอนและส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์

Full Function Device – ZigBee End Device (Slave) อุปกรณ์ประเภทนี้จะมีฟังก์ชันน้อย หน้าที่คือ ติดต่อสื่อสารถ่ายโอนข้อมูลกับโหนดแม่เท่านั้น (Coordinator หรือ Router) ปรกติจะอยู่ใน Sleep mode และไม่สามารถถ่ายโอนข้อมูลผ่านอุปกรณ์อื่นโดยตรงได้ ZigBee เป็นเครือข่าย Network แบบ master-slave เหมาะกับการสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ที่สื่อสารกันไม่ บ่อยนัก และสื่อสารผ่าน แพ็คเก็ตข้อมูลขนาดเล็ก สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้สูงสุด 256 โหนด ความแตกต่างของ

ข้อกำหนด ZigBee Vs Bluetooth

ZigBee Gateway เน้นการสื่อสารในงานควบคุมและระบบอัตโนมัติ ส่วน Bluetooth นั้นเน้น การ เชื่อมต่อกับ Labtops, PDA's นอกจากนี้ ZigBee ยังมีการรับส่งข้อมูลต่ำและใช้พลังงานน้อย เหมาะ กับอุปกรณ์ ที่มีการรับส่งข้อมูลแพ็คเก็ตขนาดเล็ก ส่วน Bluetooth นั้นมีการรับส่งข้อมูลที่สูงและใช้ พลังงานมาก เหมาะกับ อุปกรณ์ที่มีการรับส่งข้อมูลแพ็คเก็ตขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกันแล้ว ZigBee จะ รองรับอุปกรณ์ได้มากกว่า และมีระยะ ในการเชื่อมต่อที่ไกลกว่า Bluetooth

ข้อกำหนด ZigBee Vs Wireless Modem

Wireless Modem ใช้เพื่อการเชื่อมต่อ Wireless ระยะกลาง เหมาะกับการสื่อสาร Peer-to-Peer แบบ Full/Half Duplex Network หากเปรียบเทียบกันแล้ว ZigBee รองรับการสื่อสารที่ หลากหลายกว่ายกตัวอย่าง เช่น ad-hoc network topologies, mesh, star, cluster tree เป็นต้น นอกจากนี้ยังรองรับ Repeater ฟังก์ชัน ในระบบ Redundancy อีกด้วย Wi-Fi หรือ Wireless หมายถึง เครือข่ายไร้สาย ที่มีมาตรฐานของ IEEE 802.11 มักใช้กับระบบเครือข่ายไม่ว่าจะเป็นในองค์กรหรือใน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ระบบ เครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN: WLAN) หมายถึงเทคโนโลยีที่ช่วยให้การติดต่อสื่อสาร ระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง หรือกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้ รวมถึงการ ติดต่อสื่อสาร ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่าย คอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน โดยปราศจากการ ใช้สายสัญญาณในการ เชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการสื่อสารแทน การรับส่งข้อมูลระหว่างกัน จะผ่านอากาศ ทำให้ไม่ต้องเดิน สายสัญญาณ และติดตั้งใช้งานได้สะดวกขึ้น

ระบบเครือข่ายไร้สายใช้แม่เหล็กไฟฟ้าผ่าน อากาศ เพื่อรับส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่าย โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้อาจเป็นคลื่นวิทยุ (Radio) หรืออินฟราเรด (Infrared) ก็ได้

ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

Wi-Fi ได้กำหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย WLAN ไว้ 2 ลักษณะคือโหมด Infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer สรุปก็คือ การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย เป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายของเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่ระบบ เครือข่าย เหมือนกับระบบแลน (LAN) ที่ใช้สายปกติ แตกต่างที่อุปกรณ์ทางกายภาพในการเชื่อมต่อเครือข่ายไม่ ต้องใช้สายสัญญาณแต่ อย่งใด โดยการใช้งานเครือข่ายไร้สายสามารถใช้บริการต่างๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เหมือนเครือข่ายมีสายได้เช่นกัน เว้นแต่ว่าผู้ดูแลระบบเครือข่ายนั้นๆ จะปิดบริการบางบริการเพื่อความปลอดภัยของ เครือข่ายได้เช่นกัน ซึ่งการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายช่วยให้การเชื่อมต่อง่ายขึ้น ประหยัดค่าสายสัญญาณและใช้งาน ได้ทุกที่ ที่มีสัญญาณเครือข่ายไร้สายไปถึง

คุณสมบัติ Hass.io

- ระบบปฏิบัติการ Hass.io
- รองรับระบบปฏิบัติการ iOS, Android, windows, Mac
- ควบคุมสั่งงานผ่าน application บน iOS, Android และ web browser ได้
- รองรับคำสั่งเสียง google assistant หรือ Alexa
- สามารถดูประวัติการทำงานของอุปกรณ์
- สามารถอัปเดตสถานะออนไลน์แบบเรียลไทม์
- มีระบบการแจ้งเตือนผ่าน application
- มีระบบการทำงานอัตโนมัติ
- มี logbook สถานะต่างๆ ของอุปกรณ์
- มี History การทำงานของอุปกรณ์
- รองรับการสื่อสารข้าม platform IoT
- รองรับ NFC tags และ QR codes
- รองรับการสื่อสาร wifi, bluetooth, Zigbee, Lora, Z-wave
- รองรับการพัฒนาโปรแกรม Arduino, esphome, node-rad

- รองรับการสั่งด้วยคำสั่งเสียงผ่านลำโพง
- รองรับ Integrations มากกว่า 2,000

อุปกรณ์หลัก

Raspberry Pi 4 Model B Ram 8gb สำหรับติดตั้ง home assistant (Hass.io) สำหรับเป็น server หลักของ ระบบ

ระบบการสั่งงานควบคุม

การสั่งงานควบคุม เปิด/ปิด ไฟแสงสว่าง และปลั๊ก สวิตช์ไฟแสงสว่าง 4 จุด ปลั๊ก 5 จุด ควบคุม ด้วยระบบ Home assistant โดยมีรูปแบบการสื่อสาร ระหว่าง Home assistant กับอุปกรณ์ผ่าน สัญญาณ Zigbee (ZHA ของ Home assistant) ZHA ใช้ไลบรารี Python แบบโอเพนซอร์สที่ใช้ Zigbee stack ที่ไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ สามารถสั่งงานเปิด/ปิด และตั้งระบบการทำงานระบบอัตโนมัติ การ สั่งงานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยสัญญาณอินฟราเรด (รีโมท) (2ตัว) การสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้รีโมทอินฟราเรด เช่น แอร์ ทีวี โปรเจคเตอร์ กล้องเคเบิล ที่ ทำให้เราสามารถควบคุม เปิดปิด แอร์ ทีวี ผ่านแอปพลิเคชัน ขอเพียงแค่มือถืออินเทอร์เน็ต การสื่อสารระหว่างระบบ Home assistant กับ Broadlink RM4C Mini เป็นการสื่อสารผ่านสัญญาณ WiFi การสั่งงานควบคุมเปิด/ปิดม่าน การ สื่อสารระหว่างอุปกรณ์และ home assistant ผ่านสัญญาณ Zigbee และตั้ง ระบบการทำงานระบบ อัตโนมัติร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจวัดความสว่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการใช้งาน ระบบการสั่งงาน ด้วยคำสั่งเสียง

Google nest mini คือ ลำโพงที่ใช้เสียงในการควบคุมสั่งงาน เพียงพูดว่า "Ok Google" เพื่อเล่น เพลง โปรดจาก Spotify, YouTube Music หรือใช้ขอความช่วยเหลือจาก Google Assistant และใช้ ประโยชน์สูงสุดจาก Google ไม่ว่าจะเป็นเรื่องสภาพอากาศ ข่าวสาร หรืออื่นๆ เกือบทุกเรื่อง ฟังข้อมูล ตารางนัด การเดินทาง และ การช่วยเตือนที่ปรับเปลี่ยนในแบบของผู้ใช้ ตั้งนาฬิกาปลุกและตัวจับเวลา และแม้แต่การเปิดหลอดไฟอัจฉริยะที่ใช้ งานร่วมกันได้ ทำงานกับอุปกรณ์อัจฉริยะได้หลายพันรายการ เช่น หลอดไฟ ตัวควบคุมอุณหภูมิ และอุปกรณ์ล็อก จากหลากหลายยี่ห้อ Mirror cast / DLNA / AirPlay / Windows (การสะท้อนหน้าจอผ่านโปรเจคเตอร์) การนำเสนอข้อมูลจาก คอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต และ โทรศัพท์มือถือ ไปยังโปรเจคเตอร์ด้วย Anycast เป็น การสะท้อนสัญญาณหน้าจอระหว่างมือถือกับทีวีทำ ให้ทีวีที่เชื่อมต่อกับ Anycast นั้นมีภาพและเสียงขึ้นเหมือนกับ มือถือนั่นเอง

ระบบการติดตามตรวจวัดคุณภาพอากาศ

การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในห้องเรียน แสดงค่า PM2.5 ภายในห้องว่าอยู่ในระดับไหน โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ รวมไปถึงการแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และปริมาณแสงสว่างภายในห้อง โดยมีรูปแบบ การสื่อสารระหว่าง home assistant กับอุปกรณ์ผ่านสัญญาณ WiFi เพื่อนำค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์นำไปประยุกต์ใช้ สำหรับการทำให้ระบบอัตโนมัติ

ระบบรักษาความปลอดภัย

ระบบรักษาความปลอดภัยภายในห้องประกอบไปด้วยกล้องวงจรปิดที่สามารถปรับทิศทางได้ และมีระบบ ติดตามตรวจจับบุคคล รวมไปถึงมีเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบ PIR sensor และแบบตรวจจับบุคคลได้ แม้อยู่นิ่ง เซ็นเซอร์ประตู/หน้าต่างเพื่อแจ้งสถานะการเปิดหรือปิด เซ็นเซอร์ตรวจจับควันไฟสำหรับตรวจจับควันไฟ ในห้องเพื่อแจ้งเตือน และยังมี smart door lock ควบคุมการเปิด/ปิดประตูได้ 5 แบบ แอปพลิเคชัน, ลายนิ้วมือ, IC Card, รหัส, กุญแจ โดยอุปกรณ์เชื่อมต่อกับ home assistant ในรูปแบบสัญญาณ WiFi และ Zigbee เป็นการ ทำงานร่วมกันสื่อสารเข้าแพลตฟอร์มอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตั้งการทำงานอัตโนมัติให้อุปกรณ์ทำงานร่วมกัน

ระบบประหยัดพลังงาน

- ระบบจะทำการตรวจเช็คหากไม่มีคนอยู่ในห้องระบบจะทำการปิดสวิตซ์ไฟแสงสว่างและปลั๊กทุกจุด ระบบจะทำการปิดไฟแสงสว่างอัตโนมัติ กรณีที่ความสว่างภายในห้องอยู่ระหว่าง 300-500 LUX สามารถปิดระบบอัตโนมัตินี้ได้หากไม่ต้องการให้ทำงาน ข้อมูลแสงสว่างที่เหมาะสม จาก <https://meaenergysavingbuilding.net/index.php/menu-article-leftmenu/273-แสงสว่าง> กับการใช้งานที่เหมาะสม.html

- ระบบจะทำการเปิดไฟแสงสว่างอัตโนมัติ กรณีที่ความสว่างภายในห้องน้อยกว่า 300 LUX โดยสามารถปิดระบบอัตโนมัตินี้ได้ หากไม่ต้องการให้ทำงานข้อมูลแสงสว่างที่เหมาะสมจาก <https://meaenergysavingbuilding.net/index.php/menu-article-leftmenu/273-แสงสว่าง> กับการใช้งานที่เหมาะสม.html

- ระบบรองรับโซล่าเซลล์ สามารถแสดงปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ รวมถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้า ในระบบ

การออกแบบและกำหนดฟังก์ชันการทำงาน

ผังห้องเรียน



ภาพที่ 15 ผังการจัดห้องเรียนรู้ IoT

ระบบการสั่งงานควบคุม ปิด/เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

- สามารถควบคุม ปิด/เปิด สวิตช์ไฟแสงสว่างได้ 4 จุด
- สามารถควบคุม ปิด/เปิด ปลั๊กไฟได้ 5 จุด
- สามารถควบคุม ปิด/เปิด ผ้าม่าน 2 จุด
- ระบบปิด/เปิด สวิตช์ไฟแสงสว่าง และปลั๊กทั้งหมดด้วยการสแกนแท็ก NFC
- รองรับคำสั่งเสียง google assistant, Amazon Alexa, Siri

ระบบการสั่งงานด้วยคำสั่งเสียง

- สามารถควบคุมสั่งงานด้วยคำสั่งเสียงผ่านทาง Google nest mini หรือ Google assistant ทั้งภาษาไทย และอังกฤษ
- เป็นลำโพงเพื่อเล่นเพลงโปรดจาก Spotify, YouTube Music

- เป็นลำโพงรายงานเรื่องสภาพอากาศ ข่าวสาร หรืออื่นๆ เกือบทุกเรื่อง ฟังข้อมูลตารางนัด การเดินทาง และการช่วยเตือนที่ปรับเปลี่ยนในแบบที่ต้องการ

- เป็นลำโพงตั้งนาฬิกาปลุกและตัวจับเวลา และแม้แต่การเปิดหลอดไฟอัจฉริยะ Mirror cast / DLNA / AirPlay / Windows (การสะท้อนหน้าจอผ่านโปรเจคเตอร์)

การนำเสนอข้อมูลจากมือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ ไปยังจอโปรเจคเตอร์สำหรับการนำเสนอภายใน ห้องเรียนด้วยการ Mirror cast / DLNA / AirPlay เพื่อนำเสนอผลงานด้วยความละเอียด 1080P รองรับ Miracast (Android 4.2+, Windows/WP8.1+), Airplay Mirroring (iOS 8.0+, Mac 10.10+), Android 5.0+, Windows 7.0+

- รองรับ Mirror cast / DLNA / AirPlay / Windows

- รองรับความละเอียด 1080P

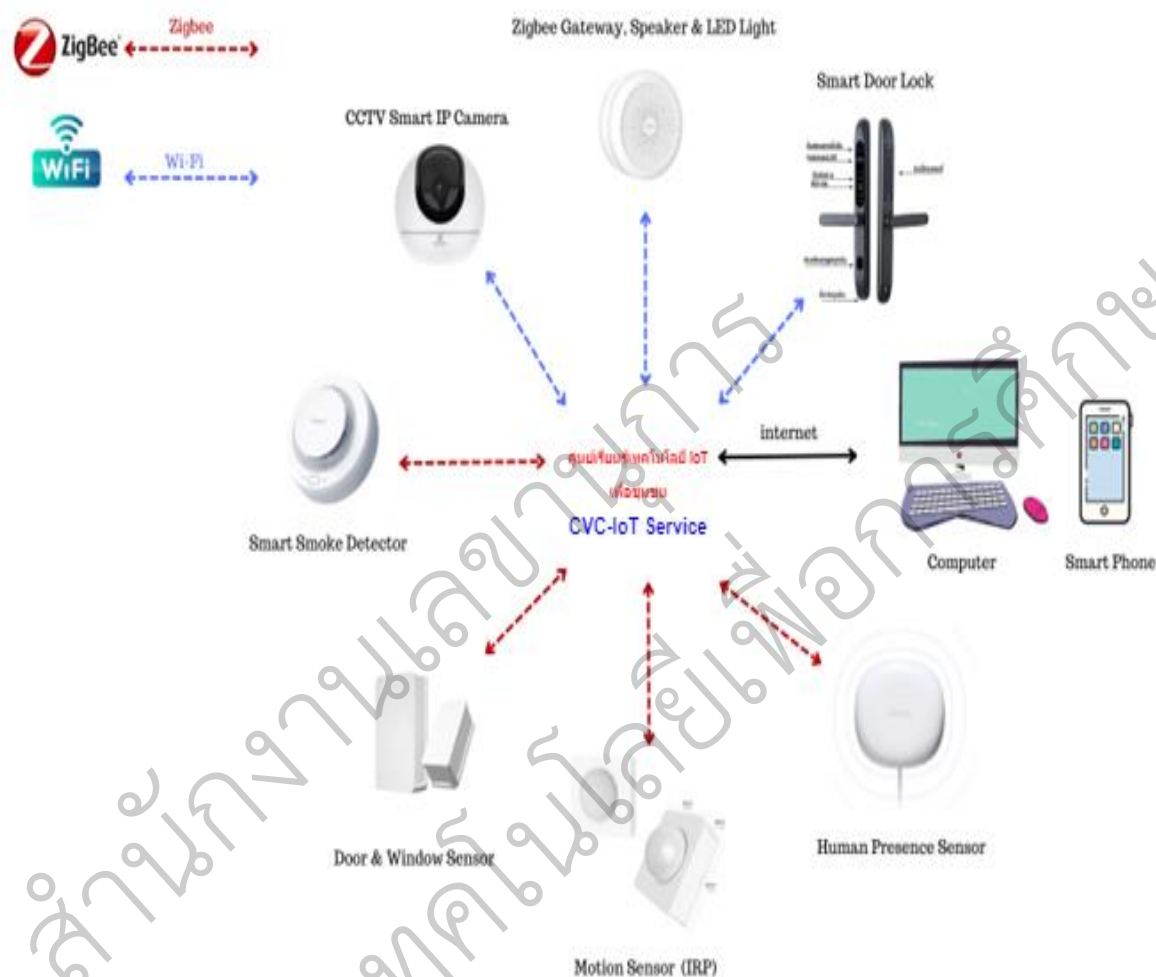
- รองรับการแสดงผลออนไลน์: วิดีโอ / เสียง / ภาพถ่าย / ไฟล์ Office / เว็บไซต์

ระบบควบคุมการใช้งานเซ็นเซอร์

- หลักการตรวจสอบและความปลอดภัยระบบ

การรักษาความปลอดภัย คือวิธีการป้องกันภัยในสภาวะการณ์ต่าง ๆ ทั้งจากผู้บุกรุก หรือสภาพความเสี่ยงตามสิ่งแวดล้อม และภัยธรรมชาติในบางเหตุการณ์ โดยในยุคปัจจุบันการพัฒนาหรือสร้างระบบเพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัยจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีไร้สาย(wireless) ในรูปแบบต่าง ๆ มาใช้งาน อาทิ สัญญาณบลูทูธ (Bluetooth) สัญญาณซิกบี (zigbee) หรือสัญญาณไวไฟ (WiFi) โดยระบบที่ดีควรมีการนำคุณสมบัติเด่นของแต่ละสัญญาณมารวมเพื่อประกอบใช้งาน อันจะทำให้ระบบมีการทำงานที่ดีตอบสนองได้ทันเวลา

ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์



ภาพที่ 16 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์

ระบบการทำงาน ระบบรักษาความปลอดภัย IoT (IoT Security) ประกอบด้วย 3 ระบบย่อย ดังนี้

1. Smart Smoke Detector

กรณีปกติ

- อุปกรณ์จะทำหน้าที่ตรวจจับควันไฟ โดยทำงานตลอดเวลา

กรณีตรวจพบควันไฟ

- อุปกรณ์จะทำการแจ้งเตือนผ่านลำโพงไซเรนของตัวอุปกรณ์
- ระบบฯ จะทำการแจ้งเตือนผ่าน Gate Way Speaker พร้อมไฟ LED สีแดง

- ระบบฯ จะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application
- ระบบฯ จะสั่งปลดล็อกกลอนประตู (Smart Door Lock)
- ระบบฯ จะสั่งตัดไฟ (เฉพาะจุดปลั๊กไฟ)
- ระบบฯ จะสั่งปิดไฟเครื่องปรับอากาศ

2. Smart Security

กรณีปกติ

- ระบบรักษาความปลอดภัยทำงานอัตโนมัติหากผู้ดูแลห้องไม่อยู่ในห้อง
- หากมีการใช้งานโดยผู้อื่น ผู้ดูแลสามารถปลดล็อกระบบฯ ได้ผ่าน Application (กดเปิด/ปิดระบบ)
- ระบบฯ จะมีการตรวจเช็คการใช้งาน 2 เวลา ได้แก่ 12.00 น. และ 16.00 น. หากระบบถูกปิดไว้ จะมีข้อความแจ้งผ่าน Application เตือนให้เปิดระบบรักษาความปลอดภัยหากไม่มีผู้ใช้งาน ซึ่งระบบจะให้ทางผู้ดูแลเป็นผู้กดเปิดระบบเอง หากไม่มีการดำเนินการเปิดระบบฯ ก็ยังคงสถานะปิดระบบไว้เช่นเดิม เนื่องด้วยเหตุผลอาจจะมีผู้ใช้งานห้องอยู่ในขณะนั้น
- ระบบฯ จะทำงานเปิดระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติในเวลา 18.00 น. เพื่อป้องกันการลืมเปิดระบบฯ ในช่วงเวลากลางคืน

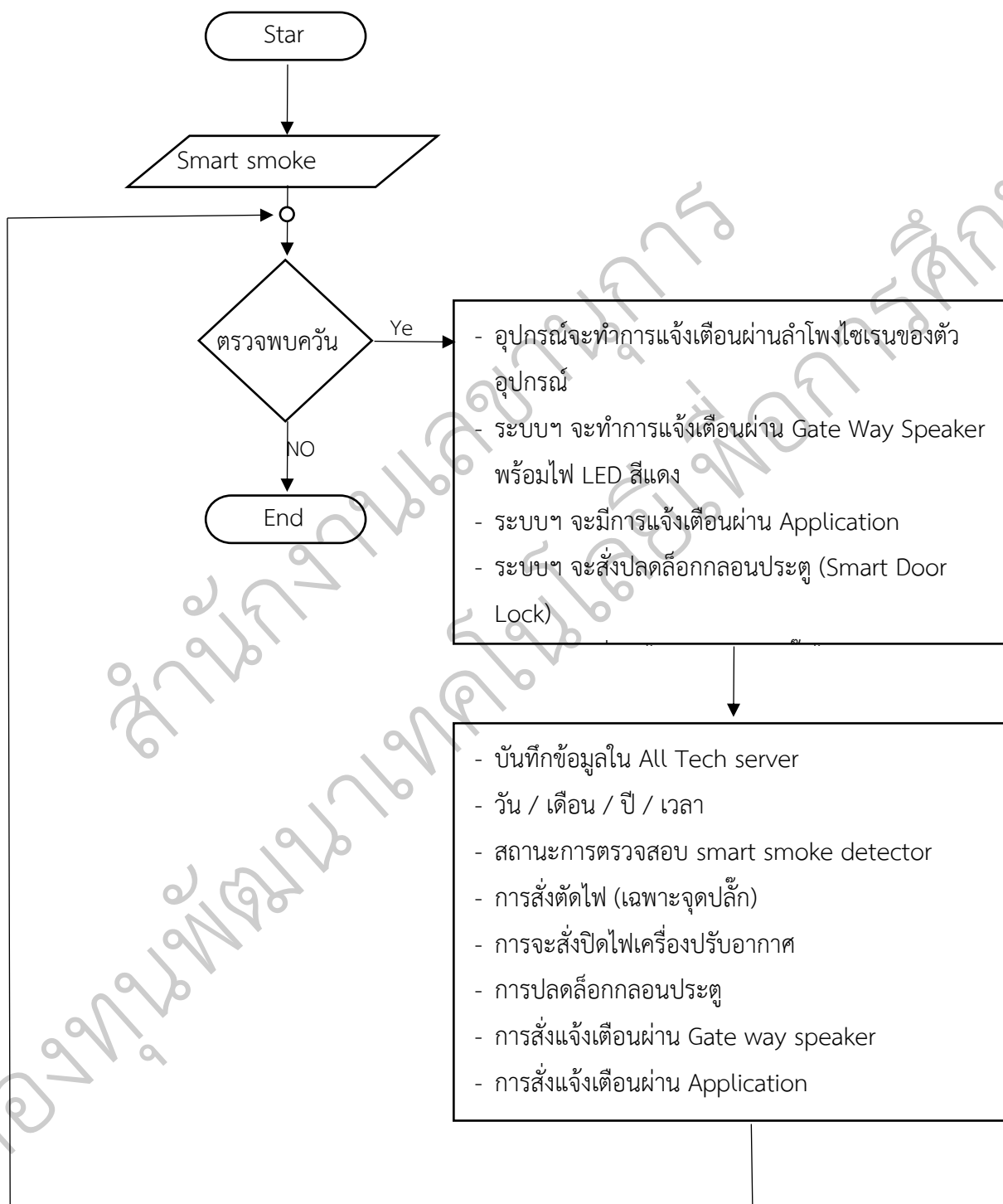
กรณีตรวจพบการบุกรุก

- ระบบฯ จะทำการแจ้งเตือนผ่าน Gate Way Speaker พร้อมไฟ LED สีแดง
- ระบบฯ จะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application
- ระบบฯ สั่งการให้กล้อง Smart IP Camara ทำการบันทึกเหตุการณ์ร่วมกับ AI ของตัวกล้องและส่งภาพนิ่งผ่าน Application

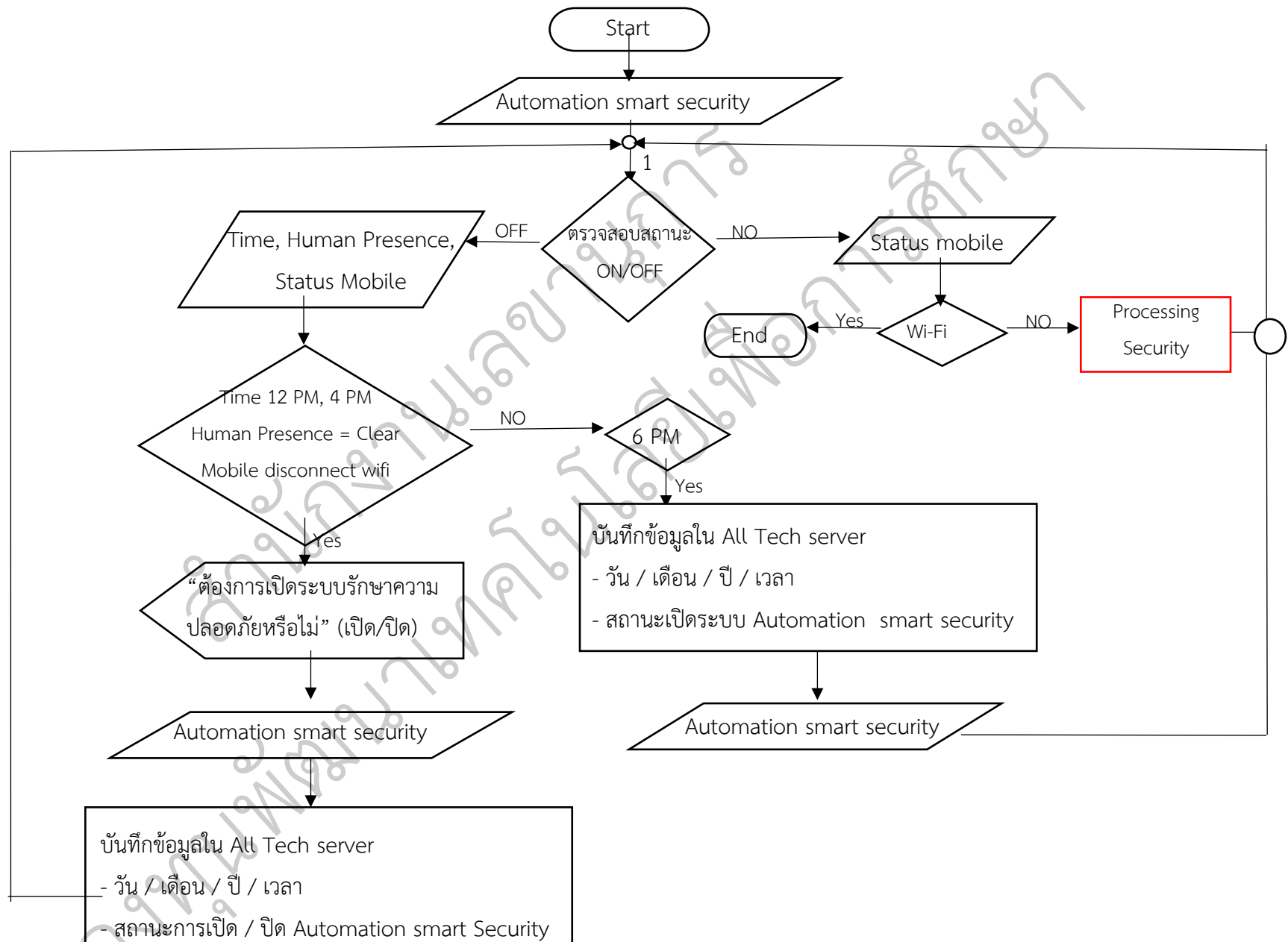
-กระบวนการประมวลผลระบบ

Flowchart การทำงานของระบบฯ

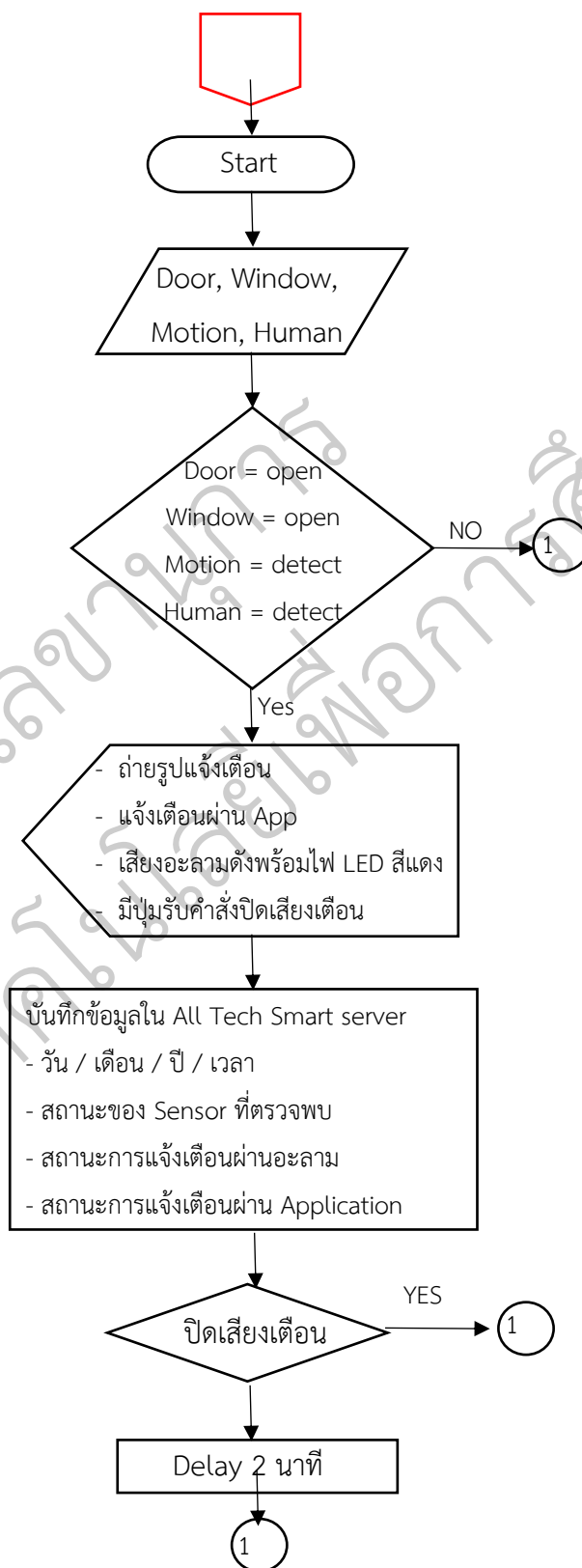
Smart Smoke Detector



Smart Security



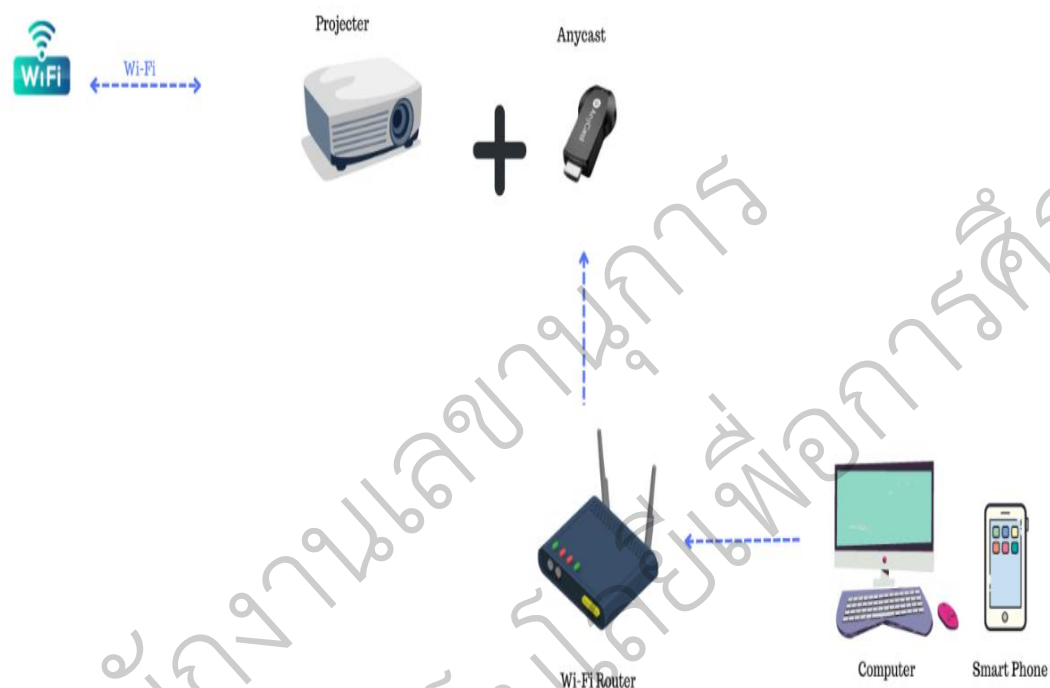
Processing security



3. หลักการสั่งงานควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะ

ระบบการนำเสนองานผ่านโปรเจคเตอร์ไร้สายด้วยสัญญาณ Wi-Fi (Mirror cast / DLNA / AirPlay / Windows (การสะท้อนหน้าจอผ่านโปรเจคเตอร์)

ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์



ภาพที่ 17 ผังโปรเจคเตอร์ไร้สาย

ระบบการทำงาน การนำเสนอผ่านโปรเจคเตอร์ไร้สาย

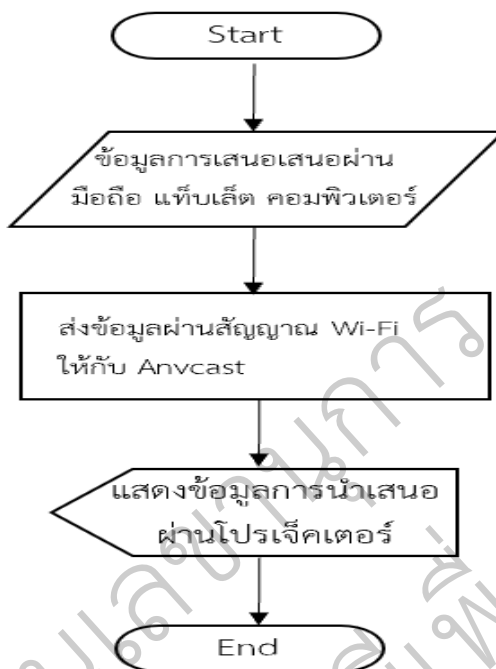
ระบบการนำเสนอผ่านโปรเจคเตอร์ไร้สาย เป็นระบบที่ทาง All Tech ได้ให้ความสำคัญ เพื่อสำหรับอำนวยความสะดวกสำหรับการนำเสนอข้อมูลไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และโทรศัพท์มือถือ ผ่านการนำเสนอข้อมูลแบบไร้สายผ่านทางโปรเจคเตอร์ เพียงแค่ผู้ที่ต้องการนำเสนอข้อมูลอยู่ในวง Wi-Fi เดียวกัน การนำเสนอสามารถนำเสนอทั้งไฟล์ภาพและวิดีโอ หรือนำเสนอผ่านลิงค์จากช่องทางออนไลน์

การนำเสนอข้อมูลจากมือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ ไปยังจอโปรเจคเตอร์สำหรับการนำเสนอภายในห้องเรียนด้วยการ Mirror cast / DLNA / AirPlay เพื่อนำเสนอผลงานด้วยความละเอียด 1080P รองรับ Miracast (anadroid4.2+, Windows/WP8.1+), Airplay Mirroing (iOS8.0+, Mac10.10+), Anadroid5.0+, Windwos 7.0+

กระบวนการประมวลผลระบบ

-Flowchart การทำงานของระบบฯ

การสั่งงานควบคุมด้วยแอปพลิเคชัน / Web browser



-วัสดุและอุปกรณ์เพื่อประกอบการทำงานระบบ

1. ตัวรับสัญญาณ Smart remote Wi-Fi 2.4GHz IR



ภาพที่ 18 ตัวรับสัญญาณ Smart remote Wi-Fi 2.4GHz IR

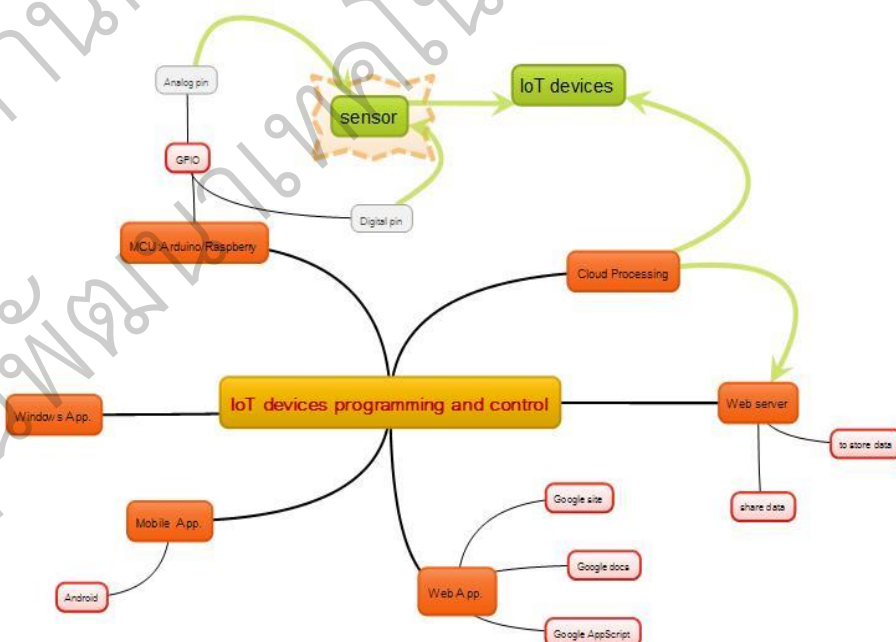
- รองรับ Mirror cast / DLNA / AirPlay / Windows
- รองรับความละเอียด 1080P
- รองรับการแสดงผลออนไลน์: วิดีโอ / เสียง / ภาพถ่าย / ไฟล์ Office / เว็บไซต์

โฮมแอสซิสแตนท์ (Home Assistant) เป็นซอฟต์แวร์ Open Source สำหรับงานควบคุมอัตโนมัติที่นำมาใช้งานในองค์กร สถาบันหรือสถานศึกษาได้ดีเป็นที่ยอมรับและได้รับความนิยมใช้งานเป็นอย่างมาก ในหลายประเทศทั่วโลก เนื่องจาก Home Assistant ไม่ได้ใช้ระบบ Cloud Server ซึ่งมักจะเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในต่างประเทศ แต่ใช้เซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ใน (Local หรือ Internal server)

ซึ่งจะถูกติดตั้งไว้ใน Raspberry Pi หรือคอมพิวเตอร์ในระบบอื่นๆ ภายในบ้านหรืออาคาร การสั่งงานจากผู้ใช้โปรแกรมจึงจะถูกส่งเข้าไปยัง Home Assistant ซึ่งทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ภายในบ้านหรืออาคารโดยตรง โดยไม่ต้องผ่าน Cloud Server ทำให้ระบบทำงานได้อย่างรวดเร็วกว่าและมีปลอดภัยสูง ซึ่งซอฟต์แวร์ Home Automation อื่นๆ มักใช้ระบบ Cloud Server ซึ่งถ้าหากอินเทอร์เน็ตขัดข้อง เราจะไม่สามารถสั่งการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านหรืออาคารได้ เราจะต้องรอนจนกระทั่งอินเทอร์เน็ตสามารถใช้งานได้ตามปกติ จึงจะสามารถสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ต่อไปได้ แต่ Home Assistant ไม่ได้ใช้ระบบ Cloud Server จึงยังสามารถทำงานต่อไปได้ โดยสั่งงานผ่าน Local IP Address ถึงแม้ว่าอินเทอร์เน็ตจะขัดข้องก็ตาม อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก Home Assistant สามารถใช้งานกับ อุปกรณ์ไฟฟ้าและเซนเซอร์ต่างๆ เกือบ 500 แบบ (<https://www.home-assistant.io/integrations/#all>)

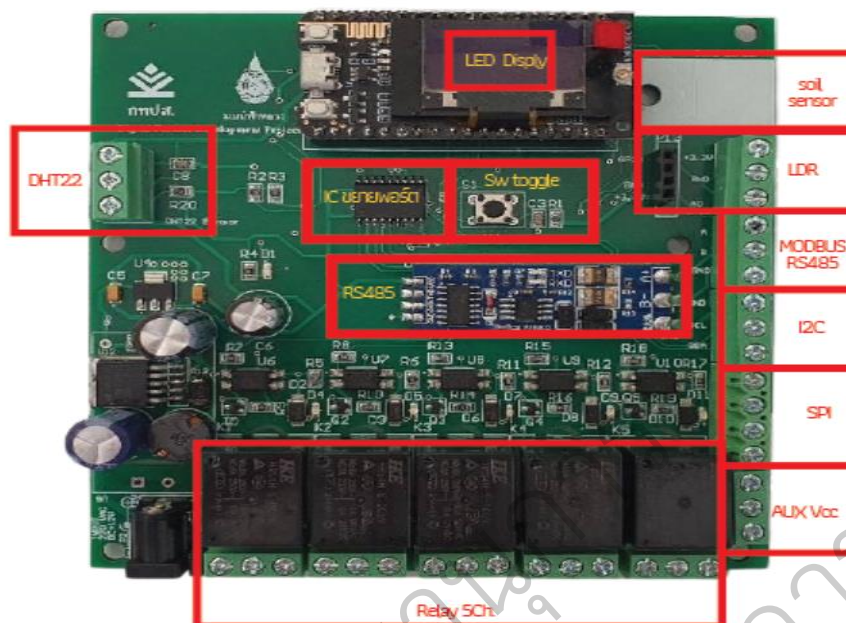
3.2.3 การออกแบบโครงสร้างและแบบวงจรระบบ IoT

การพัฒนาทางเทคโนโลยี IoT ควรเริ่มดำเนินการจากไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เพื่อจะได้กำหนดกรอบภาษาที่ใช้เป็นเครื่องมือในการประมวลผลตามรูปแบบ Sketch การวางแผนเพื่อสื่อสาร/รับสัญญาณผ่าน GPIO ในแบบ Digital หรือ Analog และกำหนดเพื่อเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจสอบ Sensor และท้ายสุดคือการวางรูปแบบโปรแกรมควบคุมการใช้งานในแบบ Application ทั้งที่ประมวลผลบน Mobile Application หรือ Web Application ต่อไป



ภาพที่ 19 แสดงปัจจัยประกอบในการออกแบบพัฒนาระบบ IoT

- การเชื่อมต่อวงจร Smart Board Control Diagram



ภาพที่ 20 ส่วนติดต่อใช้งานผ่าน GPIO

1 Relay 5CH

การสั่งงาน Relay ผ่าน IC ขยายพอร์ต รูปแบบการติดต่อ I2C (GPIO32 (SCL), GPIO33 (SDA))

- รีเลย์ 1 mcp.pinMode0
- รีเลย์ 2 mcp.pinMode1
- รีเลย์ 3 mcp.pinMode2
- รีเลย์ 4 mcp.pinMode3
- รีเลย์ 5 mcp.pinMode4

2 DHT22 Sensor

- DHT22 Sensor GPIO17

3 Soil moisture Sensor

- Soil Sensor GPIO38 (analog Input)

4 Light Sensor (LDR)

- Light Sensor (LDR) GPIO39 (analog Input)

5 I2C

- SDA GPIO21
- SCL GPIO22
- GND

6 SPI CON

- MOSI GPIO13
- MISO GPIO12
- SCK GPIO21
- CS GPIO25

7 switch toggle input

- GPIO34

8 Power Supply

- 5V
- 3.3V

บอร์ดการเรียนรู้นี้เป็นไปตามรูปแบบ PCB ที่ใช้งานร่วมกับ MCU รุ่น ESP32 TTGO-OLED ที่มีขา GPIO รองรับการทำงานจำนวน 32 ขา ทั้งในแบบ Digital และ Analog ที่สามารถสื่อสารผ่านสัญญาณไร้สายในแบบ Bluetooth และ WiFi และ LoRa โดยสามารถพัฒนา Application ให้ใช้งานเพื่อรองรับการควบคุมทั้งในแบบ Mobile Application และ Web Application ต่อไป

3.3 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module) และฝึกอบรม

ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ด้วยกระบวนการ ADDIE Model สามารถดำเนินการได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนใน ADDIE Model ดังต่อไปนี้:

- Analysis (วิเคราะห์):

ในขั้นตอนนี้ เราจะวิเคราะห์และเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการของการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT 15 โมดูล โดยการสำรวจความต้องการของผู้เรียน เช่น ระดับความรู้และทักษะทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ และเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับจากหน่วยการเรียนรู้

- Design (การออกแบบ):

ในขั้นตอนนี้ เราจะออกแบบหน่วยการเรียนรู้โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน เช่น เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและทักษะในการสร้างและใช้งานอุปกรณ์ IoT 15 โมดูล การวางแผนเนื้อหาการเรียนรู้ที่เข้ากับวัตถุประสงค์ และการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น วิดีโอการสอน เอกสารประกอบการเรียนรู้ เป็นต้น

- Development (การพัฒนา):

ในขั้นตอนนี้ เราจะพัฒนาเนื้อหาการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ตามแผนที่ออกแบบไว้ โดยการสร้างเนื้อหาการเรียนรู้ที่เข้ากับวัตถุประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ เช่น การอธิบายหลักการทำงานของ IoT จำนวน 15 โมดูล การสร้างและใช้งานอุปกรณ์ IoT 15 โมดูล และการทดสอบความรู้ผ่านแบบทดสอบหรือโครงการ

- Implementation (การนำไปใช้):

ในขั้นตอนนี้ เรานำหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงในการสอน โดยจัดทำแผนการสอนที่เหมาะสม เตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน เช่น การจัดการอบรมผู้สอน การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน

- Evaluation (การประเมินผล):

ในขั้นตอนนี้ เราจะประเมินผลของหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น แบบทดสอบ การสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียน และวิเคราะห์ผลการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้ในอนาคต

ด้วยกระบวนการ ADDIE Model เราสามารถพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT จำนวน 15 โมดูลให้มีคุณภาพและตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ โดยมีการวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผลเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้



ภาพที่ 21 กระบวนการ ADDIE Model ในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้

อ้างอิงจาก <https://capytech.com/index.php/2022/11/18/elementor-11134/>

ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ด้วยกระบวนการ ADDIE Model โดยเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า MCU (Microcontroller Unit) Sensors และ Applications เพื่อให้หน่วยการเรียนรู้มีความครอบคลุมและเข้ากับความต้องการของผู้เรียนได้อย่างครบถ้วน ดังนี้:

- Analysis (วิเคราะห์): ในขั้นตอนนี้ เพิ่มการวิเคราะห์และเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications เพิ่มเติม เช่น การระบุประเภทของ MCU และเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการติดต่อและควบคุมวงจรไฟฟ้า รวมถึงการกำหนดแอปพลิเคชันที่น่าสนใจที่ใช้งานกับเทคโนโลยี IoT จำนวน 15 โมดูล เช่น ระบบตรวจจับควันอัจฉริยะ ระบบควบคุมการเข้าถึงอาคาร หรือระบบเพื่อสุขภาพและฟิตเนส

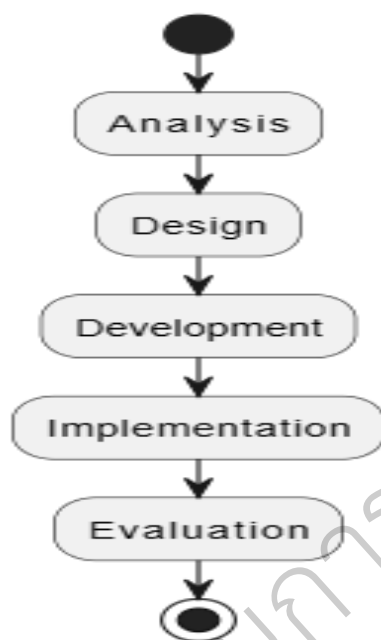
- Design (การออกแบบ): ในขั้นตอนนี้ เพิ่มการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้มีการเรียนรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications ที่เป็นรายละเอียด เช่น การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน เช่น เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในการทำงานของวงจรไฟฟ้า MCU และการประยุกต์ใช้งาน Sensors ในแอปพลิเคชันต่าง ๆ

- Development (การพัฒนา): ในขั้นตอนนี้ เพิ่มการพัฒนาเนื้อหาการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้เพื่อเข้ากับรายละเอียดของวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications เช่น การอธิบายหลักการทำงานของ MCU และ Sensors การเชื่อมต่อและการควบคุมวงจรไฟฟ้า และการติดตั้งแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์และปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ในการพัฒนาและใช้งานวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications

- Implementation (การนำไปใช้): ในขั้นตอนนี้ เพิ่มการนำหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงในการสอน โดยการจัดทำแผนการสอนและกิจกรรมที่เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications ตลอดจนการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน เช่น การจัดการอบรมผู้สอน การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน

- Evaluation (การประเมินผล): ในขั้นตอนนี้ เพิ่มการประเมินผลของหน่วยการเรียนรู้ เทคโนโลยี IoT จำนวน 15 โมดูลที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น แบบทดสอบ การสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียน และวิเคราะห์ผลการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้ในอนาคต

ด้วยการเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT จำนวน 15 โมดูลด้วย ADDIE Model จะช่วยให้หน่วยการเรียนรู้เต็มທີ່และเข้ากับความต้องการของผู้เรียนในการศึกษาเทคโนโลยี IoT และการประยุกต์ใช้งานวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการในสถานการณ์ปัจจุบันและอนาคต

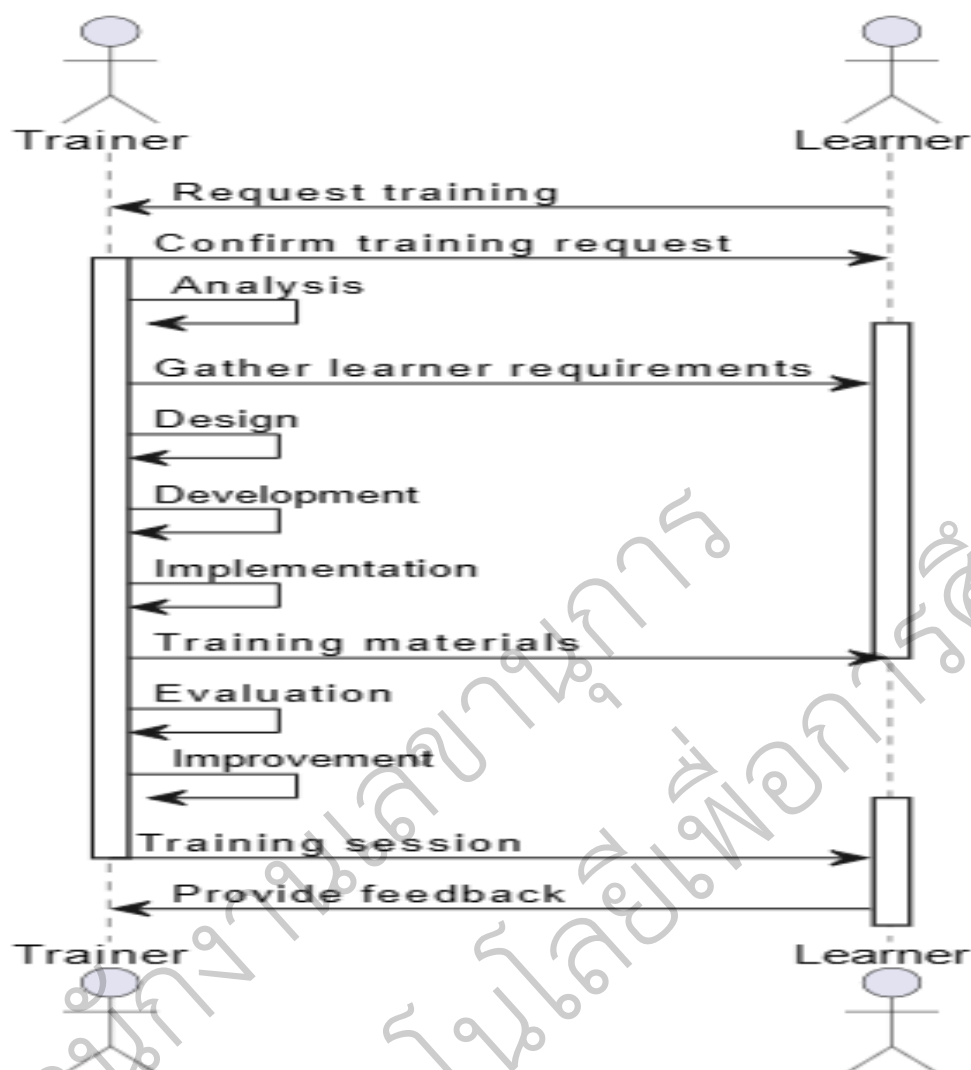


ภาพที่ 22 ผังดำเนินงานในแบบ Activity Diagram

ในส่วนขั้นตอนดำเนินการตามกระบวนการในส่วน Activity Diagram:

- Analysis: ในขั้นตอนนี้ เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์และเข้าใจความต้องการของการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT จำนวน 15 โมดูล รวมถึงรายละเอียดของวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications เพื่อควบคุมการใช้งานกล่องคอนโทรล
- Design: ในขั้นตอนนี้ ออกแบบหน่วยการเรียนรู้โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้และรายละเอียดของวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications
- Development: ในขั้นตอนนี้ ทำการพัฒนาเนื้อหาการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ตามแผนที่ออกแบบไว้
- Implementation: ในขั้นตอนนี้ นำหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงในการสอนและเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน
- Evaluation: ในขั้นตอนนี้ ประเมินผลของหน่วยการเรียนรู้และทำการปรับปรุงในครั้งถัดไปตาม Activity Diagram นี้ สามารถแสดงกระบวนการ ADDIE Model ที่ใช้ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT จำนวน 15 โมดูลพร้อมรายละเอียดของวงจรไฟฟ้า MCU Sensors และ Applications อย่างชัดเจนและเป็นระเบียบได้

ใน Sequence Diagram นี้มีการแสดงการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ADDIE Model ทั้งหมด โดยมีการสื่อสารระหว่างผู้เรียน (Learner) และผู้ฝึกอบรม (Trainer) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 23 ผังลำดับปฏิบัติตาม Sequence Diagram

การ Sequence Diagram ข้างต้นเป็นการอธิบายกระบวนการฝึกอบรมที่รวมถึงขั้นตอนใน ADDIE Model และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้ฝึกอบรม ดังนี้:

- ผู้เรียนขอการฝึกอบรมจากผู้ฝึกอบรม: เริ่มต้นด้วยผู้เรียนที่ส่งคำขอฝึกอบรมให้กับผู้ฝึกอบรม
- ผู้ฝึกอบรมยืนยันการขอของผู้เรียน: ผู้ฝึกอบรมตอบกลับผู้เรียนเพื่อยืนยันการขอฝึกอบรม
- ผู้ฝึกอบรมทำการวิเคราะห์และเก็บความต้องการของผู้เรียน: ผู้ฝึกอบรมวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการฝึกอบรม
- ผู้ฝึกอบรมออกแบบหลักสูตรการฝึกอบรม: ผู้ฝึกอบรมสร้างและออกแบบหลักสูตรการฝึกอบรมที่เข้ากับความต้องการและความสามารถของผู้เรียน
- ผู้ฝึกอบรมพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม: ผู้ฝึกอบรมทำการพัฒนาและเตรียมหลักสูตรการฝึกอบรมตามที่ออกแบบไว้

- ผู้ฝึกอบรมนำหลักสูตรการฝึกอบรมมาใช้: ผู้ฝึกอบรมนำหลักสูตรการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการฝึกอบรมผู้เรียน
- ผู้ฝึกอบรมประเมินผลและปรับปรุง: ผู้ฝึกอบรมประเมินผลการฝึกอบรมและทำการปรับปรุงหลักสูตรการฝึกอบรมในกรณีที่เป็น
- ผู้ฝึกอบรมมอบการฝึกอบรมแก่ผู้เรียน: ผู้ฝึกอบรมมอบการฝึกอบรมแก่ผู้เรียนตามหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น
- ผู้เรียนให้คำติชมหรือคำแนะนำกับผู้ฝึกอบรม: ผู้เรียนให้คำติชมหรือคำแนะนำกับผู้ฝึกอบรมเกี่ยวกับการฝึกอบรมที่ได้รับ

โดย Sequence Diagram นี้ช่วยให้เข้าใจกระบวนการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับ ADDIE Model และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้ฝึกอบรมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

3.3.1 ศึกษาออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 15 โมดูล โดยมีกระบวนการศึกษาและดำเนินการ ดังนี้



ภาพที่ 24 ผังองค์ประกอบเนื้อหาการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT

ขั้นที่ 1. วางรูปแบบ Software เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาหรือสนับสนุนเทคโนโลยี IoT

ขั้นที่ 2 ติดตั้งระบบเครือข่ายเพื่อการใช้งานสัญญาณไร้สาย และ Gate Way

ขั้นที่ 3 ติดตั้งแม่ข่าย Server เพื่อการใช้งานระบบ IoT อาทิ Home Assistant, Node Red, Blynk Server, MySQL Server โดยพิจารณาผ่านการใช้งาน Raspberry Pi เป็นหลัก

ขั้นที่ 4 จัดทำต้นแบบบอร์ดควบคุมตามอุปกรณ์พื้นฐานที่อ้างตามบอร์ด ESP32

ขั้นที่ 5 วางรูปแบบ Sensors ตาม Model ที่สำคัญของระบบเกษตรสมัยใหม่ (Smart Farm)

ขั้นที่ 6 จัดทำแบบในการประกอบและต่อวงจร พร้อมเครื่องมือเพื่อทดสอบคุณภาพตัว

ควบคุมระบบ

ขั้นที่ 7 กำหนด Algorithm เพื่อกระบวนการพัฒนาการรับรู้และส่งข้อมูลของระบบ

ขั้นที่ 8 นำหลัก ML มาเสริมตามความเหมาะสมเพื่อให้ตัวระบบทำงานใกล้เคียงตามแนวคิด

AI มากที่สุด

ขั้นที่ 9 ตรวจสอบการรับ/ส่งข้อมูลจาก WiFi Node ต่าง ๆ เพื่อนำมาประมวลผลร่วมกัน

ขั้นที่ 10 วางรูปแบบ Widget และ Layout เพื่อพัฒนา UI/UX ที่เหมาะสมตามลักษณะการนำไปใช้

ขั้นที่ 11 กำหนด Model ตามกรอบการเรียนรู้และใช้งานจริง

ขั้นที่ 12 ประสานโรงเรียนในพื้นที่ หรือชุมชนเพื่อเข้าเรียนรู้ และนำไปประยุกต์ใช้งาน

ขั้นที่ 13 ศึกษาข้อมูลชุมชน และเกษตรกรเพื่อร่วมหาประสิทธิภาพของระบบต่อไป

โดยมีโครงสร้าง และกรอบเนื้อหาที่แจกตามสมรรถนะการเรียนรู้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงโมดูลการเรียนรู้โดยพิจารณาตามสมรรถนะการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ (Module Learning)	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะการเรียนรู้
Module01- Basic Electric and Circuit	1. ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทและชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า 2. ผู้เรียนสามารถคำนวณค่าทางไฟฟ้าเบื้องต้นได้ 3. ผู้เรียนสามารถต่อวงจรไฟฟ้าได้ตามแบบที่กำหนด	1. บอกประเภท และจำแนกชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 2. ต่อวงจรไฟฟ้าในแบบต่าง ๆ ได้ 3. คำนวณค่าทางไฟฟ้าตามกฎของโอห์มได้
Module02- MCU and Sensor	1. ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของ MCU 2. ผู้เรียนอธิบายหลักการทำงานของ ESP32 TTGO -LoRa OLED ได้	1. แสดงความเข้าใจหลักการทำงานของ MCU ได้ 2. แสดงหลักการทำงานของ ESP32 TTGO -LoRa OLED ได้ 3. แสดงการใช้คำสั่งเพื่อรับ และอ่านค่า Sensors ในแบบต่าง ๆ ได้

ตารางที่ 5 แสดงโมดูลการเรียนรู้โดยพิจารณาตามสมรรถนะการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ (Module Learning)	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะการเรียนรู้
Module03- GPIO and Interface	1. ผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบรวมของบอร์ดควบคุมการทำงาน 2. ผู้เรียนอธิบายการทำงานและเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่าน GPIO ได้ 3. ผู้เรียนสามารถใช้คำสั่งเพื่อควบคุมการรับ-ส่งค่าในรูปแบบต่าง ๆ ได้	1. แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบรวมของบอร์ดควบคุมการทำงานของระบบได้ 2. เลือกใช้คำสั่งในการใช้งาน และเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่าน GPIO ได้ 3. แสดงคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของระบบเพื่อรับและส่งค่าได้
Module04- Arduino Sketch/ Variable and Syntax	1. ผู้เรียนสามารถตั้งค่าและ library เพื่อควบคุมบอร์ดการทำงานได้ 2. ผู้เรียนสามารถกำหนดฟังก์ชัน (function) เพื่อควบคุมการทำงานได้ 3. ผู้เรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของตัวควบคุมและการประมวลผลได้	1. แสดงการตั้งค่าและ library เกี่ยวข้องเพื่อควบคุมบอร์ดการทำงาน 2. ออกแบบและสร้าง function ควบคุมการทำงาน 3. ประกาศตัวแปรเพื่อควบคุมและประมวลผล
Module05- Control Statement and Loop Processing	1. ผู้เรียนสามารถวางลำดับการทำงานโปรแกรมได้ 2. ผู้เรียนสามารถกำหนดเงื่อนไขเพื่อตรวจสอบและควบคุมการทำงานระบบได้ 3. ผู้เรียนสามารถเลือกใช้คำสั่งตัดสินใจและกำหนดทิศทางการทำงานของโปรแกรมได้	1. วางลำดับการทำงานโปรแกรมระบบได้เหมาะสม 2. วางเงื่อนไขเพื่อตรวจสอบและควบคุมการทำงานระบบ 3. แสดงการเลือกใช้คำสั่งเพื่อตัดสินใจและการควบคุมทิศทางโปรแกรมได้เหมาะสม

ตารางที่ 5 แสดงโมดูลการเรียนรู้โดยพิจารณาตามสมรรถนะการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ (Module Learning)	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะการเรียนรู้
Module06- Sketch and Monitoring#1	1.ผู้เรียนสามารถติดตั้งและวางเงื่อนไข library ได้ 2.ผู้เรียนสามารถเขียนคำสั่งเพื่อโปรแกรมควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลผ่าน serial monitor ได้	1.ติดตั้งฟังก์ชันและเงื่อนไข library ที่สอดคล้องตามบอร์ดวงจร 2.โปรแกรมการใช้คำสั่งรับ-ส่งค่า 3.แสดงผลและตรวจสอบข้อมูลผ่าน serial monitor
Module07- Sketch and Monitoring#2	1.ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการใช้ชุดคำสั่งและ upload –firmware ได้ 2.ผู้เรียนสามารถปรับแต่งคำสั่ง และแก้ไขข้อผิดพลาด error ในแบบต่าง ๆ ได้	1.ทำการ upload sketch พร้อมตรวจสอบผลการทำงานที่ถูกต้องได้ 2.ปรับแต่ง เปลี่ยนแปลง หรือเสริมเงื่อนไขการทำงานโปรแกรมที่สอดคล้องตามงานที่สั่งเพื่อประมวลผล 3.แก้ปัญหาการเชื่อมต่อเพื่อ upload หรือข้อผิดพลาด error ต่าง ๆ ได้เหมาะสมตามกรณี
Module08- Wireless Communication and Cloud	1.ผู้เรียนอธิบายรูปแบบการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายได้ 2.ผู้เรียนสามารถวางโครงสร้าง และเลือกใช้คำสั่งควบคุมสัญญาณแบบไร้สายได้	1. อธิบายการสื่อสารด้วยสัญญาณไร้สายแบบต่าง ๆ ได้ 2. วางโครงสร้างคำสั่งเพื่อประมวลผลด้วยสัญญาณไร้สาย (wireless) ได้เหมาะสมตามกรณี 3. เลือกคำสั่งเพื่อควบคุมการส่งงานสัญญาณไร้สายได้อย่างถูกต้อง
Module09- Bluetooth Running	1.ผู้เรียนสามารถอธิบายการสื่อสารและใช้งานสัญญาณ Bluetooth ได้ 2.ผู้เรียนสามารถเลือกใช้คำสั่งเพื่อรับ/ส่งสัญญาณ Bluetooth ได้	1.แสดงการสื่อสารและใช้งานสัญญาณ bluetooth ได้ถูกต้อง 2.เขียนโปรแกรมเพื่อแสดงการรับสัญญาณ bluetooth ได้ 3.เขียนโปรแกรมเพื่อแสดงการส่งสัญญาณ bluetooth ได้

ตารางที่ 5 แสดงโมดูลการเรียนรู้โดยพิจารณาตามสมรรถนะการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ (Module Learning)	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะการเรียนรู้
Module10- LoRa Processing- architecture	1. ผู้เรียนสามารถอธิบายการสื่อสารด้วยสัญญาณ LoRa ได้ 2. ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมแสดงการสื่อสารผ่านสัญญาณ LoRa ได้	1.อธิบายการสื่อสารและใช้งานสัญญาณ LoRa ได้ถูกต้อง 2.ปฏิบัติการโปรแกรมเพื่อแสดงการรับสัญญาณ LoRa ได้ 3.ปฏิบัติการโปรแกรมเพื่อแสดงการส่งสัญญาณ LoRa ได้
Module11- LoRa Sketch-send and receive data	1. ผู้เรียนเลือกใช้คำสั่งเพื่อใช้งานสัญญาณ LoRa ได้ 2. ผู้เรียนสามารถโปรแกรมเพื่อแสดงการรับ/ส่งค่าผ่านสัญญาณ LoRa ได้	1. ปฏิบัติการวางเงื่อนไขคำสั่งตามรูปแบบ LoRa ได้ถูกต้อง 2. ปฏิบัติการโปรแกรมเพื่อสื่อสารการส่งค่า ตามแบบ LoRa ได้ถูกต้อง 3. ปฏิบัติการโปรแกรมเพื่อสื่อสารการรับค่า ตามแบบ LoRa ได้ถูกต้อง
Module12- WiFi Protocol and Sketch	1. ผู้เรียนเข้าใจหลักการสื่อสารด้วยสัญญาณ WiFi 2. ผู้เรียนสามารถเลือกใช้คำสั่งควบคุมและใช้งานสัญญาณ WiFi ได้เหมาะสม	1. แสดงการสื่อสารเพื่อรับส่งค่าด้วยสัญญาณ WiFi ได้ 2. วางรูปแบบคำสั่งเพื่อโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านสัญญาณ 3. ปฏิบัติการโปรแกรมรับ/ส่งค่าผ่านสัญญาณ WiFi
Module13- WiFi Processing	1. ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการรับส่งข้อมูลผ่านสัญญาณ WiFi ได้ 2. ผู้เรียนสามารถการทำงานของสัญญาณ WiFi ได้	1.ปฏิบัติการโปรแกรมรับ/ส่งค่าด้วยชุดข้อมูล(data set/array) ผ่านสัญญาณ WiFi ได้ 2.แก้ปัญหาการรับ/ส่งค่าผ่านสัญญาณ WiFi ในกรณีต่าง ๆ ตามที่เหมาะสมได้ 3.ตรวจสอบช่องสัญญาณเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลได้ตามเหมาะสม

ตารางที่ 5 แสดงโมดูลการเรียนรู้โดยพิจารณาตามสมรรถนะการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ (Module Learning)	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะการเรียนรู้
Module14- Node Red API and Dashboard	1. ผู้เรียนสามารถติดตั้งและควบคุมการใช้งาน Node API ได้ 2. ผู้เรียนสามารถติดตั้งใช้งาน extension ต่าง ๆ ได้เหมาะสม	1. ติดตั้งการใช้งาน Node API ได้ 2. ติดตั้งส่วนเสริม และแสดงการใช้งาน dashboard ได้อย่างเหมาะสม 3. ปฏิบัติการวาง layout และ widget ได้สอดคล้องตามสถานการณ์
Module15- Web Application and Monitoring	1. ผู้เรียนสามารถเรียกใช้งาน Web Application ผ่าน API ที่กำหนดได้ 2. ผู้เรียนสามารถเขียนคำสั่ง scripting เพื่อควบคุมการทำงานของ widget ต่าง ๆ ได้	1. ปฏิบัติการรับส่งค่าผ่าน Node Red ในรูปแบบของ Web Service ได้ 2. ตรวจสอบ widget พร้อมปรับแต่งการแสดงผลที่เหมาะสมได้ 3. แสดงการรายงานค่าผ่านอุปกรณ์ (PC/Tablet/Mobile) ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

ตามหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มเนื้อหาออกเป็น 4 เล่ม โดยมีรายละเอียดแต่ละเล่ม ดังนี้

-เอกสารเล่มที่ 1-Circuit and MCU

Module01- Basic Electric and Circuit

Module02- MCU and Sensor

Module03- GPIO and Interface

การศึกษาเพื่อพัฒนาระบบเทคโนโลยี IoT กระบวนการเริ่มต้นอยู่ที่ความเข้าใจเกี่ยวกับการประกอบและต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งการเรียนรู้ในส่วนนี้ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญโดยการเรียนรู้ในเล่มที่ 1 ซึ่งเน้นการเรียนรู้ใน 3 เนื้อหาหลัก ได้แก่ Module01- Basic Electric and Circuit เน้นการเรียนรู้เกี่ยวกับความเข้าใจประเภทและชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถคำนวณค่าทางไฟฟ้าเบื้องต้นได้ สามารถต่อวงจรไฟฟ้าได้ตามแบบที่กำหนด ซึ่งผู้เรียนควรเกิดสมรรถนะการเรียนรู้โดยบอกประเภทและจำแนกชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ต่อวงจรไฟฟ้าในแบบต่าง ๆ ได้ และคำนวณค่าทางไฟฟ้าตามกฎหมายของโอห์มได้ Module02- MCU and Sensor ต้องการให้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของ MCU

สามารถอธิบายหลักการทำงานของ ESP32 TTGO –LoRa OLED ได้ โดยผู้เรียนควรมีสมรรถนะการเรียนรู้เกี่ยวกับความเข้าใจหลักการทำงานของ MCU แสดงหลักการทำงานของ ESP32 TTGO –LoRa OLED ได้ และแสดงการใช้คำสั่งเพื่อรับ และอ่านค่า Sensors ในแบบต่าง ๆ ได้ ในส่วน Module03- GPIO and Interface กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบรวมของบอร์ดควบคุมการทำงาน สามารถอธิบายการทำงานและเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่าน GPIO ได้ และผู้เรียนสามารถใช้คำสั่งเพื่อควบคุมการรับ-ส่งค่าในรูปแบบต่าง ๆ ได้ โดยสมรรถนะการเรียนรู้ในส่วนนี้มุ่งเน้นให้แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบรวมของบอร์ดควบคุมการทำงานของระบบได้ ผู้เรียนเลือกใช้คำสั่งในการใช้งาน และเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่าน GPIO ได้ และแสดงคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของระบบเพื่อรับและส่งค่าได้

-เอกสารเล่มที่ 2-Syntax and Sketch

Module04- Arduino Sketch/ Variable and Syntax

Module05- Control Statement and Loop Processing

Module06- Sketch and Monitoring#1

Module07- Sketch and Monitoring#2

เอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 มุ่งเน้นการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาโปรแกรมคำสั่งเพื่อประมวลผลการทำงานของระบบ IoT ซึ่งจะอยู่ในรูป Firmware ต่อไป โดยการเรียนรู้ในเล่มนี้เน้นความเข้าใจเกี่ยวกับไวยากรณ์คำสั่งการโปรแกรมด้วยภาษาซี (C/C++ Language) ประกอบด้วย Module การเรียนรู้ 4 ส่วน ได้แก่ Module04- Arduino Sketch/ Variable and Syntax มุ่งเน้นการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งค่าและ library เพื่อควบคุมบอร์ดการทำงานได้ ผู้เรียนสามารถกำหนดฟังก์ชัน(function) เพื่อควบคุมการทำงานได้ และผู้เรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของตัวควบคุมและการประมวลผลได้ โดยให้เกิดสมรรถนะการเรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งค่าและ library เกี่ยวข้องเพื่อควบคุมบอร์ดการทำงาน ออกแบบและสร้าง function ควบคุมการทำงาน ประกาศตัวแปรเพื่อควบคุมและประมวลผล ในส่วน Module05- Control Statement and Loop Processing มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวางลำดับการทำงานโปรแกรมได้ ผู้เรียนสามารถกำหนดเงื่อนไขเพื่อตรวจสอบและควบคุมการทำงานของระบบได้ และผู้เรียนสามารถเลือกใช้คำสั่งตัดสินใจและกำหนดทิศทางการทำงานของโปรแกรมได้ โดยเน้นสมรรถนะการเรียนรู้เกี่ยวกับวางลำดับการทำงานโปรแกรมระบบได้เหมาะสม วางเงื่อนไขเพื่อตรวจสอบและควบคุมการทำงานของระบบ แสดงการเลือกใช้คำสั่งเพื่อตัดสินใจและการควบคุมทิศทางโปรแกรมได้เหมาะสม ด้าน Module06- Sketch and Monitoring#1 มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดตั้งและวางเงื่อนไข library ได้ และสามารถเขียนคำสั่งเพื่อโปรแกรมควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลผ่าน serial monitor ได้ โดยสมรรถนะการเรียนรู้เพื่อติดตั้งฟังก์ชันและเงื่อนไข library ที่สอดคล้องตามบอร์ดวงจร โปรแกรมการใช้คำสั่งรับ-ส่ง

คำสั่งสัญญาณ แสดงผลและตรวจสอบข้อมูลผ่าน serial monitor ส่วน Module07- Sketch and Monitoring#2 เน้นการเรียนรู้เพื่อผู้เรียนสามารถตรวจสอบการใช้ชุดคำสั่งและ upload –firmware ได้ ผู้เรียนสามารถปรับแต่งคำสั่ง และแก้ไขข้อผิดพลาด error ในแบบต่าง ๆ ได้ พร้อมเกิดสมรรถนะการเรียนรู้ อาทิ ทำการ upload sketch พร้อมตรวจสอบผลการทำงานที่ถูกต้องได้ การปรับแต่งเปลี่ยนแปลง หรือเสริมเงื่อนไขการทำงานโปรแกรมที่สอดคล้องตามงานที่สั่งเพื่อประมวผล และแก้ปัญหาการเชื่อมต่อเพื่อ upload หรือข้อผิดพลาด error ต่าง ๆ ได้เหมาะสมตามกรณี

-เอกสารเล่มที่ 3-Wireless

Module08- Wireless Communication and Cloud

Module09- Bluetooth Running

Module10- LoRa Processing-architecture

Module11- LoRa Sketch-send and receive data

Module12- WiFi Protocol and Sketch

Module13- WiFi Processing

เอกสารประกอบการเรียนรู้เล่มที่ 3 มีจำนวน 6 Modules มุ่งเน้นเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลไร้สาย (Wireless Communication) เพื่อผู้เรียนได้เข้าใจกรอบการสื่อสารในการรับ-ส่งข้อมูลด้วย MCU ด้วยกระบวนการออกแบบพัฒนาโปรแกรมตามข้อกำหนดและเงื่อนไขของภาษาคำสั่ง (C/C++ Language) โดยModule08- Wireless Communication and Cloud มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อผู้เรียนอธิบายรูปแบบการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายได้ ผู้เรียนสามารถวางโครงสร้าง และเลือกใช้คำสั่งควบคุมสัญญาณแบบไร้สายได้ พร้อมเกิดสมรรถนะการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการสื่อสารด้วยสัญญาณไร้สายแบบต่าง ๆ ได้ การวางโครงสร้างคำสั่งเพื่อประมวผลด้วยสัญญาณไร้สาย(wireless) ได้เหมาะสมตามกรณี พร้อมเลือกคำสั่งเพื่อควบคุมการส่งงานสัญญาณไร้สายได้อย่างถูกต้อง

Module09- Bluetooth Running มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อผู้เรียนสามารถอธิบายการสื่อสารและใช้งานสัญญาณ Bluetooth ได้ ผู้เรียนสามารถเลือกใช้คำสั่งเพื่อรับ/ส่ง สัญญาณ Bluetooth ได้ โดยสมรรถนะการเรียนรู้แสดงการสื่อสารและใช้งานสัญญาณ Bluetooth ได้ถูกต้อง เขียนโปรแกรมเพื่อแสดงการรับสัญญาณ Bluetooth ได้ และเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงการส่งสัญญาณ Bluetooth ได้

ใน Module10- LoRa Processing-architecture มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อผู้เรียนสามารถอธิบายการสื่อสารด้วยสัญญาณ LoRa ได้ ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมแสดงการสื่อสารผ่านสัญญาณ LoRa ได้ เกิดสมรรถนะการเรียนรู้โดยสามารถอธิบายการสื่อสารและใช้งานสัญญาณ LoRa ได้ถูกต้อง ปฏิบัติการโปรแกรมเพื่อแสดงการรับสัญญาณ LoRa ได้ และปฏิบัติการโปรแกรมเพื่อแสดงการส่งสัญญาณ LoRa ได้

Module11- LoRa Sketch-send and receive data มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อผู้เรียนเลือกใช้คำสั่งเพื่อใช้งานสัญญาณ LoRa ได้ ผู้เรียนสามารถโปรแกรมเพื่อแสดงการรับ/ส่งค่าผ่าน

สัญญาณ LoRa ได้ มีสมรรถนะการเรียนรู้เกี่ยวกับปฏิบัติการวางเงื่อนไขคำสั่งตามรูปแบบ LoRa ได้ ถูกต้อง ปฏิบัติการโปรแกรมเพื่อสื่อสารการส่งค่า ตามแบบ LoRa ได้ถูกต้อง และปฏิบัติการโปรแกรม เพื่อสื่อสารการรับค่า ตามแบบ LoRa ได้ถูกต้อง ใน Module12- WiFi Protocol and Sketch มี จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อผู้เรียนเข้าใจหลักการสื่อสารด้วยสัญญาณ WiFi ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ คำสั่งควบคุมและใช้งานสัญญาณ WiFi ได้เหมาะสม มีสมรรถนะการเรียนรู้โดยแสดงการสื่อสารเพื่อ รับส่งค่าด้วยสัญญาณ WiFi ได้ วางรูปแบบคำสั่งเพื่อโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านสัญญาณ WiFi และปฏิบัติการโปรแกรมรับ/ส่งค่าผ่านสัญญาณ WiFi และใน Module13- WiFi Processing มี จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการรับส่งข้อมูลผ่านสัญญาณ WiFi ได้ โดยสมรรถนะ การเรียนรู้ด้านปฏิบัติการโปรแกรมรับ/ส่งค่าด้วยชุดข้อมูล(data set/array) ผ่านสัญญาณ WiFi ได้ แก้ปัญหาการรับ/ส่งค่าผ่านสัญญาณ WiFi ในกรณีต่าง ๆ ตามที่เหมาะสมได้ และตรวจสอบ ช่องสัญญาณเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลได้ตามเหมาะสม

-เอกสารเล่มที่ 4-IoT Application

Module14- Node Red API and Dashboard

Module15- Web Application and Monitoring

เอกสารประกอบการเรียนรู้เล่มที่ 4 มุ่งพัฒนาเพื่อผู้เรียนได้เรียนรู้แนวทางการออกแบบ พัฒนาโปรแกรมควบคุมในรูปแบบ Web Application และ Mobile Application โดยมีหน่วยการเรียนรู้ 2 Modules ได้แก่ Module14- Node Red API and Dashboard มีจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อผู้เรียนสามารถติดตั้งและควบคุมการใช้งาน Node API ได้ และผู้เรียนสามารถติดตั้งใช้งาน extension ต่าง ๆ ได้เหมาะสม พร้อมมุ่งเน้นให้เกิดสมรรถนะการเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนติดตั้งการใช้งาน Node API ได้ การติดตั้งส่วนเสริม และแสดงการใช้งาน dashboard ได้อย่างเหมาะสม ปฏิบัติ การวาง layout และ widget ได้สอดคล้องตามสถานการณ์ และใน Module15- Web Application and Monitoring มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อผู้เรียนสามารถเรียกใช้งาน Web Application ผ่าน API ที่กำหนดได้ พร้อมสามารถเขียนคำสั่ง scripting เพื่อควบคุมการทำงาน widget ต่าง ๆ ได้ โดยสมรรถนะการเรียนรู้ประกอบด้วยปฏิบัติการรับส่งค่าผ่าน Node Red ใน รูปแบบของ Web Service การตรวจสอบ widget พร้อมปรับแต่งการแสดงผลที่เหมาะสม และแสดง การรายงานค่าผ่านอุปกรณ์(PC/Tablet/Mobile) ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

3.3.2 การฝึกอบรมใช้งาน HW และ SW

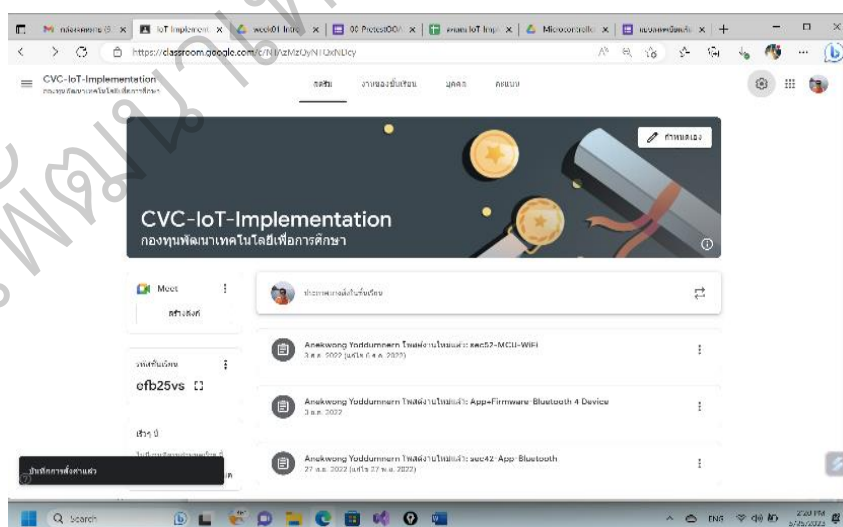
การฝึกอบรมนักศึกษาในการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT นั้นมีความจำเป็นต้องดำเนินการเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่การออกแบบพัฒนาระบบ Software และการประกอบติดตั้งวงจรอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ และพัฒนาทักษะทางด้าน IoT โดยมี

เนื้อหาการเรียนรู้ที่จำเป็นดังนี้ Basic Electrical /MCU and Processing / GPIO and Controlling/ Electric Design- Fritzing/ Basic Sketch / Variable and Data Type/ Loop and Condition/ Relay connecting/ ESP32 and Blink/ Sensors / Bluetooth and pairing device/ WiFi connecting/ App Inventor connecting/ Temp and Humidity sensor/ Consumer box circuit/ ESP32 connecting / Send value/ LDR Sensor over on Mobile/ AppInvenor running over Relay โดยการเรียนรู้มุ่งเพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบหลักสูตรในการเรียนเกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT ที่ผู้เรียนจักได้เข้าใจและเกิดทักษะทางด้าน ติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE-Sketch blink/ ติดตั้งและใช้งานโปรแกรม Fritzing/ ประกอบวงจรหลอด MCU-LED-Sensors รวมถึงการเข้าเจาระบบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานด้วย Smart Phone ทั้งในแบบ Mobile App control relay/ Google Firebased/Mobile App to Cloud read and controlling และการควบคุมระบบผ่านบริการของ Google Firebased ต่อไป

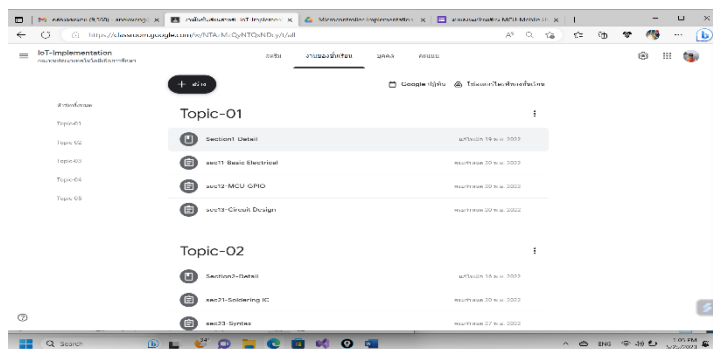
การฝึกอบรมนี้ได้ดำเนินการทั้งในส่วน Software และ Hardware โดยประกอบด้วยจำนวนผู้เรียนทั้งหมด 27 คน จากที่ลงทะเบียนไว้ 38 คน การฝึกอบรมเริ่มตั้งแต่วันที่ 22 ตุลาคม 2565 – 8 เมษายน 2566 ห้องปฏิบัติการ 662 และ 942 โดยใช้เวลาวันเสาร์ – อาทิตย์ ช่วงเวลา 08.30 – 16.30 น. โดยตามหลักสูตรได้กำหนดไว้ 30 ชั่วโมง ซึ่งมีบางอาทิตย์ที่ได้เลื่อน ด้วยวิทยาลัยฯ ได้จัดกิจกรรมอื่นทำให้เกิดการซ้อนทับการเรียนรู้

การบริหารชั้นเรียน

- ภาคทฤษฎีและปฏิบัติใช้ห้องปฏิบัติการ 662 และ 942
- ผู้เรียนได้รับเอกสารประกอบการเรียนรู้ในรูปแบบ Hand Sheet ประกอบวงจรที่ใช้ฝึกคนละ 1 ชุด
- นำระบบ google classroom มาใช้ประกอบการเรียนรู้และประเมินผล



ภาพที่ 25 การจัดการชั้นเรียนด้วย Google classroom



ภาพที่ 26 รายการเนื้อหาการอบรม

ตารางที่ 6 แสดงขอบเขตเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้

วันที่	หัวข้อ	กิจกรรมการเรียนรู้
วันที่ 1	- Basic Electrical - MCU and Processing - GPIO and Controlling - Electric Design- Fritzing	- ติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE - Sketch blink - ติดตั้งและใช้งานโปรแกรม Fritzing - ประกอบวงจรหลอด MCU-LED-Sensors
วันที่ 2	- Basic Sketch - Variable and Data Type - Loop and Condition - Relay connecting - ESP32 and Blink	- Sketch- syntax/variable/loop - Sketch- การควบคุม และอ่านค่า sensor - Sketch- Serial monitor
วันที่ 3	- Sensors - Bluetooth and pairing device - WiFi connecting	- Sketch- Bluetooth send/receive - Sketch- wifi node/scan/server/router - Basic Mobile App–Over on Android and iPhone
วันที่ 4	- App Inventor conneting - Temp and Humidity sensor - Consumer box circuit	- Mobile App control relay - Google Firebased - Mini project#1

ตารางที่ 6 แสดงขอบเขตเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

วันที่	หัวข้อ	กิจกรรมการเรียนรู้
วันที่ 5	- ESP32 connecting / Send value - LDR Sensor over on Mobile - AppInvenor running over Relay	Mini project#2 Mobile App to Cloud read and controlling Google Firebased

โปรแกรม Fritzing เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดต่างๆ เช่น RaspberryPi ,Arduino รุ่นต่างๆช่วยให้งานในตำแหน่งที่เหมาะสม ที่สำคัญยังเป็นโปรแกรมฟรี (ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส) ช่วยในการออกแบบวงจรลงบน BreadBoard วาดวงจร Schematic และการออกแบบแผ่นปริ้น (PCB)

คุณสมบัติพื้นฐานการทำงานของตัวโปรแกรม

- จำลองการสร้างวงจรจริง ขึ้นบน Breadboard
- สามารถทำการ Rebuild วงจรที่สร้างในโปรแกรม Fritzing
- แก้ไขลายวงจร ให้ถูกต้อง
- เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของอุปกรณ์เช่น ค่าของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เบอร์ดของ ทรา

ซิตเตอร์

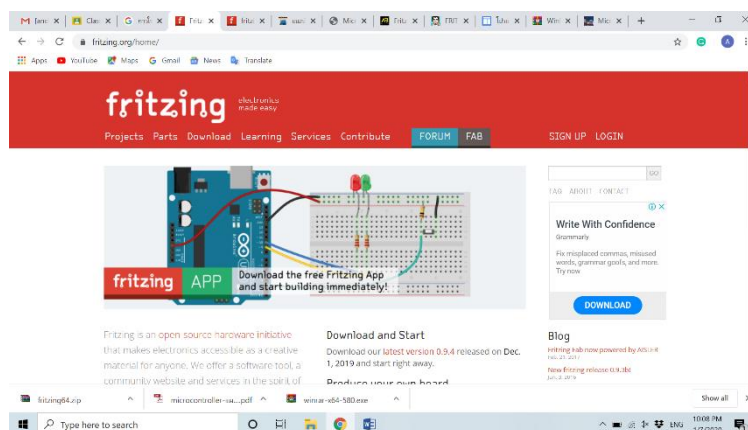
- สามารถออกแบบ Design PCB โดยการลากวางอุปกรณ์ลงไปตามตำแหน่งที่ต้องการบน PCB
- สามารถนำโปรเจกของเราไปแชร์บน Internet ได้ทันที

จุดเด่นของโปรแกรม

- จำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยภาพกราฟฟิคเสมือนจริง
- สามารถเขียนแบบวงจรไฟฟ้าได้
- สามารถออกแบบลายวงจรบนแผ่น PCB ได้
- มีฟังก์ชัน code view สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด Arduino ได้ในตัว
- ได้รับความนิยมสูง และมี community ทำให้มีแหล่ง library ของอุปกรณ์ต่างๆให้ได้

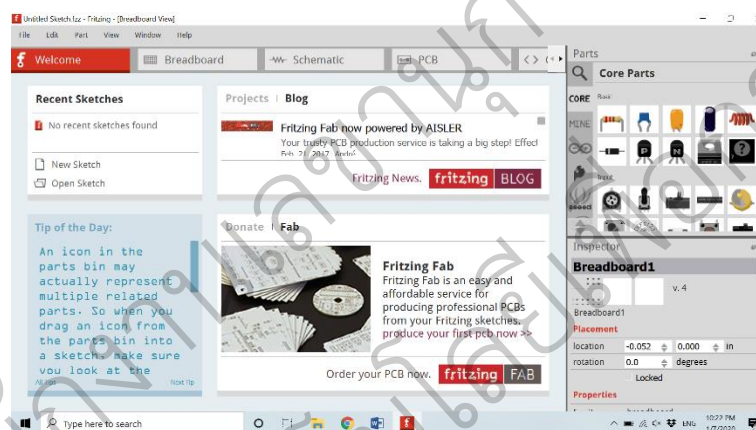
เลือกใช่มากมาย

Fritzing สามารถ Download ได้ที่<http://fritzing.org/> สามารถใช้ได้หลายระบบปฏิบัติการ เช่น Windows Mac OS และ Linux การติดตั้งไม่ยาก สำหรับ Windows สามารถแตกไฟล์ Winzip แล้วสามารถใช้งานได้ทันที



ภาพที่ 27 โปรแกรมออกแบบวงจร

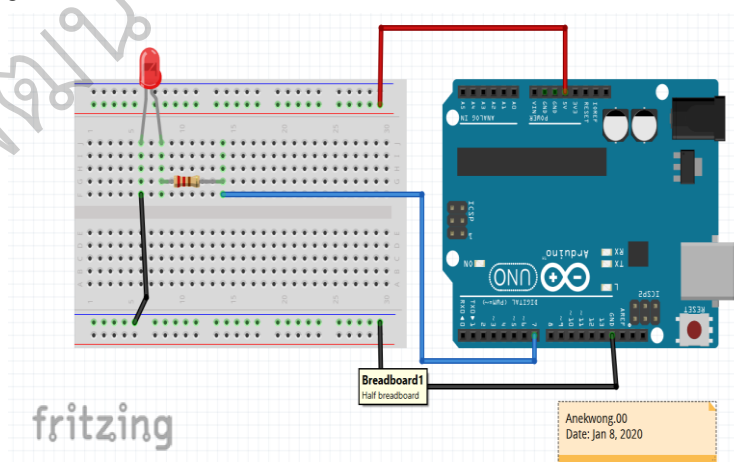
Step-running



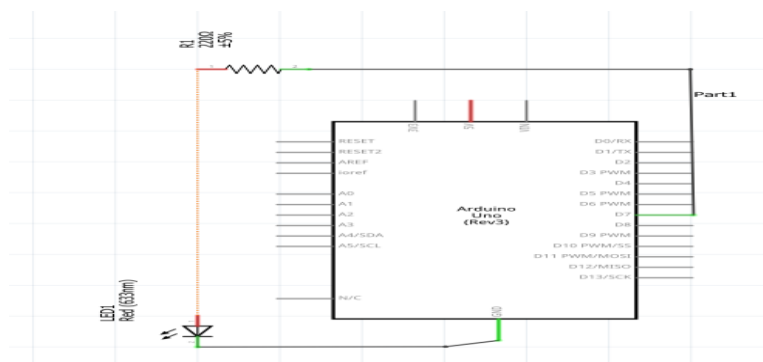
ภาพที่ 28 เครื่องมือ Fritzing

กรอบงานปฏิบัติ Assign: list core part with 2 items.

→ Circuit design



ภาพที่ 29 การออกแบบวงจร LED1



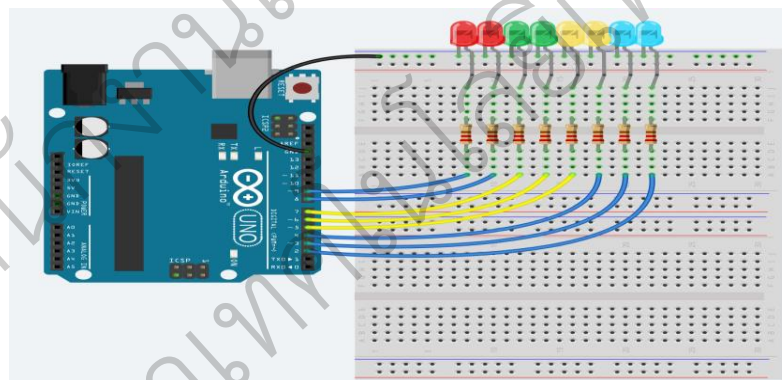
ภาพที่ 30 Schematic วงจร LED1

กรอบงาน -lc01-

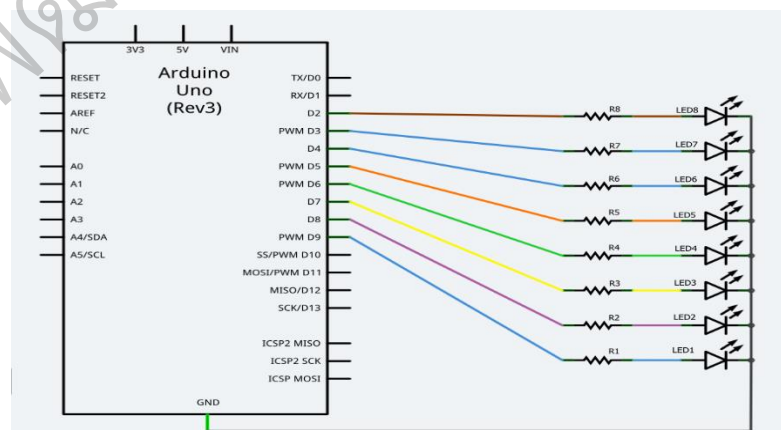
1. LDR =1
2. LED =2
3. Resistor = 3

กรอบงาน -lc02-

1. LED = 8
2. Resistor = 8



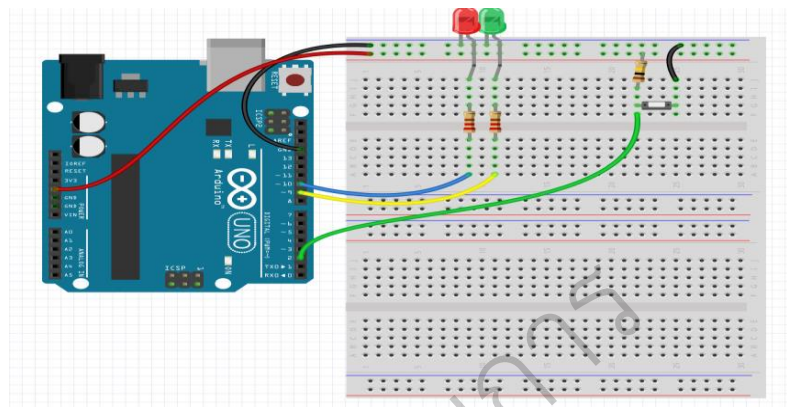
ภาพที่ 31 วงจร LED 8 bit



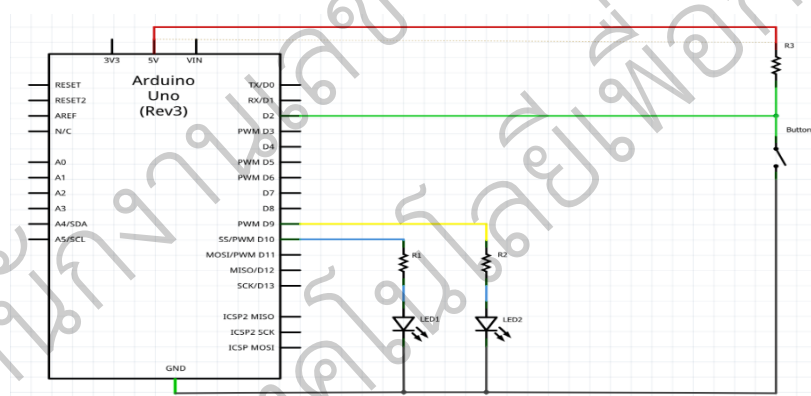
ภาพที่ 32 Schematic วงจร LED 8 bit

กรอบงาน -lc03-

1. LED = 2
2. Resistor = 3
3. Button = 1 pushbutton

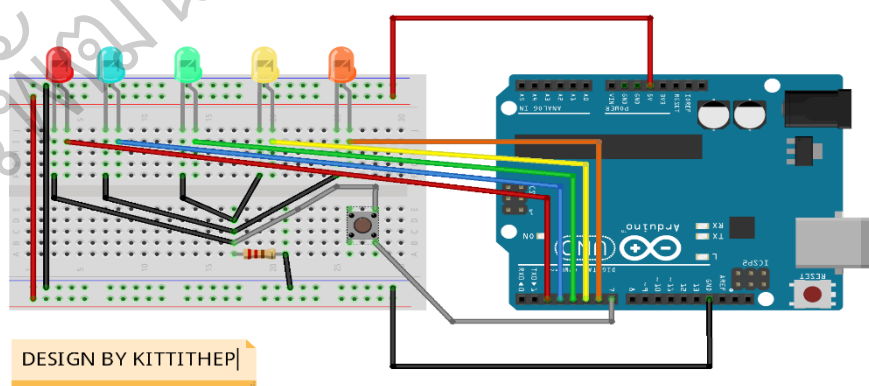


ภาพที่ 33 วงจร toggle Switch



ภาพที่ 34 Schematic toggle switch 8 bit

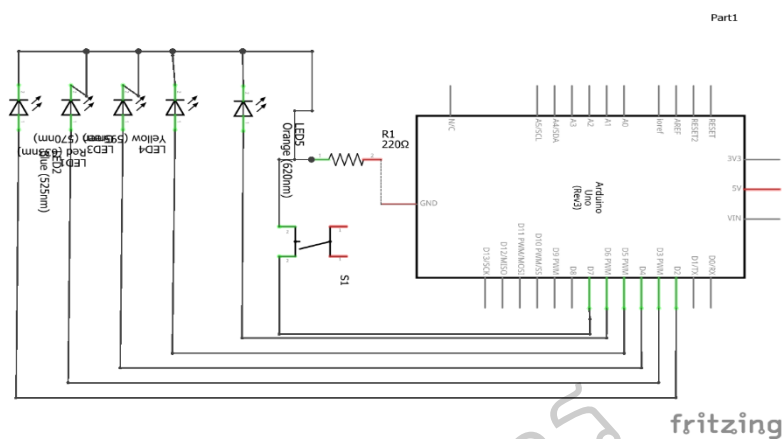
รูปแบบ Circuit 1.



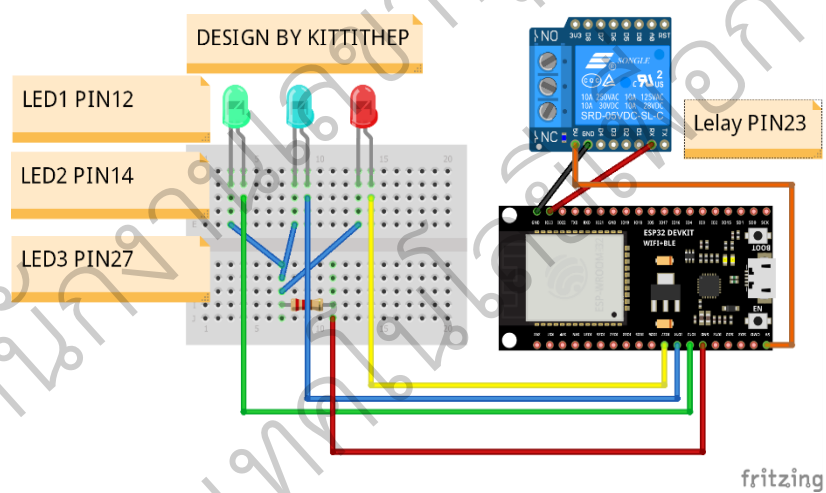
fritzing

ภาพที่ 35 วงจร button switch

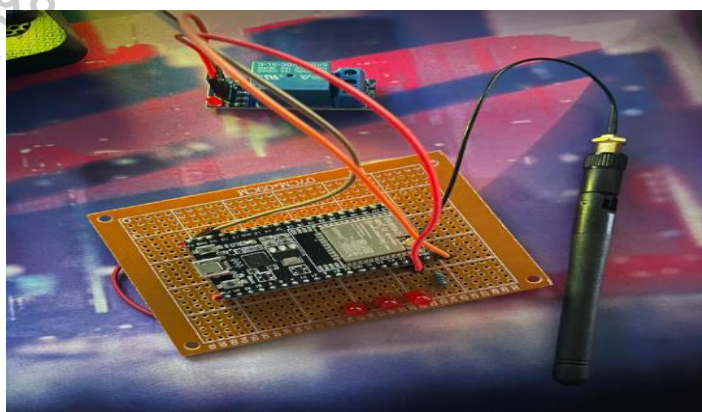
รูปแบบ Circuit 2.



ภาพที่ 36 Schematic button switch

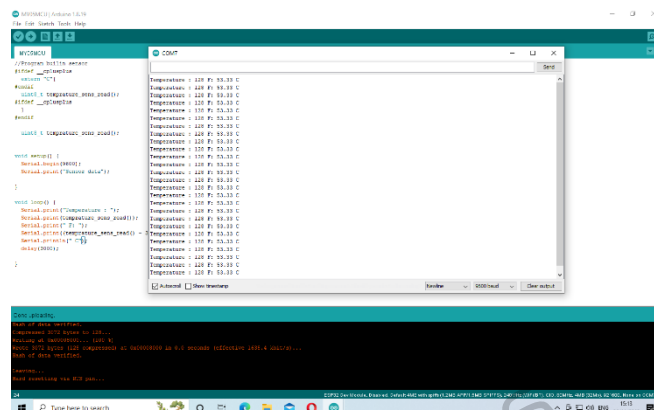


ภาพที่ 37 วงจร relay



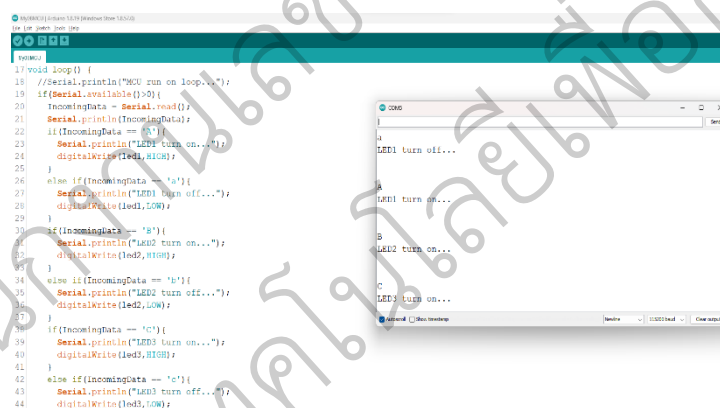
ภาพที่ 38 การประกอบวงจร MCU

แนวทางกำหนด Firmware



ภาพที่ 39 Sketch -control

การประมวลผล -Incoming Data



ภาพที่ 40 Sketch and monitor

//Prog: Control-io pin

int led1 = 12;

int led2 = 14;

int led3 = 27;

int relay = 23;

char IncomingData = 0;

void setup() {

Serial.begin(115200);

pinMode(led1,OUTPUT);

```
pinMode(led2,OUTPUT);  
pinMode(led3,OUTPUT);  
pinMode(relay,OUTPUT);  
Serial.println("MCU ready...");  
}
```

```
void loop() {  
  //Serial.println("MCU run on loop...");  
  if(Serial.available()>0){  
    IncomingData = Serial.read();  
    Serial.println(IncomingData);  
    if(IncomingData == 'A'){  
      Serial.println("LED1 turn on...");  
      digitalWrite(led1,HIGH);  
    }  
    else if(IncomingData == 'a'){  
      Serial.println("LED1 turn off...");  
      digitalWrite(led1,LOW);  
    }  
    if(IncomingData == 'B'){  
      Serial.println("LED2 turn on...");  
      digitalWrite(led2,HIGH);  
    }  
    else if(IncomingData == 'b'){  
      Serial.println("LED2 turn off...");  
      digitalWrite(led2,LOW);  
    }  
    if(IncomingData == 'C'){  
      Serial.println("LED3 turn on...");  
      digitalWrite(led3,HIGH);  
    }  
    else if(IncomingData == 'c'){
```

```

Serial.println("LED3 turn off...");
digitalWrite(led3,LOW);
}

if(IncomingData == 'R'){
  Serial.println("Relay turn on...");
  digitalWrite(relay,HIGH);
}

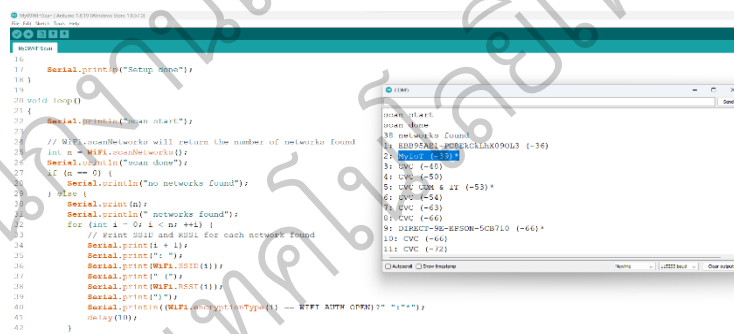
else if(IncomingData == 'r'){
  Serial.println("Relay turn off...");
  digitalWrite(relay,LOW);
}

}

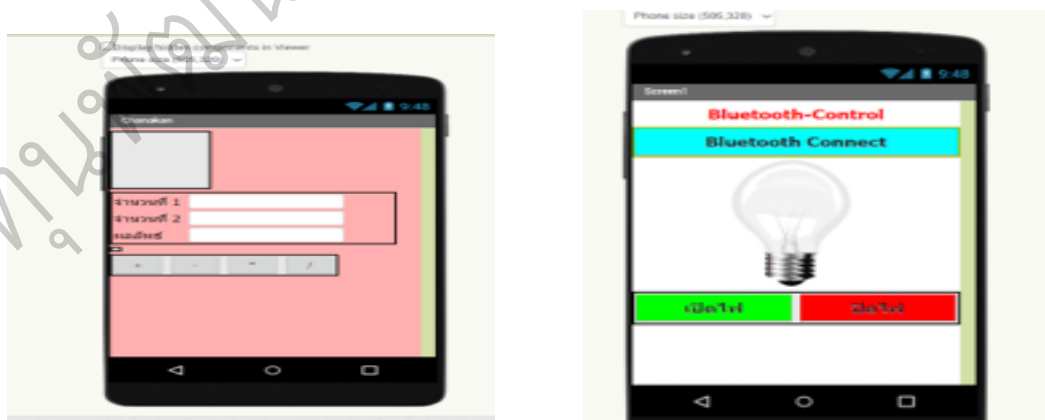
}

```

กรอบงานปฏิบัติ WiFi Scan



ภาพที่ 41 Sketch-WiFi



ภาพที่ 42 ลักษณะ Mobile App



ภาพที่ 43 Mobile App-WiFi Control

- ภาพประกอบกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 44 แสดงการฝึกอบรมเสริมทักษะ



ภาพที่ 45 การฝึกอบรมการปฏิบัติ

3.4 การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบและแนวทางซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทางเทคโนโลยี IoT

3.4.1 การพัฒนาระบบเกษตรทันสมัยแบบเปิด (Smart Farm)

การพัฒนาเกษตรทันสมัยเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นการปรับใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เข้ามาแก้ปัญหาสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอาหาร นี่คือนโยบายการพัฒนาเกษตรทันสมัยที่สามารถนำมาใช้งานได้ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร: ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โพรท็อกคอลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อให้ข้อมูลเกษตรกรและผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลการใช้ปุ๋ย หรือการจัดการแปลงปลูกได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร เช่น โทรศัพท์มือถือหรือแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการเกษตรเพื่อส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ซึ่งเกษตรกรอินทรีย์และยังคงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เกษตรกรรมอินทรีย์เป็นอีกแนวทางของการปลูกสร้างสรรค์และยังคงอยู่ในเทรนด์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความต้องการในอาหารที่ปลอดภัยและเพื่อสร้างความยั่งยืนในการเกษตร

เกษตรกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม: แนวคิดเกษตรกรรมอินทรีย์และเกษตรกรรมเชิงยั่งยืนกลายมาเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพื่อลดการใช้สารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสัตว์ เกษตรกรใช้วิธีการเชิงชีวภาพและธรรมชาติ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การบริหารจัดการแหล่งน้ำที่เหมาะสม การใช้สิ่งทดแทนสารเคมี เป็นต้น (Reganold, J. P., & Wachter, J. M. 2016). เทคโนโลยีสมาร์ทฟาร์มและการใช้โซลูชันอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT): การนำเทคโนโลยีสมาร์ทฟาร์มมาช่วยในการติดตามและควบคุมกระบวนการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ เช่น การใช้เซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดค่า pH ดิน ความชื้นในดิน แสงสว่าง ระดับน้ำ เพื่อให้เกษตรกรสามารถตรวจสอบและปรับปรุงการผลิตได้ทันที (Wang, J., & Zhang, Y. 2016) การใช้ระบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning): การใช้ข้อมูลทางการเกษตรและการประมวลผลโดยใช้เทคนิคของปัญญาประดิษฐ์ สามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถวิเคราะห์และคาดการณ์แนวโน้มการผลิตอาหารได้อย่างแม่นยำ เช่น การคาดการณ์สภาพอากาศ การจัดการความรู้สึกของสัตว์ หรือการจัดการกับโรคและแมลงศัตรูพืช (Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. 2017) การใช้หุ่นยนต์และหุ่นยนต์: การใช้ระบบหุ่นยนต์และหุ่นยนต์ในการปฏิบัติงานทางการเกษตร เช่น การเก็บเกี่ยวผลผลิต การปลูกหรือเก็บเกี่ยวพืชในพื้นที่ที่ลำบาก การใช้หุ่นยนต์ในการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น (Saeidi, P., Pujol-Nadal, R., & Erol, O. K. 2018). โดยทั้งนี้ การพัฒนาเกษตรทันสมัยยังคงเป็นกระบวนการที่กำลังเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การติดตามและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้ได้รับข้อมูลอัปเดตและแนวทางการพัฒนาที่ได้้องอิงได้อย่างเหมาะสม

ชุมชนและความต้องการเทคโนโลยี

แนวเกษตรสมัยใหม่เน้นการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการจัดการทางการเกษตร ซึ่งมีแนวทางการพัฒนาต่างๆ อาทิ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

และการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลทางการเกษตรและระบบการจัดการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ระบบสารสนเทศทางการเกษตรที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูก การจัดส่งและการจัดการไคต์การใช้สารเคมี รวมถึงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในเขตเกษตรกรรม เทคโนโลยีดังกล่าวช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรในการผลิต การใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางการเกษตรและสร้างระบบการประมวลผลที่อัตโนมัติ เครื่องจักรอัตโนมัติที่ใช้ AI สามารถปรับปรุงกระบวนการเกษตรต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ภาพดาวเทียมเพื่อตรวจสอบสภาพของพื้นที่การเพาะปลูก การระบุและคัดแยกศัตรูพืชหรือโรคของพืช รวมถึงการจัดการระบบ (Beware of Agriculture + AI Revolution. Nature, 572, 468–470.)

- ระบบเกษตรแบบเปิด

การเกษตรเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหารและวัสดุทางการเกษตรที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั่วโลก แต่กับความเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบัน การพัฒนาเกษตรก็ต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและแก้ไขปัญหาทางเกษตรที่เกิดขึ้น เพื่อให้สามารถผลิตอาหารอย่างยั่งยืน ตระหนักถึงความสำคัญของเรื่องนี้ ผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรและนวัตกรรมได้นำเสนอแนวคิดใหม่ที่เรียกว่า "ระบบเกษตรแบบเปิด" (Open Agriculture System) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบการผลิตอาหารให้เป็นไปในทิศทางที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ระบบเกษตรแบบเปิดเน้นการเชื่อมต่อและแบ่งปันความรู้ระหว่างเกษตรกร นักวิจัย นักพัฒนา และผู้เกี่ยวข้องที่สนใจในการพัฒนาเกษตร โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการสื่อสารในการรวมกลุ่มข้อมูลและทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาเกษตร นอกจากนี้ ระบบเกษตรแบบเปิดยังให้โอกาสแก่ผู้เชี่ยวชาญที่จะเข้าร่วมและแบ่งปันความรู้ผ่านการสร้างพื้นที่เสมือนจริงทางออนไลน์ เช่น เว็บไซต์เกษตรออนไลน์ ฐานข้อมูลและแพลตฟอร์มการแลกเปลี่ยนความรู้ เครือข่ายสังคมออนไลน์ หรือแอปพลิเคชันที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเกษตรและการผลิตอาหารอย่างรวดเร็วและสะดวกสบาย ในระบบเกษตรแบบเปิด การนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นส่วนสำคัญ เช่น เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ซึ่งสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการเกษตรและสร้างระบบการประมวลผลอัตโนมัติ เพื่อช่วยให้สามารถตรวจสอบและควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ระบบ IoT (Internet of Things) สามารถติดตามและควบคุมกระบวนการผลิตทางการเกษตรได้ทันทีผ่านอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ระบบเกษตรแบบเปิดยังส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมในการพัฒนาเกษตร ผู้เกี่ยวข้องที่เข้าร่วมระบบสามารถแบ่งปันและแสวงหาแนวคิดใหม่ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดปัญหาทางเกษตรที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสร้างพื้นที่ให้

นักวิจัยและนักพัฒนาทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ในการเกษตรได้อย่างรวดเร็ว

การพัฒนาแบบเปิดเป็นการทำให้เกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องทุกคนมีโอกาสในการเข้าถึงความรู้และเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาเกษตรในยุคปัจจุบัน มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์ที่สร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการพัฒนารวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ระบบเกษตรแบบเปิดเป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาเกษตรที่สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน การเชื่อมต่อและแบ่งปันความรู้เป็นประโยชน์สำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหาร ลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสร้างการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไป

การเชื่อมต่ออุปกรณ์เกษตรอัจฉริยะกับระบบสารสนเทศทางการเกษตรช่วยให้เกษตรกรสามารถรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างทันทั่วทั้งตัวอย่างเช่นเครื่องวัดความชื้นในดิน อุณหภูมิ แสงสว่าง และระดับน้ำ เป็นต้น สามารถเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศทางการเกษตรเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและส่งข้อมูลกลับไปยังเกษตรกรเพื่อให้พวกเขาสามารถตรวจสอบสภาพแวดล้อมและปรับปรุงการผลิตได้ทันที ระบบเกษตรแบบเปิดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่ท้าทายและน่าตื่นตาตื่นใจ มันไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการจัดการในเกษตรกรรม แต่ยังช่วยลดการใช้ทรัพยากรและสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสร้างโอกาสให้เกษตรกรมีรายได้ที่ยั่งยืนและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ระบบเกษตรแบบเปิดเป็นการปฏิวัติวิวัฒนาการในวงการเกษตร และเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับการพัฒนาเกษตรในอนาคต

ปัจจัยในการพัฒนาระบบเกษตรแบบเปิด

1. โรงเรือนหรืออาคารพิเศษ: เป็นโครงสร้างที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ โรงเรือนมักมีการติดตั้งเทคโนโลยีอันล้ำสมัย เช่น ระบบแสงสว่างที่ควบคุมได้ ระบบรดน้ำอัตโนมัติ เป็นต้น
2. ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม: ระบบเกษตรแบบเปิดมีการควบคุมและจัดการสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ระดับ CO2 และแสงสว่าง เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชหรือสัตว์
3. ระบบน้ำและปุ๋ย: ระบบการให้น้ำและการให้ปุ๋ยอาจใช้ระบบไหลอัตโนมัติ เช่น ระบบน้ำหยด ระบบพ่นฝอย หรือระบบน้ำจับตัวได้ ซึ่งช่วยให้สามารถควบคุมปริมาณน้ำและปุ๋ยที่ให้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
4. เทคโนโลยีอัตโนมัติ: ระบบเกษตรแบบเปิดมีการนำเทคโนโลยีอัตโนมัติมาใช้ เช่น ระบบควบคุมด้วยเซ็นเซอร์ ระบบควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และระบบสารสนเทศที่ช่วยในการจัดการและติดตามข้อมูลการผลิต

5. การตรวจสอบและควบคุม: ระบบเกษตรแบบเปิดมีการตรวจสอบและควบคุมอย่างใกล้ชิดเพื่อตรวจสอบสถานะการเจริญเติบโตของพืชหรือสัตว์ โดยใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์และการติดตามผ่านระบบสารสนเทศ

6. การปรับปรุงและพัฒนา: ระบบเกษตรแบบเปิดเป็นระบบที่ยังคงพัฒนาอย่างต่อเนื่องเนื่องจากเทคโนโลยีและการวิจัยในเครื่องมือเกษตรกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว การปรับปรุงและพัฒนา ระบบเกษตรแบบเปิดเป็นสิ่งสำคัญเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนในการผลิตอาหาร

- ระบบเกษตรแบบปิด

ระบบเกษตรแบบปิด (Closed Agriculture System) เป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นในการควบคุมและบริหารจัดการทุกขั้นตอนของกระบวนการเกษตรในรูปแบบที่ปิดกั้นต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยใช้เทคโนโลยีและการออกแบบที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนในการผลิตอาหาร ระบบเกษตรแบบปิดสามารถใช้ในอาคารหรือโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างแม่นยำ โดยการควบคุมแสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น ระดับ CO₂ และสารอาหารในน้ำเพื่อให้พืชหรือสัตว์เจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด

ระบบเกษตรแบบปิดมีข้อดีหลายประการที่ทำให้เกษตรกรและนักวิจัยสนใจในการใช้งาน เช่น

ควบคุมสภาพแวดล้อม: ระบบเกษตรแบบปิดช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมและปรับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ได้อย่างแม่นยำ ทำให้สามารถสร้างเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชหรือสัตว์ได้อย่างต่อเนื่อง โดยเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อการควบคุมการให้น้ำ การให้อาหาร และการรักษาความสะอาด เพื่อให้พืชหรือสัตว์มีสุขภาพดีและผลผลิตที่มีคุณภาพสูง

ประหยัดทรัพยากร: ระบบเกษตรแบบปิดช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเช่น น้ำและปุ๋ยใช้ โดยการรักษาความชื้นในระบบและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบสารสนเทศเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ตรวจวัดเพื่อประเมินความต้องการทรัพยากรและปรับใช้ให้เหมาะสม ทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและลดการสูญเสีย

ป้องกันศัตรูพืชและโรค: ระบบเกษตรแบบปิดช่วยลดการเข้าถึงศัตรูพืชและโรคจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เนื่องจากระบบปิดกั้นต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก มีความน่าเชื่อถือสูงกว่าระบบเกษตรแบบเปิด ซึ่งลดการใช้สารเคมีและการใช้ยาฆ่าแมลง สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอื่นๆ ทำให้เกษตรกรผลิตได้ในสภาพที่ปลอดภัยและสะอาด

การจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ: ระบบเกษตรแบบปิดช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่อง การใช้งานทรัพยากรอย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพสูง โดยระบบควบคุมอัตโนมัติช่วยปรับและประเมินการใช้ทรัพยากรเพื่อการจัดการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ความยืดหยุ่นในการผลิต: ระบบเกษตรแบบปิดสามารถปรับการผลิตได้ตามความต้องการของตลาด และสามารถปรับแต่งสภาพแวดล้อมในระบบได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการทางการค้าหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

ปัจจัยสำคัญในการเกษตรแบบปิด

1. การควบคุมสภาพแวดล้อม: ในระบบเกษตรแบบปิด เราสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนหรืออาคารเกษตรได้อย่างแม่นยำ ปรับแต่งองค์ประกอบต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง และระดับคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชหรือสัตว์ การควบคุมสภาพแวดล้อมช่วยลดความเสี่ยงจากสภาวะอากาศภายนอก เช่น สภาวะอากาศแปรปรวนหรือสภาวะภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือสัตว์

2. ความปลอดภัยและการควบคุมศัตรูพืช: ระบบเกษตรแบบปิดช่วยลดการเข้าถึงศัตรูพืช เชื้อราและแมลง ที่อาจเป็นอันตรายต่อพืชหรือสัตว์ การปิดระบบเพื่อกันสิ่งแวดล้อมภายนอกช่วยในการป้องกันการระบาดของโรคและศัตรูพืชที่มาจากภายนอก และลดความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีในการควบคุมศัตรูพืช เนื่องจากสภาวะที่ปิดกั้นของระบบช่วยลดการสูญเสียและการปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ได้ถูกต้อง

3. การปรับความสามารถการผลิต: ในระบบเกษตรแบบปิด เราสามารถปรับการผลิตได้ตามความต้องการของตลาด โดยสามารถปรับแต่งสภาพแวดล้อมภายในระบบ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ระดับ CO₂ และแสงสว่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการทางการค้าหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

4. การอยู่ร่วมกันของพืชหรือสัตว์ที่ต่างกัน: ระบบเกษตรแบบปิดช่วยให้สามารถปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์ที่ต่างกันได้ในอากาศเดียวกัน ซึ่งช่วยลดการใช้พื้นที่และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร

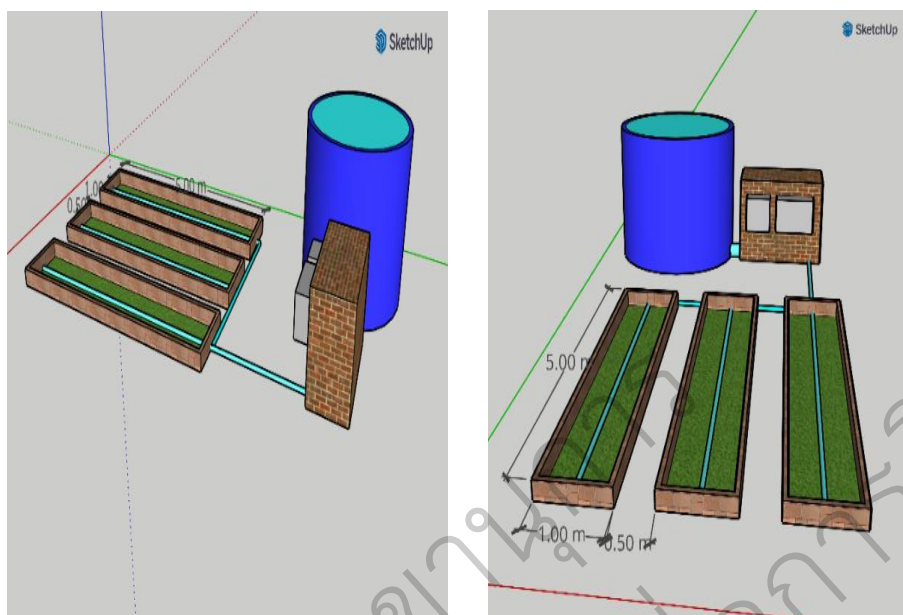
5. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ: ระบบเกษตรแบบปิดมีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น น้ำ ปุ๋ย และพื้นที่ โดยระบบการให้น้ำและการให้ปุ๋ยที่ควบคุมอย่างถูกต้องช่วยลดการสูญเสียและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบอย่างมีประสิทธิภาพ

6. ความยั่งยืน: ระบบเกษตรแบบปิดมีความยั่งยืนสูง เนื่องจากสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารเกษตรและลดความเสี่ยงจากสภาวะภูมิอากาศภายนอกได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้สารเคมีในการควบคุมศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรสามารถผลิตอาหารอย่างยั่งยืนและไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การเกษตรแบบปิดเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและชุมชนเมือง ช่วยให้สามารถผลิตอาหารอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม นี่เป็นเหตุผลที่เกษตรกรและผู้ประกอบการในภาคเกษตรกำลังเลือกใช้ระบบเกษตรแบบปิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสำเร็จในการผลิตอาหารในยุคปัจจุบัน

การออกแบบติดตั้งสวนเกษตรชุมชนโดยฮาง

- การออกแบบแปลงปลูกพืช-ผัก



ภาพที่ 46 ออกแบบแปลงปลูกพืช-ผัก

- การขึ้นรูปแปลงและวางท่อส่งน้ำ



ภาพที่ 47 กำหนดขึ้นรูปแปลงและวางท่อส่งน้ำ

- สาธิตการติดตั้งและทำงานระบบ Smart Farm



ภาพที่ 48 สาธิตการติดตั้งและทำงานระบบ#1

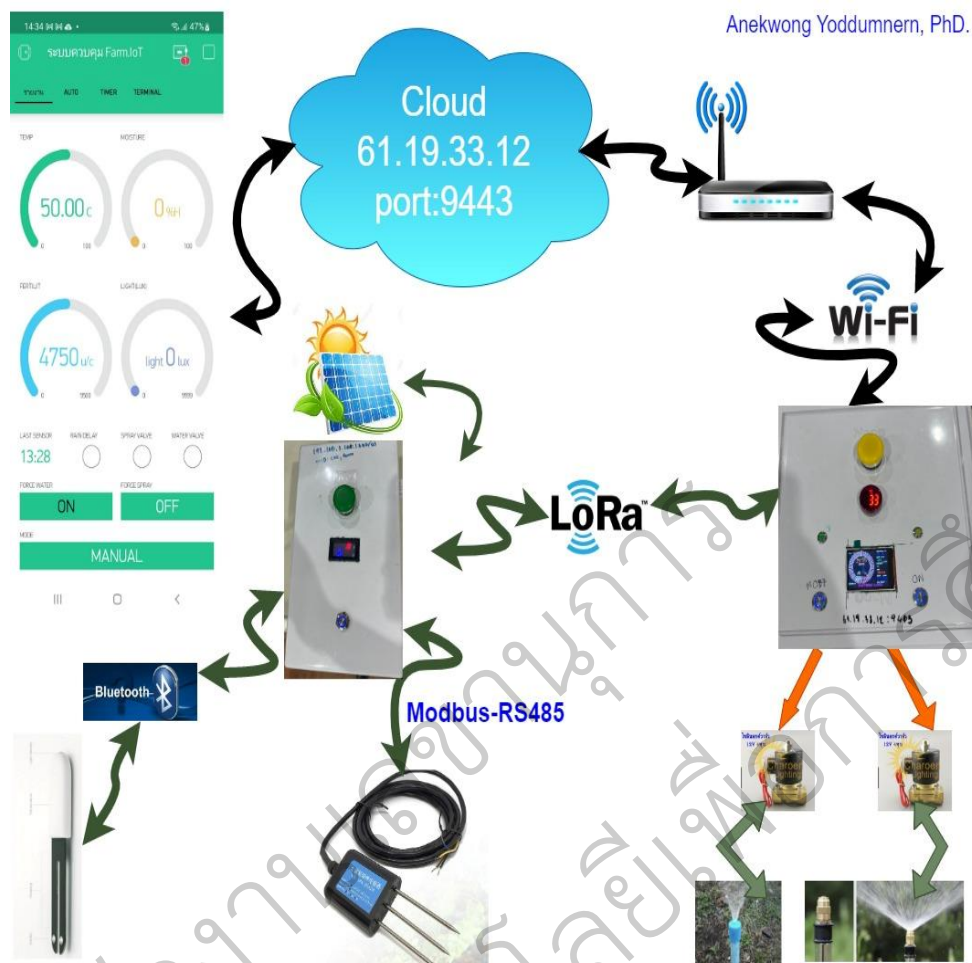


ภาพที่ 49 สาธิตการติดตั้งและทำงานระบบ#2

ในการส่งงานอุปกรณ์จะมีการใช้สัญญาณไร้สาย(wireless) 3 ประเภท ได้แก่

- สัญญาณ WiFi
- สัญญาณ Bluetooth
- สัญญาณ LoRa

โดยสัญญาณ Bluetooth ใช้เพื่อส่งค่า sensor มายัง Sensor Node และกำหนดให้ Node ส่งสัญญาณ LoRa ไปยังกล่องควบคุมหลัก(Main Box) หลังจากนั้นกล่องวงจรหลักจะส่งค่าผ่าน WiFi ไปยัง Cloud ที่เปิดบริการไว้ตาม IP: 61.19.33.12



ภาพที่ 50 การออกแบบโครงสร้างและควบคุมระบบ

การติดตั้งระบบ Smart Farm

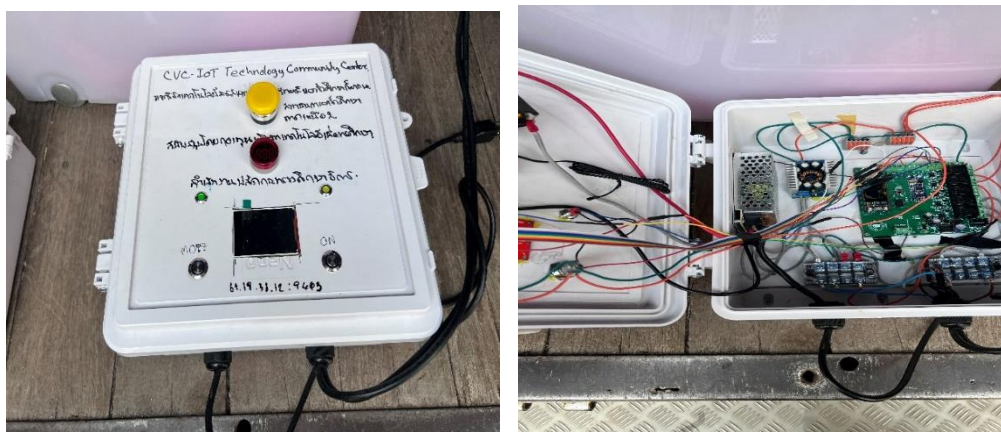
ตารางที่ 7 แสดงรายการอุปกรณ์ประกอบวงจรระบบ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน้าที่การใช้งาน
1	ESP32 Lora TTGO	2	MCU ประมวลผลเครื่อง main และ Sensor-Node
2	DC 12V 5A 60W Switching	1	ปรับแรงดันไฟจาก 220vac-to-12vdc ขนาด 5 amp
3	LoRa Air-Receiver	2	เสาอากาศเพื่อรับส่งสัญญาณ LoRa 2 จุด
4	Solenoid valve water 12v	2	วาล์วเปิด-ปิดน้ำขนาด 12 vdc
5	2.4" TFT LCD Display Module SPI	1	จอแสดงผล TFT LCD ขนาด 2.4"

ตารางที่ 7 แสดงรายการอุปกรณ์ประกอบวงจรระบบ(ต่อ)

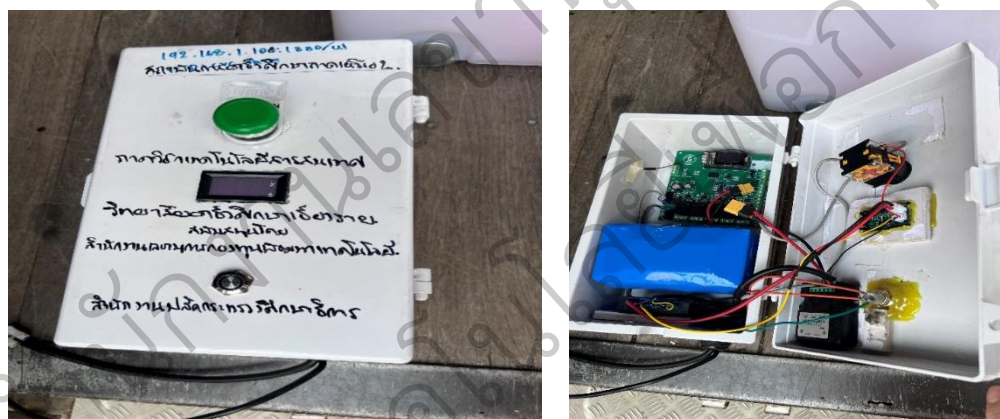
ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน้าที่การใช้งาน
6	5V Relay Module Active Low/High	2	รีเลย์ควบคุมการเปิด/ปิด ระบบ
7	Battery 18650 12V-Recharge	1	แบตเตอรี่รีชาร์จประจุขนาด 12 v-7.5amp สำหรับเครื่อง Sensor-Node
8	Solar cell 12-24V	1	แผง Solar cell เพื่อชาร์จประจุขนาด 12-24 vdc
9	Control Charger 12/24 V	1	ตัวควบคุมการ charge และปรับใช้แรงดันไฟผ่าน Battery ขนาด 12 vdc
10	LED lamp	4	หลอดแสดงสถานะการทำงาน LED
11	Switch Toggle	2	สวิตช์ควบคุมการเปิด/ปิด อุปกรณ์
12	Soil Moisture Sensor-Modbus	1	Sensor วัดความชื้นดินและอุณหภูมิโดยส่งค่าแบบ modbus-RS-482
13	xiaomi flower care	1	Sensor ตรวจสอบคุณภาพดินส่งสัญญาณแบบ Bluetooth
14	Regulator step down 12-to-5	1	Xปรับแรงดันขนาด 12-to-5 vdc
15	LCD Volt Meter-DC	1	แสดงผลแรงดันไฟแบบ DC ไม่เกิน 12v
16	AC-Temperature Meter	1	แสดงอุณหภูมิการใช้งาน AC-220v

- เครื่องแม่ข่าย (Main - Node)



ภาพที่ 51 เครื่องแม่ข่าย (Main - Node)

- เครื่องลูกข่าย (Sensor-Node)



ภาพที่ 52 เครื่องลูกข่าย (Sensor-Node)

- ติดตั้งระบบ พร้อมอบรมการใช้งาน



ภาพที่ 53 ติดตั้งระบบ

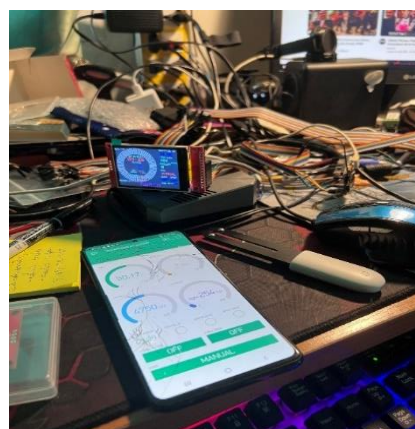
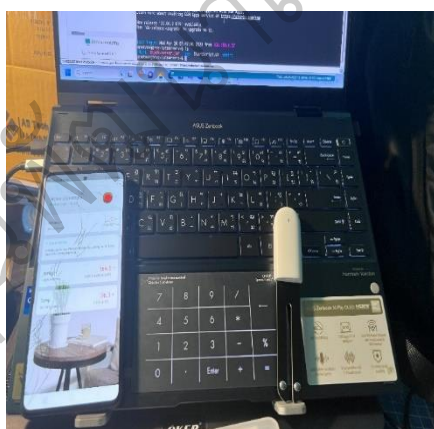


ภาพที่ 54 ติดตั้งระบบ



ภาพที่ 55 อบรมการใช้งาน

การสั่งงานและควบคุมระบบ

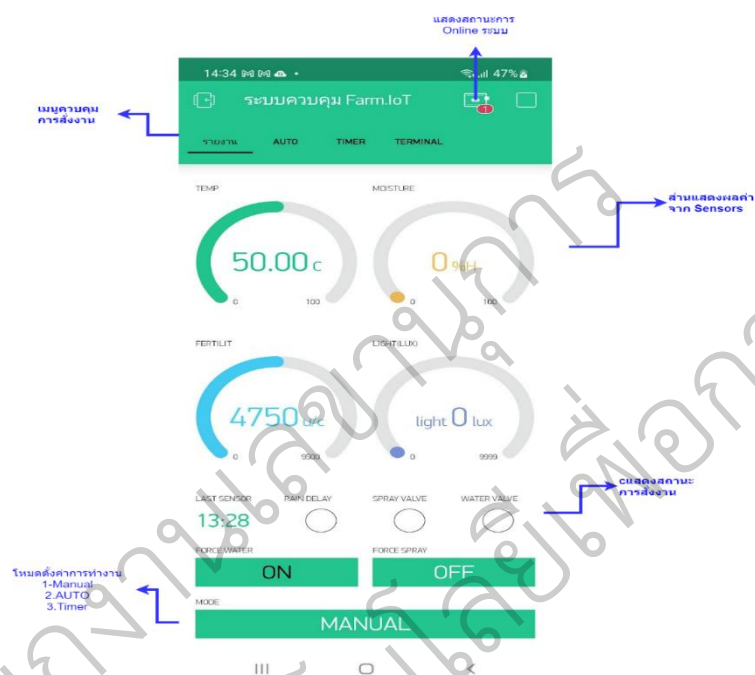


ภาพที่ 56 ตรวจสอบการสั่งงานและควบคุมระบบ

- การใช้งาน Application เพื่อควบคุมระบบ

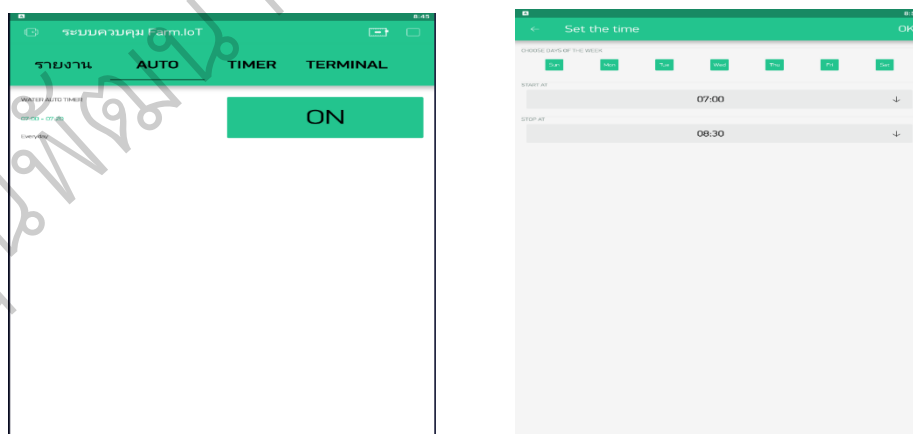
ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ ควรตรวจสอบก่อนว่าสถานะอุปกรณ์ Online อยู่เพื่อการตั้งค่า และสั่งงานจะได้สอดคล้องตามข้อเท็จจริง และในครั้งที่สั่งงานควรตรวจสอบโหมดการทำงานให้ชัดเจน

1. Manual Mode
2. Auto Mode
3. Timer Mode

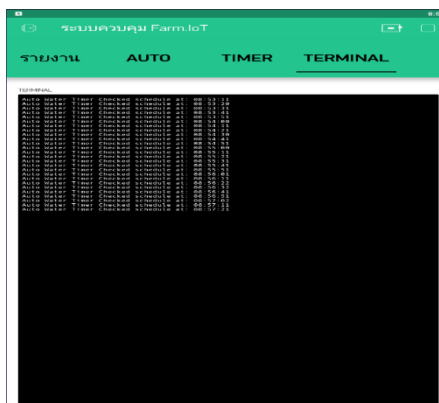


ภาพที่ 57 Application เพื่อควบคุมระบบ

-การทำงานในแบบ Auto โดยรับค่าจาก sensor มาประมวลผล

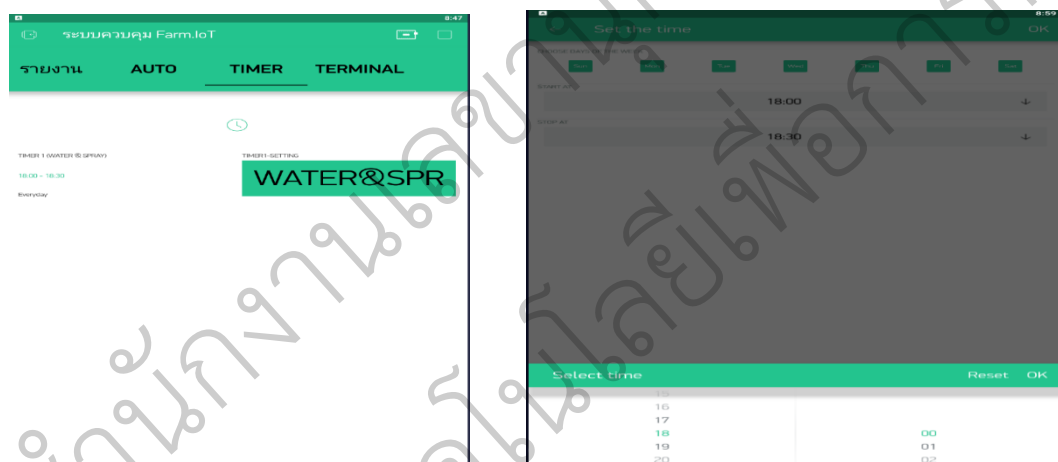


ภาพที่ 58 การตั้งค่าระยะเวลาการทำงานระบบแบบ Auto

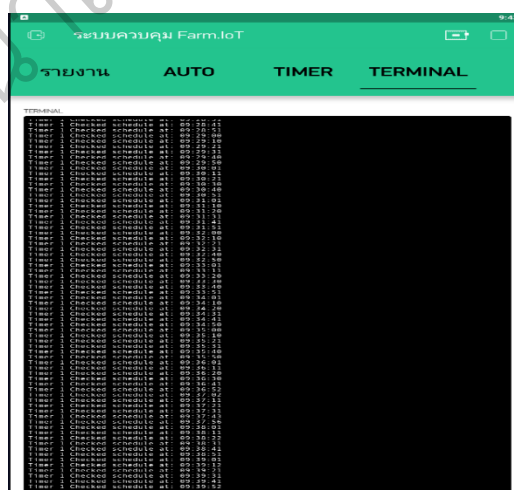


ภาพที่ 59 หน้าจอแสดง/รายงานการประมวลผลในส่วน Terminal ของรายการ Auto

-การตั้งค่าเวลาเพื่อประมวลผลตามเวลากำหนด



ภาพที่ 60 การตั้งค่าช่วงเวลาทำงานแบบ Timer



ภาพที่ 61 หน้าจอแสดง/รายงานการประมวลผลในส่วน Terminal ของรายการ Timer

3.4.2 การตรวจสอบอุปกรณ์เทคโนโลยี IoT

การตรวจสอบอุปกรณ์ IoT ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการรักษาความเสถียรและประสิทธิภาพของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทำนายและหนึ่งในแนวโน้มของโลกในปัจจุบัน อุปกรณ์ IoT มีความซับซ้อนและความหลากหลายในการทำงาน การตรวจสอบและซ่อมแซมอุปกรณ์ให้ใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งการตรวจสอบและซ่อมอุปกรณ์ IoT เป็นกระบวนการที่ควรมีในการดูแลรักษาอุปกรณ์และระบบที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การทำความเข้าใจและตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์ที่เปิดใช้งานตลอดเวลาเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากอุปกรณ์ IoT ทำงานอย่างต่อเนื่องและอาจอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ทำนายเช่น สภาพอากาศหน้าสัญญาณอินเทอร์เน็ตเพช หรือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ การตรวจสอบและซ่อมอุปกรณ์ IoT ช่วยให้สามารถตรวจสอบปัญหาและทำความเข้าใจว่าอุปกรณ์มีปัญหาหรือไม่ และหากมีปัญหา จะต้องแก้ไขให้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพื่อรักษาความสามารถในการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ขั้นตอนในการตรวจสอบและซ่อมอุปกรณ์ IoT

1. การวิเคราะห์และวางแผน

ในขั้นตอนแรกนี้ เราควรทำความเข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์ IoT รวมถึงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังควรระบุปัญหาหรืออาการที่เกิดขึ้น และกำหนดเป้าหมายในการซ่อมแซม การวางแผนการซ่อมแซมอุปกรณ์เป็นส่วนสำคัญเพื่อให้มีความรอบคอบและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

2. การทดสอบและวิเคราะห์ปัญหา

ในขั้นตอนนี้ เราควรทดสอบอุปกรณ์ IoT เพื่อระบุปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น การทดสอบอาจเป็นการตรวจสอบค่าเซ็นเซอร์หรือการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย การวิเคราะห์ผลทดสอบจะช่วยให้การระบุปัญหาและค้นหาวิธีการแก้ไขที่เหมาะสม

3. การซ่อมแซมและแก้ไข

หลังจากที่ระบุปัญหาและวิเคราะห์อุปกรณ์ IoT ให้เรียบร้อยแล้ว เราสามารถดำเนินการซ่อมแซมหรือแก้ไขได้ ขึ้นอยู่กับปัญหาที่เกิดขึ้น การซ่อมแซมอาจเป็นการเปลี่ยนอะไรก็ตามที่เสียหายหรือชำรุด หรืออาจเป็นการแก้ไขโปรแกรมหรือการปรับแต่งการตั้งค่าของอุปกรณ์

4. การทดสอบและการตรวจสอบ

หลังจากที่มีการซ่อมแซมแล้ว เราควรทดสอบอุปกรณ์ IoT เพื่อตรวจสอบว่าปัญหาได้รับการแก้ไขและระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง การทดสอบอาจเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันหรือการทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบ

5. การบำรุงรักษาและการติดตาม

หลังจากที่การซ่อมแซมและการทดสอบเสร็จสิ้น เราควรจัดการการบำรุงรักษาเพื่อให้อุปกรณ์ IoT ทำงานอย่างเสถียรและประสิทธิภาพ การบำรุงรักษาอาจเป็นการปรับแต่งและอัปเดตซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ยังควรมีการติดตามอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบว่าสภาพของอุปกรณ์ยังคงเป็นไปตามคาดหวังหรือไม่ และหากมีปัญหาเกิดขึ้นอีก เราต้องดำเนินการซ่อมแซมอีกครั้ง

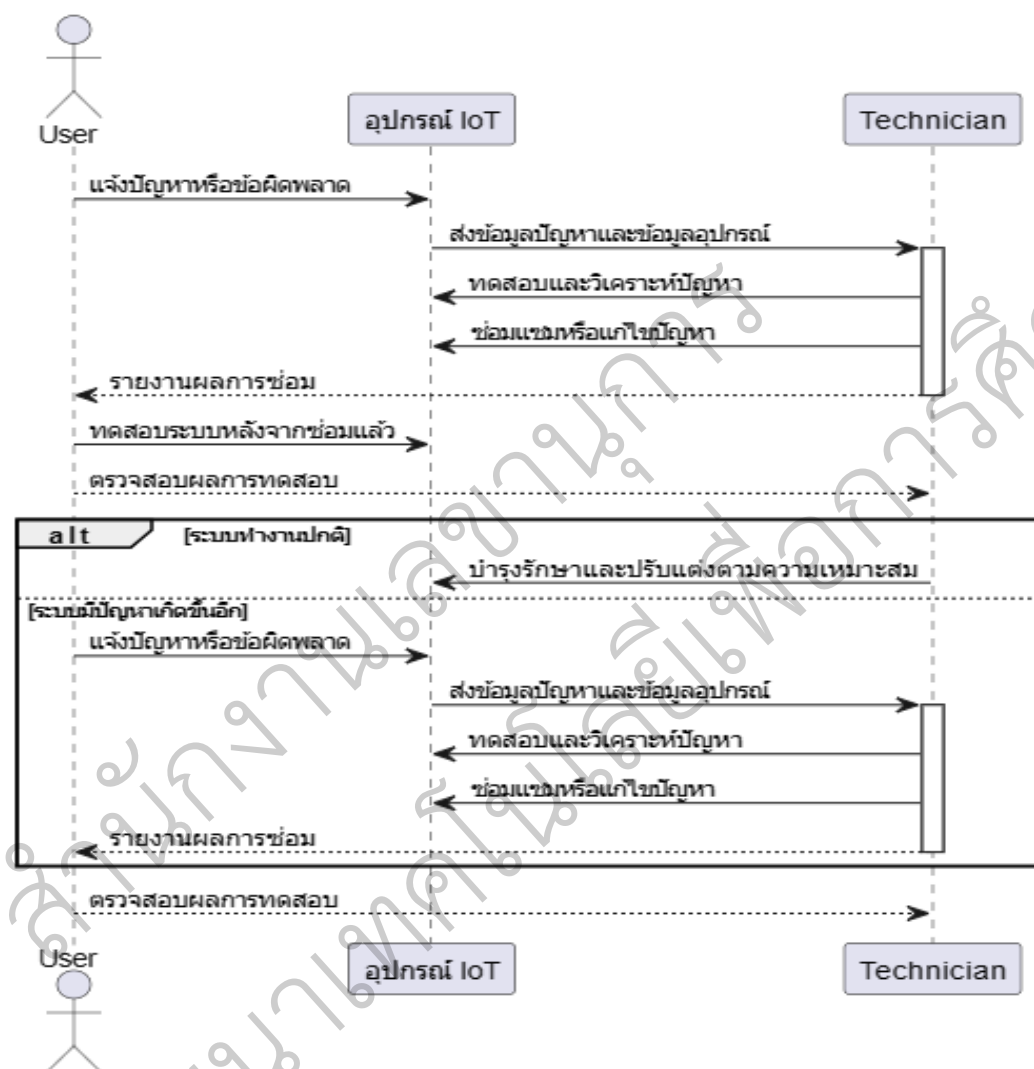
การตรวจสอบอุปกรณ์ IoT เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมีประสิทธิภาพและสามารถทำงานได้ตลอดเวลา ด้วยขั้นตอนการวิเคราะห์และวางแผน การทดสอบ และวิเคราะห์ปัญหา การซ่อมแซมและแก้ไข การทดสอบและการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาและการติดตาม เราสามารถรักษาความเสถียรและประสิทธิภาพของระบบ IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

แผนภาพ Sequence Diagram

Sequence Diagram ใช้สำหรับแสดงลำดับของการกระทำระหว่างวัตถุหรือคลาสในระบบ โดยเน้นไปที่การสื่อสารและการกระทำระหว่างวัตถุต่าง ๆ ในระบบ ในกรณีของการตรวจสอบอุปกรณ์ IoT Sequence Diagram สามารถแสดงเหตุการณ์และกระบวนการที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการตรวจสอบและความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและระบบที่ต้องการซ่อมแซม โดยเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ IoT ว่ามีปัญหาหรือไม่ ถ้ามีปัญหา เริ่มต้นด้วยผู้ใช้งานส่งคำร้องขอให้ตรวจสอบและซ่อมแซมอุปกรณ์

- ผู้ใช้งานส่งคำร้องขอตรวจสอบและซ่อมแซมอุปกรณ์ IoT ไปยังระบบ
- ระบบได้รับคำร้องขอและเริ่มต้นดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์
- ระบบตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ IoT ว่ามีปัญหาหรือไม่
- หากไม่มีปัญหา ระบบส่งข้อความยืนยันการตรวจสอบและแจ้งผลการตรวจสอบกลับไปยังผู้ใช้งาน
- หากพบปัญหา ระบบสร้างรายการซ่อมแซมและระบุปัญหาที่พบ
- ระบบส่งรายการซ่อมแซมไปยังช่างซ่อม
- ช่างซ่อมรับรายการซ่อมแซมและเริ่มดำเนินการซ่อมแซม
- ช่างซ่อมตรวจสอบและซ่อมแซมอุปกรณ์ IoT ตามรายการซ่อมแซม
- เมื่อซ่อมแซมเสร็จสิ้น ช่างซ่อมส่งข้อความยืนยันการซ่อมแซมและผลการซ่อมกลับไปยังระบบ
- ระบบรับข้อความยืนยันการซ่อมแซมและทำการบันทึกข้อมูลการซ่อมแซม

ตามรูปแบบ Sequence Diagram ข้างต้นอธิบายลำดับของการกระทำในกระบวนการตรวจสอบอุปกรณ์ IoT ที่มีการตรวจสอบสถานะ การส่งคำร้องขอและการตรวจสอบข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานระบบ และช่างซ่อม



ภาพที่ 62 ฟังก์ชันการตรวจสอบซ่อมตามรูปแบบ Sequence Diagram

ใน Sequence Diagram นี้ เริ่มต้นด้วยการ User แจ้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ IoT และส่งข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาไปยัง Technician ผ่านอุปกรณ์ IoT หลังจากนั้น Technician จะทำการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหา และซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ IoT จากนั้น Technician จะรายงานผลการซ่อมกลับไปยัง User ซึ่ง User จะทำการทดสอบระบบหลังจากซ่อมแล้ว เพื่อตรวจสอบว่าปัญหาได้รับการแก้ไขและระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง ถ้าระบบทำงานปกติ User และ Technician จะทำการบำรุงรักษาและปรับแต่งระบบตามความ

เหมาะสม แต่ถ้าระบบมีปัญหาเกิดขึ้นอีก User จะแจ้งปัญหาใหม่และกระบวนการจะทำซ้ำในลำดับเดียวกัน

actor User

participant "อุปกรณ์ IoT" as Device

Technician

User -> Device: แจ้งปัญหาหรือข้อผิดพลาด

Device -> Technician: ส่งข้อมูลปัญหาและข้อมูลอุปกรณ์

activate Technician

Technician -> Device: ทดสอบและวิเคราะห์ปัญหา

Technician -> Device: ซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหา

Technician --> User: รายงานผลการซ่อม

deactivate Technician

User -> Device: ทดสอบระบบหลังจากซ่อมแล้ว

User --> Technician: ตรวจสอบผลการทดสอบ

alt ระบบทำงานปกติ

Technician -> Device: บำรุงรักษาและปรับแต่งตามความเหมาะสม

else ระบบมีปัญหาเกิดขึ้นอีก

User -> Device: แจ้งปัญหาหรือข้อผิดพลาด

Device -> Technician: ส่งข้อมูลปัญหาและข้อมูลอุปกรณ์

activate Technician

Technician -> Device: ทดสอบและวิเคราะห์ปัญหา

Technician -> Device: ซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหา

Technician --> User: รายงานผลการซ่อม

deactivate Technician

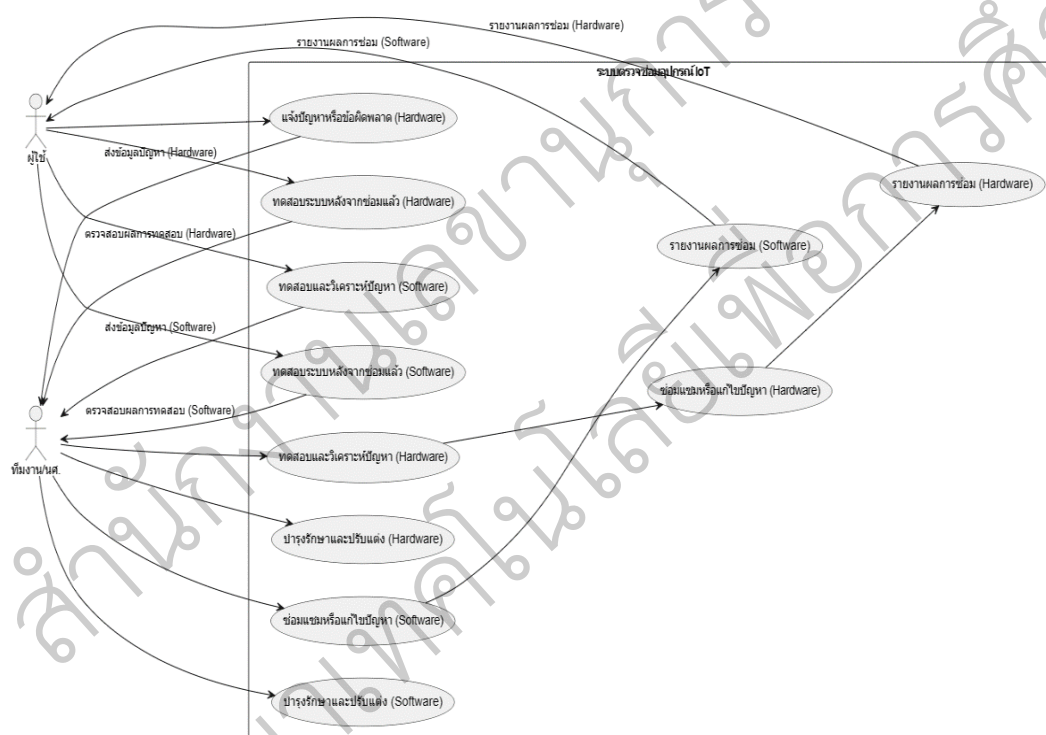
end

User --> Technician: ตรวจสอบผลการทดสอบ

โดย Sequence Diagram นี้ช่วยให้เห็นกระบวนการตรวจสอบอุปกรณ์ IoT และการสื่อสารระหว่าง User และ Technician อย่างชัดเจน โดยเริ่มต้นด้วยผู้ใช้ (User) ที่แจ้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ IoT ผ่านการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT เอง อุปกรณ์ IoT (Device) จะรับข้อมูลปัญหาและข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ และส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังช่าง (Technician) ผ่านการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT

เมื่อทีมผู้รับผิดชอบ(ช่าง)ได้รับข้อมูล จะทำการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ IoT จากนั้นช่างจะซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหาที่พบ และรายงานผลการซ่อมกลับไปยังผู้ใช้ เมื่อช่างทำงานเสร็จสิ้น กระบวนการการทดสอบระบบหลังจากซ่อมก็เกิดขึ้น โดยผู้ใช้จะทดสอบระบบเพื่อตรวจสอบผลการซ่อมและส่งผลการทดสอบกลับไปยังช่างผู้ดำเนินการ ถ้าระบบทำงานปกติ ช่างจะทำการบำรุงรักษาและปรับแต่งระบบตามความเหมาะสม เพื่อรักษาความเสถียรและประสิทธิภาพของระบบ IoT แต่ถ้าระบบมีปัญหาเกิดขึ้นอีก ผู้ใช้จะแจ้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดอีกครั้ง และกระบวนการทั้งหมดจะทำซ้ำในลำดับเดียวกัน

Use Case Diagram ของกระบวนการตรวจสอบอุปกรณ์ IoT ดังนี้



ภาพที่ 63 Use Case Diagram ของกระบวนการตรวจสอบอุปกรณ์

กำหนด actor User as "ผู้ใช้"

actor Technician as "ช่าง"

rectangle "ระบบตรวจสอบอุปกรณ์ IoT" {

usecase "แจ้งปัญหาหรือข้อผิดพลาด (Hardware)" as UC1

usecase "ทดสอบและวิเคราะห์ปัญหา (Hardware)" as UC2

usecase "ซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหา (Hardware)" as UC3

usecase "รายงานผลการซ่อม (Hardware)" as UC4

usecase "ทดสอบระบบหลังจากซ่อมแล้ว (Hardware)" as UC5

```

usecase "บำรุงรักษาและปรับแต่ง (Hardware)" as UC6
usecase "ทดสอบและวิเคราะห์ปัญหา (Software)" as UC7
usecase "ซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหา (Software)" as UC8
usecase "รายงานผลการซ่อม (Software)" as UC9
usecase "ทดสอบระบบหลังจากซ่อมแล้ว (Software)" as UC10
usecase "บำรุงรักษาและปรับแต่ง (Software)" as UC11
User --> UC1
UC1 --> Technician: "ส่งข้อมูลปัญหา (Hardware)"
Technician --> UC2
UC2 --> UC3
UC3 --> UC4
UC4 --> User: "รายงานผลการซ่อม (Hardware)"
User --> UC5
UC5 --> Technician: "ตรวจสอบผลการทดสอบ (Hardware)"
Technician --> UC6
User --> UC7
UC7 --> Technician: "ส่งข้อมูลปัญหา (Software)"
Technician --> UC8
UC8 --> UC9
UC9 --> User: "รายงานผลการซ่อม (Software)"
User --> UC10
UC10 --> Technician: "ตรวจสอบผลการทดสอบ (Software)"
Technician --> UC11
}

```

Use Case Diagram นี้แสดงการกระทำของผู้ใช้ (User) และช่าง (Technician) ในระบบตรวจสอบอุปกรณ์ IoT โดยผู้ใช้สามารถแจ้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดด้าน Hardware (UC1) และด้าน Software (UC7) และทดสอบระบบหลังจากซ่อมแล้วทั้งในด้าน Hardware (UC5) และ Software (UC10) ส่วนช่างสามารถทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาด้าน Hardware (UC2) และ Software (UC7) ซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหาด้าน Hardware (UC3) และ Software (UC8) และรายงานผลการซ่อมด้าน Hardware (UC4) และ Software (UC9) ซึ่งหลังจากซ่อมแล้วช่างยังสามารถทำการบำรุงรักษาและปรับแต่งในด้าน Hardware (UC6) และ Software (UC11) ตามความเหมาะสมของระบบได้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลพัฒนาตัวอย่างศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT เพื่อชุมชน

4.1.1 การพัฒนาศูนย์เรียนรู้ทางเทคโนโลยี IoT

ตารางที่ 8 แสดงความพึงพอใจต่อผู้ที่ใช้ศูนย์เรียนรู้ CVC-IoT ห้อง 942

ประเด็นพิจารณา	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ผลการประเมิน
1. สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ	4.65	92.92	0.66	มากที่สุด
2. ระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	4.23	84.58	1.08	มาก
3. ความพร้อมของเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ	3.06	61.25	1.61	ปานกลาง
4. ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการ	3.35	67.08	1.44	ปานกลาง
5. ขนาดพื้นที่ของห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสม ไม่แออัด	3.69	73.75	1.14	มาก
6. ห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างเพียงพอ	4.27	85.42	1.17	มาก
7. ระบบระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสม	3.29	65.83	1.57	ปานกลาง
8. ระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการสอดคล้องกับความปลอดภัย	4.33	86.67	0.85	มาก
9. การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการ	4.42	88.33	0.86	มาก
10. ความพร้อมในการให้บริการ และเรียนรู้การทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆ	3.22	61.67	1.33	ปานกลาง
เฉลี่ย	3.84	76.75	1.17	มาก

เกณฑ์การประเมิน

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด | ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 |
| 4 หมายถึง พึงพอใจมาก | ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 |
| 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง | ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 |
| 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย | ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 |
| 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด | ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 |

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ CVC-IoT (ห้องปฏิบัติการ 942) ตามผู้ใช้งานรวม 48 คน ที่เป็นนักศึกษาจำนวน 37 คน และครู/อาจารย์รวมทั้งวิทยากรภายนอกจำนวน 11 คน พบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ ($\bar{X}$ = 4.65) และประเด็นต่ำสุดจากการประเมินคือความพร้อมของเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ($\bar{X}$ = 3.06)

นอกจากนี้ผู้ใช้งานมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ การติดตั้งสัญลักษณ์ต่างๆ และในส่วนที่ติดอยู่ให้ปรับในตำแหน่งเหมาะสม/ชัดเจน เสริมระบบและขั้นตอนในการให้บริการมีความคล่องตัว และเสริมการให้คำปรึกษาให้มากขึ้น

4.1.2 ผลการออกแบบโครงสร้างและแบบวงจรระบบ IoT

ตารางที่ 9 ประเมินการใช้ชุดบอร์ดวงจรโดยนักศึกษาและอาจารย์ผู้ใช้งานจำนวน 24 คน

ประเด็นพิจารณา	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ผลการประเมิน
1. บอร์ดวงจรมีความน่าสนใจและน่าใช้	4.79	95.83	0.50	มากที่สุด
2. ความสวยงามของบอร์ดวงจร	4.92	98.33	0.28	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการใช้งานชุดบอร์ดวงจร	4.96	99.17	0.20	มากที่สุด
4. ความปลอดภัยในการใช้งานชุดบอร์ดวงจร	5.00	100.00	0.00	มากที่สุด
5. ขนาดของชุดบอร์ดวงจรมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.79	95.83	0.41	มากที่สุด
6. ความคงทนแข็งแรงของชุดบอร์ดวงจร	4.83	96.67	0.47	มากที่สุด
7. ชุดบอร์ดวงจรสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ได้ง่าย	4.75	95.00	0.60	มากที่สุด
8. ชุดบอร์ดวงจรสามารถใช้งานได้จริง	4.96	99.17	0.20	มากที่สุด
9. ชุดบอร์ดวงจรสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้	5.00	100.00	0.00	มากที่สุด
10. ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดบอร์ดวงจร	4.92	98.33	0.28	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.90	97.83	0.29	มากที่สุด

เกณฑ์การประเมิน

- 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00
- 4 หมายถึง พึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50
- 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50
- 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50
- 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50

โดยระดับความพึงพอใจต่อประเด็นการใช้งานชุดบอร์ดวงจรจากผู้ใช้งานจำนวน 24 คน พิจารณาจากนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 18 คน และครู/อาจารย์ที่เกี่ยวข้องหลักสูตรจำนวน 6 คน พบว่าชุดบอร์ดวงจรมีคุณค่าเหมาะสมในการใช้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ โดยเฉพาะประเด็นความปลอดภัยในการใช้งานชุดบอร์ดวงจร และชุดบอร์ดวงจรสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ มีระดับค่าความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X}$ = 5.00)

4.2 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module) และฝึกอบรม

4.2.1 ผลการศึกษาออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module)

การศึกษานี้ได้ขอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านทำการประเมินหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module) จำนวน 15 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อสรุปผลการประเมินตามตารางที่ 9

ตารางที่ 10 แสดงการประเมินหน่วยการเรียนรู้ (Learning Module)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ผลการประเมิน
1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ น่าสนใจกะทัดรัด ชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.8	96	0.40	มากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	4.6	92	0.49	มากที่สุด
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามเทคโนโลยี IoT	5	100	0.00	มากที่สุด
4. ความสอดคล้องของสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดกับสาระการเรียนรู้ทางด้าน IoT	5	100	0.00	มากที่สุด
5. ความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างชื่อหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	4.4	88	0.80	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	4.6	92	0.49	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ สมรรถนะผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.8	96	0.40	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมสามารถนำไปสู่การสร้างชิ้นงานตามความทันสมัยของเทคโนโลยี	4.8	96	0.40	มากที่สุด
9. การประเมินผลตามสภาพจริงและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนรู้	4.6	92	0.49	มากที่สุด
10. ประเด็นและเกณฑ์การประเมิน สามารถสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ /สมรรถนะตามนวัตกรรมเทคโนโลยี IoT	4.4	88	0.80	มาก
11. สื่อการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสมและนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง	4.8	96	0.40	มากที่สุด
12. กำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.4	88	0.80	มาก
เฉลี่ย	4.68	93.67	0.46	มากที่สุด

เกณฑ์การประเมิน

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด	ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00
4 หมายถึง พึงพอใจมาก	ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50
3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง	ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50
2 หมายถึง พึงพอใจน้อย	ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50
1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50

จากตารางที่ 9 พบว่า ผลการวิเคราะห์ตามแบบประเมิน 12 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่ได้ดำเนินการประเมินหน่วยการเรียนรู้(Learning module) จำนวน 15 หน่วยการเรียนรู้ พบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 5.00) จำนวน 2 ประเด็นคือด้านความสอดคล้องของสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดกับมาตรฐาน การเรียนรู้ตามเทคโนโลยี IoT และด้านความสอดคล้องของสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดกับสาระการเรียนรู้ทางด้าน IoT ซึ่งทุกท่านมีความเห็นตรงกันและอาจจะด้วยเหตุว่าเนื้อหาหลักสูตรทางด้านเทคโนโลยี IoT ในประเทศไทยมีน้อย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเอกสารภาษาอังกฤษ และเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่อาจทำให้มีข้อเปรียบเทียบที่น้อยและเห็นว่าเป็นเพียงพอต่อการเรียนรู้ในปัจจุบันนี้

4.2.2 การฝึกอบรมใช้งาน HW และ SW เพื่อเรียนรู้เทคโนโลยี IoT

- สรุปคะแนน และผลกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 1 คะแนนสะสมและประเมินการเรียนรู้

ลำดับ ที่	คะแนนเก็บ-80						คะแนน สอบ 20	รวม คะแนน 100	ผลการ ประเมิน (ผ่าน > 60%)
	ประกอบ วงจร-10	โปรแกรม sketch- 10	App Relay- 15	App- BLE- 15	App- WiFi- 15	App- Firebase- 15			
1	7	10	15	15	15	10	15	87	ผ่าน
2	10	8	15	15	15	10	18	91	ผ่าน
3	10	8	15	15	15	15	13	91	ผ่าน
4	10	9	15	15	15	15	17	96	ผ่าน
5	8	8	15	15	15	10	15	86	ผ่าน
6	10	8	15	15	15	10	13	86	ผ่าน
7	10	10	15	15	15	10	14	89	ผ่าน
8	10	10	15	15	15	10	13	88	ผ่าน
9	10	8	15	15	15	15	13	91	ผ่าน
10	10	10	15	15	15	10	10	85	ผ่าน
11	10	10	15	15	15	10	11	86	ผ่าน

ตารางที่ 2 คะแนนสะสมและประเมินการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	คะแนนเก็บ-80						คะแนน สอบ 20	รวม คะแนน 100	ผลการ ประเมิน (ผ่าน > 60%)
	ประกอบ วงจร-10	โปรแกรม sketch- 10	App Relay- 15	App- BLE- 15	App- WiFi- 15	App- Firebased- 15			
12	10	9	15	15	15	10	12	86	ผ่าน
13	10	9	15	15	15	10	18	92	ผ่าน
14	10	10	15	15	15	15	10	90	ผ่าน
15	10	10	15	15	15	10	15	90	ผ่าน
16	9	10	15	15	15	15	15	94	ผ่าน
17	10	10	15	15	15	15	0	80	ผ่าน
18	9	10	15	15	15	10	13	87	ผ่าน
19	9	8	15	15	15	15	0	77	ผ่าน
20	10	8	15	15	15	15	0	78	ผ่าน
21	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
22	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
23	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
24	10	10	15	15	15	10	0	75	ผ่าน
25	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
26	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
27	10	9	15	15	15	10	0	74	ผ่าน

ในการจัดการอบรมตามหลักสูตร มีผู้สมัครเรียน 38 คน เข้ารับการฝึกอบรมจริงจำนวน 27 คน พิจารณาการฝึกปฏิบัติตามกรอบหลักสูตร ในการเรียนรู้ภาคทฤษฎี และปฏิบัติ โดยเนื้อหาหลักสูตรเน้นการฝึกทักษะ(skill) ให้ผู้เรียนมีความรู้ เข้าใจ และสามารถออกแบบพัฒนาระบบตามเหมาะสมได้ ซึ่งได้กำหนดสัดส่วนคะแนนเก็บเป็น 80/20 โดยคะแนนเก็บ-80 พิจารณาจาก

- การประกอบวงจร 10 คะแนน
- การโปรแกรม sketch และไวยากรณ์ภาษา- 10 คะแนน
- การเขียน App ควบคุมสั่งงาน Relay 15 คะแนน
- การเขียน App ควบคุมผ่าน BLE 15 คะแนน
- การเขียน App ควบคุมใช้งานสัญญาณ WiFi 15 คะแนน
- การเขียน App ควบคุมระบบ Cloud-Firebase 15 คะแนน

และคะแนนสอบความรู้-20 คะแนน พิจารณาเกณฑ์ผ่านในการฝึกอบรมที่ร้อยละ 60 พบว่าผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมด 27 คน ผ่านการอบรม 100%

4.3 พัฒนาอุปกรณ์ IoT และการตรวจสอบบำรุงแก้ไขระบบ

โดยเงื่อนไขการศึกษานี้ พิจารณาตามซอฟต์แวร์และวัสดุที่นำมาศึกษาและใช้ประกอบเป็นหลัก

4.3.1 ผลการศึกษาและพัฒนาระบบเกษตรทันสมัยแบบเปิด

รายงานความพึงพอใจและประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 รายงานความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ Smart Farm

ประเด็นพิจารณา	ประเมินผล			
	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านองค์ประกอบและคุณค่าระบบ				
1. ระบบครอบคลุมตามความต้องการ	4.8	96	0.40	มากที่สุด
2. ประโยชน์ต่อการทำงาน	5	100	0.00	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการเรียกดูและครอบคลุมงาน	4.6	92	0.49	มากที่สุด
4. การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	4.8	96	0.40	มากที่สุด
5. เมนูการใช้งานง่าย	4.6	92	0.49	มากที่สุด
6. รายงานผลได้ตามต้องการสามารถนำไปใช้ตัดสินใจได้	5	100	0.00	มากที่สุด
7. ความถูกต้อง ชัดเจน น่าเชื่อถือของข้อมูล	4.8	96	0.40	มากที่สุด
8. องค์ประกอบระบบเพียงพอกับความต้องการ	5	100	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.83	96.5	0.27	มากที่สุด

ตารางที่ 4 รายงานความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ Smart Farm (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	ประเมินผล			
	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านการออกแบบ				
1. ความสวยงามและน่าสนใจของระบบ	4.6	92	0.49	มากที่สุด
2. การจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	4.8	96	0.40	มากที่สุด
3. ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	4.8	96	0.40	มากที่สุด
4. ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	4.6	92	0.49	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของรูปแบบรายงาน	5	100	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.76	95.2	0.36	มากที่สุด

ตารางที่ 5 รายงานความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ Smart Farm (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	ประเมินผล			
	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านการนำไปใช้งาน				
1. การวางแผนปฏิบัติงาน	4.8	96	0.40	มากที่สุด
2. ครอบคลุมการใช้งาน	5	100	0.00	มากที่สุด
3. มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน	5	100	0.00	มากที่สุด
4. ความง่ายต่อการควบคุมใช้งาน	4.6	92	0.49	มากที่สุด
5. ความเที่ยงตรงการสั่งงานแบบ Manual	4.8	96	0.40	มากที่สุด
6. ความแม่นยำในการสั่งงานแบบ Auto	4.6	92	0.49	มากที่สุด
7. ความเที่ยงตรงในการสั่งงานแบบ Timer	5	100	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.83	96.57	0.25	มากที่สุด

เงื่อนไขการประเมินผลความพึงพอใจ

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00

4 หมายถึง พึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50

3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50

2 หมายถึง พึงพอใจน้อย ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50

1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50

เมื่อได้ดำเนินการติดตั้งระบบ Smart Farm ในพื้นที่ชุมชนดอยฮางแล้ว กลุ่มผู้ใช้ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ ซึ่งได้แสดงความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีและประสิทธิภาพของระบบที่ดำเนินการไป โดยชุมชนได้ประเมินคุณภาพ ด้านองค์ประกอบและคุณค่าระบบ ประโยชน์ต่อการทำงาน การรายงานผลได้ตามต้องการสามารถนำไปใช้ตัดสินใจได้ และในส่วนองค์ประกอบระบบเพียงพอกับความ ต้องการ ที่มีความพึงพอใจมากที่สุด ที่ระดับ 5.00 ในด้านการออกแบบ โดยเฉพาะ ความเหมาะสมของรูปแบบรายงานมีความพึงพอใจมากที่สุด ที่ระดับ 5.00 และด้านการนำไปใช้งานพบว่าชุมชนได้ประเมินที่ความพึงพอใจสูงสุดเกี่ยวกับครอบคลุมการใช้งาน มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และความเที่ยงตรงในการสั่งงานแบบ Timer ที่ระดับ 5.00

ชุมชนดอยฮางส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ จำนวน 5 คน พบว่ามีความพึงพอใจทุกด้านทั้ง ด้านองค์ประกอบและคุณค่าระบบ ด้านการออกแบบ และด้านการนำไปใช้งาน ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวระบบสามารถช่วยสนับสนุนความเป็นอยู่ของชุมชนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ ผู้สูงอายุในชุมชนที่มีโทรศัพท์ Smart Phone ใช้ประจำตัวอยู่แล้วทำให้เพิ่มความสะดวกในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

ตารางที่ 6 ประเมินประสิทธิภาพระบบด้วยวิธีการตั้งค่าและสั่งงานแบบต่อเนื่อง

รายการประมวลผล	สั่งงาน Manual		ตั้งค่า AUTO		ตั้งเวลาทำงาน	
	ปฏิบัติได้	ร้อยละ	ปฏิบัติได้	ร้อยละ	ปฏิบัติได้	ร้อยละ
ประมวลผล 5 ครั้ง	5	100	3	60	5	100
ประมวลผล 10 ครั้ง	10	100	8	80	10	100
เฉลี่ย	7.5	100	5.5	70	7.5	100

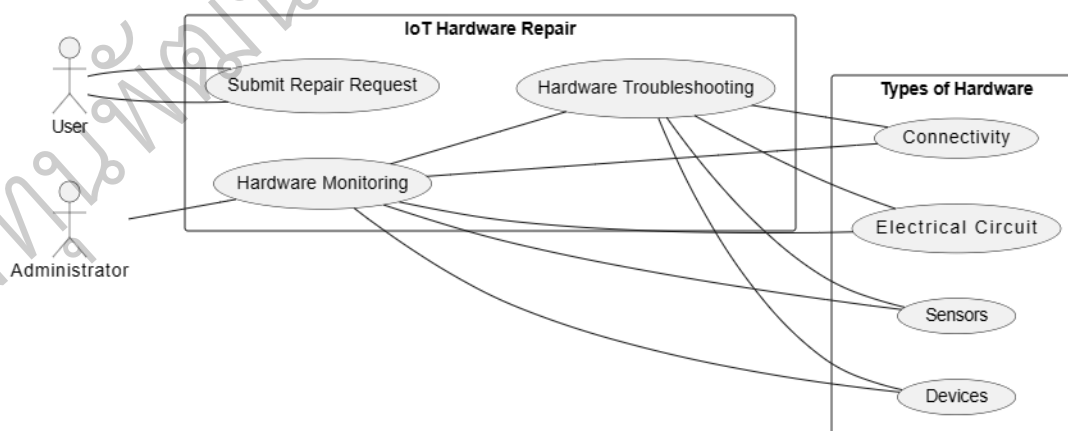
หมายเหตุ: การสั่งประมวลผลแบบ 5 ครั้ง และ 10 ครั้ง เป็นการสั่งแบบต่อเนื่อง

การสั่งงานควบคุมระบบโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก จะมีกรณีการสั่งแบบตั้งค่า Auto จะมีบางช่วงที่การตอบสนองของระบบไม่เป็นตามที่กำหนดอาจเป็นเพราะค่าอุปกรณ์ sensors และ การส่งสัญญาณ LoRa ยังไม่เสถียรเท่าที่ควร

4.3.2. การตรวจสอบอุปกรณ์เทคโนโลยี IoT

กรณีศึกษา 1- แนวทางการตรวจสอบ hardware ในระบบ IoT

การตรวจสอบและซ่อม Hardware ในงาน IoT เป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบและระมัดระวัง เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบ IoT มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งาน ดังนั้นแนวทางที่เสนอเพื่อให้สามารถใช้ในการตรวจสอบและซ่อม Hardware ในงาน IoT การตรวจสอบและซ่อมฮาร์ดแวร์ในงาน IoT ต้องใช้ความรู้และทักษะทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องอย่างมากพอเพื่อความสำเร็จ นอกจากนี้ การบันทึกประวัติและการแจ้งเตือนในกระบวนการตรวจสอบและซ่อมแซมฮาร์ดแวร์สามารถช่วยให้สามารถติดตามและทำความเข้าใจในการดูแลและบำรุงรักษาฮาร์ดแวร์ในระบบ IoT ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 64 ผังการตรวจสอบ Hardware

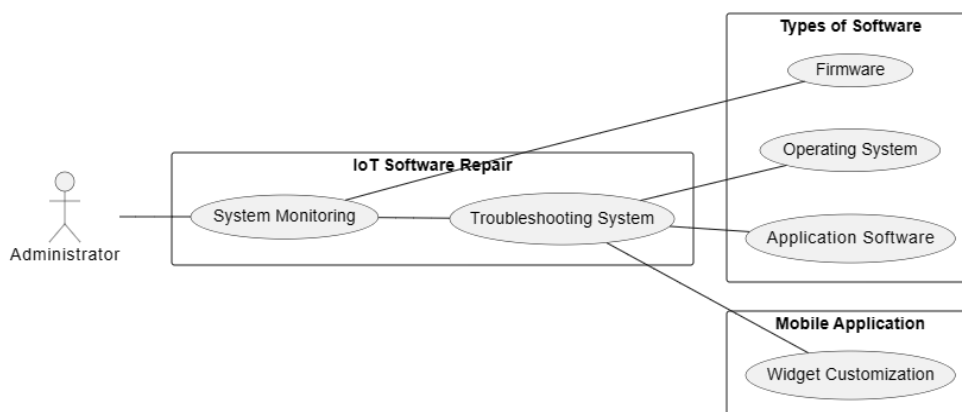
ผัง Use Case Diagram ช่วยให้เห็นภาพรวมของกระบวนการตรวจสอบและซ่อมฮาร์ดแวร์ในงาน IoT รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและ Use Cases ที่เกี่ยวข้อง ในที่นี้คือการตรวจสอบฮาร์ดแวร์ (Hardware Monitoring) และการแก้ไขปัญหาฮาร์ดแวร์ (Hardware Troubleshooting) ที่เกี่ยวข้องกับประเภทของฮาร์ดแวร์ที่ต้องการตรวจสอบและซ่อมแซมในระบบ IoT ในการตรวจสอบและซ่อมระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT ให้ได้ดีขึ้น โดยมีรายละเอียดของแต่ละส่วนตามผัง diagram

1. User (ผู้ใช้งาน): นี่คือนักบุคคลที่สามารถแจ้งซ่อมระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT ได้ ผู้ใช้งานส่งคำขอแจ้งซ่อมรายละเอียดปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบวงจรไฟฟ้า
2. Administrator (ผู้ดูแลระบบ): คือนักบุคคลที่รับผิดชอบในการตรวจสอบและซ่อมระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT
3. IoT Hardware Repair: เป็นระบบหลักที่รวมการทำงานทั้งหมดในการตรวจสอบและซ่อมระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT
4. Submit Repair Request (ส่งคำขอแจ้งซ่อม): Use Case นี้อนุญาตให้ผู้ใช้งานส่งคำขอแจ้งซ่อมรายละเอียดปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT
5. Types of Hardware (ประเภทของฮาร์ดแวร์): กล่องนี้แสดงประเภทของฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบ IoT ประกอบไปด้วย Sensors (เซ็นเซอร์), Devices (อุปกรณ์), Connectivity (การเชื่อมต่อ) และ Electrical Circuit (ระบบวงจรไฟฟ้า)
6. Hardware Monitoring (การตรวจสอบฮาร์ดแวร์): Use Case นี้เป็นกระบวนการตรวจสอบสภาพและสถานะของฮาร์ดแวร์และระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT
7. Hardware Troubleshooting (การแก้ไขปัญหาฮาร์ดแวร์): Use Case นี้เป็นกระบวนการแก้ไขและซ่อมแซมปัญหาฮาร์ดแวร์และระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT โดยใช้ข้อมูลและขั้นตอนการดำเนินการที่ได้รับจากการตรวจสอบ

ผัง Use Case Diagram ช่วยให้เห็นภาพรวมของกระบวนการตรวจสอบและซ่อมระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งาน (User) และ Use Cases ที่เกี่ยวข้อง เช่น การแจ้งซ่อมจากผู้ใช้งาน (Submit Repair Request) และการตรวจสอบและซ่อมระบบวงจรไฟฟ้าในงาน IoT (Hardware Monitoring, Hardware Troubleshooting, Electrical Circuit)

กรณีศึกษา 2- แนวทางการตรวจสอบซอฟต์แวร์ในระบบ IoT

การตรวจสอบซอฟต์แวร์ในระบบ IoT เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เนื่องจากประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกันผ่านเครือข่าย ดังนั้น แนวทางต่อไปนี้จะช่วยให้เกิดเหมาะสมในการตรวจสอบและซ่อมแซมซอฟต์แวร์ในระบบ IoT ซึ่งต้องใช้ความรู้และทักษะทางเทคนิคที่เชี่ยวชาญ การรักษาสอฟต์แวร์อย่างสม่ำเสมอและการอัปเดตเป็นประจำสามารถช่วยลดปัญหาและความไม่เสถียรภาพของระบบ IoT ได้เป็นอย่างมาก



ภาพที่ 65 ฟังก์ชันการตรวจสอบ Software

ตามกระบวนการตรวจสอบระบบในส่วน IoT Software มีรายละเอียดการทำงานของ Use Case Diagram ที่สามารถนำไปดำเนินงานเชิงลำดับได้ ดังนี้

1. Administrator (ผู้ดูแลระบบ): นี่คือนักใช้งานหลักในระบบ IoT Software Repair. เป็นบุคคลที่มีสิทธิ์และความรับผิดชอบในการตรวจสอบและซ่อมแซมซอฟต์แวร์ในระบบ IoT.

2. IoT Software Repair: เป็นระบบหลักที่รวมการทำงานทั้งหมดในการตรวจสอบซอฟต์แวร์ในระบบ IoT.

3. System Monitoring (การตรวจสอบระบบ): เป็น Use Case ที่ใช้ในการตรวจสอบและระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ IoT. ระบบนี้จะตรวจจับข้อผิดพลาดหรือความไม่เสถียรภาพและรายงานข้อมูลไปยังผู้ดูแลระบบ.

4. Troubleshooting System (ระบบแก้ไขปัญหา): เป็น Use Case ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาซอฟต์แวร์ในระบบ IoT. ระบบนี้จะรวบรวมข้อมูลปัญหาและวิเคราะห์เพื่อสร้างวิธีการแก้ไขปัญหาและรายงานผลการแก้ไข.

5. Types of Software (ประเภทของซอฟต์แวร์): กลุ่มนี้แสดงประเภทของซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบ IoT. ประกอบไปด้วย Firmware (ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมในอุปกรณ์ IoT), Operating System (ระบบปฏิบัติการ) และ Application Software (ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานบนอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ IoT).

6. Mobile Application (แอปพลิเคชันมือถือ): เป็นกลุ่มที่แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบการปรับแต่ง Widget บนแอปพลิเคชันมือถือกับระบบ IoT. ส่วนนี้แสดงว่าการปรับแต่ง Widget บนแอปพลิเคชันมือถือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ไขปัญหาซอฟต์แวร์ในระบบ IoT.

โดยผัง diagram ช่วยให้เห็นภาพรวมของการทำงานในระบบ IoT Software Repair และความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งาน (Administrator) และ Use Cases ที่เกี่ยวข้อง เช่นการตรวจสอบระบบ (System Monitoring) และระบบแก้ไขปัญหา (Troubleshooting System) ที่เชื่อมโยงกับประเภทของซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการปรับแต่ง Widget บนแอปพลิเคชันมือถือในระบบ IoT

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

5.1 การอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยนี้ได้กำหนดกรอบการศึกษาเพื่อพัฒนาศูนย์เรียนรู้ พร้อมแสดงการนำเทคโนโลยี IoT ไปใช้งานจริงในชุมชน โดยพิจารณาตั้งแต่การศึกษาออกแบบหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 15 โมดูล การออกแบบวงจรเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบ IoT ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านการประมวลผล MCU และการเชื่อมต่อวงจรตรวจรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยชุดบอร์ดวงจร MCU นอกจากนั้นได้ทำการพัฒนาระบบ Smart Farm แบบเปิดเพื่อให้ชุมชนได้เห็นคุณค่า พร้อมนำไปช่วยเหลือผู้สูงอายุได้เป็นอย่างดี และท้ายสุดคือการฝึกอบรมผู้เรียนให้ได้เข้าใจเทคโนโลยี IoT เพื่อนักเรียน/นักศึกษา จะได้นำองค์ความรู้ต่าง ๆ นี้ไปพัฒนาสังคมและชุมชนของตนในอนาคตต่อไป

5.2 สรุปปัญหาอุปสรรค

5.2.1 ปัญหาเรื่องเครือข่ายเน็ตเวิร์คอินเทอร์เน็ตของทางวิทยาลัย

- เรื่องเครือข่ายเน็ตเวิร์คอินเทอร์เน็ตของทางวิทยาลัยต้องทำการล็อกอินด้วย username และ password ทุกครั้งในการใช้งาน และการล็อกอินหนึ่งครั้ง สามารถใช้งานได้แค่เพียง 2 ชั่วโมง
- ปัญหาระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คอินเทอร์เน็ตของทางวิทยาลัยบล็อกการเข้าถึงจากภายนอกไม่สามารถติดต่อกับ Server ของระบบ IoT ได้
- ไม่มีระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คอินเทอร์เน็ตที่ใช้สำหรับระบบ IoT

การแก้ไข

จากปัญหาข้างต้น ทำให้สามารถใช้งานระบบ IoT ได้เฉพาะในวง LAN เท่านั้น จึงมีการใช้เราเตอร์ซิม 4G มาใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยใช้ซิมอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการ แทนระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คอินเทอร์เน็ตของวิทยาลัย เมื่อมีการแก้ไขแล้วสามารถใช้งานระบบ IoT ทั้งภายใน และภายนอกได้ตามปกติ

5.2.2 ปัญหาเรื่องระบบไฟฟ้า

วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงรายมีการลงเบรกเกอร์ไฟอาคารในวัน และเวลา นอกราชการ เพื่อความปลอดภัย ซึ่งมีผลกระทบกับระบบ IoT ดังนี้

- ระบบ IoT ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากทุกครั้งที่ทำการลงเบรกเกอร์ไฟอาคารแล้วกลับมาขึ้นเบรกเกอร์ใหม่ ระบบ IoT ต้องทำการบูทใหม่ทั้งระบบ ทำให้ต้องรอให้ระบบเชื่อมต่อกันก่อนที่จะส่งงานควบคุมได้

- อุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อด้วยระบบ zigbee หลุดและใช้เวลาในการเชื่อมต่อนาน หรือบางครั้งไม่สามารถเชื่อมต่อได้เนื่องจากอุปกรณ์ zigbee ใช้แบตเตอรี่ในตัวเซ็นเซอร์ และเป็นระบบที่ใช้พลังงานต่ำ เมื่อไม่เจอ Gateway หลัก อุปกรณ์จะทำการให้ตัวเองอยู่ในโหมด sleep ดังนั้นจะต้องทำการกดปุ่มรีเซ็ตที่ตัวอุปกรณ์เพื่อปลุกให้อุปกรณ์กลับมาทำงาน และค้นหา Gateway ที่ใช้งาน

- แบตเตอรี่หมดเร็ว เนื่องจากเมื่อมีการลงเบรกเกอร์ อุปกรณ์ จะไม่สามารถเชื่อมต่อ Gateway หลักได้ ทำให้อุปกรณ์พยายามค้นหาไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเข้าสู่โหมดสLEEP จึงทำให้แบตเตอรี่ในตัวเซ็นเซอร์หมดเร็วกว่าที่ควรจะเป็น

- อุปกรณ์ IoT ที่ใช้เครือข่ายสัญญาณ Wi-Fi เมื่อมีการขึ้นเบรกเกอร์ทุกครั้ง จะทำการเชื่อมต่อกับเราเตอร์ ใหม่ทุกครั้งและในบางครั้งอุปกรณ์ IoT ไม่ได้รับการแจก IP จากเราเตอร์โดยทันที จึงทำให้การเชื่อมต่อล่าช้า

การแก้ไข

เนื่องจากเป็นเรื่องความปลอดภัยของวิทยาลัยฯ จึงไม่สามารถขึ้นเบรกเกอร์ตลอดเวลาได้ ดังนั้นจึงเสนอให้มีการชี้แจงบุคลากรที่ใช้ห้องเรียนดังกล่าวให้ทราบถึงเหตุผลความล่าช้าในการเชื่อมต่อระบบ IoT

5.3 ข้อเสนอแนะ

เมื่อมีระบบ IoT ที่สามารถใช้งานได้จริง และรองรับการเรียนเขียนโค้ดโปรแกรมตัวนี้แล้ว เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพทั้งด้านการใช้งานจริงและการเรียนการสอน ขอเสนอให้มีการนำมาใช้ในการเรียนระบบ IoT เนื่องจากระบบที่ติดตั้ง สามารถรองรับการสื่อสารที่ใช้ในระบบ IoT อย่างครบถ้วน เช่น Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth เป็นต้น รวมถึงรองรับการเขียนโค้ดโปรแกรมที่หลากหลาย เช่น ESPHome, VSCode, Nodered เป็นต้น

ในกรอบงานและตัวอย่างอุปกรณ์ที่พัฒนาไว้ตามการวิจัยนี้ สามารถนำไปช่วยเหลือและสนับสนุนชีวิตความเป็นอยู่ของผู้สูงอายุได้มากทั้งในรูปแบบของระบบ Smart Home หรือ Smart Farm รวมถึงการช่วยอำนวยความสะดวกความปลอดภัยในชุมชนตามกรอบระบบที่หลายเมืองได้พัฒนาในรูปแบบของ Smart City.

ในการพัฒนาระบบที่จะเป็นศูนย์เรียนรู้ที่ต้องมีหน่วยงาน หรือองค์กรกำกับ และภายในศูนย์ ต้องมีการออกแบบพัฒนาเนื้อหาประกอบการเรียนรู้ที่หลากหลาย อาจจะมีการนำเอากระบวนการ Agile Model มาใช้งานร่วมกับ ADDIE Model ซึ่งจะทำให้ได้ความยืดหยุ่นในการดำเนินงาน และลดขั้นตอนที่ซับซ้อนบางประเด็นออกไปได้ ซึ่งการรวมกระบวนการ Agile Model และ ADDIE Model ช่วยให้การพัฒนาศูนย์เรียนรู้ โดยเฉพาะการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือการเรียนรู้ Online ต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถปรับปรุงตลอดเวลาตามความต้องการของผู้ใช้และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

บรรณานุกรม

- A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 17, no. 4, pp. 2347-2376, 2015.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(4), 2347-2376.
- An Arduino library. สืบค้นวันที่ 10 สิงหาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://github.com/sandeepmistry/arduino-LoRa>
- Arduino library for Heltec ESP32. สืบค้นวันที่ 22 กันยายน 2565. อ้างอิงจาก https://github.com/HelTecAutomation/Heltec_ESP32
- Arduino Web Editor. สืบค้นวันที่ 22 กรกฎาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://www.arduino.cc/en/software>
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. RFID journal, 22(7), 97-114.
- Atzori, L., & Santoro, G. (2018). The internet of things: A survey of topics and trends. Information Processing & Management, 54(5), 964-987.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. Computer Networks, 54(15), 2787-2805.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355-385.
- Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). Internet of things: applications and challenges in technology and standardization. Wireless Personal Communications, 58(1), 49-69.
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. V., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Kern, J. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Retrieved from <https://agilemanifesto.org/>
- Bhunias, S. S., Pal, S., Dasgupta, S., & Ghosh, S. (2015). Design and implementation of a private cloud for e-government applications. International Journal of Cloud Computing, 4(1), 42-60.
- Borgia, E. (2014). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. Computer Communications, 54, 1-31.

- Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A. (2011). Cloud computing: principles and paradigms. John Wiley & Sons.
- Cheng, B., Yang, C., & Wang, X. (2018). Research on smart campus based on the Internet of Things. *Journal of Physics: Conference Series*, 1091(1), 012012.
- Circuit Design. สืบค้นวันที่ 7 สิงหาคม 2565., อ้างอิงจาก
<https://www.circuitschools.com/interfacing-sht31-with-esp32-ttgo-lora32-and-display-on-its-oled-display/>
- Díaz, P., Moreno, P., & Guerrero, C. (2018). Smart campus based on Internet of Things: A review. *IEEE Access*, 6, 67147-67161.
- Dou, W., Zhang, X., Zhu, X., & Chen, H. (2014). Cloud computing: An overview and open research issues. *Journal of Internet Technology*, 15(5), 633-644.
- ESP32 LoRa 1-CH Gateway. สืบค้นวันที่ 2 กันยายน 2565. อ้างอิงจาก
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/esp32-lora-1-ch-gateway-lorawan-and-the-things-network/all>
- ESP32 WiFi LoRa. สืบค้นวันที่ 29 สิงหาคม 2565. อ้างอิงจาก
<https://www.instructables.com/Introduction-to-ESP32-WiFi-LoRa/>
- ESP32-LoRa-Setup. สืบค้นวันที่ 27 สิงหาคม 2565. อ้างอิงจาก
<https://github.com/josephpal/esp32-LoraWAN/blob/master/ESP32-LoRa-Setup.md>
- Farooq, U., & Awan, T. (2020). Design and development of a smart classroom model for educational institutes. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(10), 428-434.
- Gao, L., Han, R., & Lu, R. (2017). Security in mobile crowd sensing: A review. *IEEE Communications Magazine*, 55(9), 46-51.
- Gerbal – PCB. สืบค้นวันที่ 12 กรกฎาคม 2565., อ้างอิงจาก
[https://resource.heltec.cn/download/WiFi_LoRa_32/V2.1/WiFi_LoRa_32_V2.1\(433%2C470-510\).PDF](https://resource.heltec.cn/download/WiFi_LoRa_32/V2.1/WiFi_LoRa_32_V2.1(433%2C470-510).PDF)
- Gershenfeld, N., Krikorian, R., & Cohen, D. (2004). The internet of things. *Scientific American*, 291(4), 76-81.
- Gubbi, J., Buyya, R., Jain, N., & Singh, M. (2014). Internet of things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.

- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.
- Hock, C. L., Soh, B. T., & Low, C. Y. (2018). Design and development of a private cloud storage with encryption capability. *Journal of Information Processing Systems*, 14(5), 1267-1283.
- Hossain, M. S., Muhammad, G., Khalid, S., & Hossain, M. A. (2019). An IoT-based smart campus framework: Design and implementation. *IEEE Access*, 7, 33736-33746.
- Interfacing LORA Module with Arduino. สืบค้นวันที่ 10 ตุลาคม 2565. อ้างอิงจาก <https://how2electronics.com/interfacing-sx1278-lora-module-with-arduino/>
- Introduction to TTGO LoRa32 SX1278 433MHz. สืบค้นวันที่ 2 สิงหาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://www.electronicshobby.com/introduction-to-ttgo-lora32-sx1278-433mhz/>
- Jones, S., & Smith, M. (2021). Applying the ADDIE Model in the Design and Development of an Educational Training Program: A Case Study in a School Setting. *Journal of Educational Research*, 25(3), 201-218.
- K. Zhang, W. Liu, S. Ren, and S. Guo, "Internet of things security: A survey," *Journal of Internet Technology*, vol. 19, no. 2, pp. 455-468, Mar. 2018.
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37.
- Khurshid, K., & Siebers, P.-O. (2017). How can agent-based modelling and simulation inform the design of digital agriculture solutions? *Environmental Modelling & Software*, 96, 358-362.
- Klopper, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives-the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- Kranenburg, R. V. (2014). *Everyware: The dawning age of ubiquitous computing*. New Riders.
- Larman, C., & Basili, V. R. (2003). Iterative and Incremental Development: A Brief History. *Computer*, 36(6), 47-56.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The internet of things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440.

- Li, S., Xu, L. D., & Wang, X. (2017). IoT-based smart rehabilitation system. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(3), 1251-1262.
- Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.
- Liarokapis, F., & Mourkoussis, N. (2013). Augmented reality and education: A review of the state-of-the-art and insights into future directions. In *Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare* (pp. 67-87). Springer, London.
- Lim, J. H., & Kim, S. (2020). Development of IoT smart classroom system based on RESTful API. *Journal of Physics: Conference Series*, 1568(3), 032022.
- Liu, J., Wang, Y., & Wang, Y. (2018). Construction of intelligent campus based on the Internet of Things. *Journal of Physics: Conference Series*, 1069(1), 012023.
- LoRa and LoRaWAN. สืบค้นวันที่ 10 สิงหาคม 2565, อ้างอิงจาก <https://loradevelopers.semtech.com/library/tech-papers-and-guides/loralandlorawan/>
- LoRa Sensor. สืบค้นวันที่ 13 ธันวาคม 2565. อ้างอิงจาก <https://how2electronics.com/esp32-lora-sensor-data-monitoring-web-server/>
- Lorawan. สืบค้นวันที่ 17 กรกฎาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://medium.com/deaware/loralorawan>
- LoRaWAN. สืบค้นวันที่ 30 กรกฎาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://www.thethingsnetwork.org/docs/>
- Lu, R., Li, X., & Hu, X. (2017). Internet of Things (IoT) for smart agriculture: Technologies, practices, challenges, and prospects. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1-14.
- Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- Mather, T., Kumaraswamy, S., & Latif, S. (2009). *Cloud security and privacy: An enterprise perspective on risks and compliance*. O'Reilly Media, Inc.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing*. National Institute of Standards and Technology.
- Nguyen, T. T., Pathirana, S., Kadoya, K., & Matsumoto, S. (2019). A novel hybridization of a shallow neural network and random forest for crop yield prediction. *Expert Systems with Applications*, 134, 286-300.

- Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, L. A., Rizzo, D. (2016). Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 34(3), 510-527.
- Random Nerd. ESP32 with LoRa using Arduino IDE. สืบค้นวันที่ 20 ตุลาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://randomnerdtutorials.com/esp32-lora-rfm95-transceiver-arduino-ide/>
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2(2), 15221.
- Richard Wenner. Spreading Factor. สืบค้นวันที่ 12 กรกฎาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://www.thethingsnetwork.org/community/cardiff/post/spreading-factor>
- Román, R., Najera, P., & Lopez, J. (2014). Securing the Internet of Things. *Computer*, 47(12), 26-34.
- Saeidi, P., Pujol-Nadal, R., & Erol, O. K. (2018). Robotics in agriculture: a perspective on present and future prospects. *Robotics*, 7(3), 46.
- SENSING & TIMING. สืบค้นวันที่ 2 กันยายน 2565. อ้างอิงจาก https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/3179/sx1276_77_78_79.pdf
- Shu, L., Zhang, L., & Zhu, Q. (2016). IoT-based intelligent perception and access of manufacturing resource toward cloud manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 12(2), 740-749.
- Smith, J., & Johnson, A. (2020). Application of the ADDIE Model in Developing Information Technology Training Programs: A Case Study. *Journal of Information Technology Education*, 19(2), 145-162.
- Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson Education.
- Sun, L., Zhang, Z., Liu, X., & Qi, L. (2016). Design and implementation of a private cloud platform for big data analysis. *Future Generation Computer Systems*, 65, 77-85.
- Teweldemedhin, M. Y., & van der Werf, W. (2016). Integration of Agronomic Practices with Digital Agriculture Tools to Improve the Sustainability of Crop Production Systems. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1-7.
- The ESP32 microcontroller. สืบค้นวันที่ 20 สิงหาคม 2565., อ้างอิงจาก <https://www.thethingsnetwork.org/forum/t/big-esp32-sx127x-topic-part-3/18436>

- The Things Conference. สืบค้นวันที่ 27 กรกฎาคม 2565., อ้างอิงจาก
<https://www.thethingsnetwork.org/conference/>
- TTGO LoRa. สืบค้นวันที่ 11 สิงหาคม 2565., อ้างอิงจาก
http://www.lilygo.cn/prod_view.aspx?Typeld=50003&Id=1133&FId=t3:50003:3
- TTGO LoRa32 SX1276 OLED. สืบค้นวันที่ 14 สิงหาคม 2565., อ้างอิงจาก
<https://randomnerdtutorials.com/ttgo-lora32-sx1276-arduino-ide/>
- Wang, J., & Zhang, Y. (2016). Application of IoT technology in agriculture: A systematic review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 123, 202-211.
- Wang, L., & Li, Y. (2017). A smart campus based on the Internet of Things. *Journal of Physics: Conference Series*, 896(1), 012052.
- Wang, X., Liu, J., Xu, Y., Xu, L. D., & Jin, Q. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big databased feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168.
- Wang, Y., & Liu, Y. (2016). A survey on the internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(5), 1125-1142.
- WiFi LoRa 32. สืบค้นวันที่ 17 กันยายน 2565. อ้างอิงจาก <https://heltec.org/project/wifi-lora-32/>
- Wu, M., Lu, Y., Chen, X., Wu, J., & Li, G. (2016). A review of the internet of things (IoT) in healthcare: Fundamental technologies, validation methods, and future research directions. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637-646.
- Y. Zhang, X. Liu, X. Han, and W. Huang, "A Survey of IoT Cloud Platforms," *Journal of Information Processing Systems*, vol. 14, no. 2, pp. 346-360, Apr. 2018.
- Yang, C., Cheng, B., & Wang, X. (2018). The application of IoT in smart campus. *Journal of Physics: Conference Series*, 1091(1), 012015.
- Yang, H., Lee, W. Y., & Cho, J. (2018). A Study on the Development of Smart Classroom System Using IoT. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(18), 1-8.
- Yaqoob, I., Ahmed, E., Ahmed, A. I. A., Gani, A., Imran, M., & Guizani, S. (2017). Internet of things architectures: A survey. *Journal of Internet Technology*, 18(5), 1179-1192.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-32.

Zhang, X., Sun, Q., Zhao, Y., & Xu, W. (2017). The construction of smart campus based on the Internet of Things. *Journal of Physics: Conference Series*, 898(3), 032114.

Zhu, Q., Yang, Z., Wu, Q., & Zhu, Y. (2019). Smart campus based on the Internet of Things: Design and implementation. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(5), 1827-1840.

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ LoRaWAN. สืบค้นวันที่ 12 กรกฎาคม 2565., อ้างอิงจาก

<https://www.electoday.com/index.php?topic=16159.0>

ซัชชัย คุณบัว. (2562). สถาปัตยกรรมการสื่อสาร Internet of Things. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2562.

สำนักงานเลขาธิการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก บัญชีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT
- ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน-PCB Smart-Board
- ภาคผนวก ง คู่มือการติดตั้งใช้งาน Private-Cloud_Blynk Server
- ภาคผนวก จ การบริหารและจัดการชั้นเรียนด้วย Google Classroom
- ภาคผนวก ฉ การลงทะเบียนและใช้งาน Private Cloud
- ภาคผนวก ช ภาพกิจกรรมโครงการ
 1. ผู้ทรงคุณวุฒิเยี่ยมชม และให้คำแนะนำการพัฒนาห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT
โดย ทีมผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ
 2. อบรมแนวทางการนำความรู้สู่ชุมชน
โดย ผศ.นอ.อ. ดร.ธงชัย อยู่ญาติวงศ์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
 3. อบรมแนวทางการติดตั้งและประยุกต์ใช้งานระบบ Sensors
โดย บ.บริษัท All Tech 2020 (คุณไก่-คุณแบงค์)
 4. อบรมระบบ Automation
โดยคุณไชยรัตน์ อินทรสาร บริษัท Warm-IT
 5. อบรมการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเพื่อชุมชน
โดย ดร.ระวี อุปรา บริษัทเทคโนคอม
 6. อบรมการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT โรงเรียนนครวิทยาคม
โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
 7. อบรมการเรียนรู้ Hardware และ Software ในงานระบบ IoT
โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
 8. อบรมชุมชนเกษตรกรและผู้สูงอายุ
โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
 9. อบรมการใช้ระบบ Smart Farm
โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
 10. อบรมการประยุกต์ใช้งาน IoT เพื่อการเกษตร ชุมชนเกษตรกรฯ อ.เชียงของ
โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
 11. การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องแม่ข่าย (CVC-IoT Server)
โดยทีมช่างการไฟฟ้า และนักศึกษาหลักสูตร ป.ตรี
- ภาคผนวก ซ บัญชีรายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ภาคผนวก ก

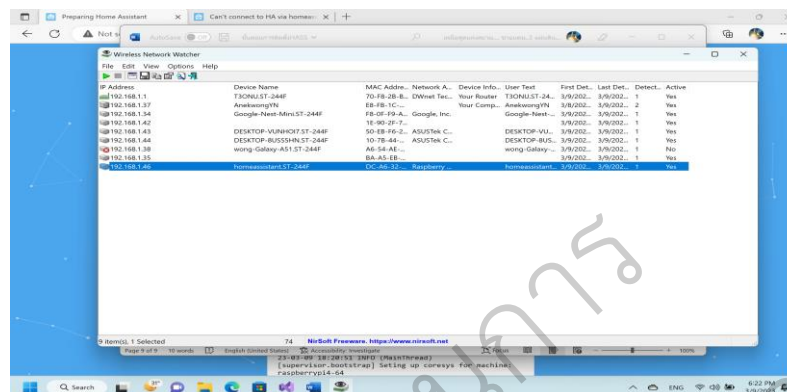
บัญชีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สังกัด
1	ผศ. นอ.อ. ดร. ธงชัย อยู่ญาติวงศ์	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
2	ผศ. ดร. ชยพล คำยอด	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
3	ผศ. ดร. มยุร ใบบัวเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
4	ดร. ระวี อุปรา	บริษัทเทคโนโลยี
5	ดร.เดือนเพ็ญ มะโนเรือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์เชียงใหม่

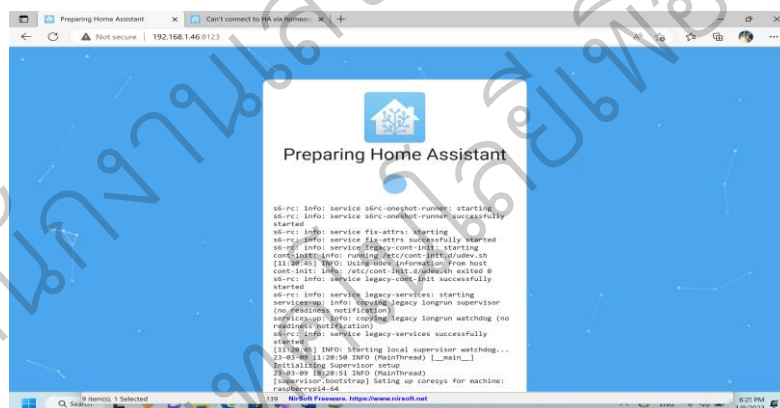
ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT

1.การตรวจสอบหมายเลข IP ภายในวงเครือข่าย Scan network

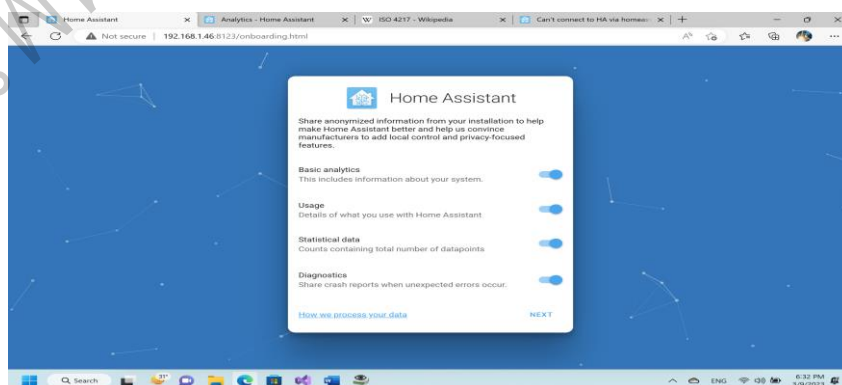


ผนวกภาพที่ 1 ภาพตรวจสอบหมายเลข IP

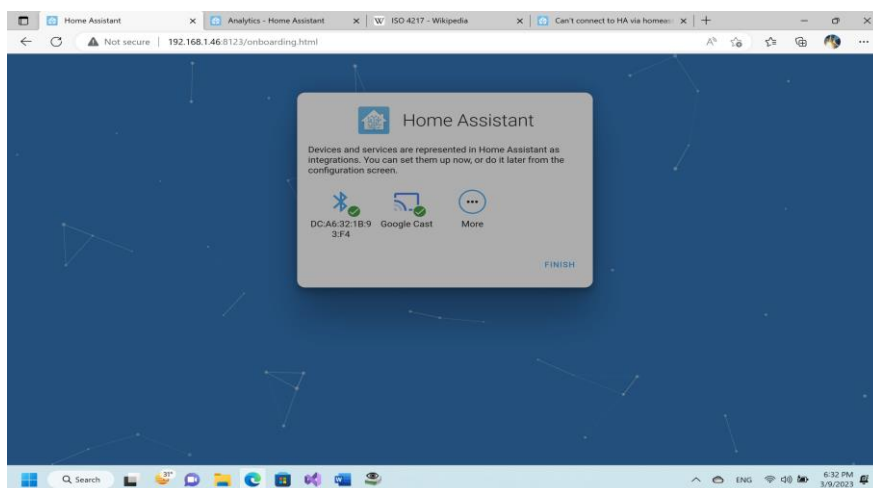


ผนวกภาพที่ 2 ภาพตรวจสอบความพร้อม HAS

→การกำหนดเงื่อนไข HAS-Configuration

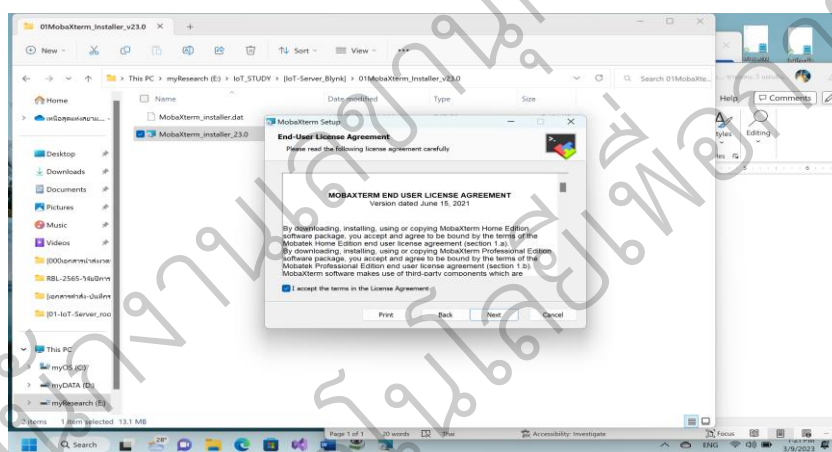


ผนวกภาพที่ 3 ภาพการกำหนดเงื่อนไข HAS

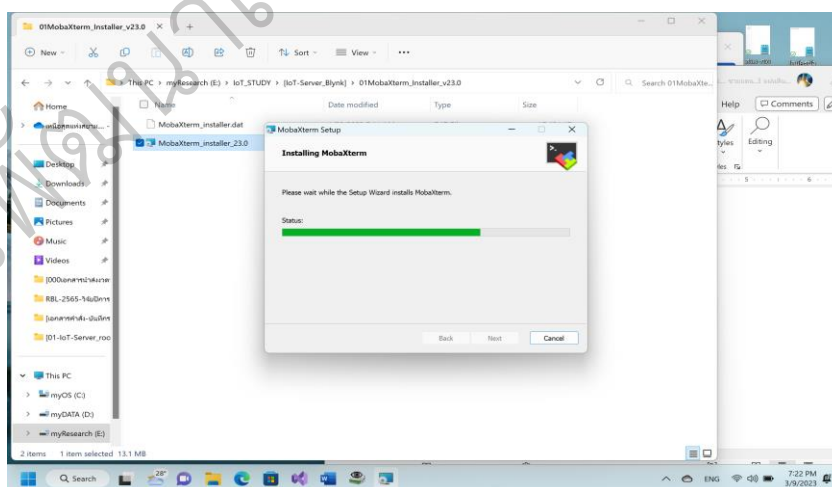


ผนวกภาพที่ 4 ภาพ แสดงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อ

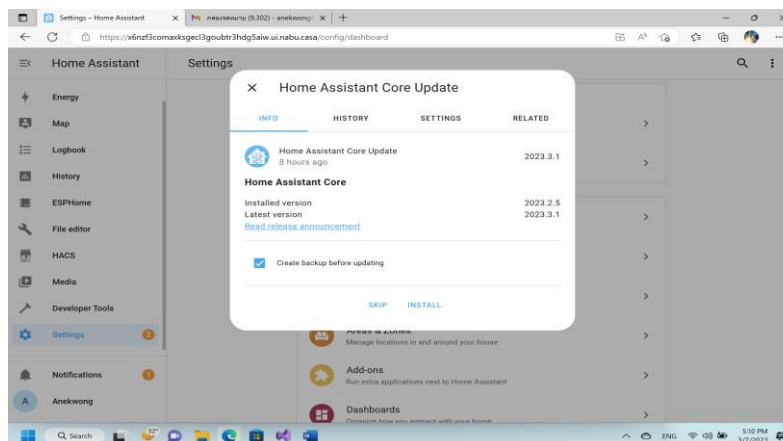
→ การติดตั้งและใช้งาน mobaXtream



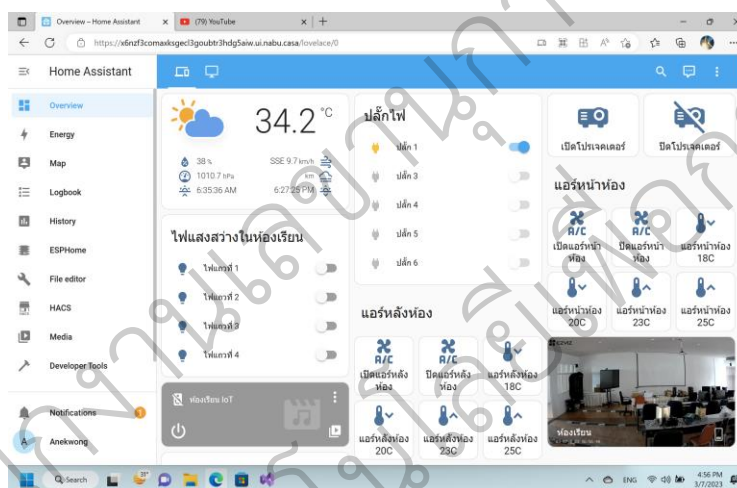
ผนวกภาพที่ 5 ภาพ การติดตั้ง mobaXtream 1



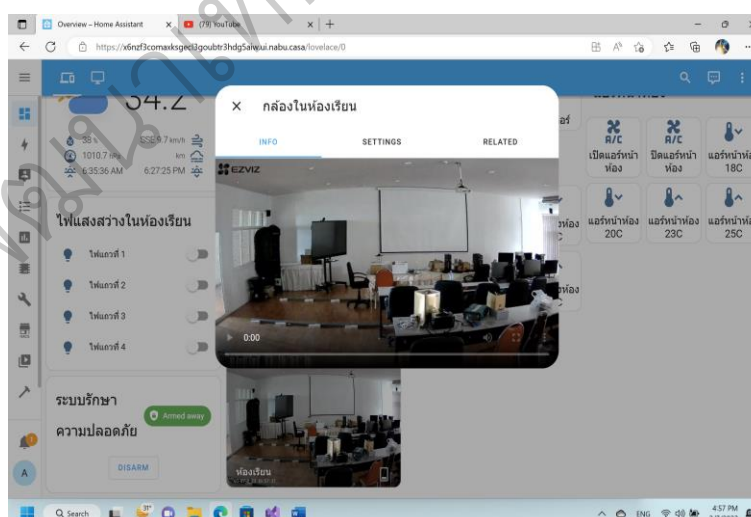
ผนวกภาพที่ 6 ภาพการติดตั้ง mobaXtream 2



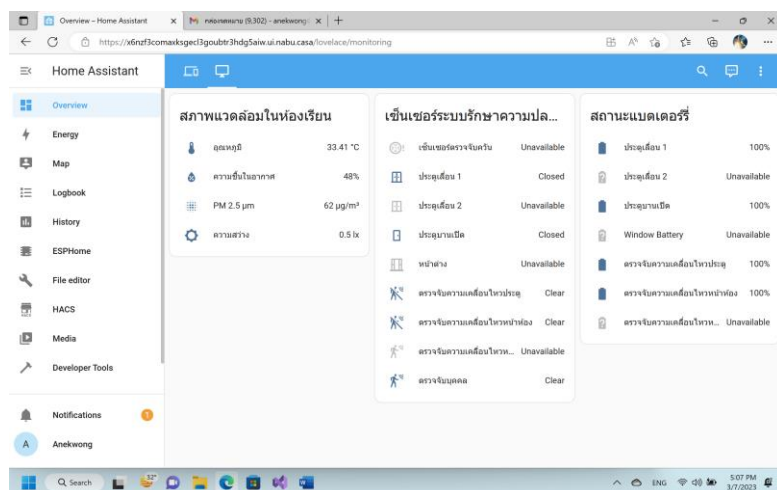
ผนวกภาพที่ 7 ภาพการใช้งาน mobaXtream เพื่อ Update



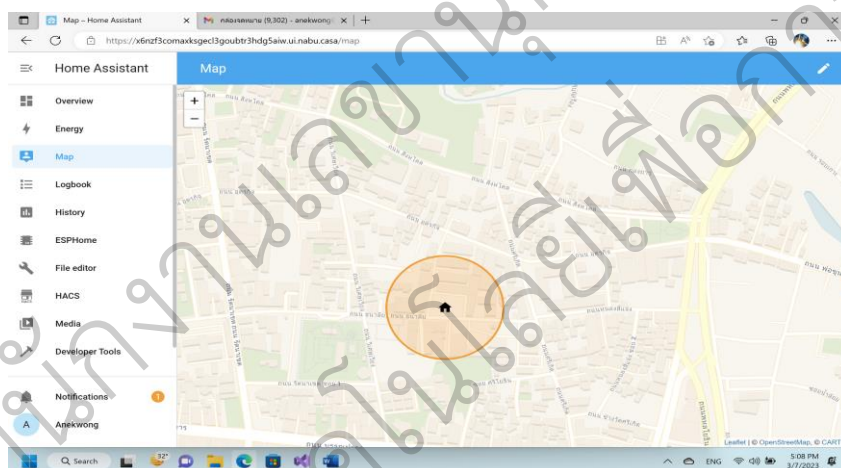
ผนวกภาพที่ 8 ภาพหน้าจอรายงานผล HAS



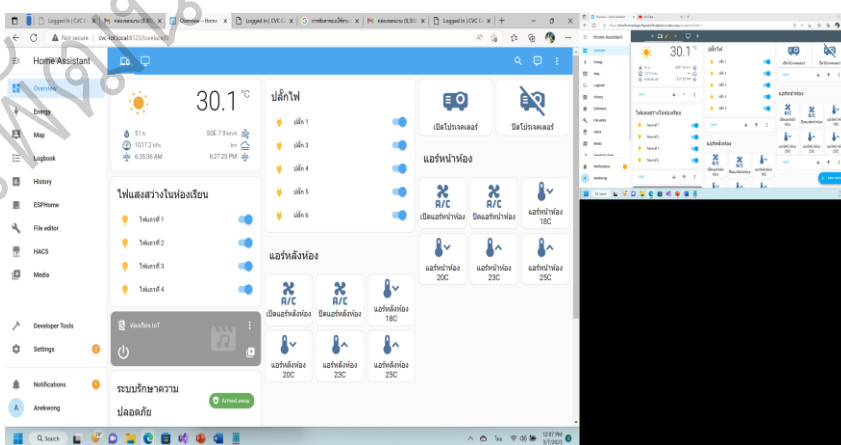
ผนวกภาพที่ 9 ภาพแสดงการรายงานผลผ่านกล้องควบคุม



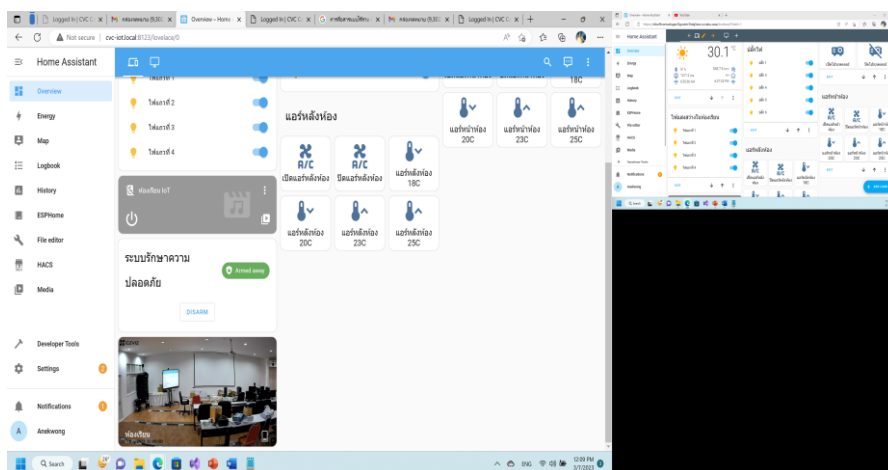
ผนวกภาพที่ 10 ภาพรายงานสถานะ



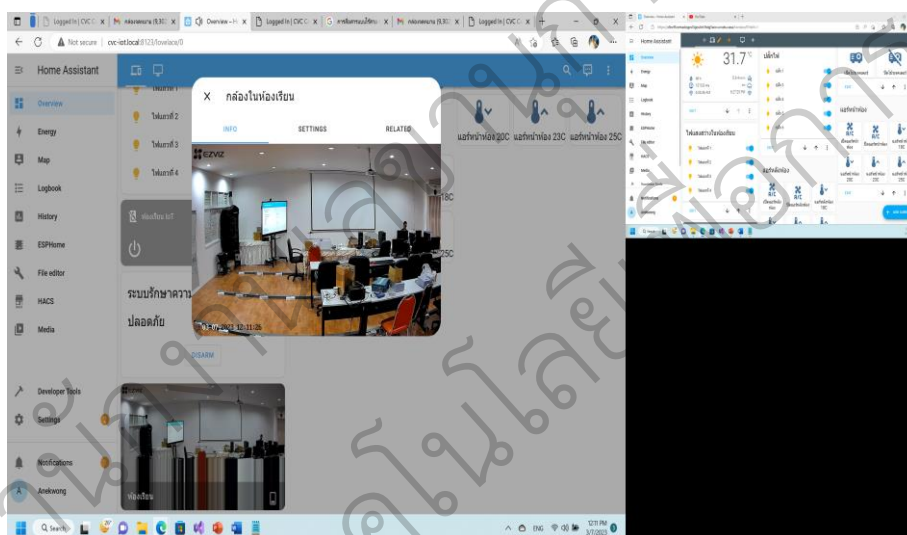
ผนวกภาพที่ 11 ภาพกำหนดตำแหน่งแม่ข่าย HAS



ผนวกภาพที่ 12 ภาพการปรับตั้งค่า HAS



ผนวกภาพที่ 13 ภาพตั้งค่าเงื่อนไข



ผนวกภาพที่ 14 ภาพปรับค่าอุปกรณ์

2. การใช้งานและประมวลผลระบบ

Link-local

<http://cvc-iot.local:8123/config/dashboard>

Online

<https://x6nzf3comaxksgecl3goubtr3hdg5aiw.ui.nabu.casa/lovelace/0>

การใช้งาน Application เบื้องต้น

การใช้งานระบบฯ ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบได้ 2 แบบ คือ เข้าผ่าน Application และ web browser

โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การเข้าผ่าน Application Home Assistant

1.1 โหลด Application Home Assistant ซึ่งมีสัญลักษณ์

1.2 เมื่อโหลดเสร็จแล้ว กดเข้าระบบ จะมีให้ใส่ User name และ Password สามารถใส่และใช้งานได้เลย

2.การเข้าผ่าน web browser

2.1 เข้า google แล้วพิมพ์ดังนี้

<https://x6nzf3comaxksgecl3goubtr3hdg5aiw.ui.nabu.casa/>

2.2 ต่อมาระบบ จะให้ใส่ User name และ Password สามารถใส่และใช้งานได้เลย

หมายเหตุ

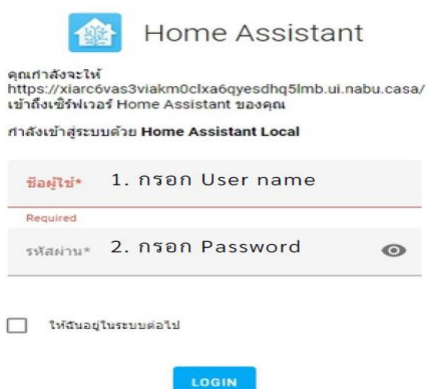
* User name และ Password ใช้ตัวเดียวกันไม่ว่าจะเข้าผ่านช่องทางไหน

** ระบบแจ้งเตือน Automation จะแจ้งเตือนเฉพาะผู้ที่โหลด Application เท่านั้น

User และสิทธิ์การเข้าถึง

User: admin Password: admin	User: student Password: student	User: user Password: user
• ดูผล และสั่งงาน • ปรับแก้ไข dash board • ตั้งค่าระบบ Automation ต่างๆ • สั่งงานได้ทั้งภายในและภายนอกวง LAN • ดูได้ว่าใครสั่งงานอุปกรณ์	• ดูผล และสั่งงาน • ปรับแก้ไข dash board • ตั้งค่าระบบ Automation ต่างๆ • สั่งงานได้เฉพาะในวง LAN • ดูได้ว่าใครสั่งงานอุปกรณ์	• ดูผล และสั่งงานได้ภายในวง LAN

ผนวกภาพที่ 15 ภาพการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งาน



Home Assistant

คุณกำลังจะไปที่
https://xiarc6vas3viakm0clxa6qyesdhq5lmb.ui.nabu.casa/
เข้าถึงเซิร์ฟเวอร์ Home Assistant ของคุณ

กำลังเข้าสู่ระบบด้วย Home Assistant Local

ชื่อผู้ใช้* 1. กรอก User name

Required

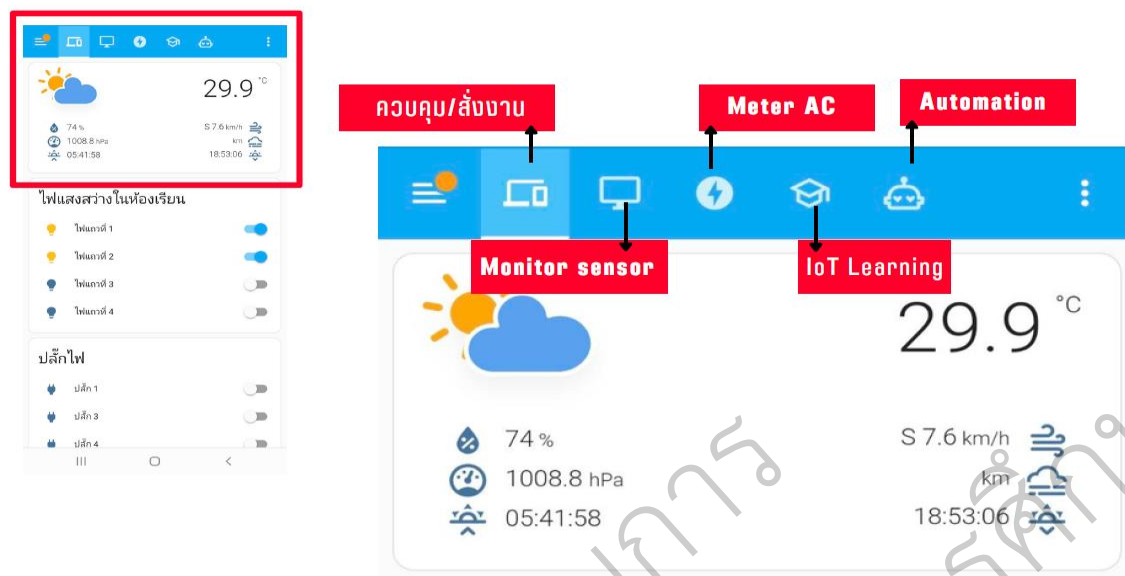
รหัสผ่าน* 2. กรอก Password

☐ โง่สั่นอยู่ในระบบต่อไป

LOGIN

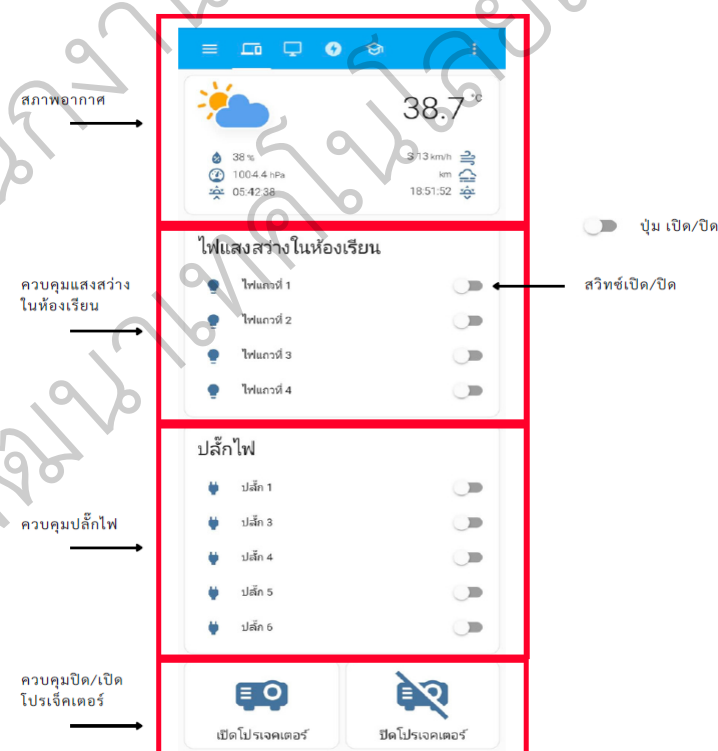
ผนวกภาพที่ 16 ภาพ Main App-Login

Application (ภาพรวม)



แผนภาพที่ 17 แสดงส่วนประกอบ HAS

ควบคุม/สั่งงาน

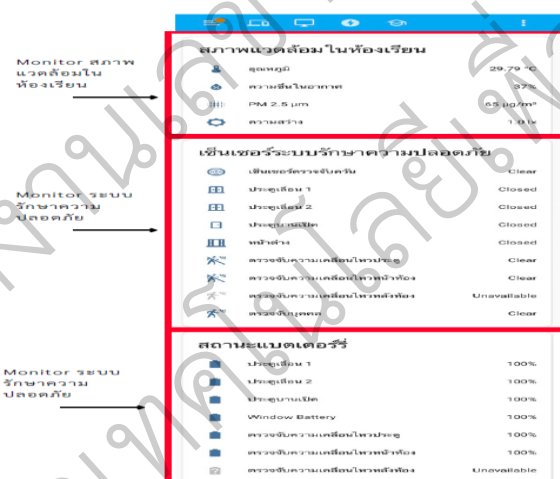


แผนภาพที่ 18 ภาพองค์ประกอบหน้าหลัก

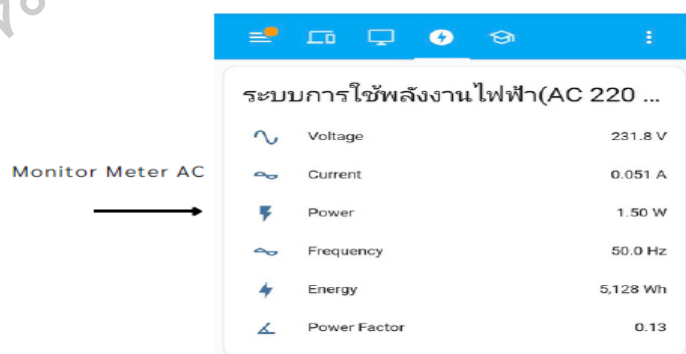


ผนวกภาพที่ 19 องค์ประกอบส่วนรายงาน

Monitor Sensor

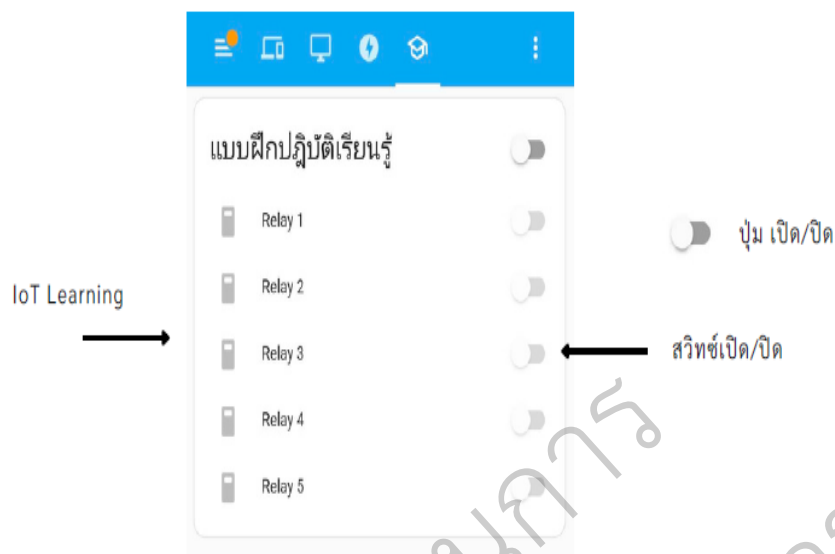


ผนวกภาพที่ 20 ภาพองค์ประกอบรายงานสถานะ



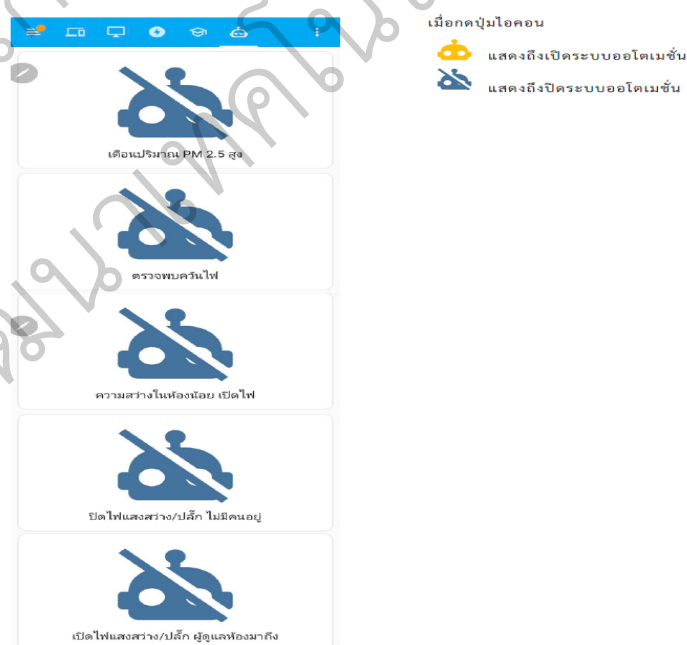
ผนวกภาพที่ 21 ภาพรายงานการใช้งำลังไฟ

รองรับการเรียนรู้โค้ดโปรแกรมร่วมกับบอร์ดการเรียนรู้IoT

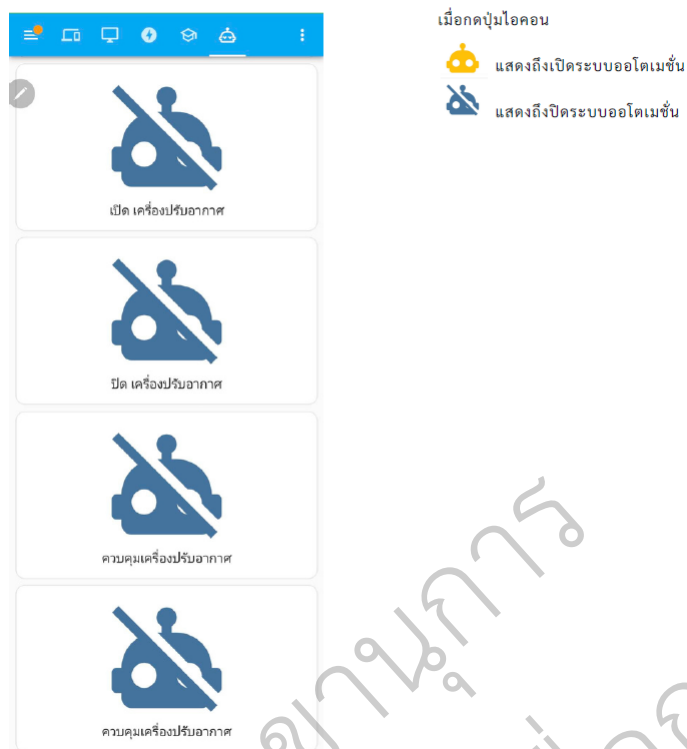


ผนวกภาพที่ 22 ภาพแสดงแบบฝึกเรียนรู้

Application (Automation)



ผนวกภาพที่ 23 ภาพ การตั้งค่า Automation#1



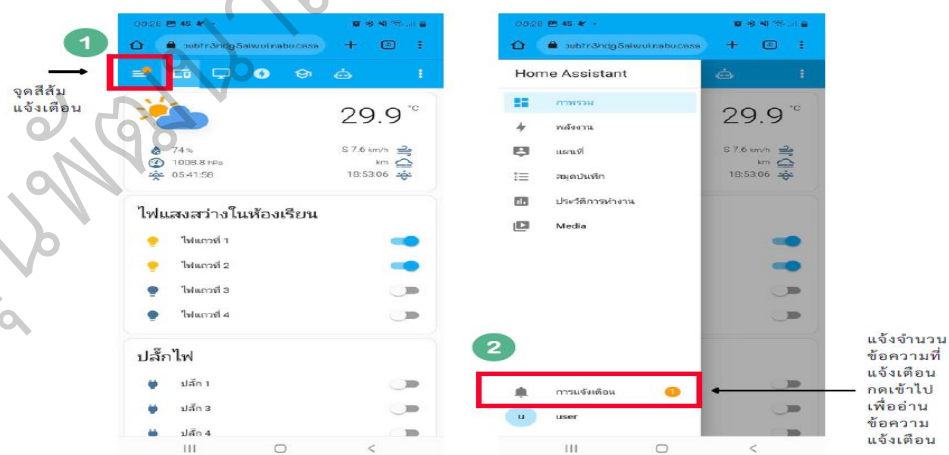
ผนวกภาพที่ 24 ภาพการตั้งค่า Automation#2

การแจ้งเตือน

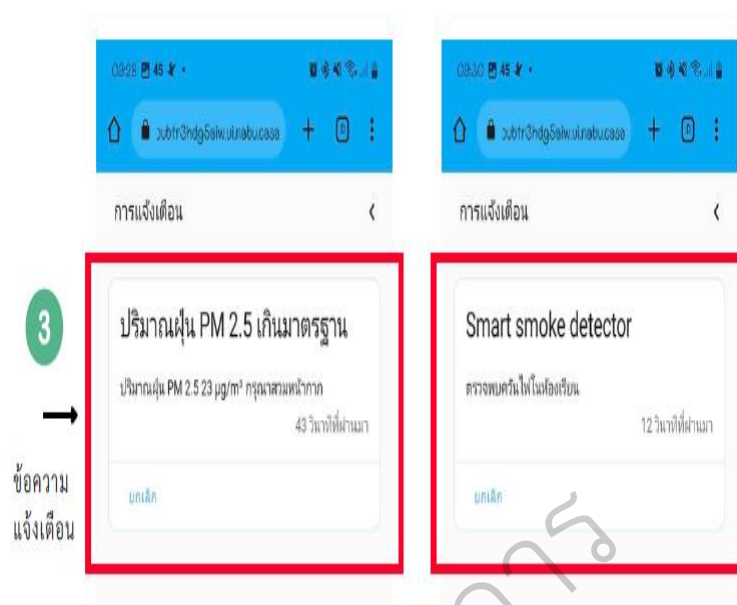
การแจ้งเตือน มี 2 รูปแบบ

รูปแบบที่ 1 กรณีที่ผู้ใช้งานเข้าใช้งานผ่าน URL:

<https://x6nzf3comaxksgecl3goubtr3hdg5aiw.ui.nabu.casa/>



ผนวกภาพที่ 25 ภาพการใช้งานผ่าน URL



ผนวกภาพที่ 26 ภาพส่วนแจ้งเตือน

รูปแบบที่2 กรณีที่ผู้ใช้งานเข้าใช้งานผ่าน Application ที่โหลดไว้ในเครื่องแล้ว ระบบจะแจ้งเตือนเป็นข้อความผ่าน Application ดังนี้

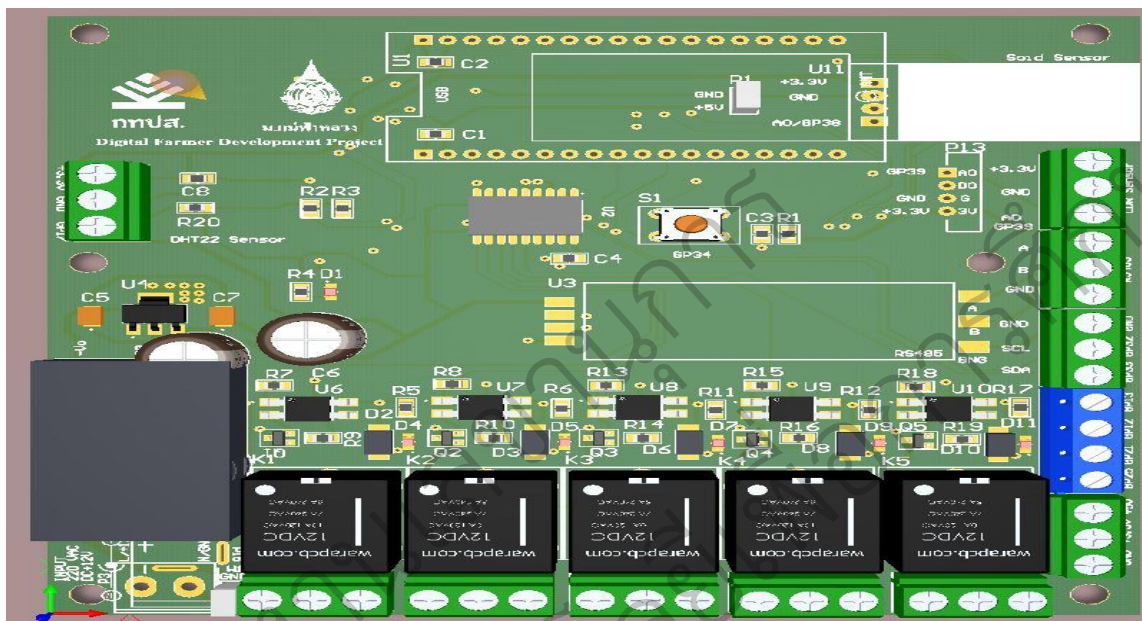


ผนวกภาพที่ 27 แสดงข้อความแจ้งเตือนผ่าน Smart Phone

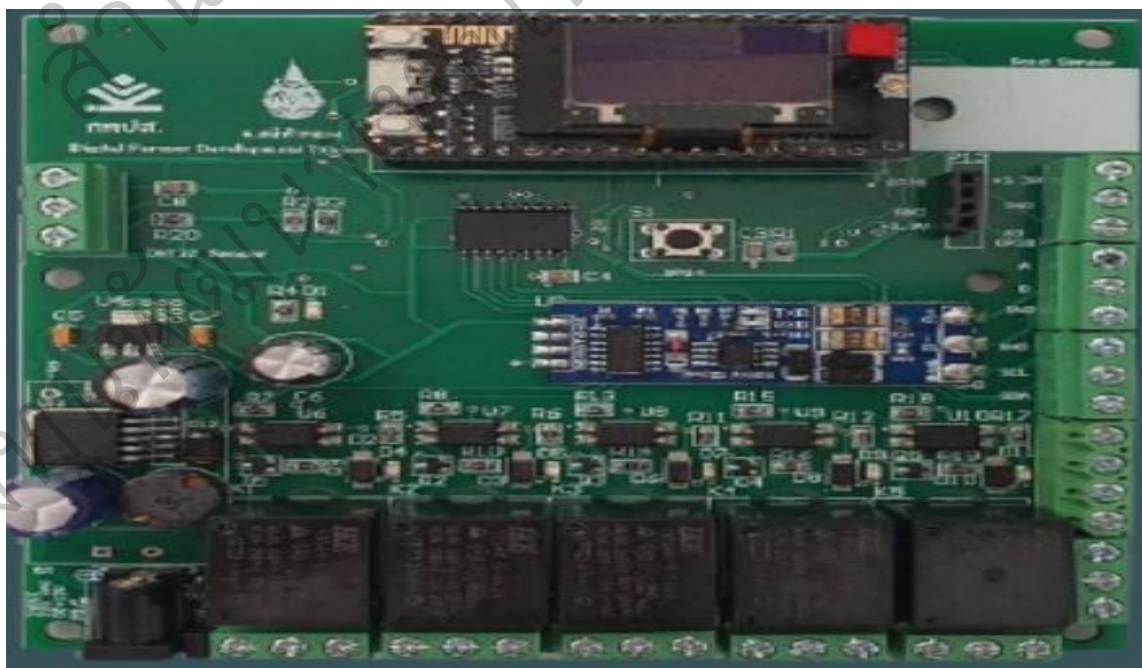
ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งาน-PCB Smart-Board

โครงสร้างและแบบวงจร Smart Control Board



ผนวกภาพที่ 28 แสดงองค์ประกอบ PCB



ผนวกภาพที่ 29 แสดง PCB-Smart Board ที่พร้อมใช้งาน

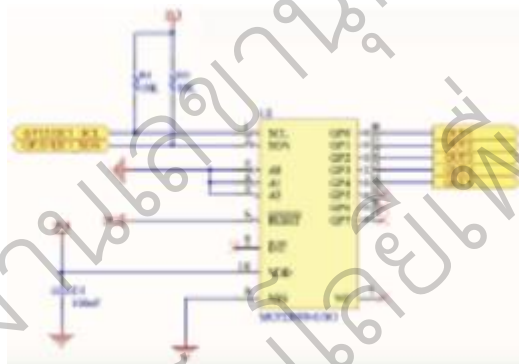
ขบวนการที่ต่อใช้งาน และการประกาศตัวแปรสำหรับเขียนโค้ด

1. Relay 5CH

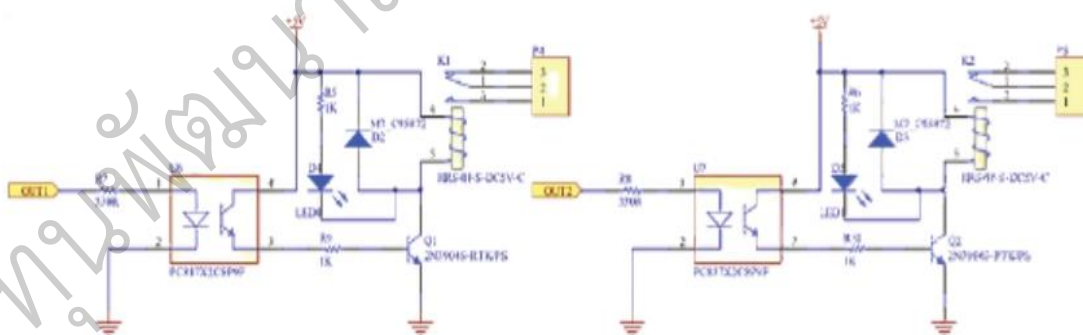
การสั่งงาน Relay ผ่าน IC ขยายพอร์ต

รูปแบบการติดต่อ I2C (GPIO32 (SCL),
GPIO33 (SDA))

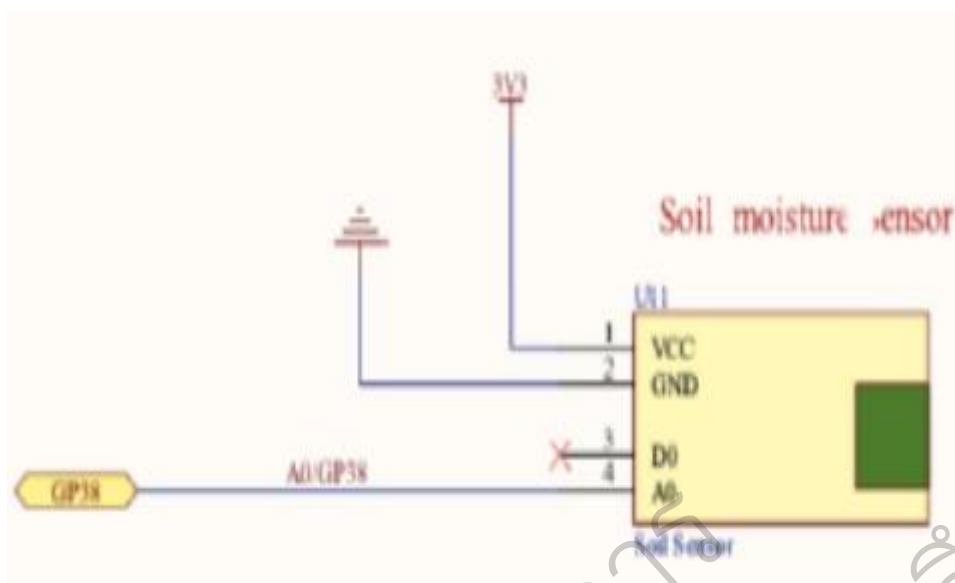
- รีเลย์ 1 mcp.pinMode0
- รีเลย์ 2 mcp.pinMode1
- รีเลย์ 3 mcp.pinMode2
- รีเลย์ 4 mcp.pinMode3
- รีเลย์ 5 mcp.pinMode4



ผนวกภาพที่ 30 แสดง IC-Relay



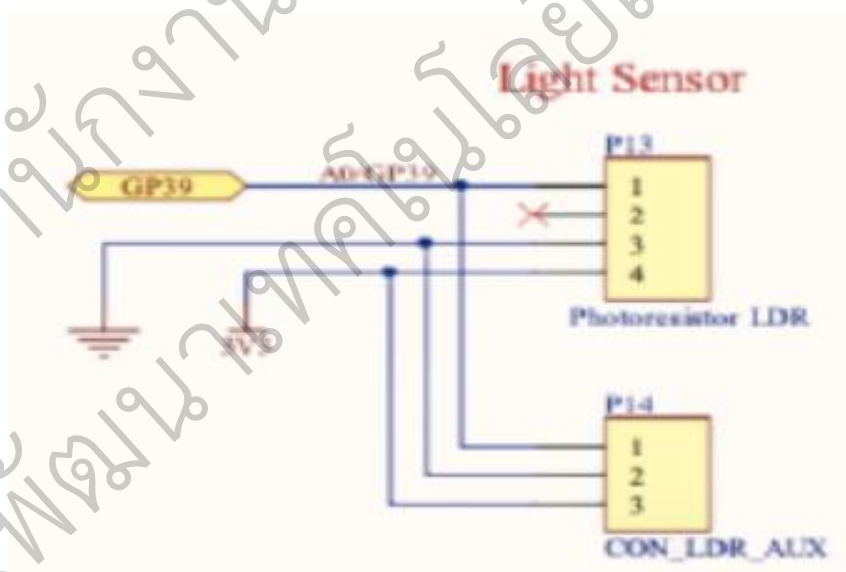
ผนวกภาพที่ 31 แสดงการต่อวงจร Relay



ผนวกภาพที่ 34 การต่อขา Soil Moisture Sensor

4. Light Sensor (LDR)

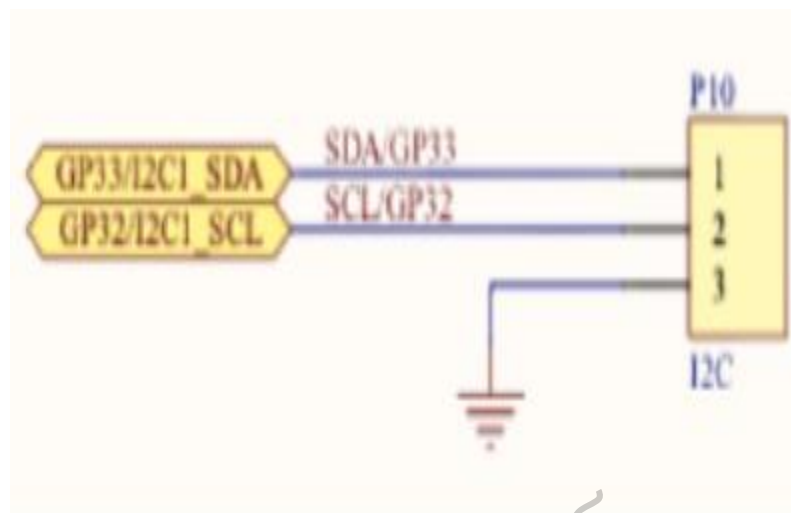
- Light Sensor (LDR) GPIO39 (analog Input)



ผนวกภาพที่ 35 การต่อ Light Sensor

5. I2C

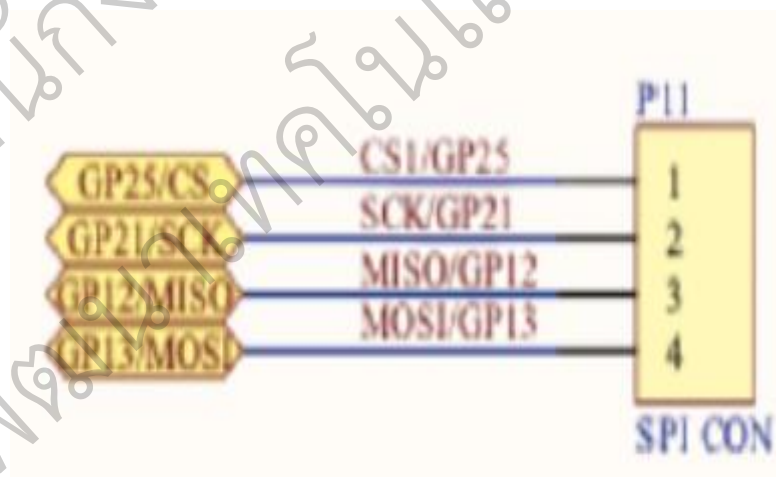
- SDA GPIO21
- SCL GPIO22
- GND



ผนวกภาพที่ 36 ขาวจร I2C

6. SPI CON

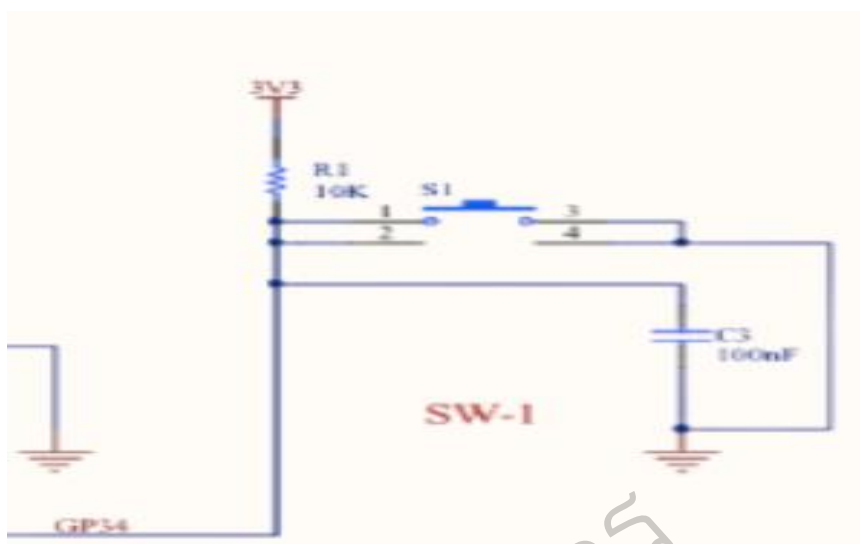
- MOSI GPIO13
- MISO GPIO12
- SCK GPIO21
- CS GPIO25



ผนวกภาพที่ 37 ขาเชื่อมต่อ SPI CON

7. switchtoggle input

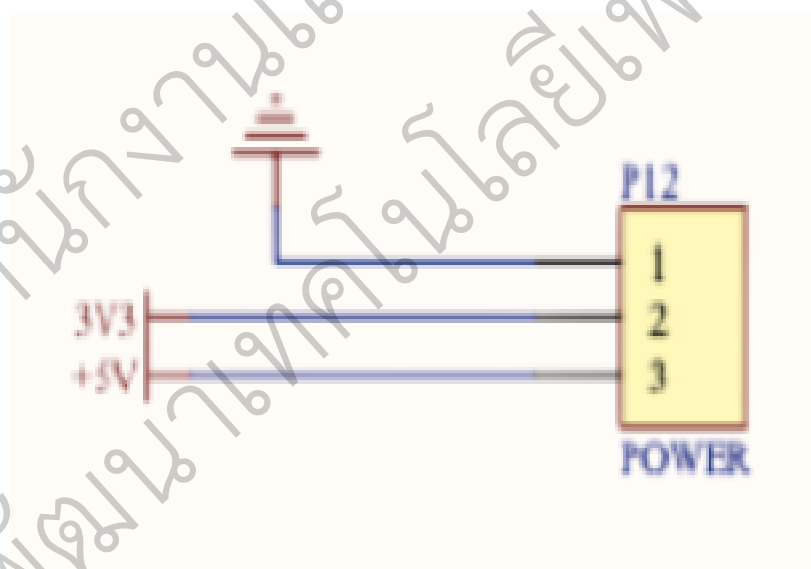
- GPIO34



ผนวกภาพที่ 38 ขา Switch

8. Power Supply

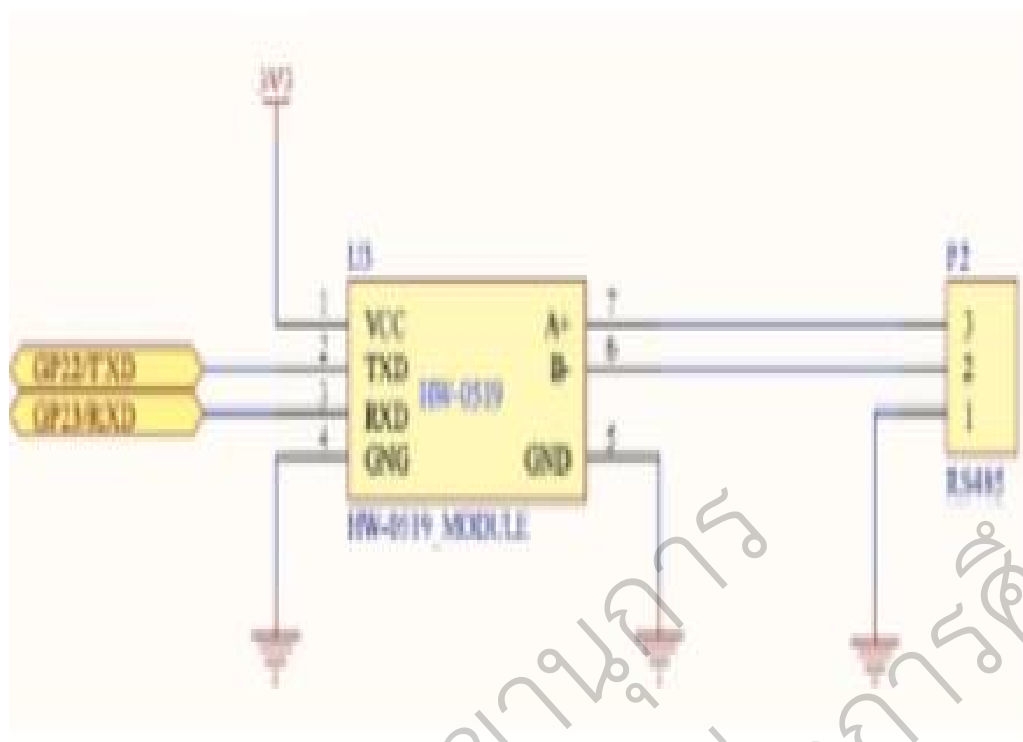
- 5V
- 3.3V



ผนวกภาพที่ 39 Power Supply

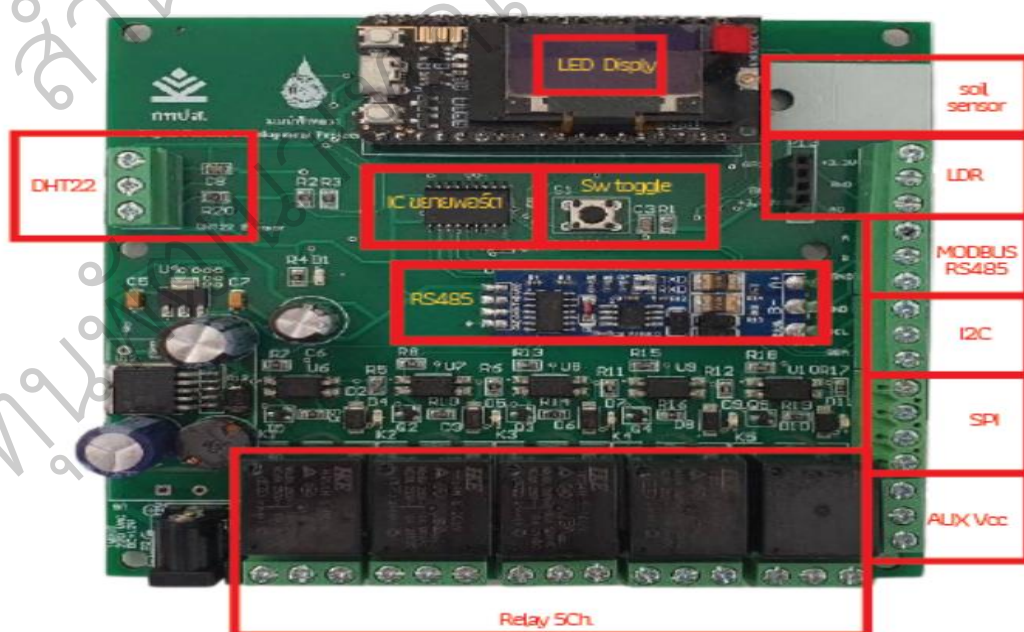
9. Modbus RS485

- TXD GPIO22
- RXD GPIO23



ผนวกภาพที่ 40 Modbus RS485

Smart Board Control Diagram



ผนวกภาพที่ 41 PCB Smart Board

1. Relay 5CH

การสั่งงาน Relay ผ่าน IC ขยายพอร์ต

รูปแบบการติดต่อ I2C (GPIO32 (SCL),

GPIO33 (SDA))

- รีเลย์ 1 mcp.pinMode0

- รีเลย์ 2 mcp.pinMode1

- รีเลย์ 3 mcp.pinMode2

- รีเลย์ 4 mcp.pinMode3

- รีเลย์ 5 mcp.pinMode4

2. DHT22 Sensor

- DHT22 Sensor GPIO17

3. Soil moisture Sensor

- Soil Sensor GPIO38 (analog Input)

4. Light Sensor (LDR)

- Light Sensor (LDR) GPIO39 (analog Input)

5. I2C

- SDA GPIO21

- SCL GPIO22

- GND

6. SPI CON

- MOSI GPIO13

- MISO GPIO12

- SCK GPIO21

- CS GPIO25

7. switch toggle input

- GPIO34

8. Power Supply

- 5V

- 3.3V

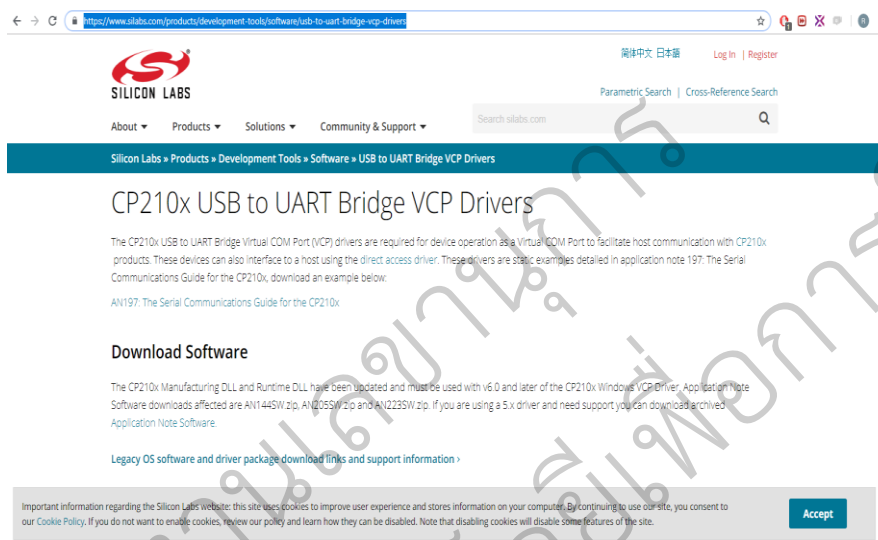
ติดตั้ง Driver CP2102

การติดตั้งESP32 เสร็จแล้ว ต่อไปเราจะต้องติดตั้ง Driver เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารและอัปโหลด Code ลงไปที่บอร์ด โดย

1. Download Driver cp2102 จากเว็บ

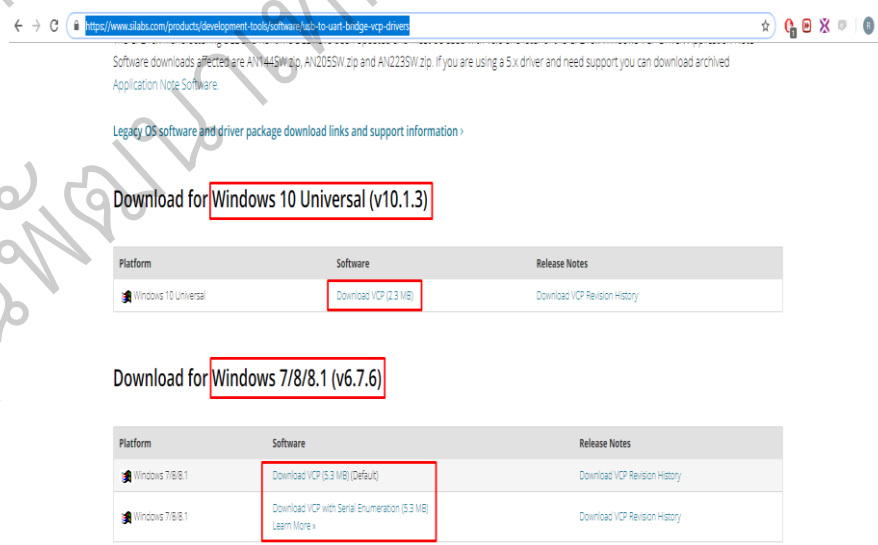
>> <https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>

เมื่อเข้าถึงค้ด้นบนแล้วจะพบกับรูปภาพดังนี้

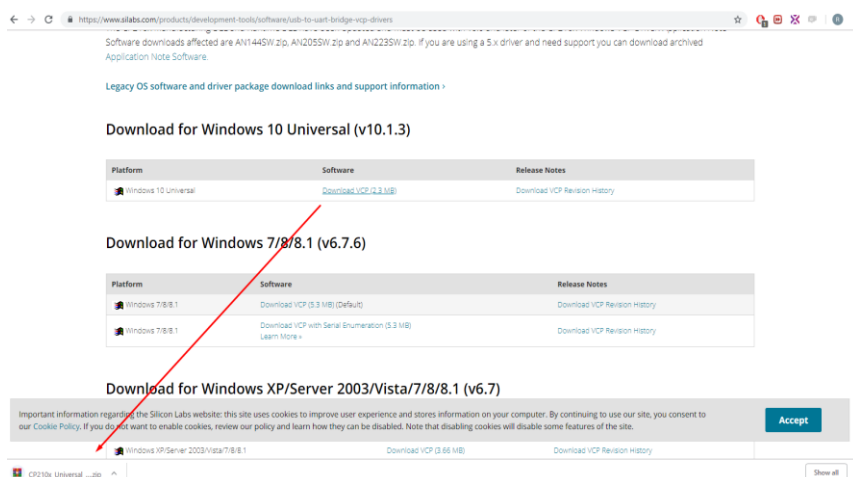


ผนวกภาพที่ 42 Link-Download

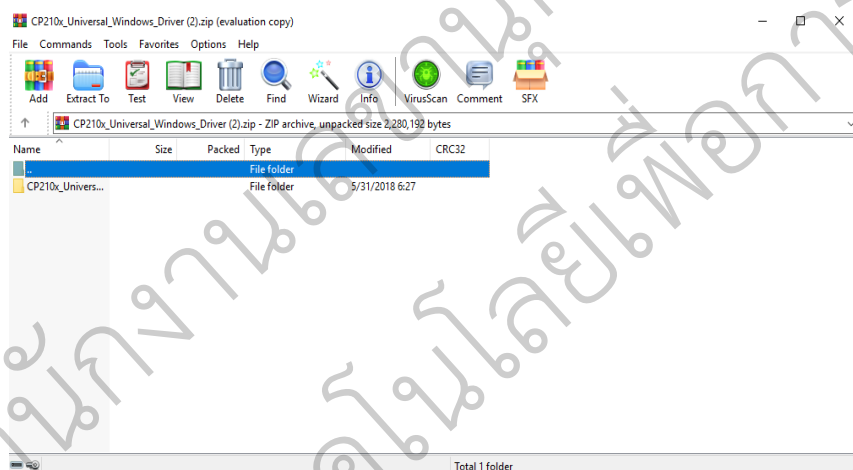
เลือก Download ตาม Windows ของ เครื่อง



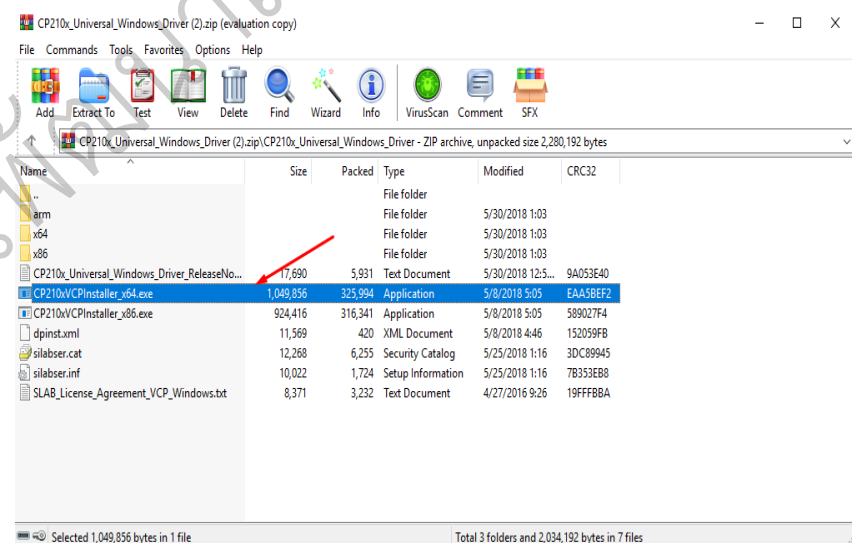
ผนวกภาพที่ 43 Link-for Windows Setup



ผนวกภาพที่ 44 File Install

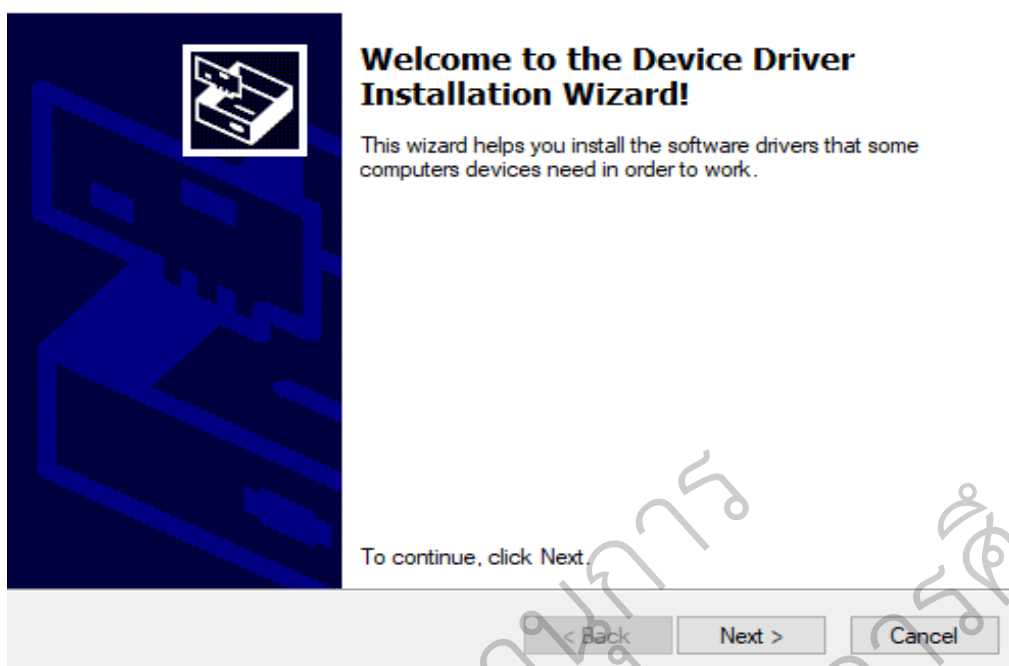


ผนวกภาพที่ 45 File Installing



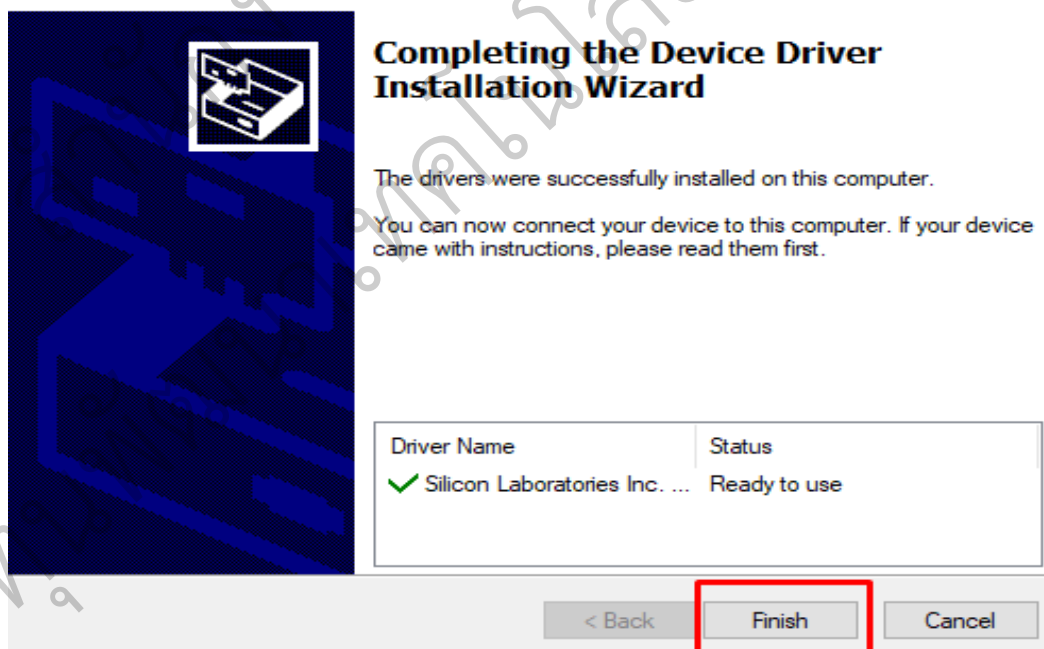
ผนวกภาพที่ 46 Master Setup File

Device Driver Installation Wizard

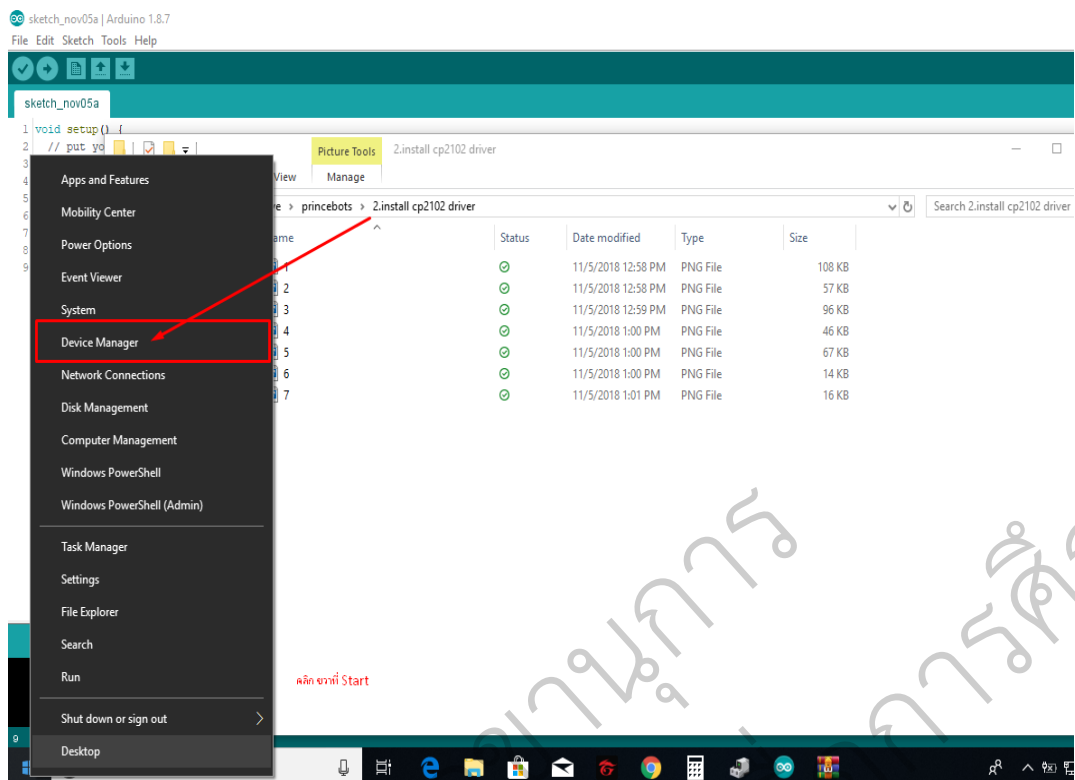


แผนภาพที่ 47 Setup Device Driver

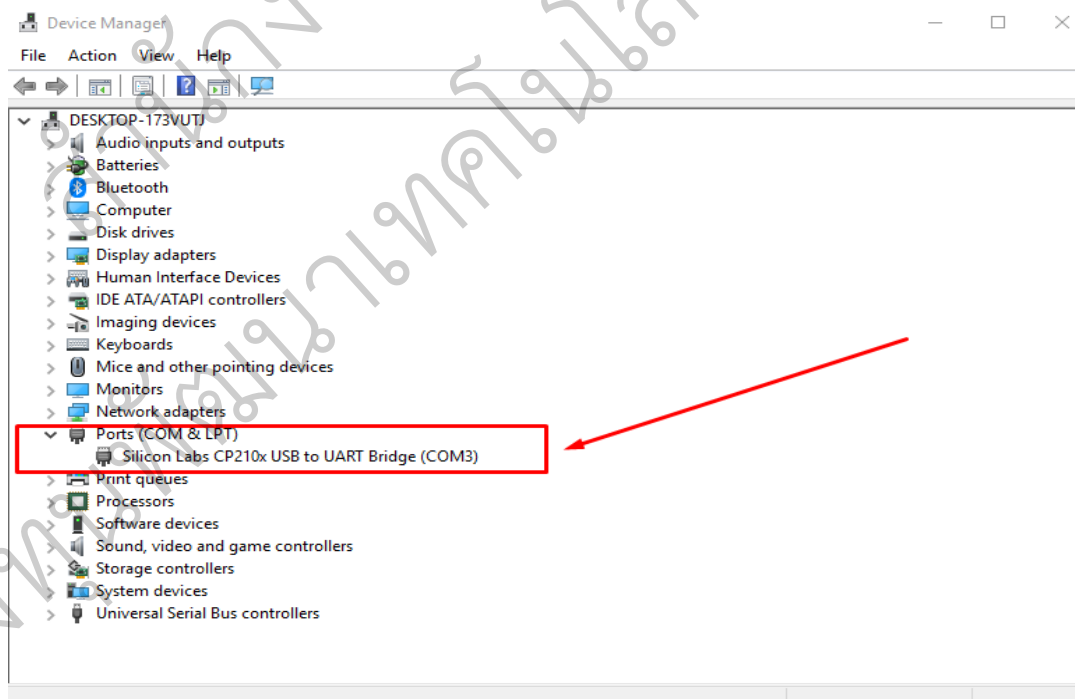
Device Driver Installation Wizard



แผนภาพที่ 48 Device Driver Setting



ผนวกภาพที่ 49 แสดงการตรวจสอบ Driver



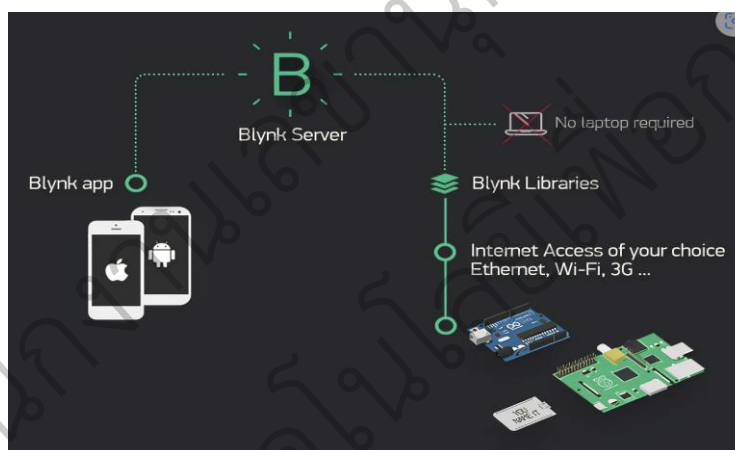
ผนวกภาพที่ 50 แสดงตำแหน่ง Port ใช้งาน

ภาคผนวก ง

คู่มือการติดตั้งใช้งาน Private-Cloud_Blynk Server

การติดตั้งและใช้งาน Private Cloud—Blynk Server

Blynk Platform เป็น Open Source แพลตฟอร์มอย่างหนึ่ง ซึ่งออกแบบมาสำหรับงาน IoT ที่จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เชื่อมต่อเข้ากับระบบผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยง่าย สามารถควบคุมการทำงาน อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์จากระยะไกลผ่าน Application บน Smartphone ในส่วนของค่าบริการหากใช้งาน Blynk Server จะสามารถใช้งานฟรีสำหรับอุปกรณ์ Prototype และมีค่าบริการสำหรับเชิงธุรกิจ (ดูเพิ่มเติมได้ที่ link) แต่ข้อดีของ Blynk Platform คือทางผู้ผลิตแจก Source Code สำหรับตั้ง Blynk Server ด้วยตนเองได้ด้วยดั่งนั้นถ้าใช้วิธีนี้ “*ฟรีค่าบริการ”



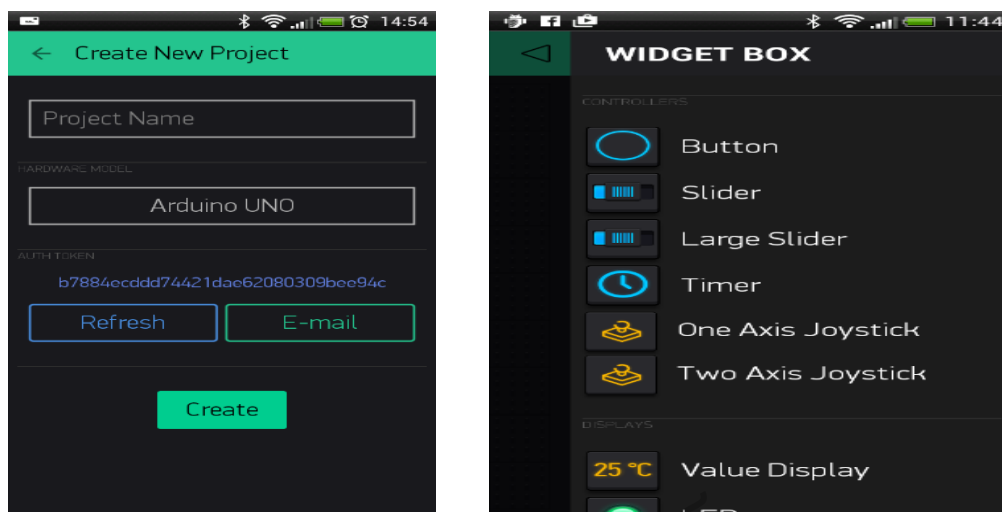
ผนวกภาพที่ 51 ภาพ Blynk Platform

1. องค์ประกอบของ Blynk Platform

Blynk มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน ดังรูป ภาพแสดงการทำงานของ Blynk Platform

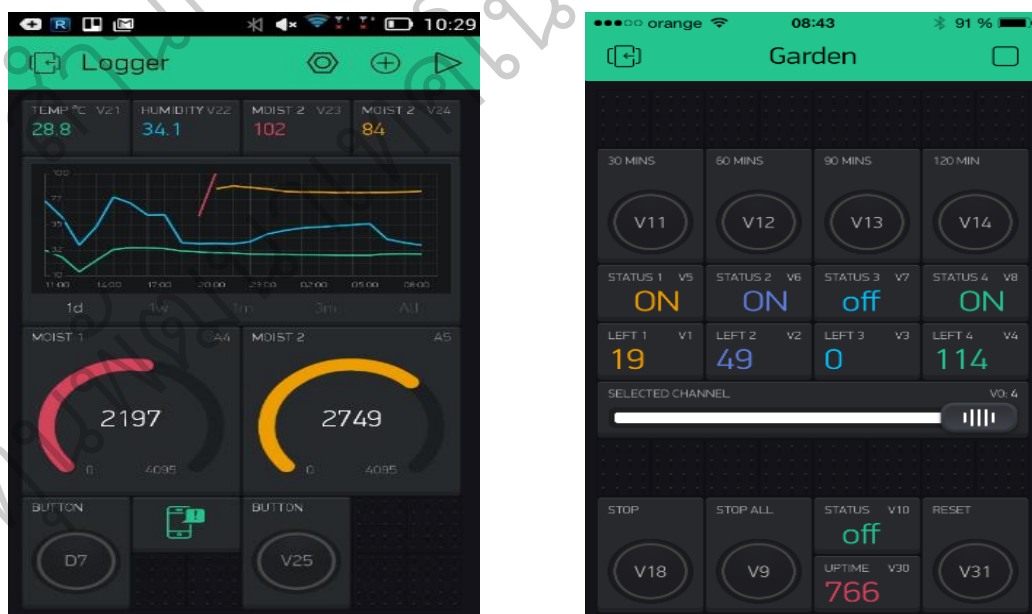
ประกอบด้วย

- Blynk app คือ แอปพลิเคชันใน Smartphone ที่มี widgets ต่างๆ สำหรับการแสดงผลและการควบคุมอุปกรณ์
- Blynk Server คือ ตัวกลางในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมด สามารถใช้ Blynk Cloud ของทาง Blynk platform หรือ ตั้ง Server เองผ่าน Single Board computer เช่น Raspberry Pi หรือบอร์ดอื่นๆ ได้
- Blynk Libraries คือ ชุด Libraries สำหรับพัฒนาโปรแกรมใน platform ของอุปกรณ์ต่างๆ



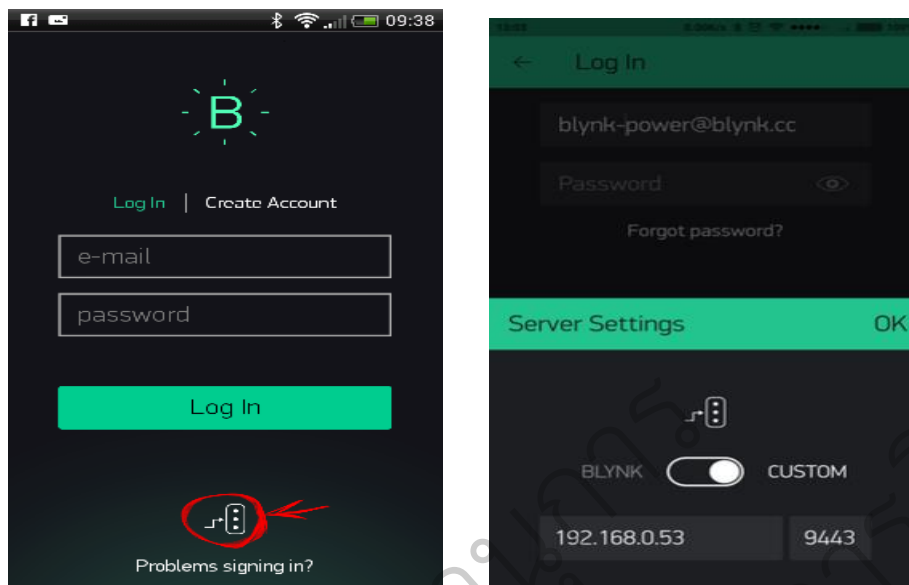
ผนวกภาพที่ 52 การตั้งค่า Blynk Legacy

Blynk Energy คือ Energy สำหรับแลกเปลี่ยนกับ Widget Box ต่างๆ สำหรับส่วนแสดงผล ตัวอย่างเช่น ปุ่มกด, ปุ่มสไลด์, จอยสติ๊ก, กราฟ, แผนที่ เป็นต้น ซึ่งหากใช้งาน Blynk Server ของผู้ผลิตเมื่อสมัครใช้งานแล้วจะมี Energy ให้ทดลองใช้งานฟรี 2000 สำหรับแลกเปลี่ยนกับ Widget Box ต่างๆ ดังรูป ภาพแสดง Energy แต่ถ้าไม่พอสามารถเสียเงินเพื่อซื้อเพิ่มได้ดังรูป ภาพแสดง Energy Store



ผนวกภาพที่ 53 ภาพ Blynk Energy

การตั้งค่าเพื่อเรียกใช้งานผ่าน Mobile App
ให้เลือกดำเนินการในส่วนของ custom server



ผนวกภาพที่ 54 ภาพการในส่วนของ custom server

ปรับโครงสร้างคำสั่งตามเงื่อนไขกำหนด ดังนี้

```
Blynk.begin(auth);
```

to

```
Blynk.begin(auth, "your_host", 8080);
```

or to

```
Blynk.begin(auth, IPAddress(xxx,xxx,xxx,xxx), 8080);
```

เปลี่ยนค่า WIFI sketch from

```
Blynk.begin(auth, SSID, pass);
```

to

```
Blynk.begin(auth, SSID, pass, "your_host", 8080);
```

or to

```
Blynk.begin(auth, SSID, pass, IPAddress(XXX,XXX,XXX,XXX), 8080);
```

เปลี่ยนค่าเงื่อนไข rasp PI javascript from

```
var blynk = new Blynk.Blynk(AUTH, options = {connector : new Blynk.TcpClient()});
```

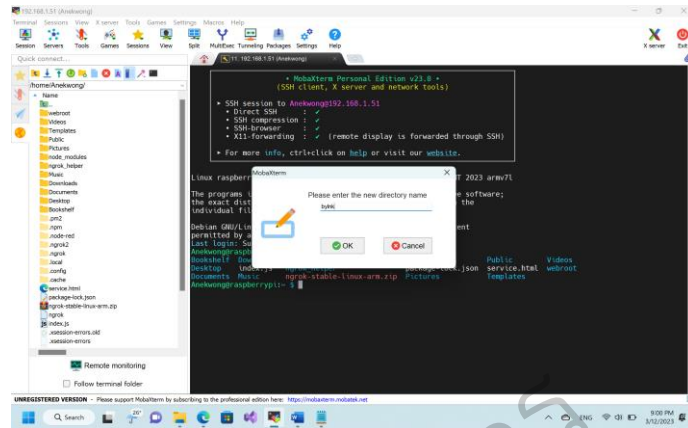
to

```
var blynk = new Blynk.Blynk(AUTH, options= {addr:"xxx.xxx.xxx.xxx", port:8080});
```

เชื่อมต่อ USB และใช้คำสั่ง blynk-ser.sh เพื่ออ้างอิง local server

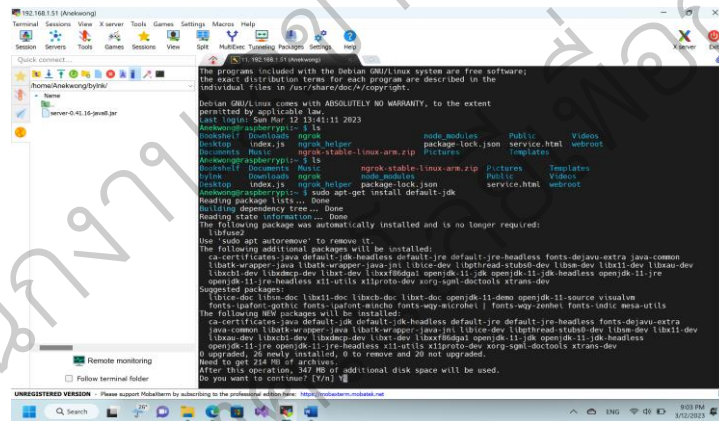
```
./blynk-ser.sh -s you_host_or_IP
```

2. เครื่องแม่ข่ายบริการ CVC-IoT Blynk Server

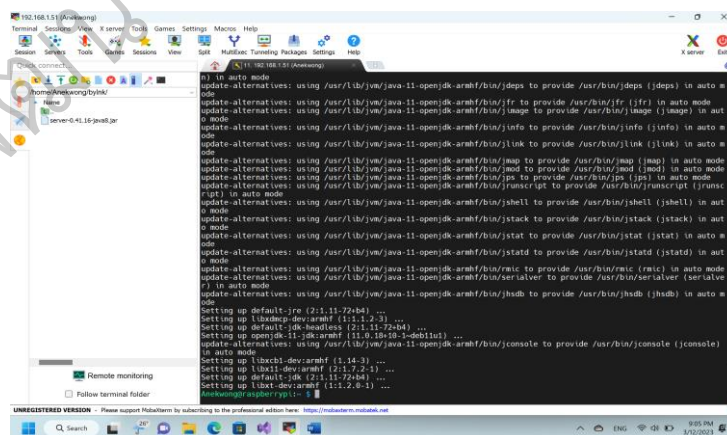


ผนวกภาพที่ 55 ภาพการเชื่อมต่อ Blynk Server

Java Install

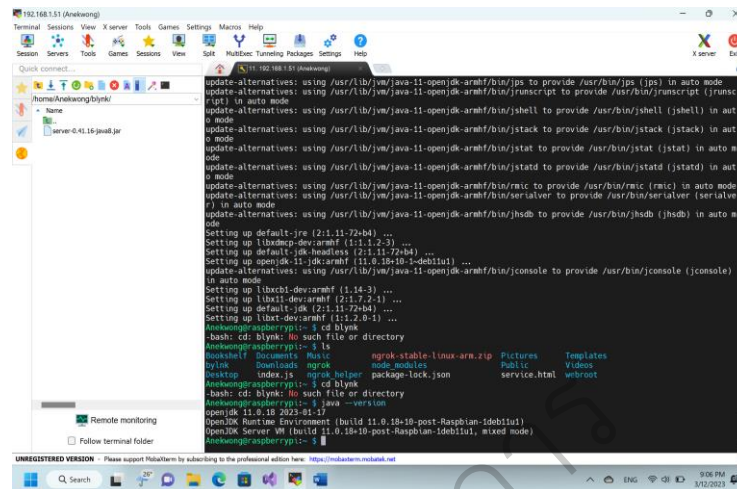


ผนวกภาพที่ 56 ภาพจัดเตรียมค่าประกอบ



ผนวกภาพที่ 57 ภาพติดตั้งค่าประกอบ Java

→ java -version



ผนวกภาพที่ 58 ภาพตรวจสอบ Java Version

แสดงการเรียกใช้งานผ่านระบบ Local Network

Anekwong@raspberrypi:~/blynk \$ java -jar server-0.41.16-java8.jar -dataFolder /home/Anekwong/blynk

Blynk Server successfully started.

All server output is stored in folder '/home/Anekwong/blynk/logs' file.

Admin password not specified. Random password generated.

Your Admin url is https://127.0.1.1:9443/admin

Your Admin login email is admin@blynk.cc

Your Admin password is muOb6fYjILLYg84VtXFRzEtM

Anekwong@raspberrypi:~/blynk \$ java -jar server-0.41.16-java8.jar -dataFolder /home/Anekwong/blynk

-แสดงค่าเงื่อนไขการประมวลผลระบบ

Blynk Server successfully started.

All server output is stored in folder '/home/Anekwong/blynk/logs' file.

Admin password not specified. Random password generated.

Your Admin url is https://127.0.1.1:9443/admin

Your Admin login email is admin@blynk.cc

Your Admin password is muOb6fYjILLYg84Vtxxyyy

→ กำหนดค่าคุณสมบัติไฟล์ mail.properties

mail.smtp.auth=true

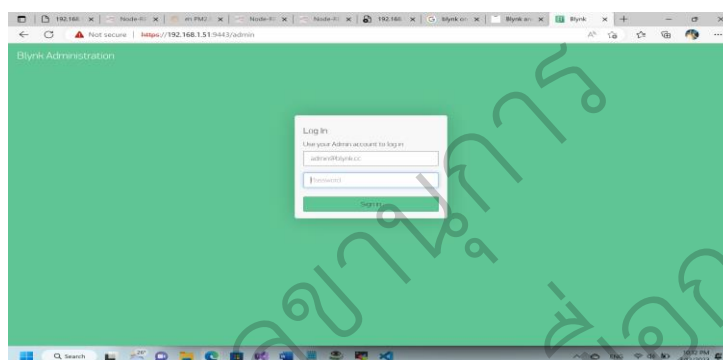
mail.smtp.starttls.enable=true

mail.smtp.host=smtp.gmail.com

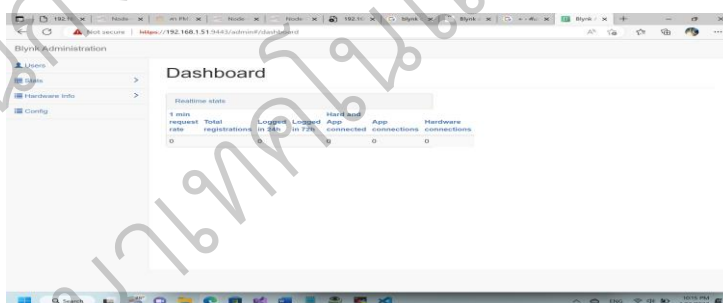
mail.smtp.port=587

mail.smtp.username=xxxxxxx

mail.smtp.password=xxxxxxx



ผนวกภาพที่ 59 ภาพ Blynk Admin

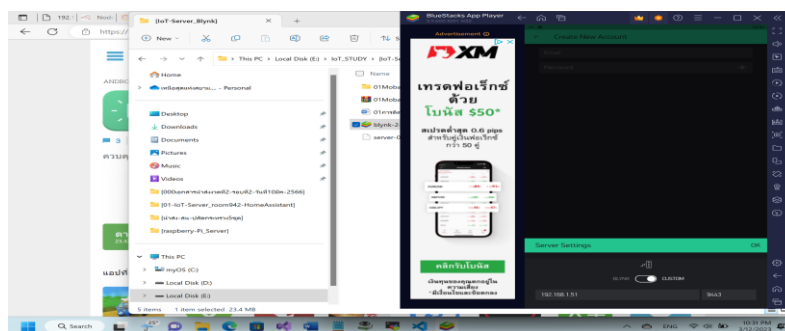


ผนวกภาพที่ 60 ภาพ Blynk Dashboard

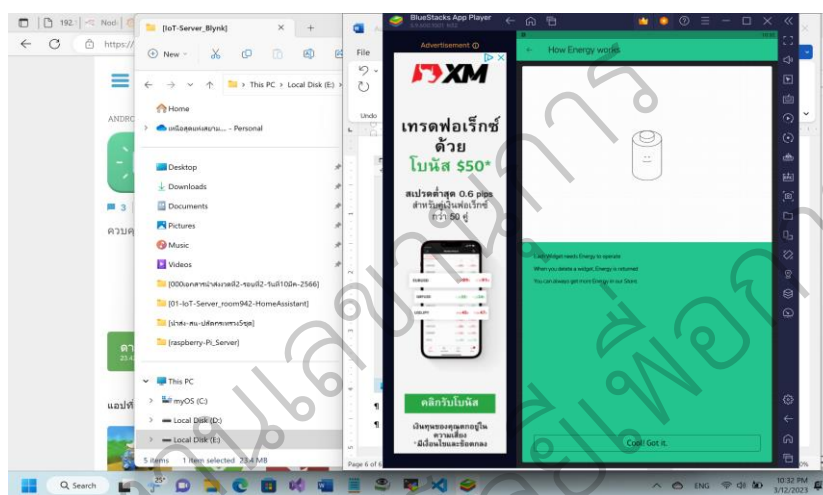
→ การตั้งค่าเพื่อให้เครื่องแม่ข่ายประมวลผล auto run blynk

```
pm2 start "java -jar server-0.41.16-java8.jar -dataFolder /home/Anekwong/blynk"
```

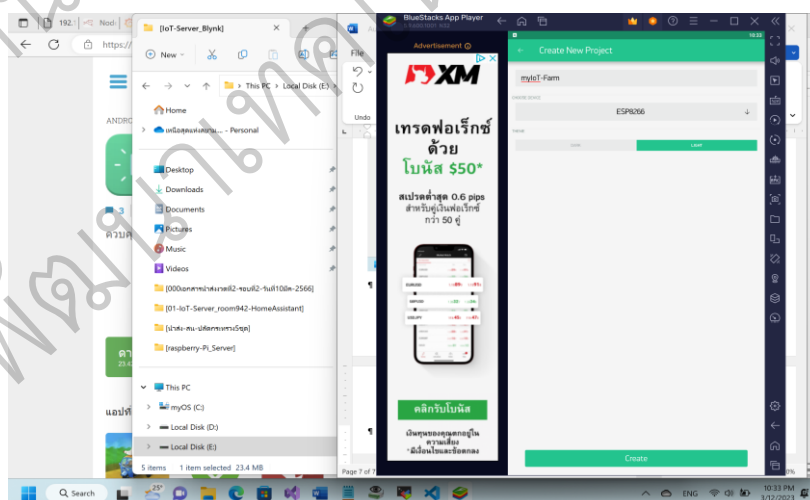
```
sudo env PATH=$PATH:/usr/bin:/usr/lib/node_modules/pm2/bin/pm2 startup java -  
jar blynk-server.jar -dataFolder /home/anekwong/blynk -u anekwong --hp  
/home/anekwong
```



ผนวกภาพที่ 61 ภาพ Blynk Auto-run



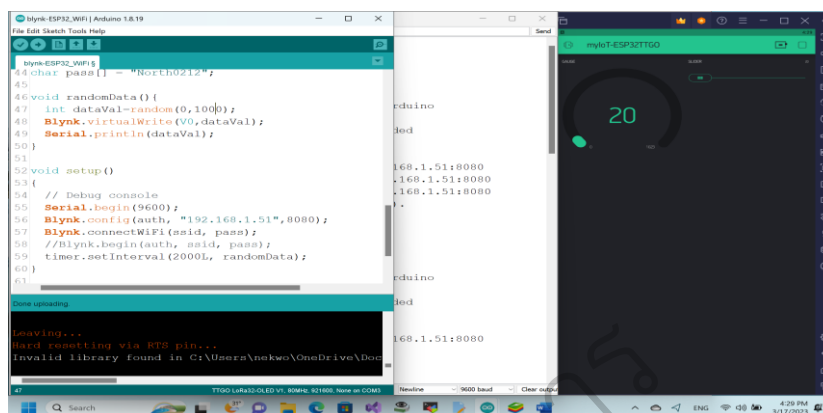
ผนวกภาพที่ 62 ภาพ Blynk Energy



ผนวกภาพที่ 63 ภาพ Blynk Account

2.3. การสั่งงานและประมวลผลผ่าน MCU

-แสดงตัวอย่างการโปรแกรมเพื่อสั่งงานผ่านระบบ Cloud Blynk-sketch01



ผนวกภาพที่ 67 ภาพ Sketch and Blynk App.

→code

/******

Blynk is a platform with iOS and Android apps to control Arduino, Raspberry Pi and the likes over the Internet. You can easily build graphic interfaces for all your projects by simply dragging and dropping widgets.

Downloads, docs, tutorials: <http://www.blynk.cc>

Sketch generator: <http://examples.blynk.cc>

Blynk community: <http://community.blynk.cc>

Follow us: <http://www.fb.com/blynkapp>

http://twitter.com/blynk_app

Blynk library is licensed under MIT license

This example code is in public domain.

This example runs directly on ESP32 chip.

Note: This requires ESP32 support package:

<https://github.com/espressif/arduino-esp32>

Please be sure to select the right ESP32 module
in the Tools -> Board menu!

Change WiFi ssid, pass, and Blynk auth token to run :)
Feel free to apply it to any other example. It's simple!

*****/

/* Comment this out to disable prints and save space */

#define BLYNK_PRINT Serial

#include <WiFi.h>

#include <WiFiClient.h>

#include <BlynkSimpleEsp32.h>

BlynkTimer timer;

char auth[] = "-Cobw68LOGVhc6-131BWKla-TLDgblnG";

char ssid[] = "iEmbedded";

char pass[] = "North0212";

void randomData(){

int dataVal=random(0,1000);

Blynk.virtualWrite(V0,dataVal);

Serial.println(dataVal);

}

void setup()

{

// Debug console

Serial.begin(9600);

Blynk.config(auth, "192.168.1.51",8080);

Blynk.connectWiFi(ssid, pass);

//Blynk.begin(auth, ssid, pass);

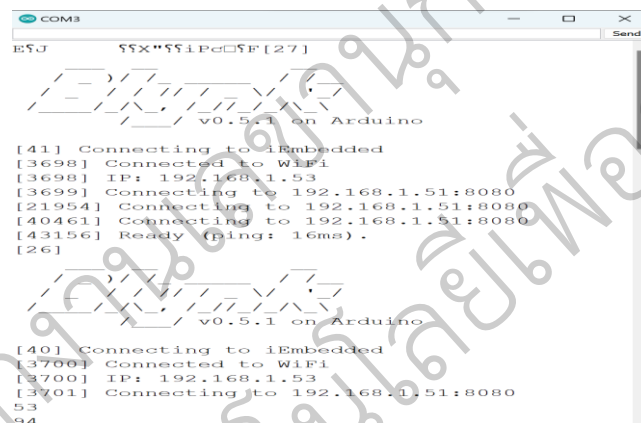
```

    timer.setInterval(2000L, randomData);
}

void loop()
{
    Blynk.run();
    timer.run();
}

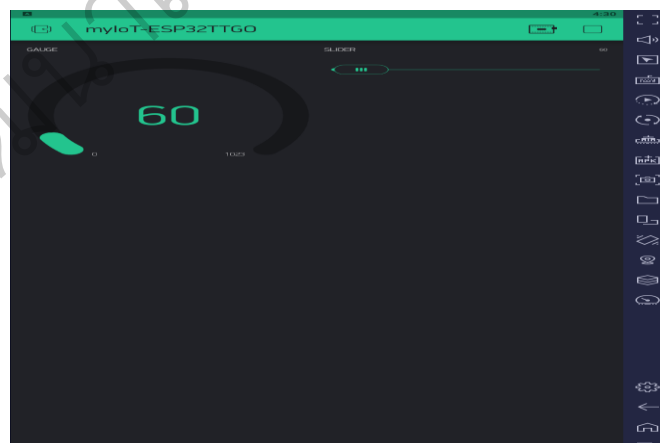
```

→ serial monitor

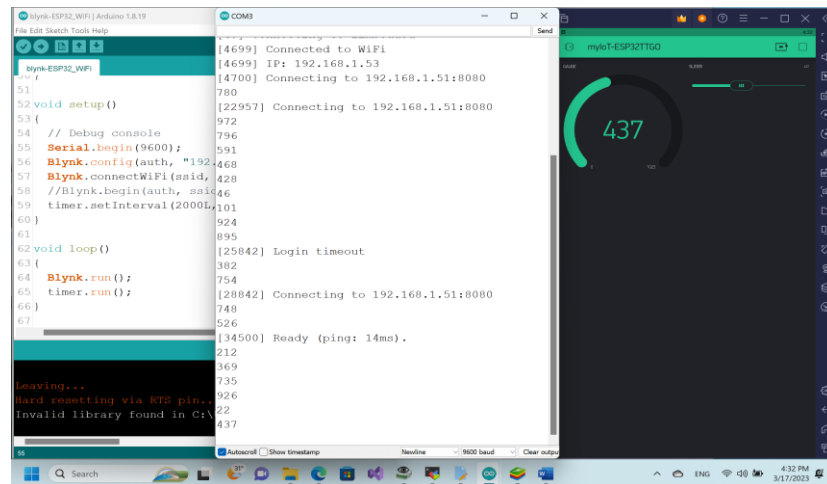


ผนวกภาพที่ 68 ภาพ serial monitor

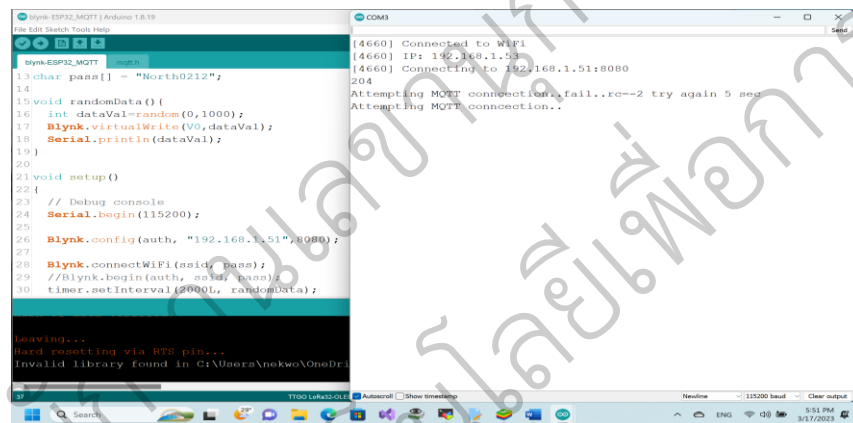
→ Blynk App



ผนวกภาพที่ 69 ภาพ Blynk App-Processing



ผนวกภาพที่ 70 ภาพ Blynk App-Widget

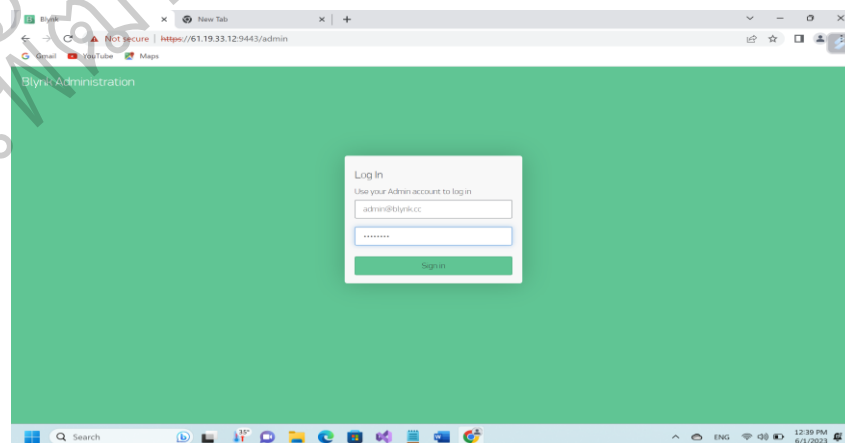


ผนวกภาพที่ 71 ภาพ Sketch-Monitor

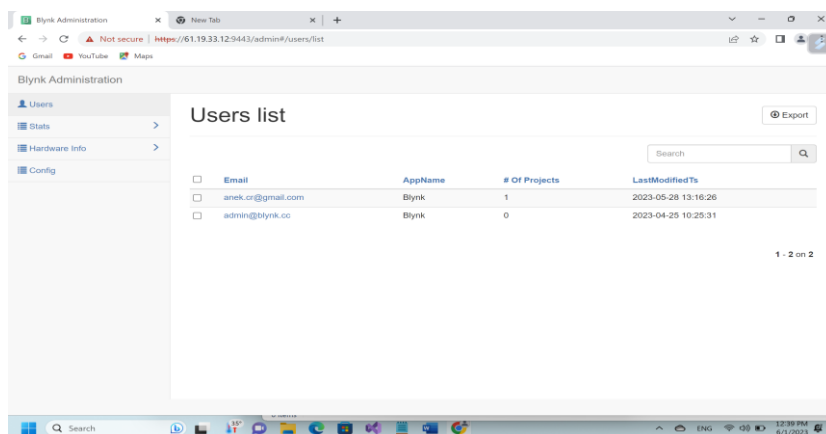
3. เครือข่ายบริการและเว็บบริหารระบบ

ระบบบริหาร Blynk Cloud

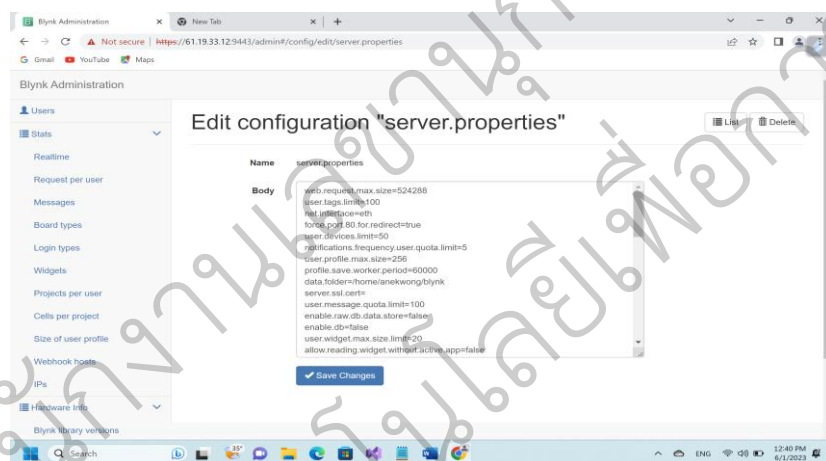
→ <https://61.19.33.12:9443/admin>



ผนวกภาพที่ 72 ภาพ Blynk Admin Account



ผนวกภาพที่ 73 ภาพ Blynk User List



ผนวกภาพที่ 74 ภาพ ตั้งค่า server.properties

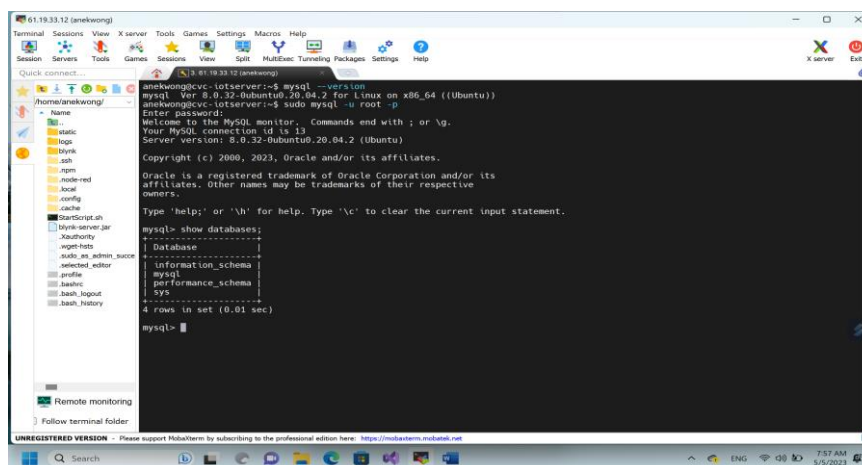
4. ระบบบริหารการใช้งาน Blynk Sever

การใช้งาน mySQL—IP:61.19.33.12

→ User Account: mysql -u root -p root

-user= root

-pws=root



ผนวกภาพที่ 75 ภาพ การสร้าง Database-MySQL

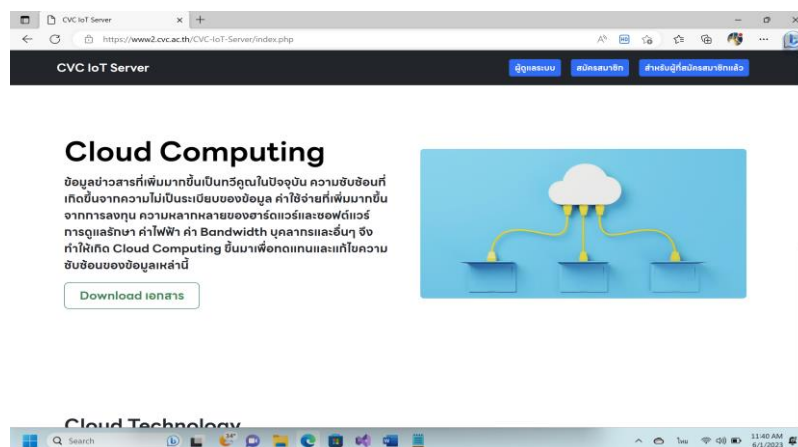
การออกแบบพัฒนาระบบบริหารการใช้ IoT-Server

<https://www2.cvc.ac.th/CVC-IoT-Server/index.php>

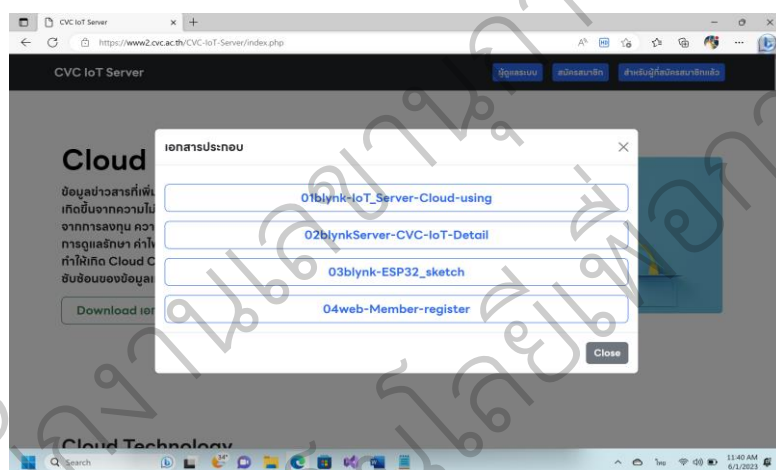
- 1.ระบบสมาชิก
- 2.ระบบดูแลควบคุมการใช้สิทธิ์
- 3.การรายงานและตรวจสอบข้อมูลสมาชิก

DB-Design

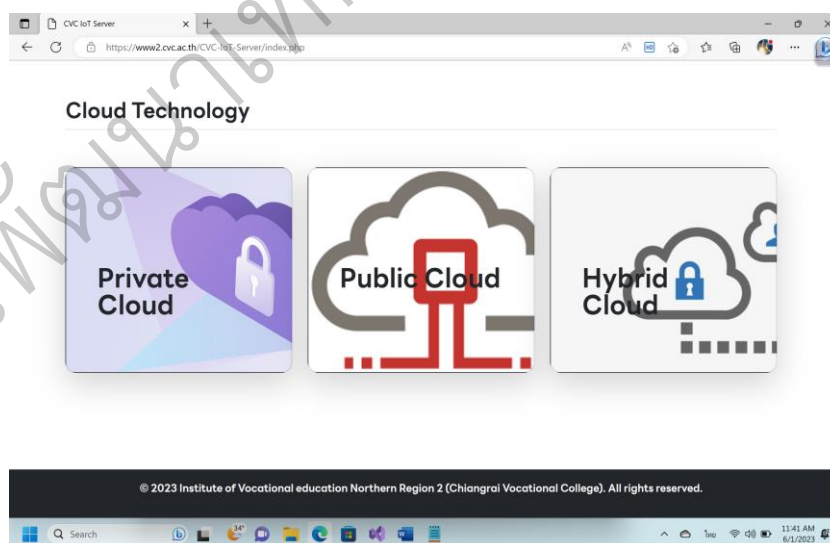
ID	รหัสสมาชิก
eMail	E-Mail
Name	ชื่อสมาชิก
Institute	หน่วยงาน
Address	ที่อยู่สมาชิก/หน่วยงาน
lineID	line
userPhone	เบอร์โทร(สมาชิก)
officePhone	เบอร์โทร(หน่วยงาน)
comment	ลงทะเบียนใช้งานเกี่ยวกับ
API-key	Key-Blynk
Energy	Blynk
userBlynk	Blynk
pwsBlynk	Blynk



ผนวกภาพที่ 76 ภาพ หน้า Web -Service



ผนวกภาพที่ 77 เอกสาร online



ผนวกภาพที่ 78 ภาพองค์ประกอบ Web Service

-การสมัครใช้บริการ

ID	E-Mail	Name	Institute	Address	Line ID	User Phone	Office Phone	Comment	API-key
1	khompot@evc.ac.th	คมเพชร สันสุวรรณ์	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย	-	-	0894373732	-	-	-
2	anek.cr@gmail.com	Anek Wong	CVC	670 Thanalai	iEmbedded	0810341988	053-713036	-	-
3	nawapon.s@evc.ac.th	Nawapon Sompinta	CVC	-	-	0943334549	-	-	-
4	noppawit.k@evc.ac.th	นพวิญญ์ สำนว	CVC	-	-	0647911295	-	-	-
6	krisada.t@evc.ac.th	กฤษฎา ตา นาส	CVC	-	game657	0640832828	-	-	-
7	64309010008@gmail.com	นายอดุล วรรณ โย พิศาลกุล	Cvc	-	-	0935236242	-	-	-
8	suthipong.k@evc.ac.th	สุทธิพงษ์ ภารอนนา	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย	87 หมู่ 1 อ.แม่ใจ	_ifirst	0850758116	-	-	-

ผนวกภาพที่ 79 ภาพ สมัครใช้บริการผ่าน Web Service

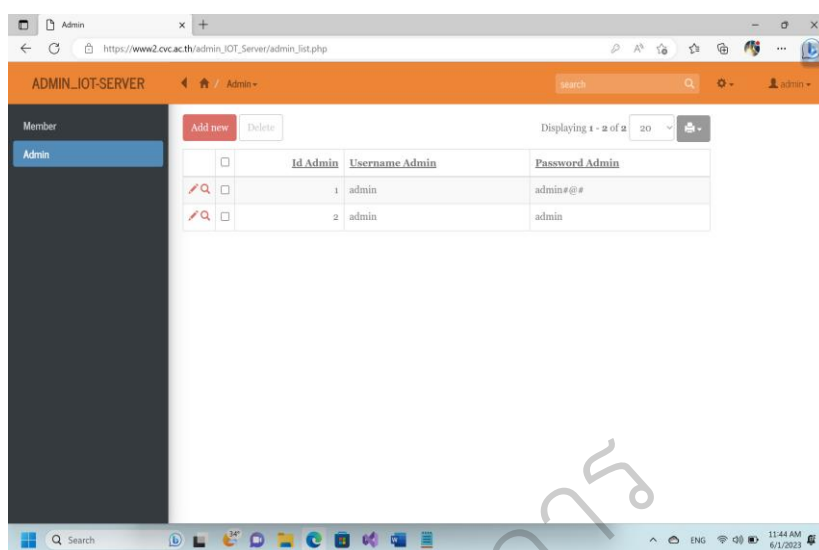
ID	E-Mail	Name	Institute	Address	Line ID	User Phone	Office Phone	Comment	API-key
2	anek.cr@gmail.com	Anek Wong	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 670 Thanalai	670 Thanalai	iEmbedded	0810341988	053-713036	for the office	-

ผนวกภาพที่ 80 ภาพ รายงานสมาชิก

-ระบบ admin

ID	E-Mail	Name	Institute	Address	Line ID	User Phone	Office Phone	Comment	API-key	Energy	User
2	anek.cr@gmail.com	Anek Wong	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 670 Thanalai	670 Thanalai	iEmbedded	0810341988	053-713036	for the office	-	1000000	An
3	nawapon.s@evc.ac.th	Nawapon Sompinta	CVC	-	-	0943334549	-	-	-	1000000	naw
6	krisada.t@evc.ac.th	กฤษฎา ตา นาส	CVC	-	game657	0640832828	-	-	-	1000000	kris
1	khompot@evc.ac.th	คมเพชร สันสุวรรณ์	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย	-	-	0894373732	-	-	ทดสอบระบบ	1000000	kh
4	noppawit.k@evc.ac.th	นพวิญญ์ สำนว	CVC	-	-	0647911295	-	-	-	1000000	nop
7	64309010008@gmail.com	นายอดุล วรรณ โย พิศาลกุล	Cvc	-	-	0935236242	-	-	-	1000000	ad
8	suthipong.k@evc.ac.th	สุทธิพงษ์ ภารอนนา	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย	87 หมู่ 1 อ.แม่ใจ	_ifirst	0850758116	-	-	-	1000000	sut

ผนวกภาพที่ 81 ภาพ แสดงสมาชิกผ่าน Admin



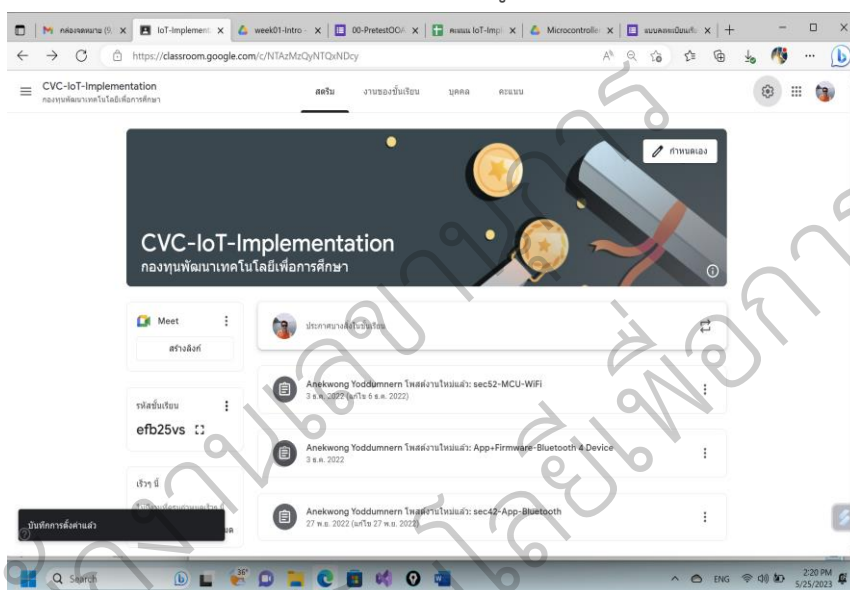
ผนวกภาพที่ 82 ภาพ Admin Account-List

ภาคผนวก จ

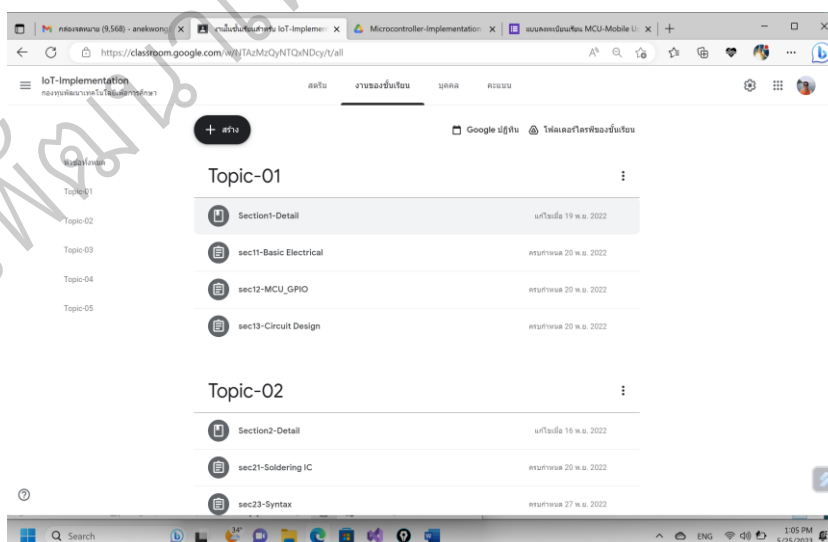
การบริหารและจัดการชั้นเรียนด้วย Google Classroom

1. การบริหารชั้นเรียน

- ภาคทฤษฎีและปฏิบัติใช้ห้องปฏิบัติการ 662 และ 942
- ผู้เรียนได้รับเอกสารประกอบการเรียนรู้ในรูปแบบ Hand Sheet ประกอบวงจรที่ใช้ฝึกคนละ 1 ชุด
- นำระบบ google classroom มาใช้ประกอบการเรียนรู้และประเมินผล

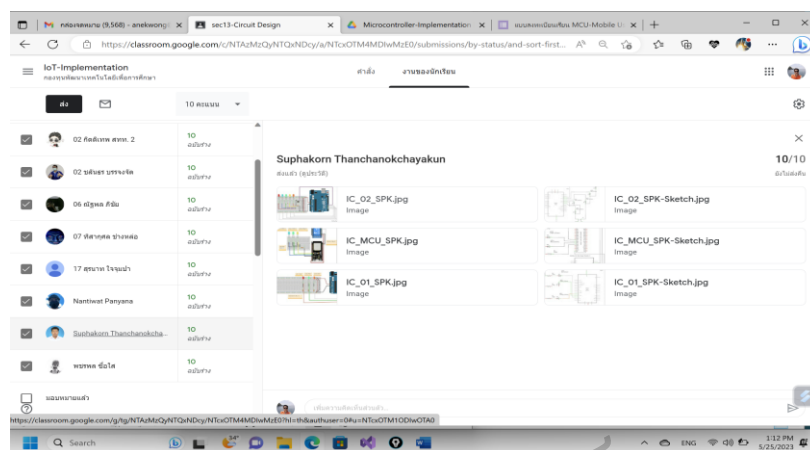


ผนวกภาพที่ 83 ภาพ การจัดการชั้นเรียนด้วย Google classroom

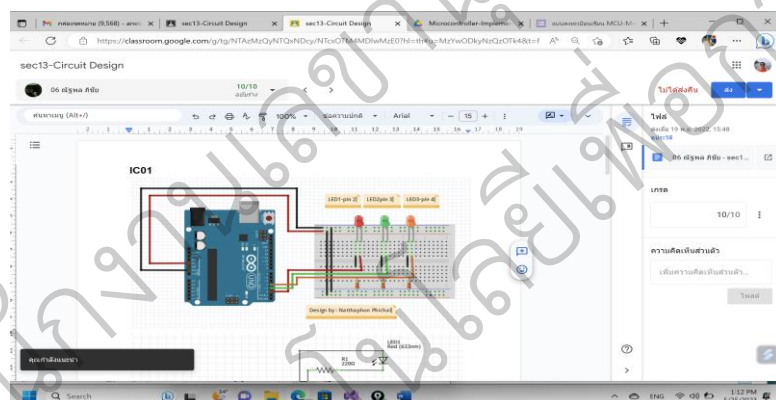


ผนวกภาพที่ 84 ภาพ รายการเนื้อหาการอบรม

ติดตั้งและใช้งานโปรแกรม Fritzing

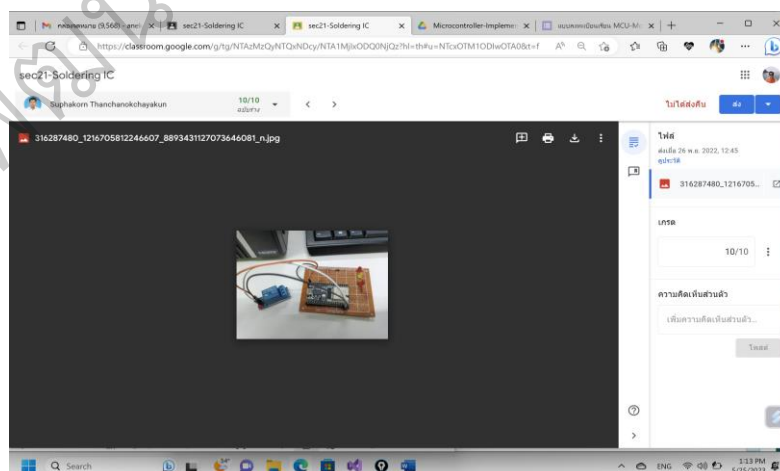


ผนวกภาพที่ 88 ภาพการติดตามและตรวจสอบการส่งงาน/ความเข้าใจของผู้เรียน

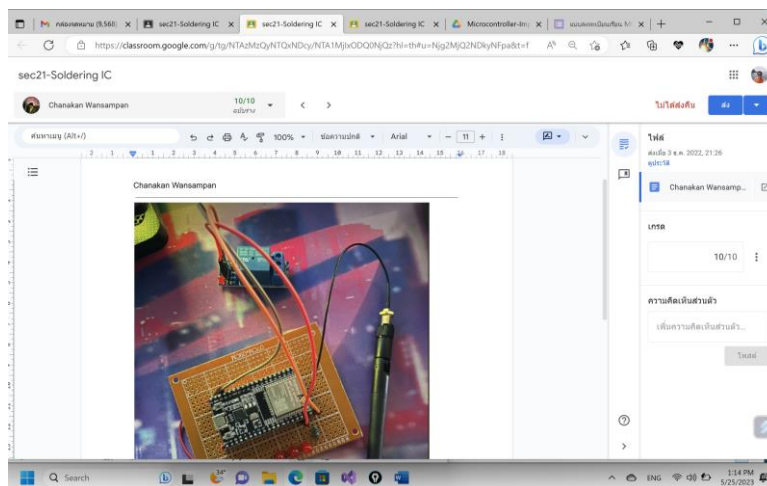


ผนวกภาพที่ 89 ภาพงานการเรียนรู้วงจร

การประกอบวงจรหลอด MCU-LED-Sensors



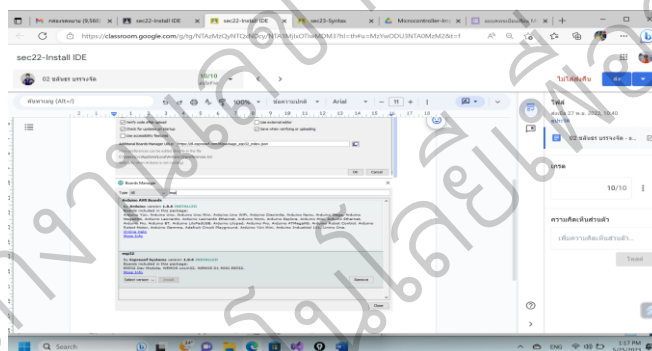
ผนวกภาพที่ 90 ภาพงานการเรียนรู้เพื่อควบคุมระบบ



ผนวกภาพที่ 91 ภาพการเรียนรู้การสื่อสาร

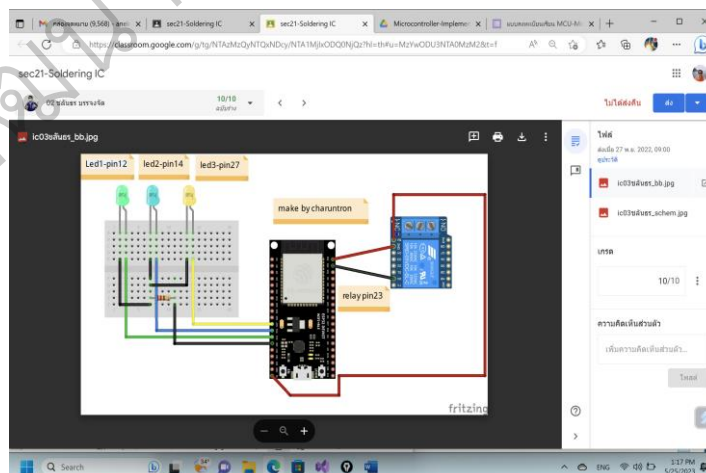
2.2 โครงสร้างภาษาและคำสั่งควบคุม

Sketch- syntax/variable/loop



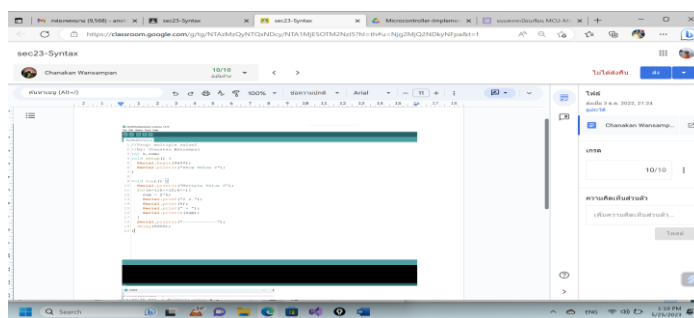
ผนวกภาพที่ 92 ภาพ กิจกรรมการเรียนรู้การตั้งค่า sketch

Sketch- การควบคุม และอ่านค่า sensor



ผนวกภาพที่ 93 ภาพ กิจกรรมการออกแบบวงจร relay

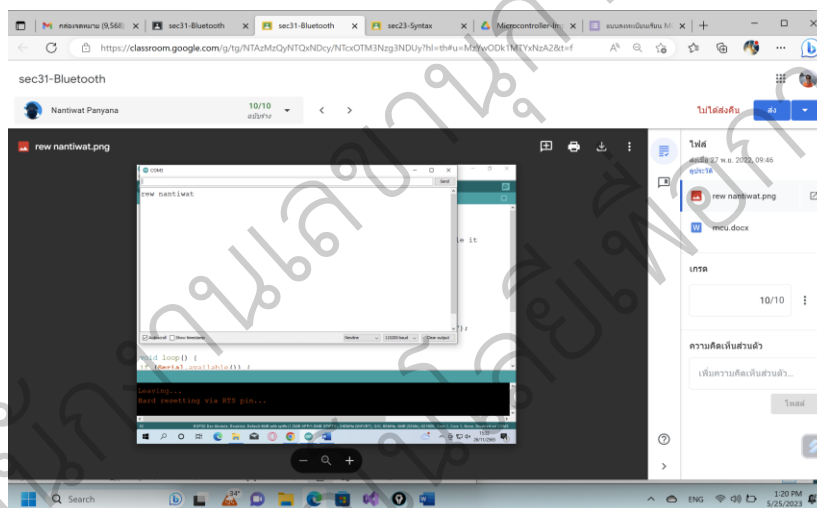
Sketch- Serial monitor



ผนวกภาพที่ 94 ภาพ กิจกรรมการตรวจสอบ Sketch

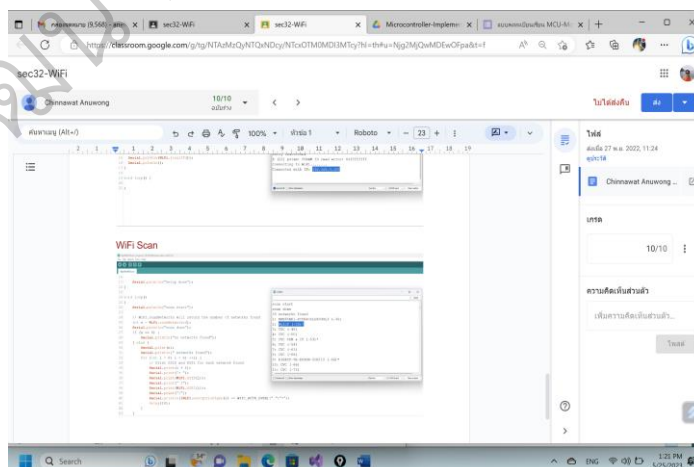
2.4. การใช้งาน Smart Phone และการสื่อสารไร้สาย

Sketch- Bluetooth send/receive



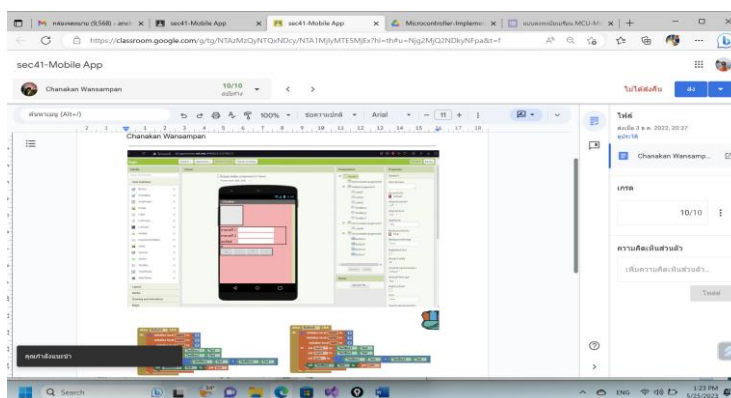
ผนวกภาพที่ 95 ภาพ กิจกรรมการรับ-ส่งสัญญาณ BLE

Sketch- wifi node/scan/server/router



ผนวกภาพที่ 96 ภาพ กิจกรรมการตรวจสอบสัญญาณ WiFi

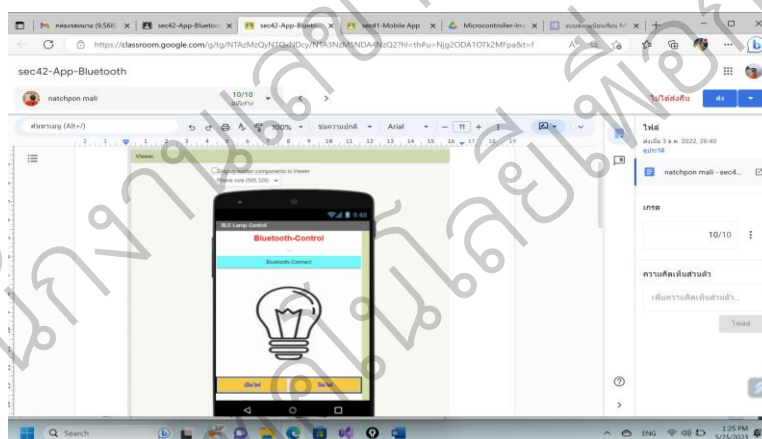
Basic Mobile App–Over on Android and iPhone



ผนวกภาพที่ 97 ภาพ กิจกรรมการออกแบบโปรแกรมควบคุมผ่าน Smart Phone

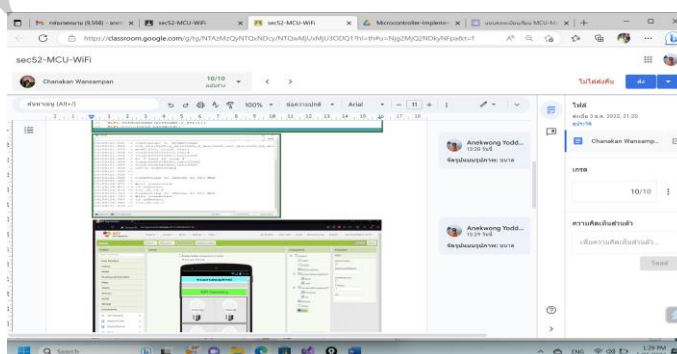
3. ผลการเรียนรู้และชิ้นงาน

3.1. Mobile App control relay



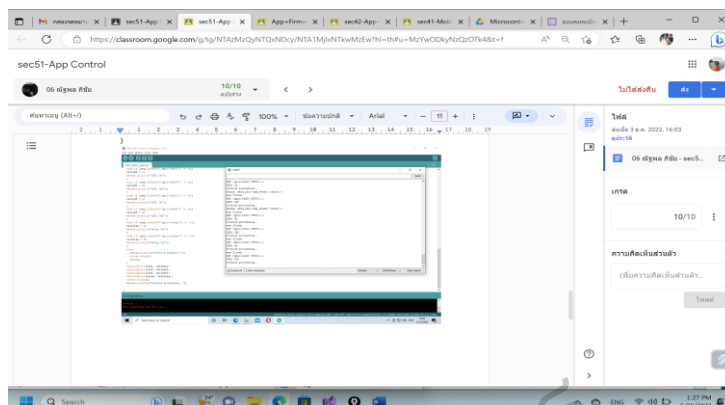
ผนวกภาพที่ 98 ภาพ กิจกรรมสั่งควบคุม relay

3.2. Google Firebase



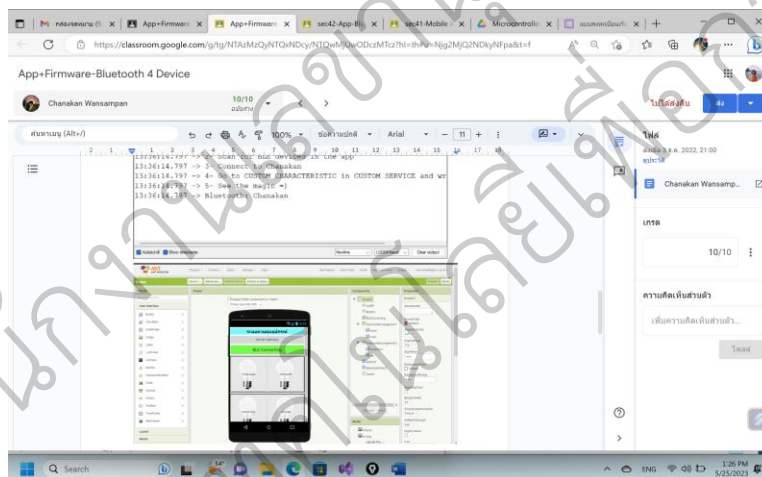
ผนวกภาพที่ 99 ภาพ กิจกรรมการส่งค่าผ่าน Firebase

3.3. Mobile App to Cloud read and controlling



ผนวกภาพที่ 100 ภาพ กิจกรรมการรับ-ส่งค่าผ่าน Cloud

3.4. Google Firebase



ผนวกภาพที่ 101 ภาพ กิจกรรมการควบคุมสั่งงานผ่าน Cloud

4. การประเมินผล

ชื่อผู้เรียน	3 ส.ค. 2022 sec2- MCU-WIFI	3 ส.ค. 2022 App+Firm	27 พ.ค. 20... sec42- App...	3 ส.ค. 2022 sec51- App Control	3 ส.ค. 2022 sec41- Mobile...	3 ส.ค. 2022 sec32- WIFI	3 ส.ค. 2022 sec31- Bluetooth	27 พ.ค. 20... sec24- Program...	27 พ.ค. 20... sec23- Syntax
02 ศศิธร ธิษะ 2	10	10	8	10	10	10	10	10	10
02 ศศิธร ธิษะ ธิษะ	10	10	10	7	10	7	7	10	10
04 สัปดาห์ 51	10	10	10	10	10	10	10	10	10
06 ศศิธร ธิษะ ธิษะ	7	10	7	8	10	10	7	8	10
07 ศศิธร ธิษะ ธิษะ	10	10	10	10	10	10	10	10	10
08 ศศิธร ธิษะ ธิษะ	7	10	7	10	10	10	10	10	10
10 ศศิธร ธิษะ ธิษะ	10	10	10	10	10	10	10	10	10
17 ศศิธร ธิษะ ธิษะ	10	10	10	10	10	10	10	10	10

ผนวกภาพที่ 102 ภาพ รายการกิจกรรมการเรียนตามหลักสูตร

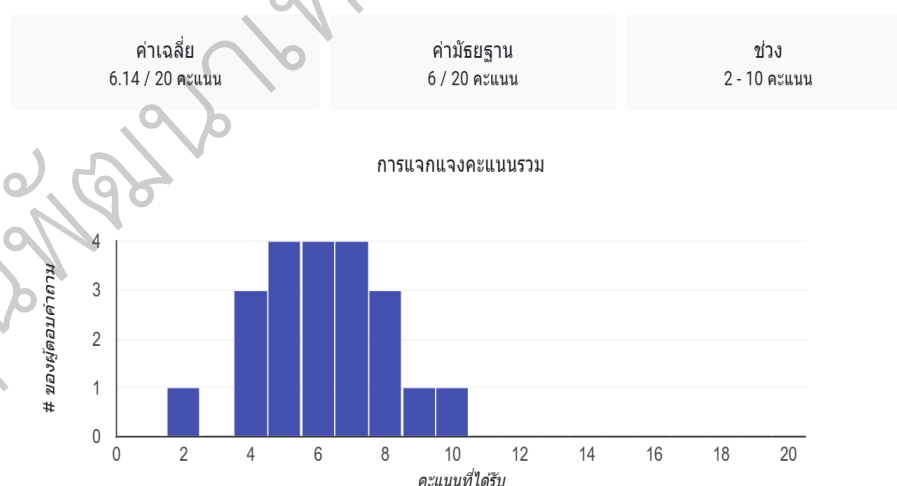
	A	B	C	D	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	IoT-Implementation				27 พ.ย.	27 พ.ย.	03 ธ.ค.	03 ธ.ค.	03 ธ.ค.	03 ธ.ค.	03 ธ.ค.	03 ธ.ค.
2	กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา				sec24-Program and Firmware	sec42-App-Bluetooth	App+Firmware-Bluetooth 4 Device	sec31-Bluetooth	sec32-WiFi	sec41-Mobile App	sec51-App Control	sec52-MCU-WiFi
3	เปิด CLASSROOM				10	10	10	10	10	10	10	10
4												
5	คะแนนเฉลี่ยของงานชิ้น				97.8%	9.83	9.61	9.83	9.74	9.91	9.96	9.65
18	Kantawan	Chonnipa	64202040044@cv	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
19	Channel	JKrub	suithiyeyp@gmail	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
20	Panyana	Nantiwat	64302040032@cv	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
21	Kawaii	RenKung	908gamer@gmail	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
22	Thanchanokchaya	Suphakorn	pingspk1@gmail	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
23	mali	natchpon	natchpon.mai@cv	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
24	kamasuk	sakdiron	sakdiron.k@cvc	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
25	พชรพร	นางสาวพิชญญา	66309010021@cv	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
26	วงศ์ศา	นายทีชลชัย	66309010005@cv	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
27	ธีโรส	พชรพล	64309010042@cv	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
28	บุญมา	อึ้ง	peeyong06@gmail	100.0%	10	10	10	10	10	10	10	10

ผนวกภาพที่ 103 ภาพ แสดงความก้าวหน้าในการเรียน

5. สรุปผลการอบรม

-Pre-test --สอบก่อนเรียน

ข้อมูลเชิงลึก



ผนวกภาพที่ 104 ภาพ คะแนนสอบก่อนเรียน

- สรุปคะแนน และงานที่นำส่ง

ตาราง แสดงคะแนนสะสมและประเมินการเรียนรู้

ลำดับ ที่	คะแนนเก็บ-80						คะแนน สอบ 20	รวม คะแนน 100	ประเมิน การผ่าน 60%
	ประกอบ วงจร-10	โปรแกรม sketch- 10	App Relay- 15	App- BLE- 15	App- WiFi- 15	App- Firebased- 15			
1	7	10	15	15	15	10	15	87	ผ่าน
2	10	8	15	15	15	10	18	91	ผ่าน
3	10	8	15	15	15	15	13	91	ผ่าน
4	10	9	15	15	15	15	17	96	ผ่าน
5	8	8	15	15	15	10	15	86	ผ่าน
6	10	8	15	15	15	10	13	86	ผ่าน
7	10	10	15	15	15	10	14	89	ผ่าน
8	10	10	15	15	15	10	13	88	ผ่าน
9	10	8	15	15	15	15	13	91	ผ่าน
10	10	10	15	15	15	10	10	85	ผ่าน
11	10	10	15	15	15	10	11	86	ผ่าน
12	10	9	15	15	15	10	12	86	ผ่าน
13	10	9	15	15	15	10	18	92	ผ่าน
14	10	10	15	15	15	15	10	90	ผ่าน
15	10	10	15	15	15	10	15	90	ผ่าน
16	9	10	15	15	15	15	15	94	ผ่าน
17	10	10	15	15	15	15	0	80	ผ่าน
18	9	10	15	15	15	10	13	87	ผ่าน
19	9	8	15	15	15	15	0	77	ผ่าน
20	10	8	15	15	15	15	0	78	ผ่าน
21	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
22	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
23	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
24	10	10	15	15	15	10	0	75	ผ่าน
25	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
26	10	9	15	15	15	15	0	79	ผ่าน
27	10	9	15	15	15	10	0	74	ผ่าน

ในการจัดการอบรมตามหลักสูตร มีผู้สมัครเรียน 38 คน เข้ารับการฝึกอบรมจริงจำนวน 27 คน พิจารณาการฝึกปฏิบัติตามกรอบหลักสูตร ในการเรียนรู้ภาคทฤษฎี และปฏิบัติ โดยเนื้อหาหลักสูตรเน้นการฝึกทักษะ(skill) ให้ผู้เรียนมีความรู้ เข้าใจ และสามารถออกแบบพัฒนาระบบตามเหมาะสมได้ ซึ่งได้กำหนดสัดส่วนคะแนนเก็บเป็น 80/20 โดยคะแนนเก็บ-80 พิจารณาจาก

การประกอบวงจร	10 คะแนน
การโปรแกรม sketch และไวยากรณ์ภาษา-	10 คะแนน
การเขียน App ควบคุมสั่งงาน Relay	15 คะแนน
การเขียน App ควบคุมผ่าน BLE	15 คะแนน
การเขียน App ควบคุมใช้งานสัญญาณ WiFi	15 คะแนน
การเขียน App ควบคุมระบบ Cloud-Firebase	15 คะแนน

และคะแนนสอบความรู้-20 คะแนน พิจารณาเกณฑ์ผ่านในการฝึกอบรมที่ร้อยละ 60 พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมด 27 คน ผ่านการอบรม 100%

ภาคผนวก ฉ

การลงทะเบียนและใช้งาน Private Cloud

Link:: <https://www2.cvc.ac.th/CVC-IoT-Server/index.php>

ตาราง แสดงการลงทะเบียนใช้งาน Private Cloud

ID	E Mail	Name	Institute	Address	Line ID	Energy	User Blynk
2	anek.cr@gmail.com	Anekwong	ศูนย์เรียนรู้เกษตรอินทรีย์ ชุมชนดอยฮาง	670 Thanalai	iEmbedded	1000000	Anekwong
3	nawapon.s@cvc.ac.th	Nawapon Sompinta	CVC	-	-	1000000	nawapons
4	noppawit.k@cvc.ac.th	นพวิทย์ คำมา	CVC			1000000	noppawit
6	kritsada.t@cvc.ac.th	กฤษฎา ตานวล	CVC	-	game657	1000000	kritsada.t@cvc.ac.th
8	sutthipong.k@cvc.ac.th	สุทธิพงศ์ ก้างอนตา	วิทยาลัยอาชีวศึกษา เชียงราย	87 หมู่1 ต.จอมสวรรค์ อ.แม่จัน จ. เชียงราย 57110	_ifirst	1000000	sutthipong0612
9	puwasit1968@gmail.com	ภูวสิทธิ์ ปัญญาวิชา	อาชีวศึกษาเชียงราย	100/2 หมู่ 2 ซอย 5/3 ซ่งลี อ.เมือง ต. รอบเวียง จ.เชียงราย 57000	sunsleep		puwasitpanya
10	Apisit.c@cvc.ac.th	อภิสิทธิ์ ชัยชื่น	CVC		933069032		Apisit
11	nadonitsarapaisan@gmail.com	ณดล อิศระไพศาล	CVC	ต.เจริญเมือง อ.พาน จ.เชียงราย		1000000	Nadon
14	64309010040@cvc.ac.th	นพรัตน์ พรหมเจริญ	วิทยาลัยอาชีวศึกษา เชียงราย	47/1 หมู่10 ต.เวียงพางคำ อ.แม่สาย จ. เชียงราย 57130	naratd1227	-	naratd1227
15	64309010042@cvc.ac.th	พชรพล ชื้อใส	อาชีวศึกษาเชียงราย	107หมู่2 ต.เวียง อ.เทิง จ.เชียงราย 57160	phacharapon22746	-	Pupa
16	64309010037@cvc.ac.th	ทีสากุล ช่างหล่อ	อาชีวะเชียงราย	ถ.ไทรสรลหิ		1000000	rung
17	chirkira12@gmail.com	ชลันธร บรรจงจัด	วิทยาลัยอาชีวศึกษา	อ.พาน จ.เชียงราย	843701965		charuntron

ID	E Mail	Name	Institute	Address	Line ID	Energy	User Blynk
18	64309010008@cvc.ac.th	นายตฤณวรรณ ไตยพิศาลกุล	วิทยาลัยอาชีวศึกษา เชียงราย	567/4	-		
19	pheerawit.kan@gmail.com	พีรวิทย์ กันคล้าย		1/1 หมู่ 14 ตำบล สถานี อำเภอ เชียงของ จังหวัด เชียงราย	pheerawit.kan		pheerawit.kan
22	jankaew7818@gmail.com	บำเพ็ญ สุหาวัน	เชียงของ	เชียงของ			
23	seaweed2508@hotmail.com	Nuttida Monmakun	-	90/278 ม.6 อยู่เจริญ 3 ต.ลาดสวาย อ.ลำ ลูกกา ปทุมธานี 12150	859202789	-	-
24	nattawut.kom@gmail.com	ณัฐวุฒิ คำอาณา		447 ม.13 ต.สถาน อ.เชียงของ จ.เชียงราย	komcr100		
25	thatchaphor277@gmail.com	ธีรวิทย์ บุญปอง		59 หมู่ 11 ตำบล สถานี อำเภอ เชียงของ จังหวัด เชียงราย	ae110439		110439ae
26	daonapa@gmail.com	ดาวนภา จันทะมา	เชียงของ	เชียงของ			
27	chanidapa.d@gmail.com	ชนิดาภา ดวงปัน	-	376 หมู่ 9 ต.สถาน อ.เชียงของ จ. เชียงราย	918387469	-	chanidapa
28	nirajan1771@gmail.com	นิราจันย์ จันระวัง	เชียงของ	เชียงของ		-	nirajan1771@gmail. com
29	nanticha.pin2308@gmail.com	นันทิดา ขาวขัน		112 หมู่ 4 ตำบลสถานี อำเภอเชียงของ จังหวัด เชียงราย	nanthichapin	1000000	nanthichapin
31	phacharapon22746@gmail.com	พชรพล ชื้อใส	CVC	107 หมู่2 ต.เวียง อ.เทิง จ.เชียงราย	phachrapon22746	-	Pp

ภาคผนวก ข

ภาพกิจกรรมโครงการ

1.- ผู้ทรงคุณวุฒิเยี่ยมชม และให้คำแนะนำการพัฒนาห้องเรียนรู้เทคโนโลยี IoT
โดย ทีมผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ วันที่ 7 ตุลาคม 2565



ผนวกภาพที่ 105 นำเสนอกรอบการพัฒนาห้องเรียนรู้



ผนวกภาพที่ 106 นำเสนอกรอบการพัฒนาห้องเรียนรู้



ผนวกภาพที่ 107 นำเสนอกรอบการพัฒนาห้องเรียนรู้

2. อบรมแนวทางการนำความรู้สู่ชุมชน วันที่ 23 ธ.ค. 2565 และ วันที่ 10 มค. 2566
โดย ผศ.นอ.อ. ดร.ธงชัย อยู่ญาติวงศ์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง



ผนวกภาพที่ 108 ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะการนำความรู้สู่ชุมชน 1



ผนวกภาพที่ 109 ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะการนำความรู้สู่ชุมชน 2



ผนวกภาพที่ 110 ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะการนำความรู้สู่ชุมชน 3



ผนวกภาพที่ 111 ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะการนำความรู้สู่ชุมชน 4



ผนวกภาพที่ 112 ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะการนำความรู้สู่ชุมชน 5

3. - อบรมแนวทางการติดตั้งและประยุกต์ใช้งานระบบ Sensors

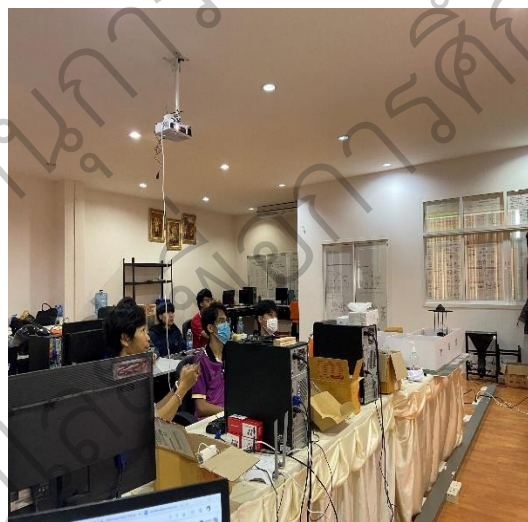
โดย บ.บริษัท All Tech 2020 (คุณโก-คุณแบงค์) ช่วง 6-10 มีค. 2566 และ 1-2 พค. 2566



ผนวกภาพที่ 113 อบรมการติดตั้งและใช้งาน sensors โดยผู้เชี่ยวชาญ 1



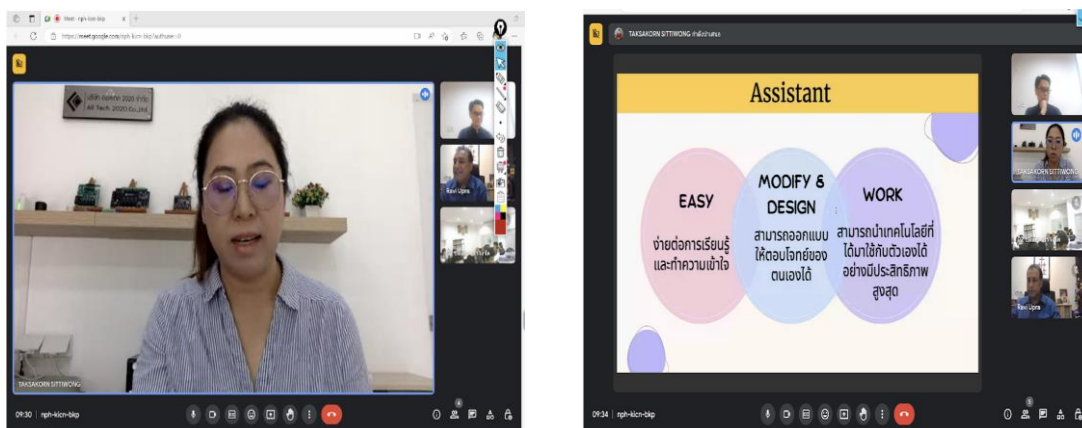
ผนวกภาพที่ 114 อบรมการติดตั้งและใช้งาน sensors โดยผู้เชี่ยวชาญ 2



ผนวกภาพที่ 115 อบรมการติดตั้งและใช้งาน sensors โดยผู้เชี่ยวชาญ 3



ผนวกภาพที่ 116 อบรมการติดตั้งและใช้งาน sensors โดยผู้เชี่ยวชาญ 4



ผนวกภาพที่ 117 อบรมการติดตั้งและใช้งาน sensors โดยผู้เชี่ยวชาญ 5

4.- อบรมระบบ Automation วันที่ 12 ตุลาคม 2565

โดยบริษัท Warm-IT คุณไชยรัตน์ อิทรสาร



ผนวกภาพที่ 118 อบรมระบบ automation 1



ผนวกภาพที่ 119 อบรมระบบ automation 2

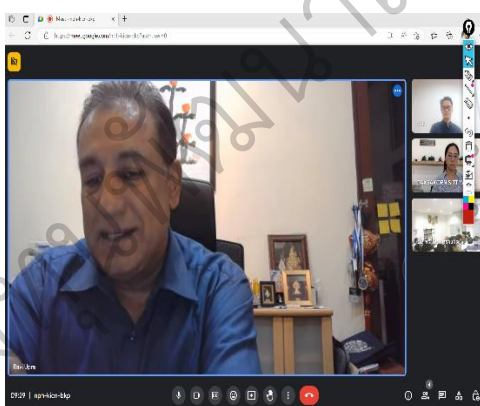
5.- อบรมแนวทางการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ ช่วงวันที่ 9-14-18 กย. 2565
โดย ดร.ระวี อุปรา บริษัทเทคโนโลยีคอม



ผนวกภาพที่ 120 อบรมแนวทางการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ 1



ผนวกภาพที่ 121 อบรมแนวทางการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ 2



ผนวกภาพที่ 122 อบรมแนวทางการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ 3

6.- อบรมการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT โรงเรียนนครวิทยาคม

โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย



ผนวกภาพที่ 123 อบรมการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT 1

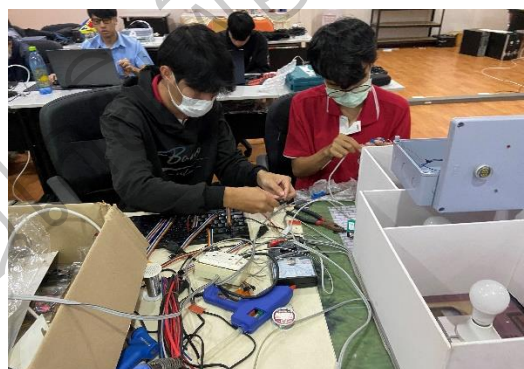


ผนวกภาพที่ 124 อบรมการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT 2

7.- อบรมการเรียนรู้ Hardware และ Software ในงานระบบ IoT ช่วง 22 ต.ค. 65-8 เม.ย. 66
โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย



ผนวกภาพที่ 125 อบรมนักศึกษาการพัฒนา HW/SW 1



ผนวกภาพที่ 126 อบรมนักศึกษาการพัฒนา HW/SW 2



ผนวกภาพที่ 127 อบรมนักศึกษาการพัฒนา HW/SW 3



ผนวกภาพที่ 128 อบรมนักศึกษาการพัฒนา HW/SW 4

8.- อบรมชุมชนเกษตรกรและผู้สูงอายุ ช่วง มีค. - มิย. 2566

โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย



ผนวกภาพที่ 129 การติดตั้งใช้งานระบบ Smart Farm แบบเปิด 1



ผนวกภาพที่ 130 การติดตั้งใช้งานระบบ Smart Farm แบบเปิด 2



ผนวกภาพที่ 131 การติดตั้งใช้งานระบบ Smart Farm แบบเปิด 3

9.- อบรมการใช้ระบบ Smart Farm ช่วง พค. - มิย. 2566

โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย



ผนวกภาพที่ 132 อบรมการใช้งาน Smart Farm 1



ผนวกภาพที่ 133 อบรมการใช้งาน Smart Farm 2

10.- อบรมการประยุกต์ใช้งาน IoT เพื่อการเกษตร ชุมชนเกษตรกรและผู้สูงอายุเทศบาลสถาน
อ.เชียงของ จ.เชียงราย วันที่ 23 มิย. 2566

โดย ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย



ผนวกภาพที่ 134 อบรมชุมชนเกษตรกรและผู้สูงอายุเพื่อใช้งาน IoT 1

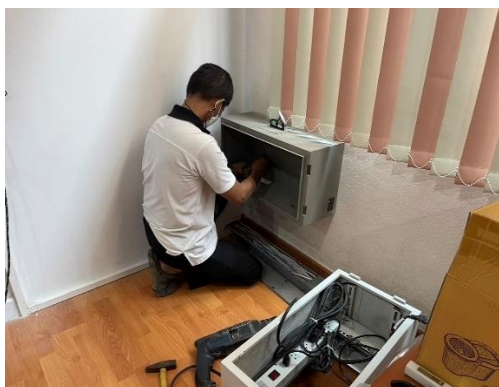


ผนวกภาพที่ 135 อบรมชุมชนเกษตรกรและผู้สูงอายุเพื่อใช้งาน IoT 2

11.- การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องแม่ข่าย (CVC-IoT Server) ช่วงเดือน สค. 2565 - กพ. 2566

โดยทีมช่างการไฟฟ้า และนักศึกษาหลักสูตร ป.ตรี

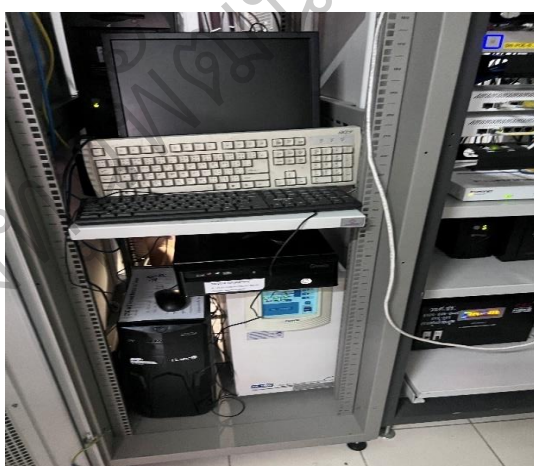
-การติดตั้งอุปกรณ์ และเดินสายไฟ



ผนวกภาพที่ 136 การติดตั้งอุปกรณ์ตู้ Rack



ผนวกภาพที่ 137 ติดตั้งปรับรางไฟฟ้า



ผนวกภาพที่ 138 ติดตั้ง Cloud-Server



ผนวกภาพที่ 139 การติดตั้ง Home Assistant Server

ภาคผนวก ข

บัญชีรายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม

1. รายชื่ออบรมบุคลากรโรงเรียนนครวิทยาคม

ที่ตั้ง เลขที่ 277 หมู่ 20 บ้านศรีนคร ตำบลสันมะเค็ด อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 57120

ลำดับ	รายชื่อ	ตำแหน่ง
1	นายชัยรินทร์ ชัยวิสิทธิ์	ผู้อำนวยการโรงเรียน ชำนาญการพิเศษ
2	นางสาวกมลวรรณ ธรรมสอน	รองผู้อำนวยการสถานศึกษา
3	นางศรีรัตน์ ต้นมาละ	ครู ชำนาญการพิเศษ
4	นางสุพัตรา หล่อวนาวรรณ	ครู ชำนาญการพิเศษ
5	นางสายทอง ธนสิทธิ์	ครู ชำนาญการพิเศษ
6	นางปณณภรณ์ แสงจันทร์	ครู ชำนาญการพิเศษ
7	นายชัยณรงค์ เจริญสุข	ครู ชำนาญการพิเศษ
8	นายสุทธิ ทองคำ	ครู ชำนาญการ
9	นายสังวร บัวอินทร์	ครู ชำนาญการ
10	นายกำธร ต้นมาละ	ครู ชำนาญการ
11	นางอโณทัย ทักษิณเจนกิจ	ครู ชำนาญการ
12	นายวิโรจน์ ทองดีโลก	ครู ชำนาญการ
13	นายไกรลาส ประเสริฐสังข์	ครู
14	นายศุภวัจน์ พรหมตัน	ครู
15	นางกัญญาณัฐ ศีลาวงค์	ครู
16	นางสาวพริยา บุญปิ่น	ครู
17	นายณรงค์ศักดิ์ ปัญญาโส	ครู
18	นางสาวกมลมน เพ็ชรรัตน์	ครู
19	นางปรีชมา ยาวิชัย	ครู
20	นายวัลลภ สมวรรณ	ครู
21	นางกาญจนา สมสิงห์ใจ	ครู (พนักงานงานราชการ)
22	นางสาวพรรณนิภา ยะตา	ครู (พนักงานงานราชการ)
23	นายสิทธิพงษ์ สะสง	ครู (อัตราจ้าง)
24	นายวิวิทธิพล คำลือ	ครู (อัตราจ้าง)
25	นาย กิตติพัฒน์ คงหมี่	ครู (อัตราจ้าง)

2. รายชื่อผู้เข้ารับการอบรมเพื่อเรียนรู้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ในงานระบบ IoT

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ที่อยู่	อายุ
1	นายศุภกร ธัญชนกขะบุตร	449 ม.4 ต.เจดีย์หลวง อ.แม่สรวย จ.เชียงราย 57180	22
2	นางสาวหมีแอ มาเยอะ	605/2 บ้านดอย ช.3 ต.ริมกก อ.เมือง จ.เชียงราย	20
3	นายพรพล ชื่อใส	107 หมู่2 ต.เวียง อ.เทิง จ.เชียงราย	21
4	นายณัฐพล ภิชัย	881/77 ถ.อุตรกิจ ต.เวียง อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย	22
5	นายวิชญชัย แหมไธสง	หมู่บ้านอมสิน3 ซอย4 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย	23
6	นางสาววันวิสา ภัคตวิงษ์	881/50 เคหะพาร์ทเมนต์ที่เชียงราย ถนนอุตรกิจ ตำบลเวียง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000	20
7	นายสิริวิญญ์ ประโยง	185/10 บ้านเนินสยาม ต.ผางาม อ.เวียงชัย จ.เชียงราย 57210	20
8	นายกิตติเทพ กุลสุวรรณ	บ้านเลขที่ 59 หมู่ 8 บ้านไทรแก้ว ต.เวียงเหนือ อ.เวียงชัย จ.เชียงราย 57210	23
9	นางสาวอินทรา ธนัทประภัตร์	219/2 ม.13 ต.รอบเวียง อ.เมือง จ.เชียงราย	20
10	นางสาวสุกัญญา หล่อชา	393/13 ม.3 ชุมชนทวีรัตน์ ต.ริมกก อ.เมือง จ.เชียงราย	20
11	นายพุทพงษ์ สุธธิแย้ม	68 ม.9 ต.ท่าสาย อ.เมือง จ.เชียงราย	21
12	นายไพฑูรย์ พุทรวงค์	202 ม.2 ต.ดอยลาน อ.เมือง จ.เชียงราย	42
13	นายณัฐวุฒิ ปงชนะ	เบญจวรรณ อะพาตเมนต์ ถนนสันโค้งหลวง ซอย5	22
14	นายสุรนาท ใจจุมปา	27 ม.16 หมู่บ้าน สันติกันถอ ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย	23
15	นายมนัสพงศ์ กัปปะพะ	10หมู่6บ้านแม่ลาเกนินทอง ตำบล ท่าข้าวเปลือก	21
16	นายสรเพชร แซ่ลี	118/4 ม.11 อ.เมือง Chiang Rai 57000	23
17	นายไอศวรรย์ วิจิตร	221/7 หมู่ที่ 15 ตำบล รอบเวียง อำเภอ เมืองเชียงราย จังหวัด เชียงราย 57000	23
18	นายศักดิ์นันท คำมาสุข	582 ปางลาว ม.10 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย	23
19	นายสมชัย ชูติมาพงษ์	บ้าน32หมู่3 ต.แม่ข้าวต้ม	19
20	นายกันตธีร์ บุค้ำ	78 หมู่ 6 ตำบล เวียงเหนือ อำเภอ เวียงชัย จังหวัด เชียงราย	23
21	นายณรภัทร ปินตาพรหม	66 ม.9 ต.ดงมหาวัน อ.เวียงเชียงรุ้ง จ.เชียงราย	22
22	นายเจษฎา พิมพ์ทอง	41 หมู่1 ตำบล เมืองชุม อำเภอ เวียงชัย จังหวัดเชียงราย	20
23	นายกฤตดา หมั่นจันทร์	111/42 กกโห่งซอย 17 หมู่ 20 ต.รอบเวียง อ.เมือง จ.เชียงราย 57000	18
24	นายณพัชญ์ คมขำ	350 ม.15 ซอย16 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย	18
25	นางสาวอาทิตย์ยา เบเชก	395 ซอย 10 ก้างบอกไฟตำบล รอบเวียง อำเภอเมือง เชียงราย	21
26	นายบุรณศักดิ์ ลัมยศ	5 หมู่4 ไปงแพร่ แม่ลาว เชียงราย	22
27	นายธนโชติ ศรีแก้ว	35 หมู่ 1 ต.เวียงเหนือ อ.เวียงชัย จ.เชียงราย 57200	22

3. รายชื่อสมาชิกชุมชนการศึกษาและพัฒนาระบบเกษตรทันสมัยแบบเปิด

ลำดับ	รายชื่อสมาชิกชุมชน	ที่อยู่
1	พระวิบูลย์ ธรรมเตโช	ที่อยู่วัดพุทธอุทยาน(ดอยอินทรี) ต.ดอยฮาง อ.เมือง จ.เชียงราย อายุ 54 ปี
2	นายสำรวย เพ็งโคตร	266/17 ม.1 ต.ดอยฮาง อ.เมือง จ.เชียงราย อายุ 62 ปี
3	นางยวง เพ็งโคตร	266/17 ม.1 ต.ดอยฮาง อ.เมือง จ.เชียงราย อายุ 57 ปี
4	นางจรรักษ์ มูลเจริญ	266/21 ม.1 ต.ดอยฮาง อ.เมือง จ.เชียงราย อายุ 54 ปี
5	นางปราณี ภู่วาว	266/38 ม.1 ต.ดอยฮาง อ.เมือง จ.เชียงราย อายุ 69 ปี

บัญชีรายชื่อคณะกรรมการ

- 1.ดร.เอนกวงศ์ ยอดดำเนิน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
E-mail: anek.cr@gmail.com เบอร์โทร. 053-713046
- 2.นายไพฑูรย์ พุทธิวงศ์ ตำแหน่ง ครูพิเศษ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- 3.นางสาวทิชากร เนตรสุวรรณ ตำแหน่ง ครูพิเศษ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- 4.นายเรวัตร วงศ์ภูมิ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- 5.นายคมเพชร อินสุวรรณ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- 6.นายรัตชานนท์ ปัญญาฟู ตำแหน่ง ครูพิเศษ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- 7.นางสาวนุชจรี แก้วเพียรตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- 8.นายสุริยา ต๊ะศรีเรือน ตำแหน่ง ครูชำนาญการ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
- 9.ดร.สถาวร ใจจุมปา ตำแหน่ง ครูชำนาญการ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
10. นายอนุพล จุมพลาศรี ตำแหน่งครูพิเศษ ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
11. นางสาวจินดา ใจเงิน ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย ผู้ร่วมโครงการ
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
12. นศ. หลักสูตรปริญญาตรี ทล.บ.(เทคโนโลยีสารสนเทศ) ปีที่ 2 ผู้ร่วมโครงการ
13. นศ. หลักสูตรปริญญาตรี ทล.บ.(เทคโนโลยีสารสนเทศ) ปีที่ 1 ผู้ร่วมโครงการ