

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันการเลี้ยงปลาสวยงามเป็นงานอดิเรก (ดุลยวิทย์ ปรางชุมพล, 2561) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และยังเป็นงานที่สามารถต่อยอดเป็นการเลี้ยงเพื่อสร้างรายได้ การเลี้ยงปลาสวยงามสามารถเลี้ยงเพื่อตกแต่งห้องนอน และห้องต่างๆ ภายในบ้านหรืออาคาร เพื่อเพิ่มบรรยากาศและควมมีชีวิตชีวาของห้องได้ การเลี้ยงปลานิยมใช้ตู้กระจกในการเลี้ยง และมีการตกแต่งด้วยวัสดุอุปกรณ์ หรือปลูกพืชน้ำ ดินไม้น้ำ ภายในตู้กระจกให้ดูสวยงาม ปลาเป็นสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ การรักษาสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ ภายในตู้ปลาให้สมดุลและคล้ายคลึงกับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติมากที่สุด เป็นเรื่องที่สำคัญในการเลี้ยงปลา เพราะจะทำให้ปลาสามารถอยู่อาศัย ปรับตัว และดำรงชีวิตอยู่ได้ภายในตู้ปลา อย่างไรก็ตาม ผู้เลี้ยงปลาอาจไม่สามารถดูแลตู้ปลาได้ตลอดเวลา เช่น เมื่อผู้เลี้ยงไม่อยู่บ้านเป็นเวลานาน ปลาที่ต้องการอาหาร ต้องการเปลี่ยนน้ำ หรือสิ่งแวดลอมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอยู่ ระบบไฟที่ให้แสงสว่างในการสังเคราะห์แสงพืชน้ำเครื่องกรองน้ำ และระบบเครื่องให้ออกซิเจน หากมีการเปิดใช้งานตลอดเวลาจะทำให้เกิดความสิ้นเปลือง

ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดในการพัฒนาตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ เพื่อช่วยให้ผู้เลี้ยงสะดวกต่อการเลี้ยงปลามากยิ่งขึ้น และตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติสามารถปรับเปลี่ยนน้ำภายในตู้เลี้ยงปลาด้วยระบบสั่งการอัตโนมัติ เพียงกดปุ่มสั่งงาน และมีระบบไฟให้แสงสว่างสำหรับพืชที่ต้องการสังเคราะห์ เปลี่ยนแร่ธาตุ และสารอาหาร ให้เป็นพลังงานในการเจริญเติบโตโดยจะมีการกำหนดเวลา เปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ และสามารถให้อาหารปลาตามเวลาที่ผู้เลี้ยงกำหนด สามารถควบคุมการทำงานของตู้ปลาบนแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมตู้ปลาได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็ตาม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบตู้เลี้ยงปลา ให้สามารถติดตาม และควบคุมการดูแลรักษาปลาผ่านทางระบบออนไลน์

1.3 ขอบเขตของระบบงาน

- 1.3.1 ระบบให้อาหารปลาสามารถกำหนดช่วงเวลาให้อาหารปลาอัตโนมัติ สามารถกำหนดปริมาณอาหารที่ต้องการให้
- 1.3.2 ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำในตู้ปลาสามารถเปลี่ยนถ่ายน้ำในตู้ปลาได้เองอัตโนมัติ เมื่อกดปุ่มใช้งานเปลี่ยนถ่ายน้ำ
- 1.3.3 ระบบไฟตู้ปลาสามารถกำหนดช่วงเวลา เปิด-ปิด ไฟในตู้ปลาอัตโนมัติ
- 1.3.4 ระบบปั๊มออกซิเจนสามารถกำหนดช่วงเวลา เปิด-ปิด ปั๊มออกซิเจนอัตโนมัติ
- 1.3.5 ระบบเครื่องกรองน้ำสามารถกำหนดช่วงเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำอัตโนมัติ

1.4 ระยะเวลาดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน (ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 – มีนาคม พ.ศ. 2564)																							
	พ.ศ. 2563												พ.ศ. 2564											
	ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลระบบงาน																								
2.นำเสนอหัวข้อโครงการ																								
3.ออกแบบระบบ																								
4.พัฒนาระบบผู้เลี้ยงปลาอัจฉริยะด้วยอินเทอร์เนตของสรรพสิ่ง																								
5.รายงานความก้าวหน้าของโครงการ																								
6.ทดสอบระบบ																								
7.แก้ไขและปรับปรุง																								
8. วิเคราะห์ผลและรายงานผลดำเนินงาน																								
9.ทำเอกสารโครงการ																								

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาระบบ

1.5.1 คุณลักษณะของ Hardware

1.5.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook HP RAM DDR4 8GB

1.5.1.2 เครื่องพิมพ์เอกสาร

1.5.2 คุณลักษณะของ Software

1.5.2.2 โปรแกรม Microsoft word

1.5.2.3 โปรแกรม Microsoft Visio

1.5.2.4 โปรแกรม Arduino IDE

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ช่วยให้ผู้เลี้ยงปลาสามารถให้อาหารปลาได้เองอัตโนมัติ

1.6.2 ช่วยให้ผู้เลี้ยงปลาสามารถเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้แรงงานคน

1.6.3 ช่วยให้ผู้เลี้ยงปลาสะดวกมากยิ่งขึ้นด้วยระบบสั่งการ เปิด-ปิดไฟ ป้อนออกซิเจน และเครื่องกรองน้ำได้เองอัตโนมัติ

1.7 ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 แอปพลิเคชัน Blynk คือ แพลตฟอร์มการพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานร่วมกันกับอุปกรณ์โมบายโฟน แอปพลิเคชันต่างๆ โดยสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งช่วยให้เราสามารถทำให้ผู้ใช้สร้างอุปกรณ์ขึ้นมาเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น และสื่อสารสั่งงานรับส่งข้อมูลกัน

1.7.2 ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว คือ ระบบประมวลผลที่ใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ (วุฒิชัย แม้นรัมย์, 2563)

1.7.3 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งคือ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง หมายถึง การที่อุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (กวีวุฒิ เต็มภูวภัทร, 2563)

1.7.4 แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ โดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้ใช้อย่างยิ่งขึ้น ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือ หรือ สมาร์ตโฟน มีหลายระบบปฏิบัติการที่พัฒนาออกมาให้ผู้บริโภคใช้ ส่วนที่มีคนใช้และเป็นที่ยอมรับมากก็คือ ระบบปฏิบัติการ iOS และ

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จึงทำให้เกิดการเขียนหรือพัฒนาแอปพลิเคชัน ลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมาก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้พัฒนาได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการสร้างแนวคิดในการพัฒนาโครงงานดังนี้

- 2.1 ความหมายของตู้ปลา
- 2.2 หลักการเขียนผังงาน
- 2.3 การทดสอบแบบกล่องขาว
- 2.4 การทดสอบแบบกล่องดำ
- 2.5 ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว
- 2.6 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 2.7 แอปพลิเคชัน Blynk
- 2.8 โปรแกรม Arduino IDE
- 2.9 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์
- 2.10 หลักการทำงานของอัลตราโซนิกโมดูล
- 2.11 หลักการทำงานของรีเลย์
- 2.12 หลักการทำงานของโมดูลนาฬิกา
- 2.13 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว
- 2.14 ความรู้เบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของตู้ปลา

ตู้ปลา (Aquarium) คือ ภาชนะหลักสำหรับการเลี้ยงปลาสวยงาม มีรูปทรงต่างกัน โดยมาก มักจะทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยผลิตจากวัสดุประเภทกระจกหรืออะคริลิก มีขนาดแตกต่างกัน ออกไป ตั้งแต่ประมาณ 1 ฟุต จนถึงหลายเมตรในพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ ซึ่งตู้ปลาที่มีขนาดใหญ่ จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในน้อยกว่าหรือช้ากว่าตู้ปลาที่มีขนาดเล็ก โดยมากแล้วตู้ปลา ที่ผลิตจากกระจกจะเชื่อมต่อกันด้วยกาวซิลิโคนแบบกันน้ำซึ่งมีความเหนียวทนทานต่อการละลายของน้ำ

ขณะที่ประเภทที่ผลิตจากอะคริลิกจะมีความทนทานกว่าซึ่งตู้ปลาแบบที่เป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้วยแล้วแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) แบบมีกรอบอะลูมิเนียม

เป็นตู้ปลาแบบเก่า มีกรอบเป็นอะลูมิเนียม และชั้นอุดกันน้ำรั่ว ซึ่งตู้แบบนี้แลดูอาจไม่สวยงาม แต่มีความทนทาน

2) แบบไม่มีกรอบ

เป็นตู้ปลาแบบใหม่ ไม่มีกรอบ เป็นแบบที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน แต่ความทนทานสู่แบบอะลูมิเนียมไม่ได้

2.1.1 วิธีการเลี้ยงปลาสวยงาม

2.1.1.1 การเลี้ยงปลาสวยงาม ชนิดของปลาสวยงาม สามารถจำแนกออกได้อย่างมากมาย แต่ที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย เช่น ปลาทอง ปลากัด ปลาหางนกยูง ปลาการ์ฟ ปลาหมอสี ปลามังกร เป็นต้น

2.1.1.2 การจัดการตู้ปลา การเลือกตู้ปลาสวยงาม โดยทั่วไปที่ใช้ก็คือ ขนาดปลา 1 นิ้วต่อน้ำ 5 แกลลอน แต่ถ้าขนาดตู้ยิ่งใหญ่ยิ่งดี ที่สำคัญสถานที่ตั้งของตู้ปลา ไม่ควรใกล้ประตูหรือหน้าต่าง เพราะอาจจะโดนแสงแดด ซึ่งอาจทำให้เกิดตะไคร่ได้ง่าย

2.1.1.3 เครื่องกรองน้ำ ซึ่งมีประโยชน์ต่อปลามาก นอกจากจะช่วยรักษาคุณภาพน้ำ แล้วยังช่วยกรองเศษอาหาร และของเสียที่ปลาถ่ายออกมาอีกด้วย ควรมีพื้นที่ 1/3 – 1/4 ของพื้นที่ตู้เลี้ยงทั้งหมด สำหรับวัสดุกรองที่นิยมใช้ เช่น หินกรอง โยแก้ว ฟองน้ำ เป็นต้น

2.1.1.4 การให้ออกซิเจน เป็นสิ่งที่จำเป็นสูงสุดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดรวมทั้งปลา ซึ่งปริมาณที่ให้ขึ้นอยู่กับชนิดปลาสวยงามที่เลี้ยง

2.1.1.5 การจัดการคุณภาพน้ำ น้ำต้องไม่มีคลอรีน โดยควรพักน้ำให้คลอรีนระเหยจนหมด อาจใช้สารโซเดียมไธโอซัลเฟตหรือสารจับคลอรีน เพื่อเร่งให้คลอรีนหมดเร็วขึ้น โดยคลอรีนเป็นพิษสำหรับปลา และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ที่อาศัยในระบบกรอง

1) ควรเปิดเครื่องกรองน้ำให้ทำงานก่อนปล่อยปลาลงตู้ เพื่อปรับสมดุลแก่จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบ

2) ควรล้างเครื่องกรองน้ำด้วยน้ำเลี้ยงปลาเดิม เพื่อรักษามูลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบไว้

3) ควรมีการตรวจคุณภาพน้ำเป็นประจำ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้างหรือสารพิษในน้ำ ซึ่งเบื้องต้นอาจสังเกตจากสีและกลิ่นของน้ำที่เปลี่ยนไป

2.1.1.6 วิธีการให้อาหาร ปริมาณอาหาร การให้อาหารในปริมาณที่เหมาะสม คือการให้อาหารที่ไม่มากเกินไปจนเหลือ โดยเริ่มสังเกตจากปลาที่กินไม่หมด และตกอาหารที่เหลือ ออกหลังจากให้อาหาร 15-20 นาที เพื่อป้องกันปริมาณอาหารที่เหลือ อาจแสดงถึงการให้อาหาร ที่มากเกินไปจนจำเป็น สภาวะแวดล้อมเปลี่ยน หรือ ปลามีอาการป่วย การให้อาหารปลา หลักการ ให้อาหารควรให้อาหารในปริมาณที่น้อยแต่บ่อยครั้ง อาจแบ่งเป็น 2-3 ครั้ง/วัน

2.1.1.7 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ เมื่อสังเกตว่าคุณภาพของน้ำในตู้เริ่มเปลี่ยน ต้องรีบเปลี่ยนน้ำ แต่ต้องระวังอย่าเปลี่ยนน้อยหรือมากเกินไป ซึ่งที่แนะนำประมาณ 50% ของปริมาณน้ำทั้งหมด เพื่อป้องกันปลาเกิดอาการช็อกน้ำ (อนันต์ แสงมี, 2562)

2.1.1.8 แสงไฟ สิ่งสำคัญสำหรับตู้ปลา แสงสว่างก็เป็นอีกหนึ่งสิ่งสำคัญมาก ๆ ในการเลี้ยงปลา เพราะโดยปกติของปลาแต่ละสายพันธุ์ในธรรมชาติก็ต้องพึ่งแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ เพื่อบอกเวลาเหมือนกับมนุษย์ เราว่าสว่างหรือมืด ส่งผลทั้งการหาอาหาร การกิน การนอน และการ ใช้ชีวิตต่างๆ ตามปกติของสัณฐานปลาแต่ละสายพันธุ์ปลาปกติในธรรมชาติ จะมีดวงอาทิตย์ คอยเปิด-ปิดแสงไฟ เพื่อที่จะเพิ่มความแรงหรือความเบาของไฟให้อยู่ระดับพอดีไม่แรงเกินไป และไม่ เบาเกินไป แต่ตู้ปลาไม่มีที่จะมาเพิ่มลดความเบาหรือความแรงของไฟ จากหลอดไฟที่เหมาะสมและ สมควร

2.1.2 การจัดตู้พรรณไม้น้ำ


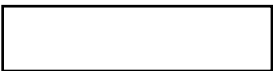
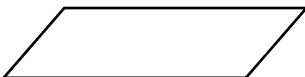

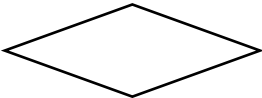


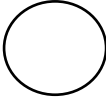


จำเป็นต้องเข้าใจถึงธรรมชาติ และความต้องการของพรรณไม้น้ำเสียก่อน พรรณไม้น้ำหรือบางครั้งที่เราคุ้นเคยเรียกกันว่าสาหร่าย ซึ่งมีสาหร่ายจริงเพียงบางส่วนนั้นมีความ ต้องการปัจจัยสำคัญๆ หลายประการ คือ แสงสว่างที่พอเหมาะ และเพียงพอตู้ปลาส่วนใหญ่ก็ไม่มี เพราะใช้น้ำประปา ซึ่งถูกกำจัดออกไปเกือบทั้งหมดแล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับใช้ในการ สังเคราะห์แสง กระแสน้ำที่ช่วยพัดพาแลกเปลี่ยนของเสียบนใบพืช น้ำ ตู้ปลาโดยทั่วไปมักขาดสิ่งที่ กล่าวมา ทำให้พรรณไม้น้ำที่ปลูกไว้ค่อยๆ ตายไป ซึ่งเมื่อเราเตรียมอุปกรณ์ให้ได้ตามความต้องการ ของพรรณไม้น้ำ แล้วจะพบว่าพรรณไม้น้ำจะอยู่ทนทานมาก ตลอดจนมีการขยายพันธุ์เจริญเติบโต เพิ่มขึ้นอีกด้วย อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับจัดตู้พรรณไม้น้ำ ตู้ปลาส่วนใหญ่นิยมใช้ตู้กระจก ความลึกไม่ควรลึกเกิน 24 นิ้ว เพื่อความสะดวกในการตกแต่ง และแสงสว่างจะส่องไม่ถึงพื้นตู้ ส่วนรูปทรง และความกว้างยาวขึ้นอยู่กับพื้นที่ตั้ง ขนาดเหมาะสมส่วนใหญ่จะไม่นิยมตู้ขนาดไม่ใหญ่มากนัก ไม่ควร ให้อุปกรณ์ไม้น้ำถูกแสงแดดส่องโดยตรง เพราะการควบคุมปริมาณแสงทำได้ยาก และอุณหภูมิของน้ำ อาจเปลี่ยนแปลงได้ง่าย และยังป้องกันการเกิดตะไคร่น้ำอีกด้วย ระบบแสงสว่าง แสงสว่างที่พอเหมาะ โดยประมาณ คือใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 20 วัตต์ ต่อน้ำ 40 ลิตร โดยความลึกของน้ำไม่เกิน 18 นิ้ว สีของหลอด ควรเลือกสีที่ใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติ เพราะหากเลือกแสงสีแดงหรือแสงช่วง คลื่นยาวพืชจะสังเคราะห์แสงได้ดีที่สุด ทำให้พืชโตในทางยึดตัวแสงสีน้ำเงิน หรือช่วงคลื่นสั้นพืชจะ

เป็นฟุ้งไม่ยึดตัว ดังนั้นจึงควรผสมสีหลอดเพื่อไม่ให้พืชยึดตัวเร็วเกินไปหรือโตช้าเกินไป น้ำและระบบกรองน้ำ พรรณไม้ที่ต้องการน้ำที่มีความสะอาด ความกระด้างน้อย ปกติน้ำประปาที่พักไว้ 2-3 วันสามารถนำมาใช้ได้ดี อุณหภูมิของน้ำควรให้มีอุณหภูมิที่ค่อนข้างเย็นจะได้ผลดีกว่าอุณหภูมิที่พอเหมาะคือ 26-27°C กระแสน้ำมีความสำคัญต่อพรรณไม้มาก กระแสน้ำจะช่วยพัดพาของเสียหรือสิ่งสกปรกออกไปไม่ให้หลุดออกไป และพัดพาเอาน้ำสะอาดที่มีปุ๋ย และก๊าซที่จำเป็นสำหรับพืชมาให้กับพรรณไม้ ในตู้พรรณไม้จึงควรมีเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็กเพื่อทำกระแสน้ำในตู้ ระบบกรองน้ำที่เหมาะสม คือระบบปั้มกรองมุ้ง ซึ่งใช้ติดตั้งภายในตู้ มีฟองน้ำเป็นวัสดุกรอง และมีปั้มน้ำเป็นตัวปั้มน้ำให้น้ำผ่านวัสดุกรองพร้อมเป่าออกมาให้เกิดกระแสน้ำในตัว ซึ่งเมื่อฟองน้ำสกปรกก็สามารถถอดมาทำความสะอาดได้ง่าย วัสดุที่ใช้ปลูกพรรณไม้ โดยทั่วไปจะใช้กรวดแม่น้ำหรือกรวดควอทซ์ขนาดเล็กประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ปูพื้นตู้ปลาให้หนาประมาณ 2-3 นิ้ว ไม่ควรใช้กรวดปะการัง เนื่องจากจะทำให้น้ำมีความกระด้างมาก ได้ชั้นกรวดอาจใช้ปุ๋ยพรรณไม้สำเร็จรูป ซึ่งมีแร่ธาตุหลายชนิด โดยเฉพาะมีธาตุเหล็กที่ช่วยให้พืชน้ำแข็งมีใบสีเขียวสวย และอาจมีฮอร์โมนเร่งรากผสมอยู่ ช่วยให้พรรณไม้ฟื้นตัวได้เร็วขึ้น (นวกุล ตามสกุล, 2562)

2.2 หลักการเขียนผังงาน

ผังงาน (Flowchart) เป็นผังงานที่ใช้แสดงแนวความคิด หรือขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยใช้สัญลักษณ์แทนคำอธิบาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้กรอบสี่เหลี่ยมเป็นสัญลักษณ์แทนการประมวลผล หรือจะเป็นการใช้ลูกศรแทนทิศทางการทำงานของโปรแกรม ซึ่งเราสามารถสรุปสัญลักษณ์การทำงานที่ควรทราบได้ ดังนี้ (จักรกฤษณ์ อินทสงค์, 2558)

ตารางที่ 2.1 แสดงภาพสัญลักษณ์การทำงานผังงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม
	ประมวลการทำงานของโปรแกรม
	รับหรือแสดงผลโดยไม่กำหนดชนิดของอุปกรณ์
	การทำงานย่อย
	ตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง
	แสดงผลข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์
	แสดงผลข้อมูลออกทางจอภาพ
	จุดเชื่อมต่อของแผนงาน
	จุดเชื่อมขึ้นหน้าใหม่
	ทิศทางการทำงานของโปรแกรม

2.2.1 การเขียนผังงาน มีหลักการง่ายๆ ที่ควรคำนึงดังนี้ คือ

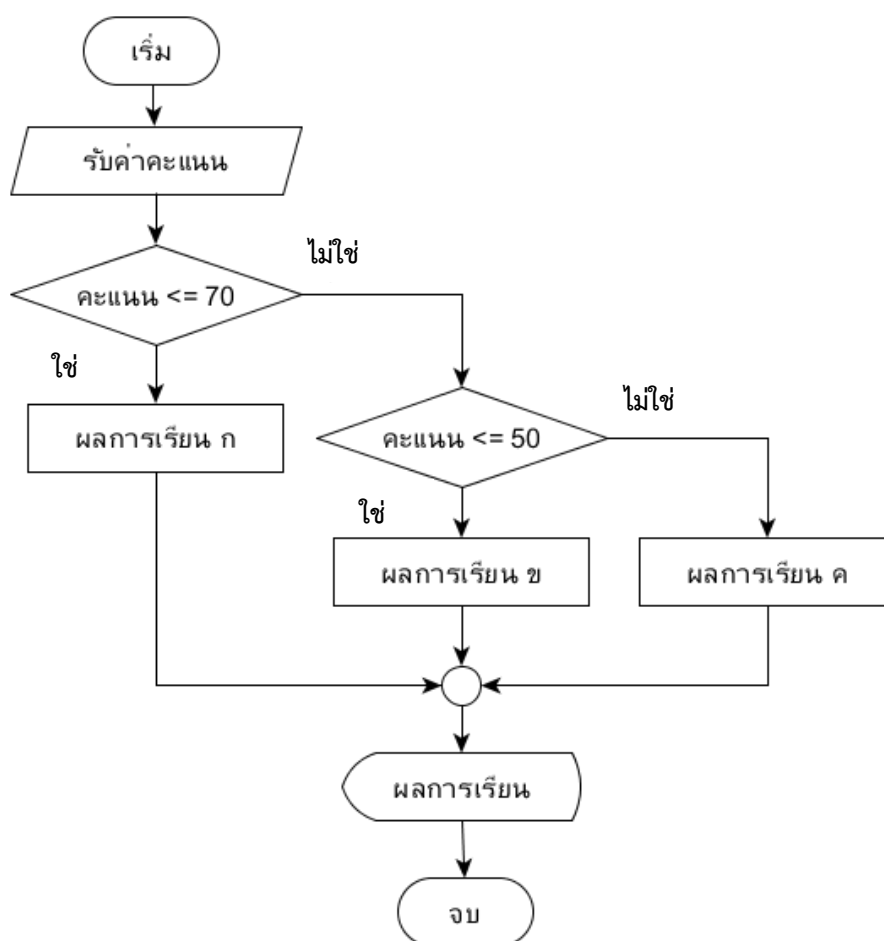
- 1) ผังงาน จะต้องมียจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเสมอ
- 2) เลือกใช้สัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายให้ถูกต้อง
- 3) ใช้ลูกศรเป็นตัวกำหนดทิศทางการทำงานของโปรแกรมจากบนลงล่าง จากซ้ายไปขวาโดยเรียงตามลำดับ
- 4) รูปสัญลักษณ์ทุกตัวต้องมีลูกศรเข้าและออก ยกเว้นจุดเริ่มต้นจะมีเฉพาะออก จุดสิ้นสุด จะมีเฉพาะเข้าเท่านั้น

หนึ่งเสมอ

5) ลูกศรทุกตัวจะชี้ออกจากรูปสัญลักษณ์ตัวหนึ่งไปยังรูปสัญลักษณ์อีกตัว

6) คำอธิบายภายในรูปสัญลักษณ์ ควรสั้นๆ เข้าใจง่าย

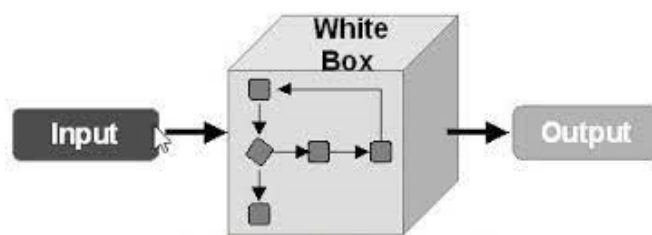
7) ไม่ความใช้ลูกศรชี้ไปไกลมากเกินไป หากจำเป็นให้ใช้จุดเชื่อมแทน



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการเขียนผังงาน

2.3 การทดสอบแบบกล่องขาว

การทดสอบแบบกล่องขาว (Whitebox Testing) เป็นประเภทของการทดสอบที่ต้องการความรู้เกี่ยวกับการทำงานภายในของซอฟต์แวร์เพื่อดำเนินการทดสอบ คือการทดสอบในระดับต่ำ และพิจารณาครอบคลุมคำสั่ง รหัสสาขา เส้นทาง เงื่อนไข อื่น ๆ

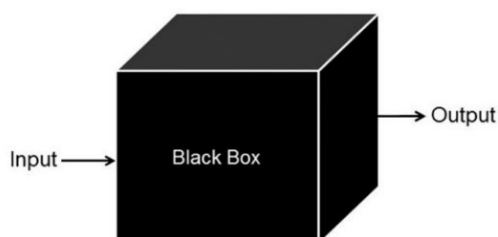


ภาพที่ 2.2 แสดงภาพการทำงานแบบกล่องขาว

กล่องแก้วกล่องใสและการทดสอบโครงสร้าง เป็นคำพ้องสำหรับการทดสอบกล่องขาว ในการเปรียบเทียบการทดสอบกล่องขาวนั้น รายละเอียดและใช้เวลานานกว่าการทดสอบกล่องดำ นอกจากนี้เมื่อการทดสอบกล่องขาว ตรวจสอบโครงสร้างภายในของระบบผู้ทดสอบควรมีทักษะ การเขียนโปรแกรมเพื่อทำการทดสอบประเภทนี้

2.4 การทดสอบแบบกล่องดำ

การทดสอบแบบกล่องดำ (Blackbox Testing) เป็นการทดสอบชนิดหนึ่งที่ไม่ต้องการความรู้ในการทำงานภายในของซอฟต์แวร์เพื่อทำการทดสอบ เป็นการทดสอบระดับสูง วัตถุประสงค์หลักของการทดสอบกล่องดำ คือการตรวจสอบพฤติกรรมของซอฟต์แวร์ ที่สำคัญกว่านั้นคือจะทดสอบ แอปพลิเคชันโดยพิจารณาจากผู้ใช้นอกหรือผู้ใช้ปลายทาง



ภาพที่ 2.3 แสดงภาพการทำงานแบบกล่องดำ

2.5 ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว

ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว (embedded system) คือ ระบบประมวลผล ที่ใช้ชิปหรือ ไมโครโพรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะโดย beenvai เป็นผู้คิดค้น เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความฉลาด ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์

ทั่วไป ระบบฝังตัวถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในยานพาหนะ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และสำนักงาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีเครือข่าย เทคโนโลยีด้านการสื่อสาร เทคโนโลยีเครื่องกล และของเล่นต่างๆ คำว่าระบบฝังตัวเกิดจากการที่ระบบนี้เป็นระบบประมวลผลเช่นเดียวกับระบบคอมพิวเตอร์ แต่ระบบนี้จะฝังตัวลงในอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันระบบสมองกลฝังตัวได้มีการพัฒนามากขึ้น โดยในระบบสมองกลฝังตัวอาจจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือไมโครโพรเซสเซอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวที่เห็นได้ชัด เช่น โทรศัพท์มือถือ และในระบบสมองกลฝังตัวยังมีการใส่ระบบปฏิบัติการต่างๆ แตกต่างกันไปอีกด้วย ดังนั้น ระบบสมองกลฝังตัวอาจจะทำงานได้ตั้งแต่ควบคุมหลอดไฟจนไปถึงใช้ในยานอวกาศ

ระบบปฏิบัติการสำหรับสมองกลฝังตัวในการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวอาจจะมีการใช้ระบบปฏิบัติการเป็นแกนหลักในการพัฒนา หรือไม่มีการใช้ในการพัฒนาก็ได้ ระบบปฏิบัติการสำหรับระบบสมองกลฝังตัว มีหลายประเภทมากตั้งแต่ RTOS UCOS-ii จนไปถึงระบบปฏิบัติการที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมา เช่น ลินุกซ์ วินโดวส์ จนถึงระบบปฏิบัติการสมัยใหม่ที่มีการพัฒนา เช่น ระบบปฏิบัติการ IoT ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาของระบบสมองกลฝังตัวในปัจจุบันมีภาษาโปรแกรมต่างๆ มากมายที่ใช้ในการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว เช่น ภาษาแอสเซมบลี ภาษาซี ภาษาซีพลัสพลัส หรือภาษาระดับสูงที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวที่มีระบบปฏิบัติการ โดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้ภาษาในการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวได้ตามความเหมาะสม และความต้องการ (วุฒิชัย แม้นรัมย์, 2563)

2.6 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) คือ แนวคิดในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ใดๆ ก็ตามที่สามารถเปิดหรือปิดได้ไปยังอินเทอร์เน็ต และอุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ เนื่องจากอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นเครือข่ายขนาดยักษ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และผู้คนทั้งหมดเข้าด้วยกัน เพื่อแบ่งปันหรือโอนถ่ายข้อมูล และเรื่องราวของตนเอง ซึ่งรวมถึงสิ่งแปลกๆ ที่มีรูปร่างและขนาดตั้งแต่ไมโครเวฟที่ใช้ปรุงอาหารในระยะเวลาที่กำหนด ไปจนถึงรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง ซึ่งมีเครื่องตรวจจับสัญญาณที่ซับซ้อน หรือแม้แต่บันทึกสถิติต่างๆ ผ่านแอปพลิเคชันได้

การทำงานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อุปกรณ์ และวัตถุที่มีอยู่ภายในเครื่องจับสัญญาณเซนเซอร์ จะทำการเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์ม อินเทอร์เน็ต ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆ และใช้การวิเคราะห์ เพื่อแบ่งปันข้อมูลที่ติดที่สุดกับแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการที่เฉพาะเจาะจง แพลตฟอร์ม IoT เป็นแพลตฟอร์มที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าข้อมูลใดมีประโยชน์ และสิ่งไหนที่สามารถไม่มีประโยชน์ ซึ่งข้อมูลนี้สามารถใช้เพื่อตรวจหารูปแบบคำแนะนำ และตรวจสอบปัญหาที่ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นก่อนที่จะเกิดขึ้นได้ด้วย อย่าง เช่น

ถ้าเป็นเจ้าของธุรกิจการผลิตรถยนต์ อาจต้องการทราบว่าส่วนประกอบใดที่นิยมมากที่สุด ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จะสามารถช่วยธุรกิจได้ดังนี้

ใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจสอบว่าส่วนไหนของพื้นที่ในโชว์รูมเป็นที่นิยมมากที่สุด และส่วนไหนที่ลูกค้าใช้เวลาอยู่นานที่สุด เจาะลึกลงในข้อมูลการขายที่พร้อมใช้งานเพื่อระบุผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ขายได้เร็วที่สุด จัดเรียงข้อมูลการขายพร้อมด้วยแหล่งจ่ายอัตโนมัติ เพื่อจัดการกับคลังสินค้า ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันนี้ จะช่วยให้สามารถตัดสินใจได้อย่างชาญฉลาดว่าผลิตภัณฑ์ใดที่จำเป็นต้องใช้ ซึ่งจะสามารถเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายด้วยข้อมูลเชิงลึกที่ได้จากการวิเคราะห์ขั้นสูงจะทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถทำงานบางอย่างได้โดยอัตโนมัติ (กวีวุฒิ เต็มภูวภัทร, 2563)

2.7 แอปพลิเคชัน Blynk

แอปพลิเคชัน Blynk เป็นแพลตฟอร์ม ที่เป็นแอปพลิเคชัน ด้วยระบบปฏิบัติการ iOS และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อควบคุมอาดัวโน้ ราสเบอร์รี่พาย บนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มระบบดิจิทัลที่ผู้ใช้สามารถสร้างส่วนต่อประสานกราฟิก สำหรับโครงการของผู้ใช้โดยการลาก และวางเครื่องมือที่มีให้เลือกอยู่หลากหลาย เป็นเรื่องง่ายในการตั้งค่า

แอปพลิเคชัน Blynk ไม่ได้ผูกติดอยู่กับบอร์ดหรือบอร์ดเสริมบางตัว แต่จะสนับสนุนฮาร์ดแวร์ที่นักพัฒนาเลือก ไม่ว่าจะเป็นอาดัวโน้ หรือ ราสเบอร์รี่พาย จะเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย หรือแบบมีสาย จะช่วยให้อุปกรณ์ของนักพัฒนาออนไลน์และพร้อมสำหรับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.7.1 การทำงานแอปพลิเคชัน Blynk จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนดังนี้

2.7.1.1 แอปพลิเคชัน Blynk ที่สามารถติดตั้งในมือถือของเราเองเพื่อสร้างอินเทอร์เน็ต ในการควบคุมหรือแสดงผลค่าจากอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.7.1.2 Blynk เซิร์ฟเวอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชันกับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.7.1.3 Blynk ไบเบรารี ออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งต่างๆ ให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.2 Blynk เซิร์ฟเวอร์ เป็นกระดานข่าวสารดิจิทัลสำหรับอาดัวโน้ ราสเบอร์รี่พาย และ Node MCU โดยผู้ใช้งานสามารถสร้างอินเตอร์เฟซกราฟิกขึ้นมาในแอปพลิเคชัน (รองรับทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์) เพื่อทำการควบคุมจัดการอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตได้

2.7.3 Blynk เอนเนอจี คือ พลังสำหรับแลกเปลี่ยนกับกล่องวิดเจ็ต (Widget Box) ต่างๆ สำหรับส่วนแสดงผล ตัวอย่าง เช่น ปุ่มกด ปุ่มสไลด์ จอยสติ๊ก กราฟ แผนที่ เป็นต้น

2.7.4 อุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับเริ่มต้นใช้งาน Blynk ฮาร์ดแวร์ เนื่องจาก Blynk ทำงานผ่านอินเทอร์เน็ต (LAN 3G 4G Wi-Fi อื่นๆ) ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ตัวอย่าง เช่น อาดูโน้ ESP8266 ESP32 ราสเบอร์รี่พาย หรือบอร์ดอื่นๆ

2.8 โปรแกรม Arduino IDE

โปรแกรม Arduino IDE เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มาจากอิตาลีเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบโอเพนซอร์ซ มีไวยากรณ์การเขียนที่คล้ายกับภาษาซี ซอฟต์แวร์ของอาดูโน้ สามารถหาโหลดได้ฟรีและบอร์ดมีราคาถูก จึงถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา และยังสามารถต่อยอดได้ง่าย อาดูโน้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.8.1 ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ บอร์ดอาดูโน้จะมีส่วนประกอบหลัก คือไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นไอซี และประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มีจุดเชื่อมต่อ อินพุต/เอาต์พุต และพอร์ตเขียนบอกรหัสชัดเจน เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน บางรุ่นอาจจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น แรงดันไฟที่ใช้ จำนวนขา และอื่นๆ

2.8.2 ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ โปรแกรมอาดูโน้เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษาอาดูโน้ โดยภาษาอาดูโน้มีการเขียนคล้ายกับภาษาซี ถ้ามีพื้นฐานความเข้าใจภาษาซีก็สามารถเขียนอาดูโน้ได้

2.8.3 หลักการใช้บอร์ดอาดูโน้ หลักการใช้งานของบอร์ดอาดูโน้จะเป็นการอินพุต/เอาต์พุต ค่าผ่านทางพอร์ต อนาล็อกและดิจิทัล การอินพุตข้อมูลเข้ามา เช่น การรับค่าเซนเซอร์จับสีขาวดำ การวัดอุณหภูมิหรือค่าความชื้นจาก DHT11 การเอาต์พุตข้อมูล เช่น การควบคุมไฟ LED เปิด-ปิด การควบคุมมอเตอร์ (ทันพงษ์ ภูริรักษ์, 2563)

2.8.4 ข้อดีของบอร์ดอาดูโน้

- 1) มีซอฟต์แวร์ ให้โหลดใช้ได้ฟรีและมีการอัปเดตต่อเนื่อง
- 2) มีตัวอย่างสอนสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา
- 3) บอร์ดอาดูโน้มีการรวบรวมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็น
- 4) ง่ายต่อการต่อยอดทำงานต่างๆ
- 5) บอร์ดมีขนาดเล็กเหมาะกับการใช้งาน

2.9 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว ควบคุมแรงบิด ควบคุมแรงต้านทาน โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง



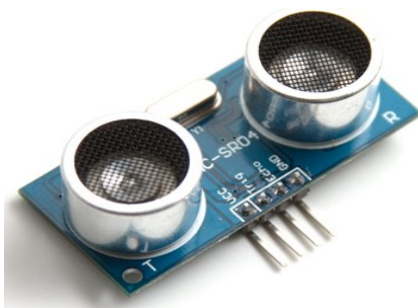
ภาพที่ 2.4 แสดงภาพเซอร์โวมอเตอร์

หน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ มีหน้าที่ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ได้รับคำสั่งจากตัวเซอร์โวล์ไดรเวอร์ พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับตัวเซอร์โวล์ไดรเวอร์ ว่าตอนนี้เซอร์โวมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร และระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไร ด้วยสัญญาณของตัวเข้ารหัสที่อยู่ภายในตัวเซอร์โวมอเตอร์ ทำให้การเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์นั้นมีความแม่นยำสูง

2.10 หลักการทำงานของอัลตราโซนิก

อัลตราโซนิก (Ultrasonic Module) คือ เป็นอุปกรณ์ทำงานด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน มีทิศทางแน่นอนและไม่มีการเลี้ยวเบน โดยอัลตราโซนิกแบ่งเป็นสองส่วน คือ เครื่องส่งเป็นแหล่งให้กำเนิดเสียงอัลตราโซนิก และผู้รับเป็นตัวรับคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมา สามารถใช้เซ็นเซอร์ตัวนี้ในการตรวจจับวัตถุ และวัดระยะที่ห่างจากวัตถุได้



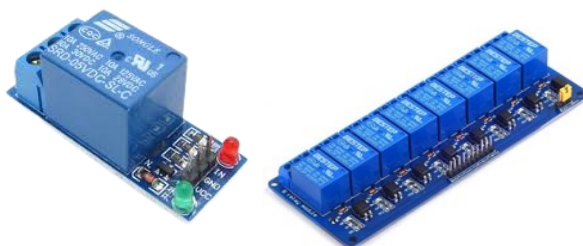
ภาพที่ 2.5 แสดงภาพอัลตราโซนิก

2.10.1 การนำอัลตราโซนิกไปใช้งาน นำไปใช้ในการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง เช่น การให้หุ่นยนต์เดินโดยที่ไม่ชนสิ่งกีดขวาง การนำมาใช้กับรถยนต์เพื่อเป็นตัวกำหนดสัญญาณเตือนว่ามีวัตถุอยู่ในระยะใกล้ (เซ็นเซอร์ถอยหลังสำหรับรถยนต์) เครื่องวัดความลึก ซึ่งมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการผลิตเนื้อสัตว์ เพื่อวัดความหนาของชั้นไขมันในสัตว์ขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ และในซากสัตว์ เพื่อประเมินคุณภาพซากสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์ประเมินความนุ่มของเนื้อสัตว์

2.10.2 ข้อดีของอัลตราโซนิกสามารถตรวจจับวัตถุโดยใช้คลื่นเสียงที่มีความถี่สูง ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่มนุษย์ไม่ได้ยิน นอกจากนี้อัลตราโซนิกยังมีระยะการตรวจจับสูง สามารถตรวจจับวัตถุโดยไม่สนใจสีหรือพื้นผิวของวัตถุ ใช้ได้กับทั้งของแข็ง และของเหลว ทั้งเปียกและแห้ง สามารถตรวจจับวัตถุที่มีฝุ่นได้

2.11 หลักการทำงานของรีเลย์

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่างๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย



ภาพที่ 2.6 แสดงภาพรีเลย์

2.11.1 ประเภทของรีเลย์

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็น สวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) รีเลย์กำลังหรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ ใช้ในการควบคุมไฟฟ้า กำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2) รีเลย์ควบคุม มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไป ที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่

2.11.2 ประโยชน์ของรีเลย์

1) ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพสูงโดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วน ที่เกิดผิดปกติ ออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด

2) ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดผิดปกติ

3) ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่นๆ

4) ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

2.12 หลักการทำงานของโมดูลนาฬิกา

โมดูลนาฬิกา (Real Time Clock) คือ อุปกรณ์ที่ให้ค่าเวลาตามจริง ทำงานโดยการจับ สัญญาณนาฬิกาที่ได้มาจากคริสตัลบางรุ่นจะมีถ่านสำรองมาให้ เพื่อให้สามารถบันทึกเวลาได้ถึงแม้ว่า จะไม่มีไฟเลี้ยงมาที่ตัวบอร์ด ทำให้ไม่ต้องตั้งเวลาใหม่ทุกครั้ง โมดูลนาฬิกานี้จำเป็นอย่างยิ่งกับการใช้ งานที่ต้องมีการบันทึกเวลา



ภาพที่ 2.7 แสดงภาพโมดูลนาฬิกา

บอร์ดอาดูโนมีตัวจับเวลาอยู่แล้ว เช่น การใช้ฟังก์ชันนับเวลาในหน่วยมิลลิวินาที เป็นต้น แต่การประมวลผลคำสั่งของอาดูโนจะทำงานแบบอนุกรม คือ ทำทีละบรรทัด ทำให้การทำงานของคำสั่งจับเวลาก็จะถูกรบกวนจากการประมวลผลคำสั่งอื่นๆไปด้วย เวลาที่ได้จากการใช้คำสั่งนี้เลยไม่สามารถนำมาเป็นเวลาตามจริงที่ต้องการบันทึกไปพร้อมกับค่าอื่นๆที่ต้องการวัดได้ ดังนั้น ในการประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเวลาที่แม่นยำ และสามารถบอกวันที่ เดือน ปี ชั่วโมง นาที วินาที จึงต้องใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จับเวลาแยก

DS3231 เป็นโมดูลนาฬิกาที่มีข้อดีคือ มีการชดเชยการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณนาฬิกา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแวดล้อมด้วย ทำให้เวลาที่ได้มีความแม่นยำสูง

2.13 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือ วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของของเหลวโดยใช้คอยล์ไฟฟ้าสั่งการ ร่วมกับสปริง หรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์วประกอบด้วย แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิดเปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิตช์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวด แม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเตื่อยวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิตช์ตัดกระแสไฟฟ้าเตื่อยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม โดยน้ำหนักของตัวเองเพื่อปิดวาล์ว อาทิ โซลินอยด์วาล์วน้ำ โซลินอยด์วาล์วแก๊ส โซลินอยด์วาล์วไฮดรอลิก

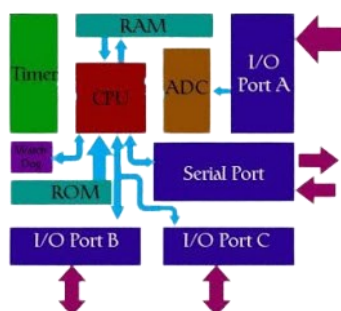


ภาพที่ 2.8 แสดงภาพโซลินอยด์วาล์ว

2.14 ความรู้เบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัวก็คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็ก เรียกอีกอย่างคือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สามารถนำมา

ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุม อินพุต/เอาต์พุต เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งก็นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้าน ดิจิทัล และ อนาล็อก ยิ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานอยู่คนละซีกโลกผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้ (ทันพงษ์ ภูริรักษ์, 2563)



ภาพที่ 2.9 แสดงภาพโครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริชัย เต็มโชคเกษม (2554) ได้ศึกษาเรื่อง ตู้ปลาอัจฉริยะ ซึ่งอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมส่วนประกอบของระบบต่างๆ ภายในตู้ปลา เช่น ระบบการเปลี่ยนน้ำ โดยอาศัยเครื่องมือวัดค่า pH ที่สามารถตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของน้ำจากมูลปลา ระบบกรองของเสียออกจากตู้ปลาที่สามารถหมุนเวียนน้ำระหว่างตู้ปลากับระบบกรองของเสียแบบอัตโนมัติ ระบบให้อาหารที่ทำหน้าที่ควบคุมการดูแลให้อาหารปลาอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงระบบการเปิด-ปิด แสงไฟภายในตู้ปลาที่สามารถทำงานได้ทั้งแบบกำหนดเวลา เปิด-ปิด อัตโนมัติหรือแบบใช้ LDR เป็นตัววัดแสงเพื่อควบคุมแสงสว่างแบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ ตู้ปลาอัจฉริยะดังกล่าวจะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่สนใจเลี้ยงปลาได้เป็นอย่างดี การทำงานนั้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็น CPU ควบคุมการทำงาน นอกจากนี้ ตู้ปลาที่สร้างขึ้นมาใช้งานเพื่อทดสอบระบบตามแนวคิดที่ออกแบบไว้นั้น ผลที่ได้หลังจากทดลองสร้างขึ้นมาใช้งานปรากฏผลที่น่าพอใจ โดยตู้ปลาที่สร้างขึ้นนี้ สามารถควบคุมดูแลระบบน้ำในตู้ปลาพร้อมทั้งการ เปิด-ปิด แสงไฟภายในตู้ปลา และการให้อาหารรวมถึงการกรองและบำบัดน้ำภายในตู้ปลาโดยเมื่อน้ำภายในตู้ปลาเสียระบบก็จะทำการเปลี่ยนน้ำใหม่อัตโนมัติ และเมื่อครบกำหนดเวลาให้อาหารปลา ระบบก็จะสั่งงานให้เครื่องทำการให้อาหารปลาพร้อมทั้งการ เปิด-ปิด ไฟในเวลากลางคืนระบบก็จะควบคุมการ เปิด-ปิด ไฟ

แบบอัตโนมัติด้วยการทดลองจะเห็นว่าระบบตู้ปลาสามารถนำไปใช้งานได้จริงโดยนำไปติดตั้งกับตู้ปลาที่ใช้งานอยู่แล้วขนาด 36 นิ้ว ขึ้นไปโดยไม่ต้องทำการเจาะตู้หรือตัดตู้ขึ้นมาใหม่ จากการทดลองเปลี่ยนน้ำแบบเจือจาง และการเปลี่ยนน้ำแบบปกติจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนน้ำแบบเจือจางน้ำจะใช้น้ำในปริมาณ 2,000 ลิตรเพื่อใช้ในการเจือจางน้ำในระบบตู้ปลาจาก pH 5.5 ให้กลายเป็น pH 6.5 โดยมีปริมาณน้ำในตู้ปลา คือ 182 ลิตร แต่วิธีการเปลี่ยนน้ำแบบปกติด้วยการปั้มน้ำจากตู้ปลาลงเหลือ 1 ใน 10 ของปริมาณน้ำทั้งหมด แล้วเติมน้ำใหม่จนเต็มตู้ปลาจะใช้น้ำถึง 189 ลิตร ซึ่งการเปลี่ยนน้ำ โดยวิธีการลดตู้ปลานั้น ประหยัดน้ำกว่าการเจือจางน้ำ เพราะการเจือจางนั้นจะต้องใช้น้ำในปริมาณที่มากกว่าอย่างเห็นได้ชัดแต่จะได้รับความสวยงามของระดับน้ำภายในตู้ปลา

ปณณภัทร อนันตศิลป์ (2558) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบควบคุมตู้ปลาด้วยระบบแอนดรอยด์ การเลี้ยงปลา ต้องให้ความสำคัญในการดูแลและควบคุมปัจจัยต่างๆ เช่น การให้อาหาร การเปิด-ปิด ปั้ลม การเปิดไฟ และอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี โครงการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์นี้ จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบควบคุมตู้ปลาอัตโนมัติ ด้วยระบบแอนดรอยด์ โดยการวิเคราะห์ และออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุ ร่วมกับการควบคุมระบบแบบไร้สาย รวมทั้งการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมอุปกรณ์ในระดับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ จากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานพบว่าระบบสามารถประเมินประสิทธิภาพได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ซึ่งถือว่าการควบคุมตู้ปลาด้วยระบบแอนดรอยด์แบบไร้สาย ในระดับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดสอบนำไปใช้เลี้ยงปลาในตู้ปลา พบว่าสามารถทำงานได้ดีพอสมควร และสามารถทำงานได้อย่างปกติตามที่เรากำหนดคำสั่งในโปรแกรม kid bright ได้อย่างสมบูรณ์

ชินกร สุกุลวรภัทร (2561) ได้ศึกษาเรื่อง บ่อเลี้ยงปลาอัตโนมัติ พบว่า ปัจจุบันการเลี้ยงปลาสวยงามมีจำนวนมาก เช่น ปลาหางนกยูง ปลานีออน ปลาแพะ ที่ต้องการอาหารไม่มาก และผู้คนไม่ค่อยมีเวลาดูแล ต้องไปทำงานและไม่ได้เลี้ยงจึงทำให้ปลาเป็นโรคตาย และส่งผลกระทบต่อปลาทั้งบ่อ จึงคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยเลี้ยงปลาเหล่านี้ เพื่อประหยัดเวลาและสะดวกสบายมากขึ้น และยังสามารถนำไปต่อยอดทำเป็นธุรกิจปลาสวยงามได้อีกด้วย บ่อเลี้ยงปลาอัตโนมัติมีขนาดที่พอดีเหมาะสมกับตู้ปลาสวยงามที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม โดยจะมีโปรแกรมอัตโนมัติ และทำการให้อาหารปลาเอง การดำเนินโครงการเรื่อง บ่อเลี้ยงปลาอัตโนมัติ จากการทดสอบนำไปใช้เลี้ยงปลาในตู้ปลา พบว่าสามารถทำงานได้ดีพอสมควร และสามารถทำงานได้อย่างปกติตามที่เรากำหนดคำสั่งในโปรแกรม Kid Bright ได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่เรามาให้อาหารเองแล้ว บ่อเลี้ยงปลาอัตโนมัติมีความสะดวกสบายมากกว่า

ศุภวิทย์ ปรางชุมพล (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติ ปัจจุบันการเลี้ยงปลาสวยงาม (Ornamental fish) ในตู้ปลาภายในหน่วยงานได้รับความนิยมจากผู้เลี้ยงปลา และผู้ประกอบการธุรกิจขายปลาสวยงามเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสามารถสร้าง

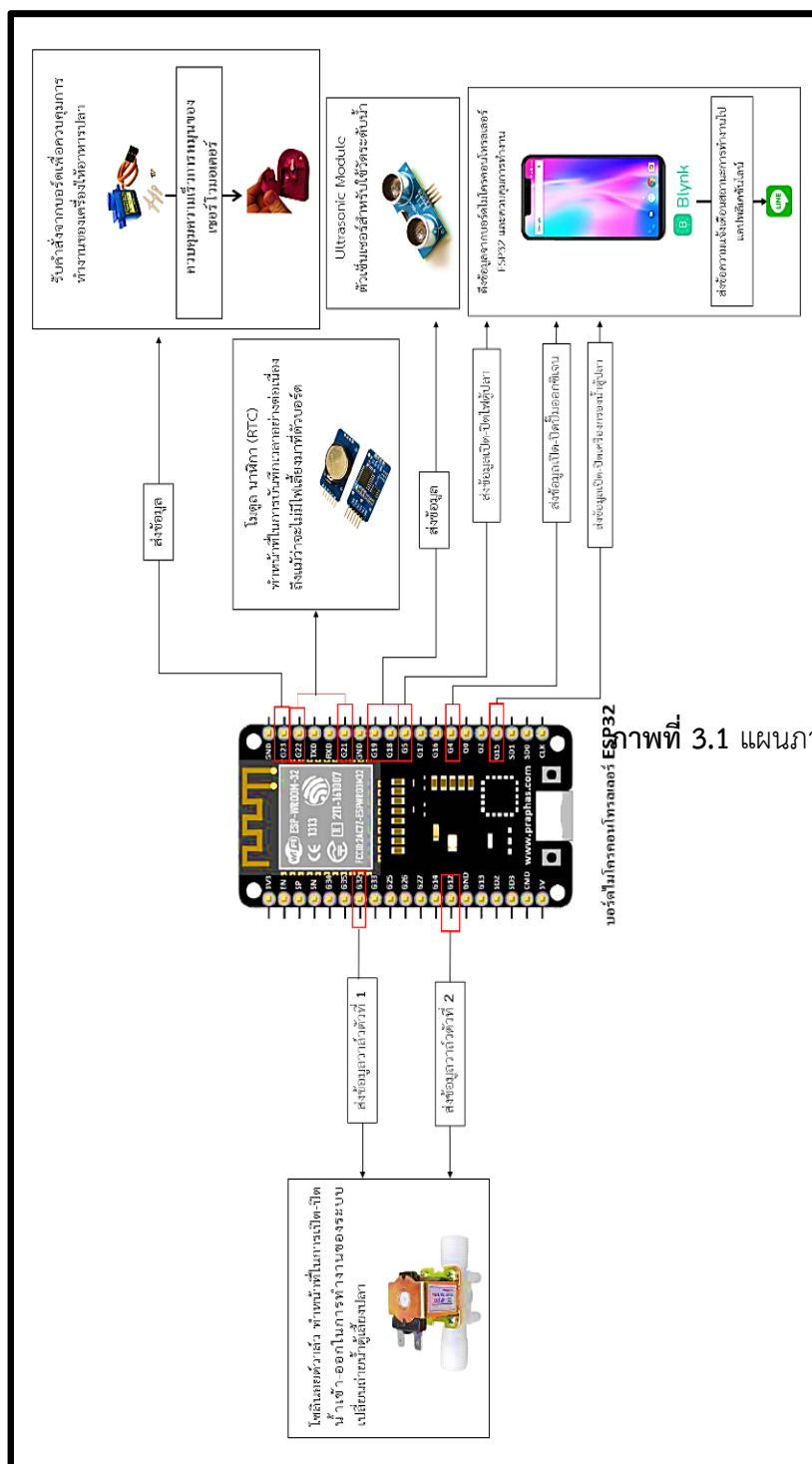
ทัศนียภาพด้านสิ่งแวดล้อมให้น้ำดู ซึ่งการเลี้ยงปลาดังกล่าวผู้เลี้ยงต้องให้ความสำคัญในการดูแล และควบคุมปัจจัยต่างๆ เช่น การให้อาหาร การ เปิด-ปิด ป้อนลม การเปิดไฟ และการควบคุมระบบค่า Ph ของน้ำที่อาจจะส่งผลให้น้ำในตู้ปลาเน่าเสีย ทำให้ปลาที่เลี้ยงไว้ตายได้ เนื่องด้วยในปัจจุบัน มีความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ในรูปแบบไร้สายได้ งานวิจัยนี้จึงได้ทำ การพัฒนาระบบการให้อาหารปลาอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันมือถือ โดยการเขียนคำสั่งควบคุม อุปกรณ์ลงบนอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ใช้งานสามารถสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน กำหนดเวลาในการให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติ รวมถึงกำหนดปริมาณอาหารที่เหมาะสมตามปริมาณ ของปลาที่เลี้ยงไว้ รวมทั้งทำการแจ้งเตือนเมื่อมีค่า Ph ของน้ำในตู้เลี้ยงปลาที่ไม่เหมาะสมได้ การ ทดสอบ ประสิทธิภาพของระบบ จากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน พบว่าระบบสามารถประเมิน ประสิทธิภาพได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ซึ่งถือว่าการควบคุมตู้ปลาด้วยแอปพลิเคชันบนมือถือได้อย่างมี ประสิทธิภาพรวมทั้งลดปัญหาของน้ำเน่าเสีย ที่เกิดจากการให้อาหารปลาในปริมาณที่ไม่เหมาะสมได้

บทที่ 3

การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง การวิเคราะห์และการออกแบบระบบในการพัฒนาระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งได้ข้อมูลจากการศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เป็นประโยชน์เพื่อประกอบใช้ในส่วนขั้นตอนการดำเนินงานตลอดจนวิธีการทำงานของระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะทำการสร้างระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ เพื่อให้ออกมามีประสิทธิภาพในการทำงานและใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และสามารถนำไปประกอบการศึกษาเอกสารงานวิจัย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดซึ่งมีลำดับการดำเนินงานต่อไปนี้

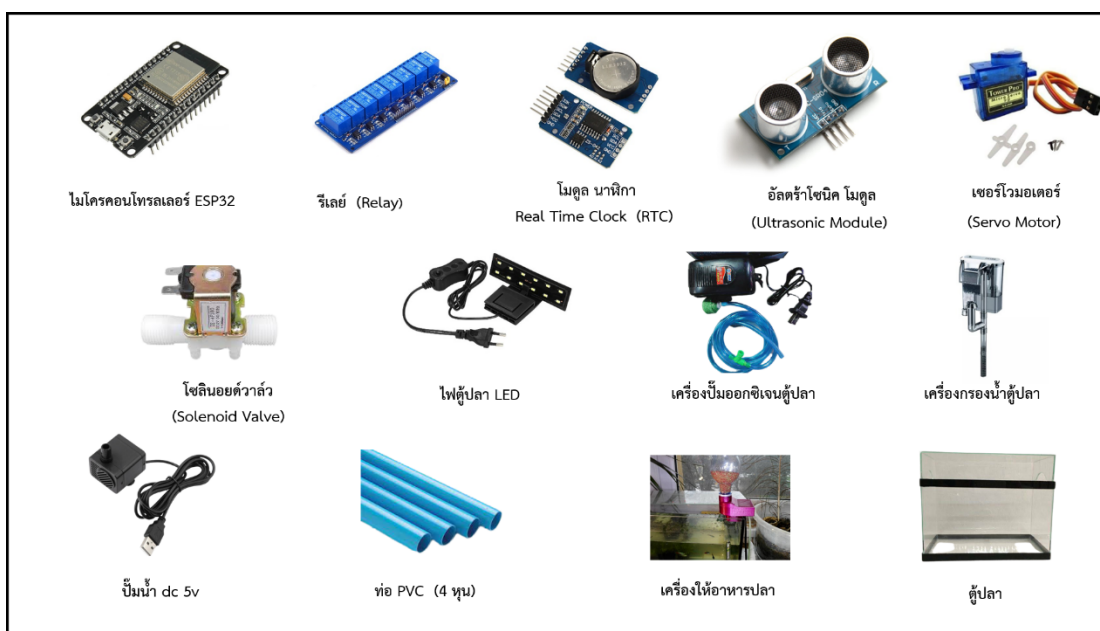
- 3.1 การออกแบบแผนภาพวงจรที่ใช้ในการควบคุมระบบ
- 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ
 - การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์
 - การออกแบบด้านซอฟต์แวร์
- 3.3 การออกแบบ ผังงาน (Flow chart) ของระบบ
- 3.4 การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันในการควบคุมระบบ



จากภาพที่ 3.1 เป็นแผนภาพแสดงให้เห็นถึงวงจรที่ใช้ในการควบคุมของระบบ ในการทำงาน โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 โมดูลนาฬิกา เพื่อบันทึกเวลาการทำงานของระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ อัลตราโซนิกตัวเซ็นเซอร์สำหรับใช้วัดระดับน้ำเพื่อกันน้ำล้น เซอร์โวมอเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารปลา ควบคุมความเร็ว การหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ โซลินอยด์วาล์วตัวควบคุมการทำงาน เปิด-ปิด ทางเข้า-ออกของน้ำ ของระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำตู้เลี้ยงปลา และส่งข้อมูล เปิด-ปิด เครื่องให้อาหารปลา ส่งข้อมูล เปิด-ปิด ปั้มน้ำออกซิเจน ส่งข้อมูล เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ ส่งข้อมูล เปิด-ปิด ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำในตู้ปลา ส่งข้อมูล เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลาไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อให้โปรแกรมประมวลผล ตามที่โปรแกรมได้ตั้งไว้ แล้วส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟนเพื่อควบคุมการทำงานของ เครื่อง เปิด-ปิด เครื่องให้อาหารปลา ส่งข้อมูล เปิด-ปิด ปั้มน้ำออกซิเจน ส่งข้อมูล เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ ส่งข้อมูล เปิด-ปิด ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำในตู้ปลา ส่งข้อมูล เปิด-ปิด ไฟตู้ปลา เมื่อระบบ ทำตามเงื่อนไขแล้วแอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อความแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังไลน์

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.2.1 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์



ภาพที่ 3.2 แสดงเครื่องมืออุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

จากภาพที่ 3.2 เป็นแผนภาพแสดงให้เห็นถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการพัฒนาระบบ ตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ โดยมีอุปกรณ์หลักคือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รีเลย์ โมดูลนาฬิกา อัลตราโซนิก ตัวเซ็นเซอร์ใช้วัดระดับน้ำ เซอร์โวมอเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารปลา โซลินอยด์วาล์ว ตัวควบคุม เปิด-ปิด เปลี่ยนถ่ายน้ำของระบบตู้เลี้ยงปลา ไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา เครื่องปั๊มออกซิเจน เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา ปั๊มน้ำ DC ตู้ปลา ท่อ PVC ขนาด 4 หุน เครื่องให้อาหารปลา และตู้ปลา เป็นต้น

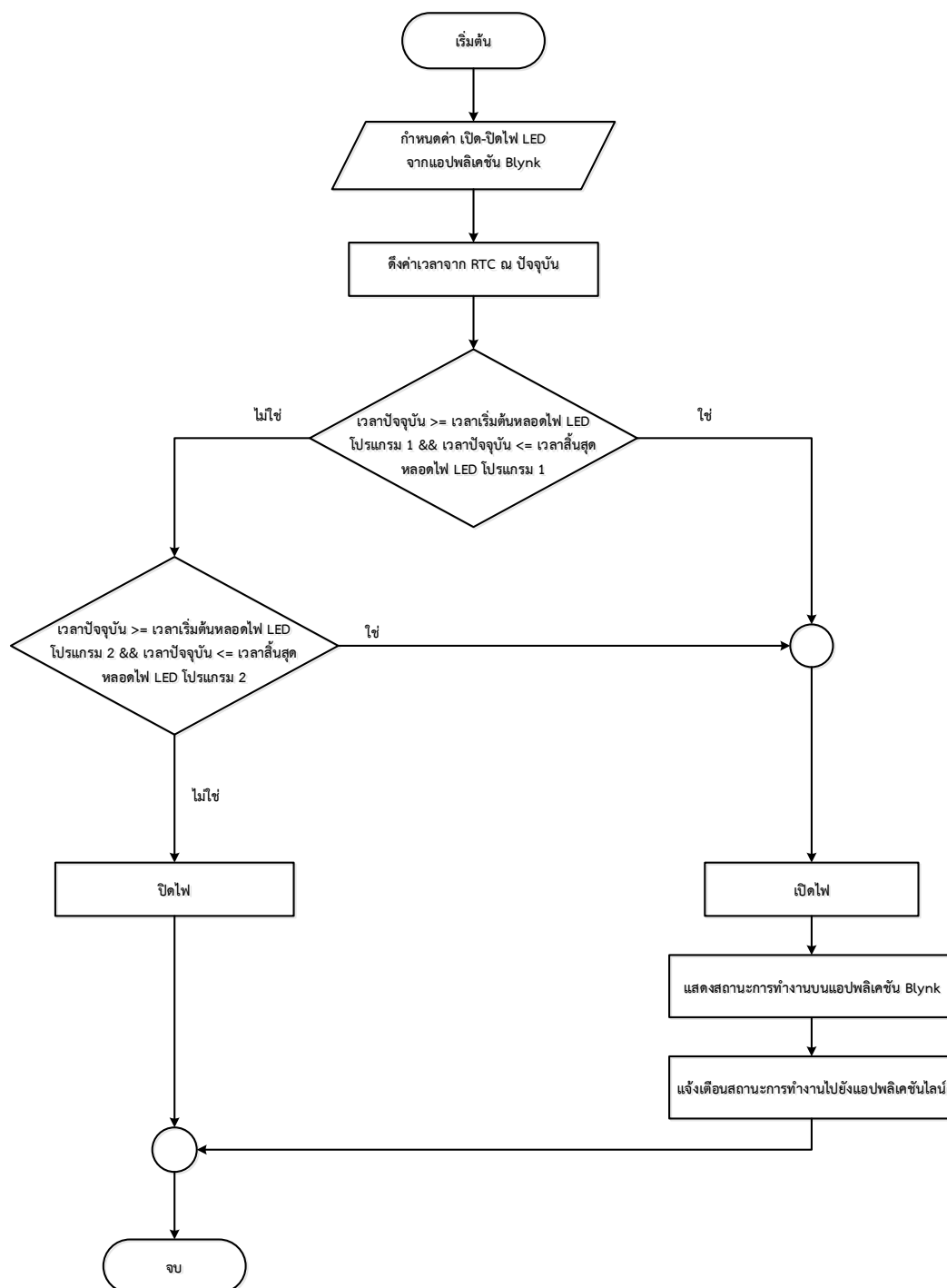
3.2.2 โปรแกรมที่ใช้ในด้านซอฟต์แวร์

3.2.2.1 โปรแกรมอาดูโน (Arduino IDE) โปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม คอมไพเลอร์ และอัปโหลด โปรแกรมลงบอร์ด อาดูโน หรือ บอร์ดตัวอื่นๆ ที่คล้ายกัน เช่น ESP8266 modules NodeMCU หรือ WeMos. D1 เป็นต้น

3.2.2.2 แอปพลิเคชัน Blynk คือ ชุดของแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนที่ทำให้ การสร้างงาน IoT ทำได้ง่ายอย่างเบ็ดเสร็จ มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่อยู่ไกลผ่านข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้สมาร์ทโฟนเป็นอุปกรณ์หลักในการติดต่อกับผู้ใช้งาน และอุปกรณ์ควบคุมปลายทาง ผู้พัฒนา อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ไม่ต้องจัดเตรียมสิ่งใดเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ หน้าเว็บแสดงผล และควบคุม รวมถึงซอฟต์แวร์เพื่อการเชื่อมต่อใดๆ

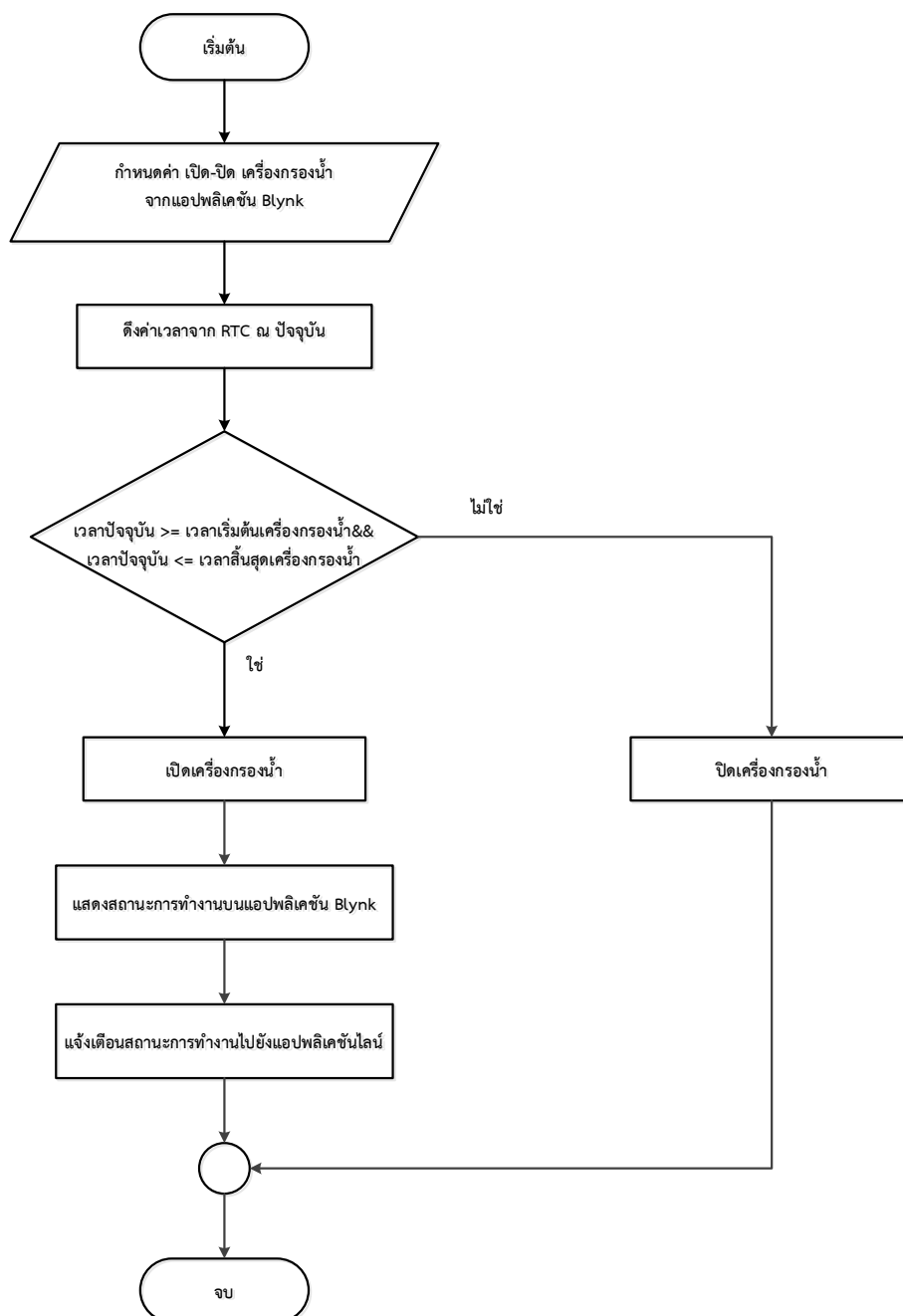
3.3 การออกแบบ ผังงาน (flow chart) ของระบบ

3.3.1 ผังงานการทำงานของระบบตู้ปลาเลี้ยงปลาอัตโนมัติ



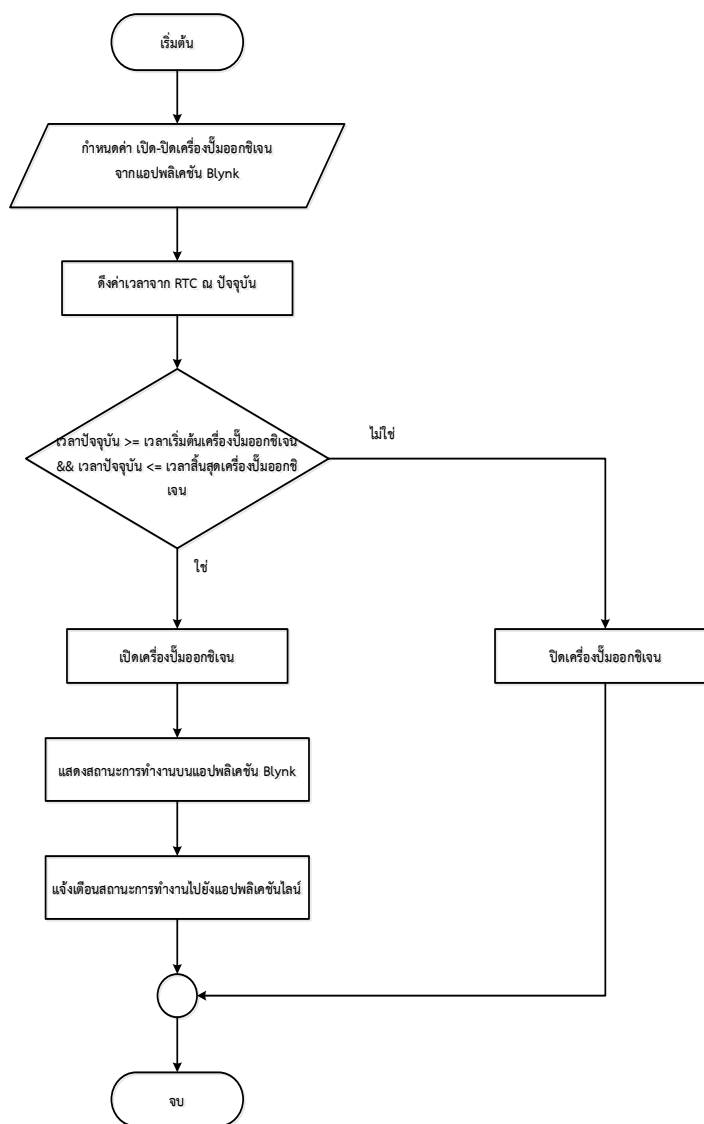
ภาพที่ 3.3 ผังงานการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลาในระบบ เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ

จากภาพที่ 3.3 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลา เปิด-ปิดไฟ LED ตู้อีเอ็มปลา โดยระบบตั้งเวลาจะสั่งให้ระบบไฟ LED เปิด-ปิด ไฟตู้อีเอ็มปลาอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ สถานะการทำงานของระบบจะถูกแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และระบบ เปิด-ปิดไฟ LED ตู้อีเอ็มปลาอัตโนมัติยังสามารถตั้งเวลาในการ เปิด-ปิดไฟ LED ได้ถึง 2 เวลา



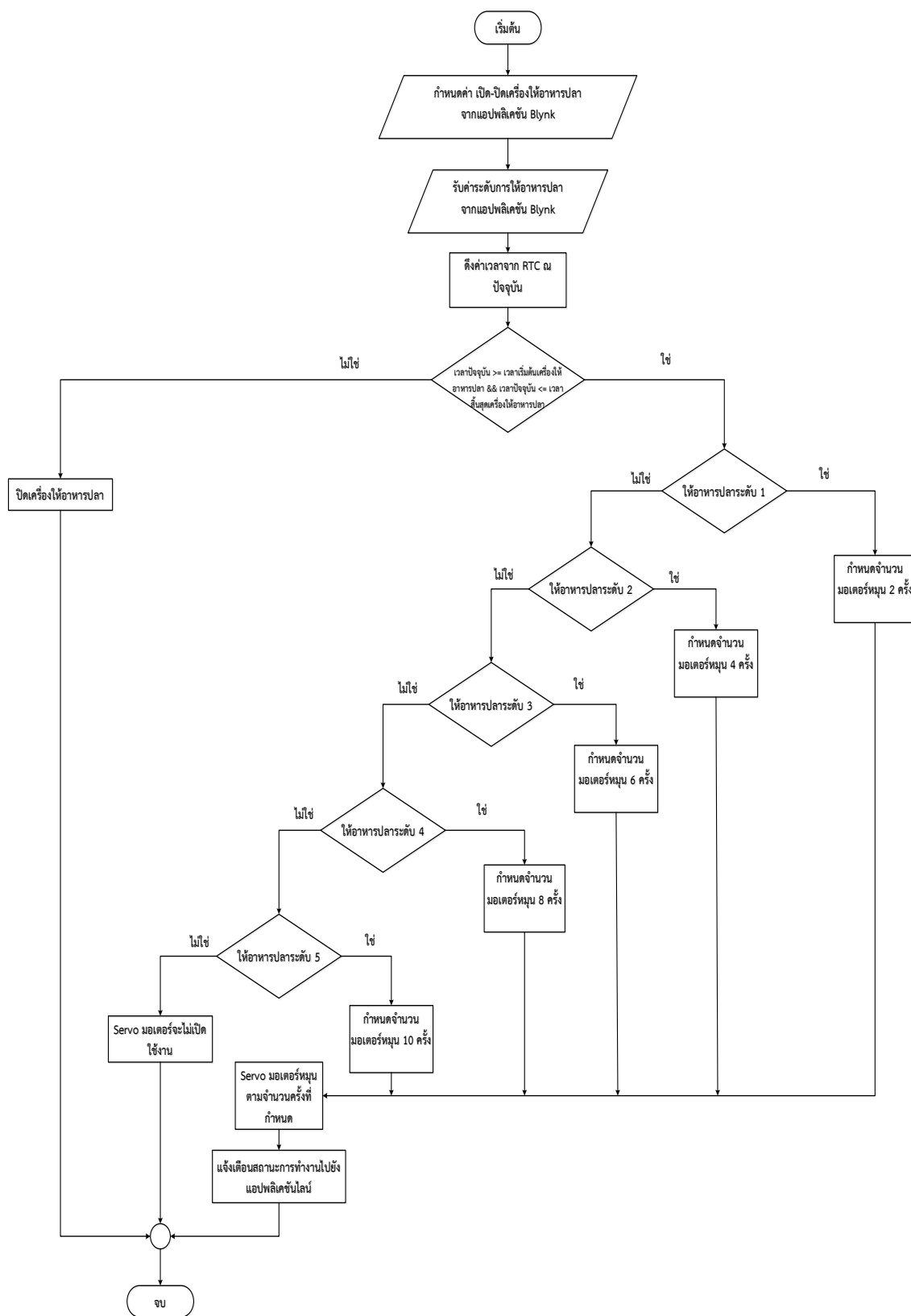
ภาพที่ 3.4 ผังงานการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลาในระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้อีเอ็มปลาอัตโนมัติ

จากภาพที่ 3.4 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ ตู้เลี้ยงปลา โดยระบบตั้งเวลาจะสั่งให้ระบบเครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ ตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ และสถานะการทำงานของระบบจะถูกแจ้งเตือนไปยัง แอปพลิเคชันไลน์



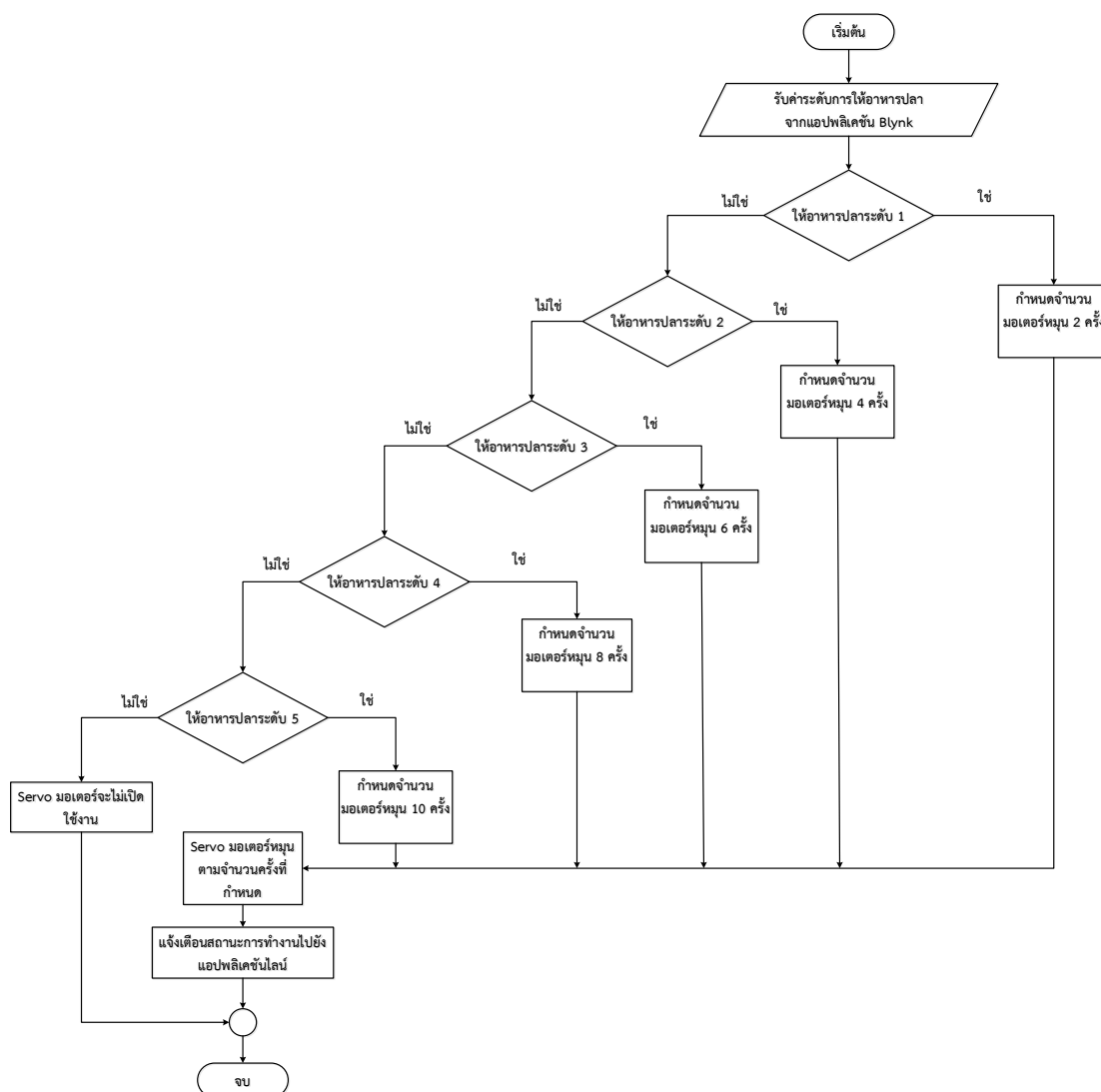
ภาพที่ 3.5 ผังงานการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลาในระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลาอัตโนมัติ

จากภาพที่ 3.5 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจน ตู้ปลา โดยระบบตั้งเวลาจะสั่งให้ระบบเครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา อัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ และสถานะการทำงานของระบบจะถูกแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์



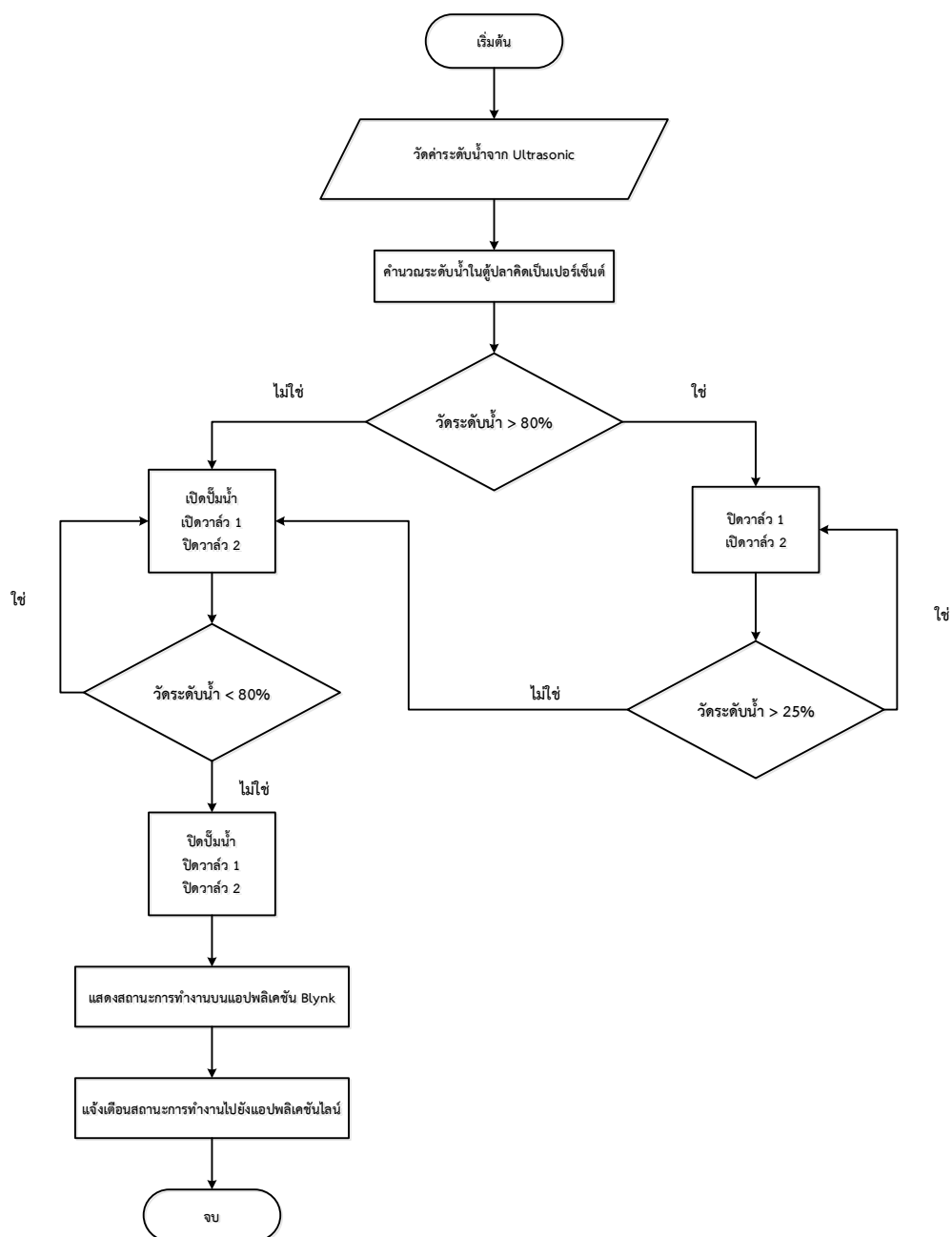
ภาพที่ 3.6 ผังงานการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ

จากภาพที่ 3.6 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของฟังก์ชันตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ โดยระบบตั้งเวลาจะสั่งให้ระบบเครื่องให้อาหารปลาให้อาหารปลาอัตโนมัติ ตามระดับที่กำหนดเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ สถานะการทำงานของระบบจะถูกแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และยังสามารถตั้งเวลาในการให้อาหารได้ถึง 2 เวลา



ภาพที่ 3.7 ผังงานการทำงานของเครื่องให้อาหารปลาของฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

จากภาพที่ 3.7 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เมื่อเปิดระบบควบคุมด้วยมือระบบจะทำงานโดยรับคำสั่งจากปุ่มในแอปพลิเคชัน Blynk เครื่องให้อาหารปลาจะให้อาหารปลาตามระดับที่กำหนด

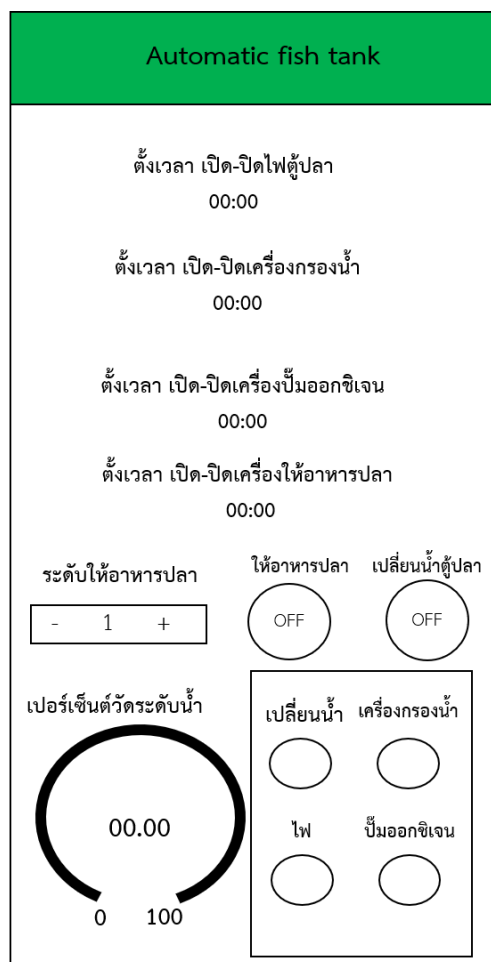


ภาพที่ 3.8 ผังงานการทำงานของระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

จากภาพที่ 3.8 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เมื่อเปิดระบบควบคุมด้วยมือระบบจะทำงานโดยรับคำสั่งจากปุ่มในแอปพลิเคชัน Blynk ระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาจะทำการเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลา โดยจะทำการเปลี่ยนน้ำออกจากตู้ปลาแบบกาลักน้ำ และมีระบบวัดระดับน้ำก้นน้ำล้นออกจากตู้เลี้ยงปลา

3.4 การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันในการควบคุมระบบ

ในการออกแบบหน้าจอสำหรับควบคุมระบบจะออกแบบตามฟังก์ชันต่างๆ ในระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และระบบที่จำเป็นในการใช้งานเพื่อความเป็นระเบียบของหน้าจอ



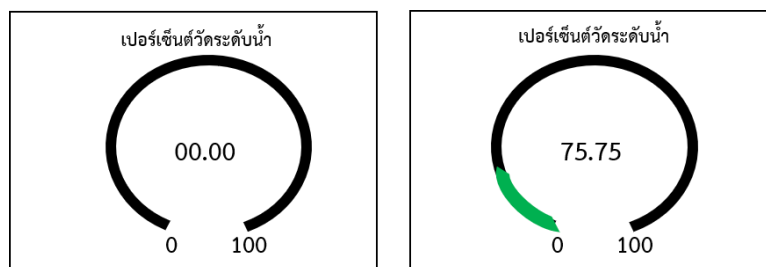
ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงหน้าควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

จากภาพที่ 3.9 แสดงให้เห็นหน้าจอควบคุมระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ โดยมีฟังก์ชันตั้งเวลาเปิด - ปิดไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา ฟังก์ชันตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้ปลา ฟังก์ชันตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มน้ำออกซิเจนตู้ปลา ฟังก์ชันตั้งเวลาให้อาหารปลาอัตโนมัติ แถบปุ่มเพิ่มระดับการให้อาหารปลา ฟังก์ชันปุ่มกดให้อาหารควบคุมด้วยมือ ฟังก์ชันปุ่มกดเปลี่ยนน้ำตู้ปลาอัตโนมัติควบคุมด้วยมือ จอแสดงผลวัดระดับน้ำตู้ปลา และสถานะการทำงานของระบบ

Set the time		ok
--:--		↓
Select time		Reset OK
00	00	
01	01	
02	02	
03	03	
04	04	
05	05	
06	06	
07	07	

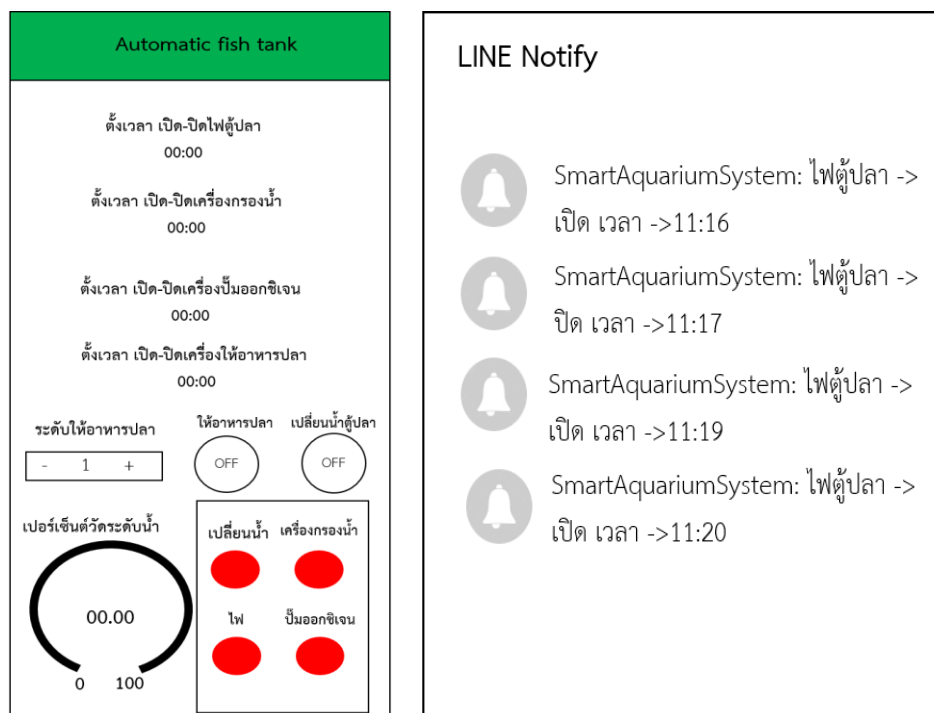
ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงตัวอย่างการตั้งเวลา

จากภาพที่ 3.10 เป็นภาพตัวอย่างในการตั้งเวลา เปิด-ปิด อุปกรณ์ต่างๆ ของระบบตู้เลี้ยงปลา ในฟังก์ชันการตั้งเวลา



ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงตัวอย่างหน้าจอแสดงผลวัดระดับน้ำตู้เลี้ยงปลา

จากภาพที่ 3.11 ภาพตัวอย่างจอแสดงผลวัดระดับน้ำของตู้ปลา



ภาพที่ 3.12 ภาพตัวอย่างหน้าจอแสดงผลและหน้าจอแจ้งเตือนสถานะการทำงานของ

จากภาพที่ 3.12 เป็นภาพตัวอย่างเมื่อระบบฟังก์ชันตั้งเวลาทำงานของระบบ โดยจะแสดงผลอยู่ 4 หน้าจอด้วยกันคือ 1) จอแสดงผลไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา 2) จอแสดงผลเครื่องกรองน้ำตู้ปลา 3) จอแสดงผลเครื่องปั๊มน้ำออกซิเจนตู้ปลา และ 4) จอแสดงผลระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลา และจะแจ้งเตือนสถานะการทำงานของระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติทางแอปพลิเคชันไลน์

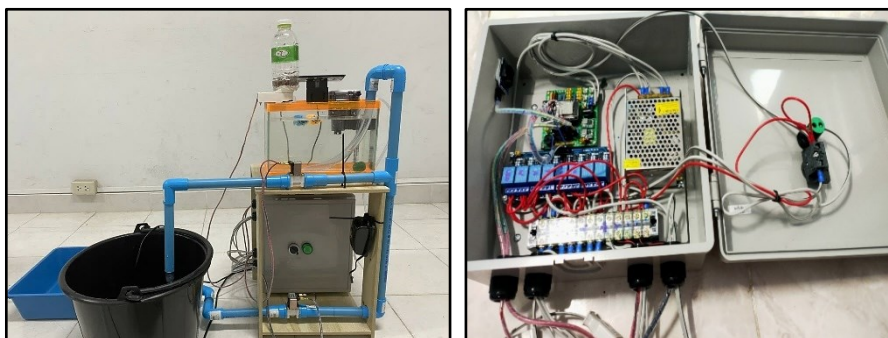
บทที่ 4

การทดสอบระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอน วิธีการทดสอบระบบ และผลการทดสอบระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.1 ขั้นตอนและวิธีการทดสอบระบบ

ในหัวข้อนี้เราจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การทดสอบการทำงานของระบบตั้งเวลา ส่วนที่ 2 การทดสอบการทำงานของระบบปั๊มกด โดยจะทำการทดสอบแบบกล่องขาว (Whitebox Testing) และการทดสอบแบบกล่องดำ (Blackbox Testing)



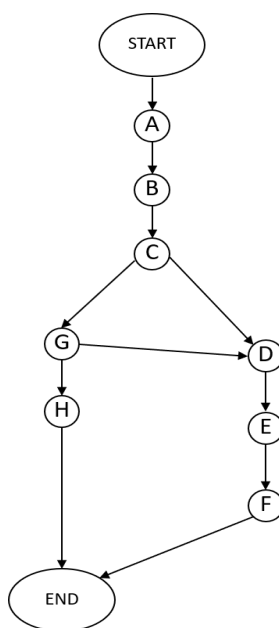
ภาพที่ 4.1 แสดงการเตรียมการทำงานระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากภาพที่ 4.1 เป็นภาพของระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีการทำงานแบบตั้งเวลา และการทำงานของระบบปั๊มกด 1) การทำงานแบบตั้งเวลาของระบบ จะมีการทำงานเป็น ระบบ เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลาโดยระบบจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โปรแกรมสามารถตั้งเวลาสูงสุดถึง 2 ช่วงเวลาด้วยกัน ระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้ปลา ระบบ เปิด-ปิด ป้อนออกซิเจนตู้ปลาทั้ง 3 ระบบนี้ เมื่อระบบทำงานระบบจะมีสถานะการทำงานขึ้นบนแอปพลิเคชัน Blynk และแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา ระบบนี้จะแบ่งออกเป็น 2 โปรแกรมสามารถตั้งเวลาสูงสุดถึง 2 ช่วงเวลาด้วยกันระบบยังสามารถเลือกระดับการให้อาหาร 1-5 ระดับเมื่อระบบทำงานจะมีการแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชันไลน์ 2)ระบบทำงานแบบ

ปั๊มกด จะมีการทำงานเป็น ระบบให้อาหารปลาด้วยมือระบบนี้สามารถเลือกระดับการให้อาหาร 1-5 ระดับระบบกดปั๊มเปลี่ยนน้ำเมื่อระบบทำงานจะมีการแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชันไลน์ เป็นต้น

4.1.1 การทดสอบแบบกล่องขาว

4.1.1.1 ทดสอบระบบตั้งเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา



ภาพที่ 4.2 กราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางการทำงาน ระบบ เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา

จากภาพที่ 4.2 เป็นกราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางการทำงานระบบตั้งเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา เพื่อแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการทำงานของระบบ

ตารางที่ 4.1 การทดสอบเส้นทางการทำงานของกราฟต้นไม้ระบบ เปิด-ปิด ไฟ

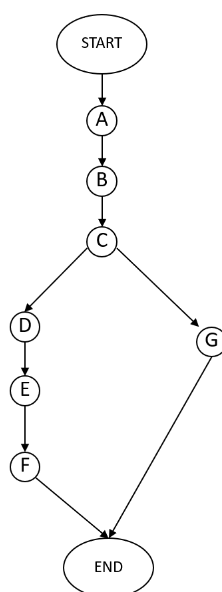
Case Name	Description	Path
ตั้งเวลา เปิด-ปิด LED (เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 14.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 15.30 น.	A -> B -> C -> G -> D -> E -> F
ตั้งเวลา เปิด-ปิด LED (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 12.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 13.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.00 น.	A -> B -> C -> G -> H

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Case Name	Description	Path
ตั้งเวลา เปิด-ปิด LED (เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 14.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 15.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 15.00 น.	A -> B -> C -> G -> D -> E ->F
ตั้งเวลา เปิด-ปิด LED (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 12.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 13.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.00 น.	A -> B -> C -> G -> H

จากตารางที่ 4.1 เป็นการทดสอบระบบ เปิด-ปิด ไฟ LED เพื่อตรวจสอบเส้นทางการทำงานระบบของกราฟต้นไม้

4.1.1.2 ทดสอบระบบตั้งเวลาระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา



ภาพที่ 4.3 กราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา

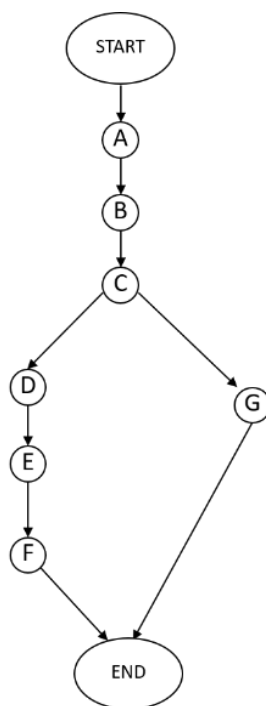
จากภาพที่ 4.3 เป็นกราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา เพื่อแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการทำงานของระบบ

ตารางที่ 4.2 การทดสอบเส้นทางการทำงานของกราฟต้นไม้ระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ

Case Name	Description	Path
ตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ(เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 11.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 12.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 8.00 น.	A -> B -> C -> D -> E ->F
ตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 13.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 14.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 8.00 น.	A -> B -> C -> G

จากตารางที่ 4.2 เป็นการทดสอบระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ เพื่อตรวจสอบเส้นทางการทำงานระบบของกราฟต้นไม้

4.1.1.3 ทดสอบระบบตั้งเวลาระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้เลี้ยงปลา



ภาพที่ 4.4 กราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้เลี้ยงปลา

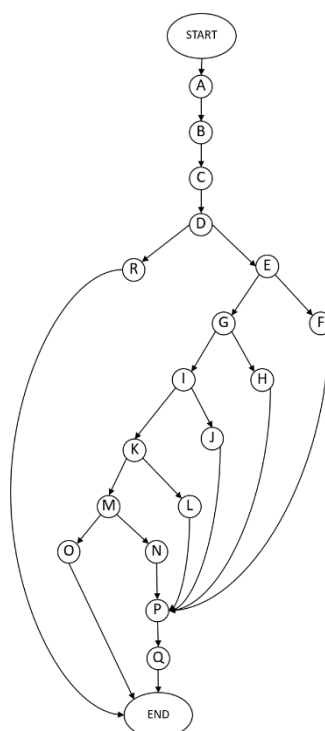
จากภาพที่ 4.4 เป็นกราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้เลี้ยงปลา เพื่อแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการทำงานของระบบ

ตารางที่ 4.3 การทดสอบเส้นทางการทำงานของกราฟต้นไม้ระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจน

Case Name	Description	Path
ตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจน (เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 12.00 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 13.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 10.00 น.	A -> B -> C -> D -> E -> F
ตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจน (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 13.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 14.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 10.00 น.	A -> B -> C -> G

จากตารางที่ 4.3 เป็นการทดสอบระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจน เพื่อตรวจสอบเส้นทางการทำงานระบบของกราฟต้นไม้

4.1.1.4 ทดสอบระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา



ภาพที่ 4.5 กราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา

จากภาพที่ 4.5 เป็นกราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา เพื่อแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการทำงานของระบบ

ตารางที่ 4.4 การทดสอบเส้นทางการทำงานของกราฟต้นไม้ระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา

Case Name	Description	Path
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.25 น. ระดับให้อาหารปลา = 1	A -> B -> C -> D -> E -> F -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.40 น. ระดับให้อาหารปลา = 1	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.25 น. ระดับให้อาหารปลา = 2	A -> B -> C -> E -> G -> H -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 10.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 11.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 2	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 8.00 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.25 น. ระดับให้อาหารปลา = 3	A -> B -> C -> D -> E -> G -> I -> J -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 17.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 18.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 3	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 10.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.25 น. ระดับให้อาหารปลา = 4	A -> B -> C -> D -> E -> G -> I -> K -> L -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 13.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 14.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 4	A -> B -> C -> D -> R

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

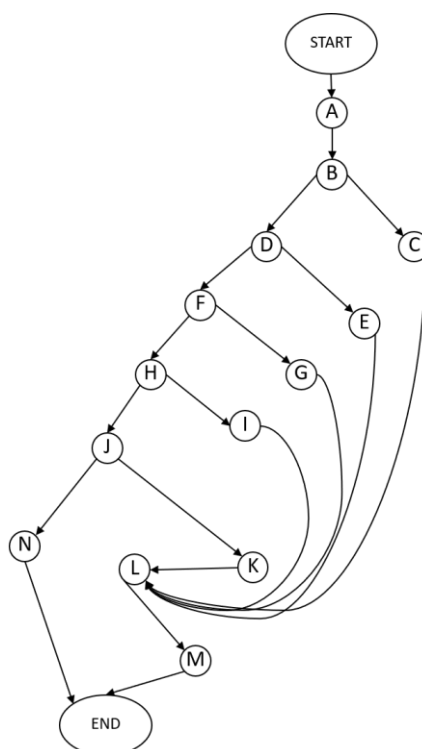
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 17.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 17.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 5	A -> B -> C -> D -> E -> G -> I -> K -> M -> N -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 17.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 18.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 5	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 17.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 17.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 1	A -> B -> C -> D -> E -> F -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 15.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 16.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 1	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 14.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 13.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 2	A -> B -> C -> E -> G -> H -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 11.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 12.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 2	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 11.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 10.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 3	A -> B -> C -> D -> E -> G -> I -> J -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 08.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 3	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 08.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 4	A -> B -> C -> D -> E -> G -> I -> K -> L -> P -> Q

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 12.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 13.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 4	A -> B -> C -> D -> R
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 12.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 11.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 5	A -> B -> C -> D -> E -> G -> I -> K -> M -> N -> P -> Q
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 17.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 18.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 5	A -> B -> C -> D -> R

จากตารางที่ 4.4 เป็นการทดสอบระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา เพื่อตรวจสอบเส้นทางการทำงานระบบของกราฟต้นไม้

4.1.1.5 ทดสอบระบบเครื่องให้อาหารปลาของฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ



ภาพที่ 4.6 กราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบเครื่องให้อาหารปลาของฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

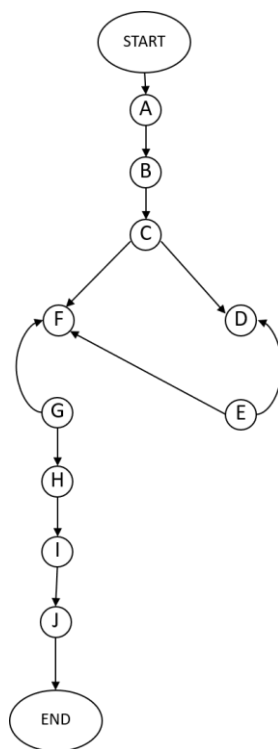
จากภาพที่ 4.6 เป็นกราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบเครื่องให้อาหารปลาของ ฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เพื่อแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการทำงานของระบบ

ตารางที่ 4.5 การทดสอบเส้นทางการทำงานของกราฟต้นไม้ระบบเครื่องให้อาหารปลาฟังก์ชัน ควบคุมด้วยมือ

Case Name	Description	Path
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 1	A -> B -> C -> L -> M
กดปุ่มให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 1	A -> B -> D -> F -> H -> J -> N
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 2	A -> B -> D -> E -> L -> M
กดปุ่มให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 2	A -> B -> D -> F -> H -> J -> N
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 3	A -> B -> D -> F -> G -> L -> M
กดปุ่มให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 3	A -> B -> D -> F -> H -> J -> N
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 4	A -> B -> D -> F -> H -> I -> L -> M
กดปุ่มให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 4	A -> B -> D -> F -> H -> J -> N
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 5	A -> B -> D -> F -> H -> J -> K -> L -> M
กดปุ่มให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 5	A -> B -> D -> F -> H -> J -> N

จากตารางที่ 4.5 เป็นการทดสอบระบบเครื่องให้อาหารปลาของฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เพื่อตรวจสอบเส้นทางการทำงานระบบของกราฟต้นไม้

4.1.1.6 ทดสอบระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ



ภาพที่ 4.7 กราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

จากภาพที่ 4.7 เป็นกราฟต้นไม้แสดงการไหลของทิศทางระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เพื่อแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการทำงานของระบบ

ตารางที่ 4.6 การทดสอบเส้นทางการทำงานของกราฟต้นไม้ระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

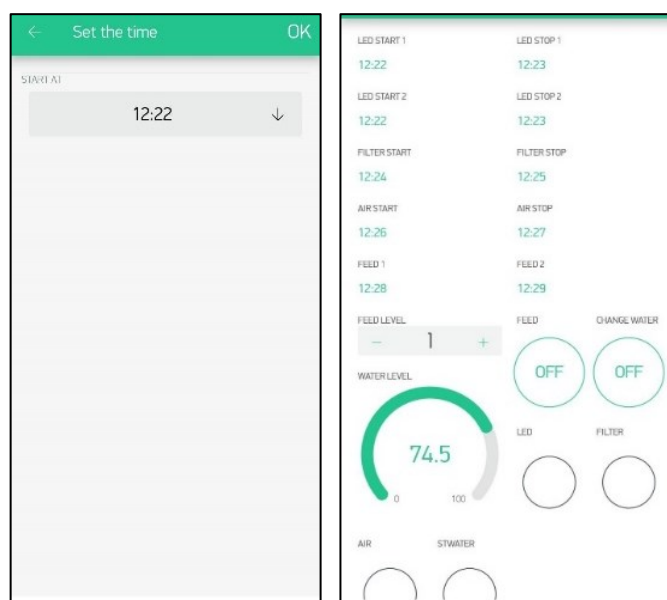
Case Name	Description	Path
กดปุ่มเปลี่ยนน้ำ (เปิด)	ระบบเปลี่ยนน้ำทำงาน	A -> B -> C -> D -> E -> D A -> B -> C -> D -> E -> F -> G -> F A -> B -> C -> D -> E -> F -> G -> H -> I -> J A -> B -> C -> F -> G -> F A -> B -> C -> F -> G -> H -> I -> J

จากตารางที่ 4.6 เป็นการทดสอบระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เพื่อตรวจสอบเส้นทางการทำงานระบบของกราฟต้นไม้

4.1.2 การทดสอบแบบกล่องดำ

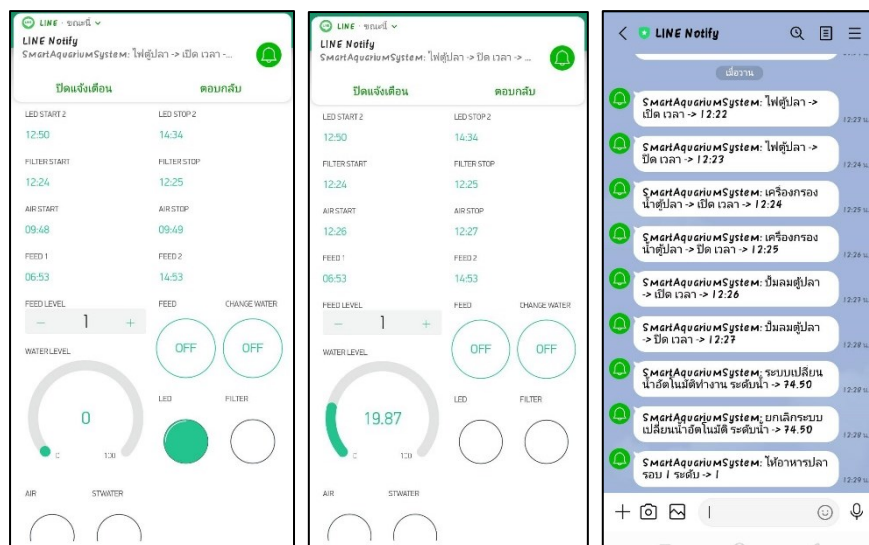
4.1.2.1 ทดสอบระบบตั้งเวลาเปิด-ปิดไฟ LED ตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ

ทำการทดสอบตั้งเวลาเปิด-ปิดไฟ LED ตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ 2 ช่วงเวลา โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิดไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา เมื่อถึงเวลาให้เปิดไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา ปิดไฟ LED ตู้เลี้ยงปลาเมื่อถึงเวลาที่กำหนด และแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชันไลน์



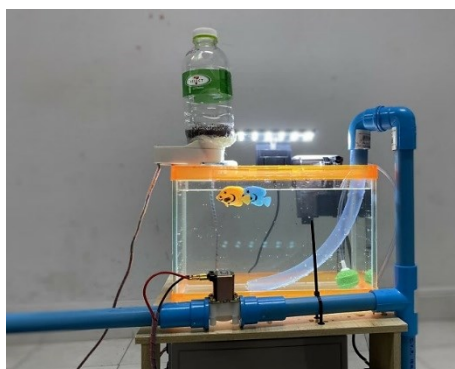
ภาพที่ 4.8 แสดงการเซตค่าตั้งเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลาบนสมาร์ทโฟน

ภาพที่ 4.8 ภาพแสดงการเซตค่าตั้งเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา เมื่อถึงเวลาให้เปิดไฟตู้เลี้ยงปลา และปิดไฟตู้เลี้ยงปลาเมื่อถึงเวลาที่กำหนด



ภาพที่ 4.9 แสดงการแจ้งเตือนการทำงานของระบบ เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา

จากภาพที่ 4.9 ภาพแสดงหน้าจอแสดงผลการทำงานของระบบ และการแจ้งเตือนการทำงานของระบบ เมื่อระบบทำงานจะมีแจ้งเตือนเข้ามายังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 4.10 แสดงการทำงานของระบบ เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา

จากภาพที่ 4.10 ภาพแสดงการทำงานของระบบ เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา เมื่อถึงเวลาให้ เปิดไฟตู้เลี้ยงปลา และปิดไฟตู้เลี้ยงปลาเมื่อถึงเวลาที่กำหนด

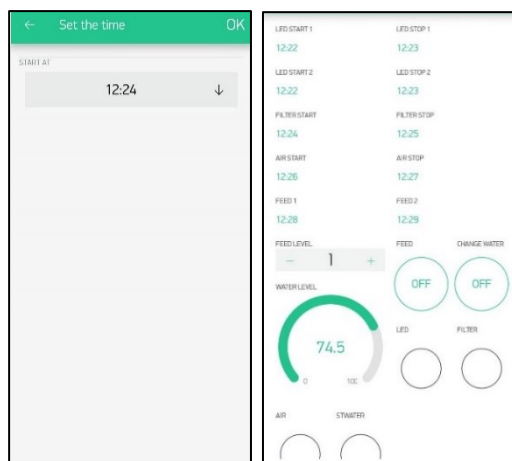
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลา

Case Name	Description	Expected Result	Actual Result	Result
ตั้งเวลาเปิดปิด LED โปรแกรม 1 (เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 14.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 15.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 15.00 น.	เปิด LED	เปิด LED	ผ่าน
ตั้งเวลาเปิดปิด LED โปรแกรม 1 (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 12.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 13.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.00 น.	ปิด LED	ปิด LED	ผ่าน
ตั้งเวลาเปิดปิด LED โปรแกรม 2 (เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 8.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.00 น.	เปิด LED	เปิด LED	ผ่าน
ตั้งเวลาเปิดปิด LED โปรแกรม 2 (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 8.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 10.00 น.	ปิด LED	ปิด LED	ผ่าน

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลา เปิด-ปิด ไฟตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ โดยการทดสอบจะใช้สมาร์โฟนสั่งงาน ซึ่งใช้เครือข่ายไร้สายในการเชื่อมต่อ

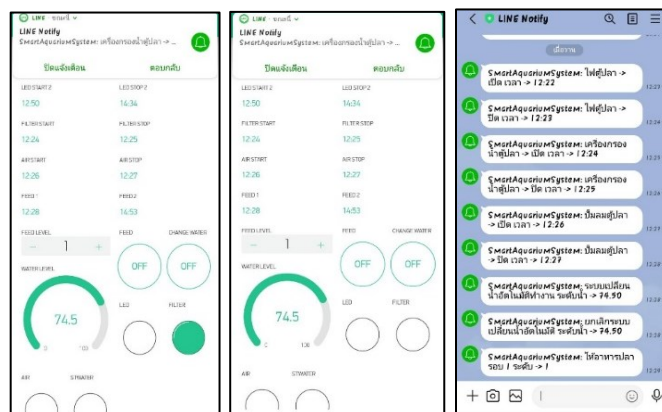
4.1.2.2 ทดสอบระบบตั้งเวลาระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา

ทำการทดสอบตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา ให้เปิด-ปิด การทำงานเมื่อถึงเวลา และแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชันไลน์



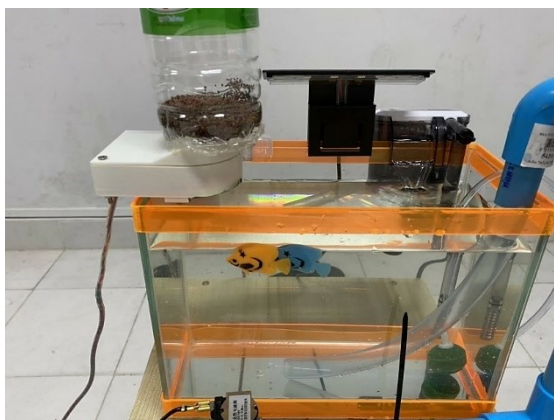
ภาพที่ 4.11 แสดงการเซตค่าตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลาบนสมาร์ทโฟน

จากภาพที่ 4.11 ภาพแสดงการเซตค่าตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลาให้ เปิด-ปิด การทำงานเมื่อถึงเวลา



ภาพที่ 4.12 การแจ้งเตือนการทำงานของระบบตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา

จากภาพที่ 4.12 ภาพแสดงหน้าจอแสดงผลการทำงาน และการแจ้งเตือนการทำงานของระบบ เมื่อระบบทำงานจะมีแจ้งเตือนเข้ามายังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 4.13 แสดงการทำงานของระบบ เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา

จากภาพที่ 4.13 ภาพแสดงการทดสอบตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติให้ เปิด-ปิด การทำงานเมื่อถึงเวลา

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา

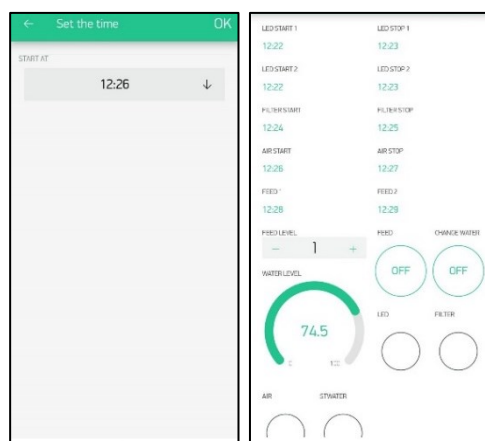
Case Name	Description	Expected Result	Actual Result	Result
ตั้งเวลาเปิดปิด เครื่องกรองน้ำ (เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 9.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 11.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 10.00 น.	เปิดเครื่อง กรองน้ำ	เปิดเครื่อง กรองน้ำ	ผ่าน
ตั้งเวลาเปิดปิด เครื่องกรองน้ำ (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 8.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 12.00 น.	ปิดเครื่อง กรองน้ำ	ปิดเครื่องกรอง น้ำ	ผ่าน

จากตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา โดยการทดสอบจะใช้สมาร์ตโฟนสั่งงาน ซึ่งใช้เครือข่ายไร้สายในการเชื่อมต่อ

4.1.2.3 ทดสอบระบบตั้งเวลาระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา

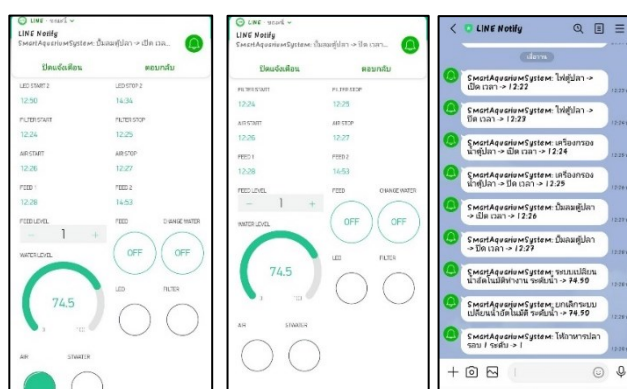
ทำการทดสอบตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลาอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด

เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลาอัตโนมัติให้ เปิด-ปิด การทำงานเมื่อถึงเวลา และแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชันไลน์



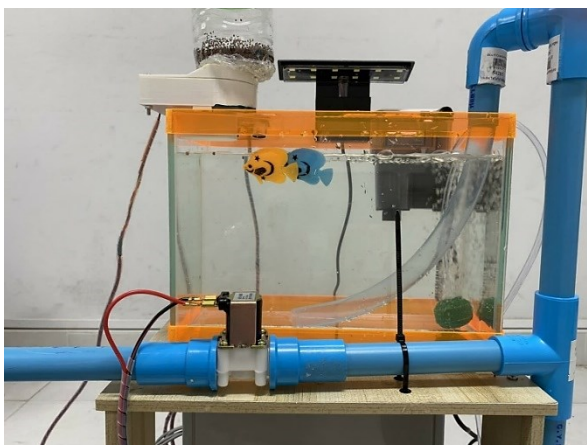
ภาพที่ 4.14 แสดงการเซตค่าตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา

จากภาพที่ 4.14 ภาพแสดงการเซตค่าตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลาอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลาอัตโนมัติให้ เปิด-ปิด การทำงานเมื่อถึงเวลา



ภาพที่ 4.15 การแจ้งเตือนการทำงานของระบบตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา

จากภาพที่ 4.15 ภาพแสดงหน้าจอแสดงผลการทำงาน และการแจ้งเตือนการทำงานของระบบ เมื่อระบบทำงานจะมีแจ้งเตือนเข้ามายังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 4.16 แสดงการทำงานของระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา

จากภาพที่ 4.16 ภาพแสดงการทดสอบตั้ง เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลาให้ เปิด-ปิด การทำงานเมื่อถึงเวลา

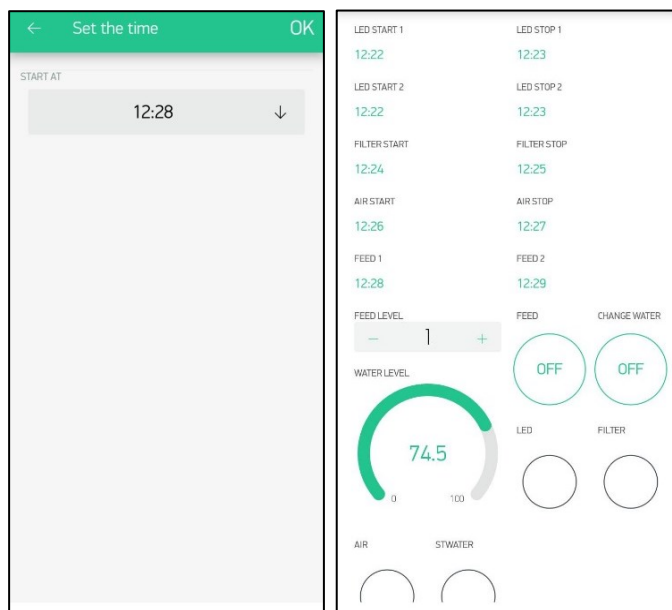
ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา

Case Name	Description	Expected Result	Actual Result	Result
ตั้งเวลาเปิดปิด เครื่องปั๊ม ออกซิเจน (เปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 8.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 11.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 7.00 น.	เปิดเครื่องปั๊ม ออกซิเจน	เปิดเครื่องปั๊ม ออกซิเจน	ผ่าน
ตั้งเวลาเปิดปิด เครื่องปั๊ม ออกซิเจน (ปิด)	ตั้งเวลาเริ่มต้น = 8.30 น. ตั้งเวลาสิ้นสุด = 12.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 7.30 น.	ปิดเครื่องปั๊ม ออกซิเจน	ปิดเครื่องปั๊ม ออกซิเจน	ผ่าน

จากตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา โดยการทดสอบจะใช้สมาร์ตโฟนสั่งงาน ซึ่งใช้เครือข่ายไร้สายในการเชื่อมต่อ

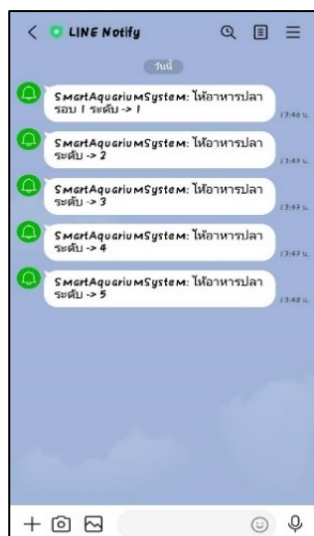
4.1.2.4 ทดสอบระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา

ทำการทดสอบระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลาเครื่องให้อาหารปลา ให้อาหารปลาอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่กำหนด และแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชันไลน์



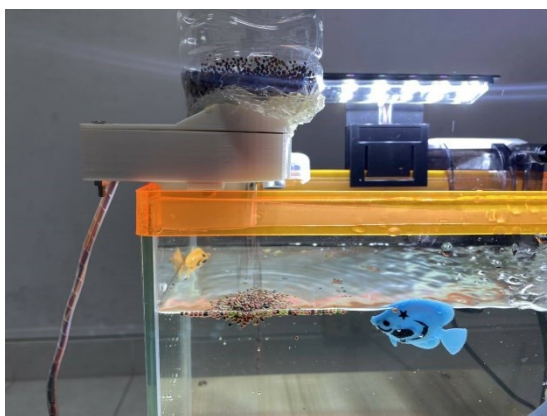
ภาพที่ 4.17 แสดงการเซตค่าตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา

จากภาพที่ 4.17 ภาพแสดงการเซตค่าตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลาเครื่องให้อาหารปลา ให้อาหารปลาอัตโนมัติตามระดับที่กำหนดเมื่อถึงเวลา



ภาพที่ 4.18 แสดงการแจ้งเตือนการทำงานของระบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ

จากภาพที่ 4.18 ภาพแสดงการแจ้งเตือนการทำงานของระบบ เมื่อระบบทำงานจะมีแจ้งเตือนเข้ามายังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 4.19 แสดงการทำงานของระบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ

จากภาพที่ 4.19 ภาพแสดงการทดสอบระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลาเครื่องให้อาหารปลา ให้อาหารปลาอัตโนมัติตามระดับที่กำหนดเมื่อถึงเวลา

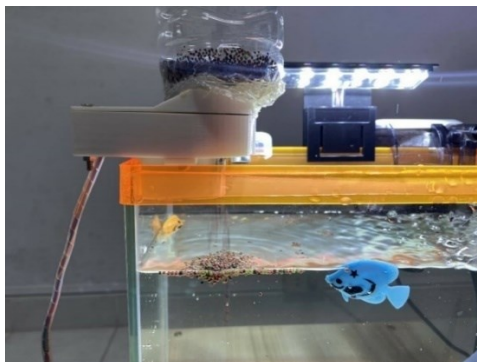
ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา

Case Name	Description	Expected Result	Actual Result	Result
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.30 น. ระดับให้อาหารปลา = 2	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 2	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 2	ผ่าน
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 1	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 2	เครื่องให้อาหารปลาไม่ทำงาน	เครื่องให้อาหารปลาไม่ทำงาน	ผ่าน
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 9.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 9.30 น. ระดับให้อาหารปลา = 3	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 3	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 2	ผ่าน
ตั้งเวลาให้อาหารปลา (ไม่ทำงาน) โปรแกรมที่ 2	ตั้งเวลาให้อาหารปลา = 17.30 น. เวลาปัจจุบันจาก RTC = 17.00 น. ระดับให้อาหารปลา = 3	เครื่องให้อาหารปลาไม่ทำงาน	เครื่องให้อาหารปลาไม่ทำงาน	ผ่าน

จากตารางที่ 4.10 ภาพแสดงผลการทดสอบสั่งงานตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ โดยการทดสอบจะใช้สมาร์ตโฟนสั่งงาน ซึ่งใช้เครือข่ายไร้สายในการเชื่อมต่อ

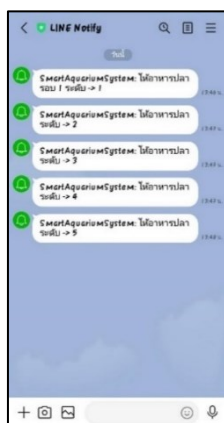
4.1.2.5 ทดสอบระบบเครื่องให้อาหารปลาของฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

เมื่อกดปุ่มเลือกระดับการให้อาหารปลา 1-5 ระดับ และกดปุ่มเปิดให้อาหารปลา ระบบจะสั่งให้อาหารปลาตามที่ได้เลือกระดับไว้ พร้อมส่งสถานการณ์ทำงานแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 4.20 แสดงการทำงานของเครื่องให้อาหารปลาเมื่อกดปุ่มการทำงาน

จากภาพที่ 4.20 ภาพแสดงการทำงานของเครื่องให้อาหารปลาฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เมื่อกดปุ่มเลือกระดับการให้อาหารปลา 1-5 ระดับ และกดปุ่มเปิดให้อาหารปลา ระบบจะสั่งให้อาหารปลาตามที่ได้เลือกระดับไว้



ภาพที่ 4.21 แสดงการแจ้งเตือนการทำงานของระบบเครื่องให้อาหารปลาฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

จากภาพที่ 4.21 ภาพแสดงการแจ้งเตือนการทำงานของระบบ เมื่อระบบทำงานจะมีแจ้งเตือนเข้ามายังแอปพลิเคชันไลน์

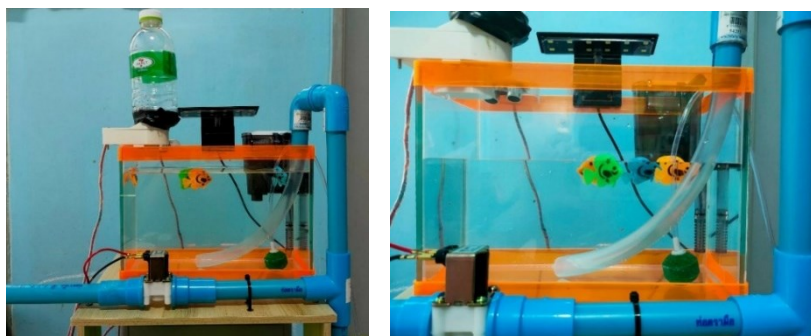
ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดสอบระบบปั๊มกดควบคุมการทำงานเครื่องให้อาหารปลา

Case Name	Description	Expected Result	Actual Result	Result
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 1	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 1	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 1	ผ่าน
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 2	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 2	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 3	ผ่าน
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 3	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 3	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 3	ผ่าน
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 4	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 4	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 4	ผ่าน
กดปุ่มให้อาหารปลา (ทำงาน)	ระดับให้อาหารปลา = 5	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 5	เครื่องให้อาหารปลาทำงานให้อาหารปริมาณระดับ 5	ผ่าน

จากตารางที่ 4.11 ภาพแสดงผลการทดสอบระบบปั๊มกดควบคุมการทำงานเครื่องให้อาหารปลา โดยการทดสอบจะใช้สมาร์ทโฟนสั่งงาน ซึ่งใช้เครือข่ายไร้สายในการเชื่อมต่อ

4.1.2.6 ทดสอบระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

เมื่อกดปุ่มเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ ระบบจะทำการเปลี่ยนน้ำตู้ปลาให้เองอัตโนมัติแบบกาลักน้ำ และวัดระดับน้ำด้วยเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำเพื่อกันน้ำล้นออกจากตู้ปลา พร้อมส่งสถานะการทำงานแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์



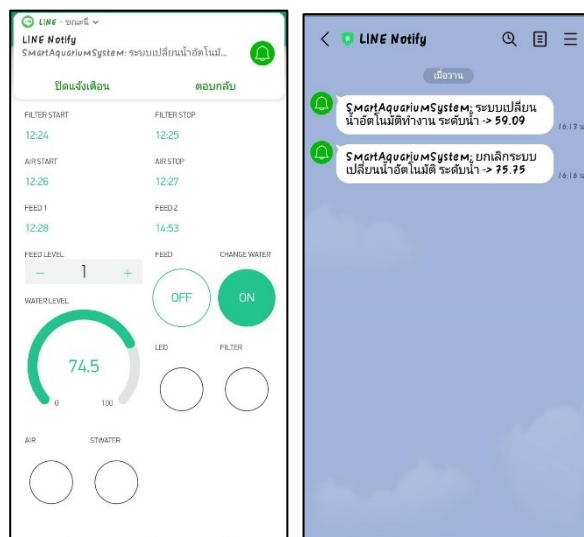
ภาพที่ 4.22 แสดงการทำงานของระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาเมื่อกดปุ่มการทำงาน

ภาพที่ 4.22 ภาพแสดงการทดสอบระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ เมื่อกดปุ่มเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ ระบบจะทำการเปลี่ยนน้ำตู้ปลาให้เองอัตโนมัติแบบกาลักน้ำมีอัลตราโซนิก เป็นตัววัดระดับน้ำกันน้ำล้นออกจากตู้ปลา และแจ้งเตือนสถานะการทำงานไปแอปพลิเคชันไลน์ โดยจะทำงานตามเงื่อนไขแรกเติมน้ำเข้าตู้เลี้ยงปลา 8 วินาที อัลตราโซนิกวัดระดับน้ำวัดค่า ถ้าน้อยกว่า 80% โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 เปิดปั๊มน้ำเข้าตู้ปลา อัลตราโซนิกวัดระดับน้ำวัดค่า ถ้ามามากกว่า 80% โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2 เปิดปล่อยน้ำออกจากตู้ปลา อัลตราโซนิกวัดระดับน้ำวัดค่า ถ้าน้อยกว่า 25% โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 เปิดปั๊มน้ำเข้าตู้ปลา จนถึง 80% ขบวนการทำงานเป็นอันเสร็จสิ้น



ภาพที่ 4.23 แสดงการทำงานของอัลตราโซนิก

จากภาพที่ 4.23 ภาพแสดงการทำงานของอัลตราโซนิก ใช้วัดค่าระดับน้ำของตู้เลี้ยงปลา



ภาพที่ 4.24 การแจ้งเตือนการทำงานของระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติฟังก์ชันควบคุมด้วยมือ

จากภาพที่ 4.24 ภาพแสดงการแจ้งเตือนการทำงานของระบบ เมื่อระบบทำงานจะมีแจ้งเตือนเข้ามายังแอปพลิเคชันไลน์

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดสอบระบบปุ่มกดควบคุมการทำงานของระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลา

Case Name	Description	Expected Result	Actual Result	Result
กดปุ่มเปลี่ยนน้ำ (เปิด)	ระบบเปลี่ยนน้ำในตู้ปลาอัตโนมัติ	ระบบทำตาม กระบวนการเปลี่ยนน้ำตามที่คาดหวัง	ระบบทำตาม กระบวนการเปลี่ยนน้ำตามที่คาดหวัง	ผ่าน

จากตารางที่ 4.12 ภาพแสดงผลการทดสอบระบบปุ่มกดควบคุมการทำงานของระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลา โดยการทดสอบจะใช้สมาร์ทโฟนสั่งงาน ซึ่งใช้เครือข่ายไร้สายในการเชื่อมต่อ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการทดลองการทดสอบการทำงานของระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งได้นำผลการทดลองจากบทที่ 4 มาสรุปเป็นดังนี้

5.1 สรุปผลการทดสอบ

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งมีส่วนประกอบคือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP3 อัลตราโซนิก เซอร์โวมอเตอร์ รีเลย์ โมดูลนาฬิกาดิจิตอลด้วยไฟฟ้า ไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา เครื่องปั๊มออกซิเจน เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา ปั๊มน้ำ DC เครื่องให้อาหารปลา เพื่อช่วยให้ผู้เลี้ยงสะดวกต่อการเลี้ยงปลามากยิ่งขึ้น ด้วยระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่พัฒนาขึ้น ไม่ว่าจะเป็นระบบให้อาหารปลาสามารถกำหนดช่วงเวลาให้อาหารปลา และกำหนดปริมาณการให้อาหารปลาได้อัตโนมัติ ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำตู้เลี้ยงปลา ระบบเปิด-ปิด ไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา เปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำ เปิด-ปิด ปั๊มออกซิเจน เพียงผู้เลี้ยงกดปุ่มสั่งการบนแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้งานสามารถควบคุมตู้ปลาได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็ตาม

จากผลการทดลองพบว่าระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ การทดสอบระบบแบบตั้งเวลา ระบบ เปิด-ปิด ไฟ LED ตู้เลี้ยงปลา ระบบเปิด-ปิด เครื่องกรองน้ำตู้เลี้ยงปลา ระบบ เปิด-ปิด เครื่องปั๊มออกซิเจนตู้ปลา ระบบตั้งเวลาเครื่องให้อาหารปลา จากการทดสอบของระบบเมื่อถึงเวลาที่กำหนดระบบจะสั่งให้ตรวจสอบเวลา เปิด-ปิดระบบตามเวลาที่ตั้งไว้ เมื่อระบบทำงานจะมีการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ การทดสอบระบบแบบปุ่มกด ระบบเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ และระบบเปลี่ยนน้ำตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติ เมื่อกดปุ่มระบบจะสั่งการอัตโนมัติ โดยไม่สนใจคำสั่งตั้งเวลาระบบจะทำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ และจะมีการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์เมื่อระบบทำงาน

จากการทดสอบนี้ได้ผลสรุปว่า ระบบตู้เลี้ยงปลาอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถนำไปใช้งานได้ดีกับตู้เลี้ยงปลาสวยงาม เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้เลี้ยงปลาและผู้ใช้งาน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างทำการทดสอบสามารถสรุปได้ดังนี้

5.2.1 ปัญหาความเสถียรของอินเทอร์เน็ตในการใช้งาน เนื่องจากเมื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านทางระบบเครือข่ายไร้สายภายในคณะ ความเร็วในการใช้งานยังไม่ครอบคลุมต่อความต้องการ อินเทอร์เน็ตมีความเร็วต่ำ เนื่องจากมีนักศึกษาใช้งานเยอะ บางครั้งสัญญาณหลุดต้องล็อกอินเพื่อเข้าใหม่อีกครั้ง

5.2.2 ปัญหาในการเลือกซื้ออุปกรณ์ให้เข้ากับตัวชิ้นงาน เพราะตัวชิ้นงานมีขนาดเล็ก ทำให้มีอุปกรณ์บางชิ้นหาซื้อได้ยาก หรือบางครั้งเมื่อซื้อมาแล้วก็ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ชิ้นอื่นไม่ได้ เพราะมีขนาดที่ไม่พอดีกับอุปกรณ์อื่นๆ

5.2.3 ปัญหาในการต่อวงจร ที่ต้องใช้ความระมัดระวังในการต่อวงจรเพราะอาจทำให้ไฟช็อต

5.2.4 ปัญหาในการเขียนโค้ดคำสั่งโปรแกรมที่ค่อนข้างซับซ้อน อาจเขียนผิดและทำให้อุปกรณ์ไม่ทำงาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรเลือกใช้อินเทอร์เน็ตที่มีความเสถียรเพื่อลดเวลาารี่เลยในการส่งคำสั่งไปยังตัวบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

5.3.2 ในการออกแบบชิ้นงานควรคำนวณให้ละเอียด ว่าอุปกรณ์ชิ้นใดเหมาะสมกับชิ้นงานมากที่สุด

5.3.3 ควรศึกษาการต่อไฟที่แผงวงจรควบคุมให้ละเอียดเพราะถ้าเกิดผิดพลาดขึ้น อาจจะทำให้เกิดการช็อตและทำให้แผงวงจรเสียหาย

เอกสารอ้างอิง

- กวีวุฒิ เต็มภูวภัทร. (2563). **Internet of Things (IoT) คืออะไร**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://eighthalf.biz/internet-of-things-iot> (สืบค้น 2 มีนาคม 2564).
- จักรกฤษณ์ อินทสงค์. (2558). **หลักการเขียน Flowchart**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://site.google.com/a/muk.ac.th/programs/hlak-kar-kheiy-flowchart> (สืบค้น 9 มีนาคม 2564).
- ชินกร สกุลวรภัทร. (2561). **โครงการประดิษฐ์สมองกลฝังตัว เรื่องบ่อเลี้ยงปลาอัตโนมัติ**. โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 56.
- ศุภวิทย์ ปรามชุมพล. (2561). **การพัฒนาระบบให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติ**. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- พันพงษ์ ภูริรักษ์. (2563). **โปรแกรม Arduino IDE ซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมภาษา C**. ธนา ตั้งอิสราวุฒิ. (2561). **การทดสอบกล่องดำ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://th.strephonsays.com/what-is-the-difference-between-blackbox-and-white-box-testing> (สืบค้น 23 มีนาคม 2564).
- นวกุล ตามสกุล. (2564). **การจัดและดูแลตู้พรรณไม้น้ำสวยงาม**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://sites.google.com/site/siamfishs/kar-cad-laea-dulae-tu-phrrn-mi-na-swyngam> (สืบค้น 12 มีนาคม 2564).
- ปิ่นณภัทร อนันตศิลป์. (2558). **ระบบควบคุมตู้ปลาด้วยระบบแอนดรอยด์**. นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
- มนตรี ศรีวงษ์. (2559). **วิธีการเลี้ยงปลาสวยงามขาย**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaismescenter.com/วิธีการเลี้ยงปลาสวยงามขาย/> (สืบค้น 6 มีนาคม 2564).
- วุฒิชัย แม่นรัมย์. (2563). **ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว (embedded system)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://wuttichaiteacher.online/archives/303> (สืบค้น 8 มีนาคม 2564).
- ศิริชัย เต็มโชคเกษม. (2553). **ตู้ปลาอัจฉริยะ**. ในการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2010. วันที่ 10-12 มิถุนายน 2553 ณ โรงแรมจอมเทียนบีชพญา. จังหวัดชลบุรี. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- อนันต์ แสงมี. (2564). **วิธีการเลี้ยงปลาสวยงาม**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://human.srru.ac.th/research/?fbclid=IwAR3byxpD0cm1kVqetP2tP5_eEKbesHhTc8rnvM2f0YuEFNiOfZ0cDuMGigY. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. (สืบค้น 8 มีนาคม 2564).

เอกสาร ประกอบการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเบื้องต้น. สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี.

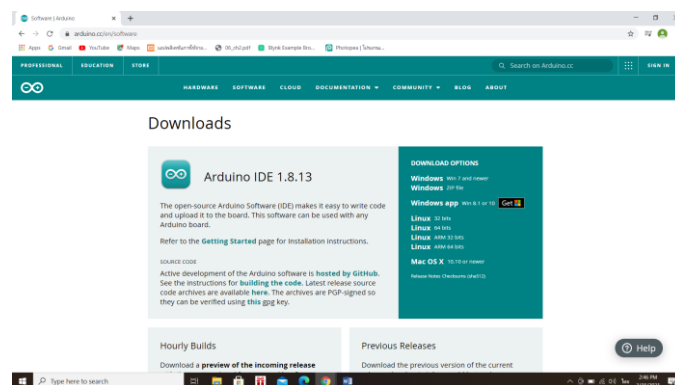
ภาคผนวก ก

คู่มือการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด NodeMCU ESP32 จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนโค้ดและอัปโหลดโค้ดที่เราเขียนเข้าสู่บอร์ด ESP32 โดยมีขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม ดังนี้

1. ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก <https://www.arduino.cc/en/software>



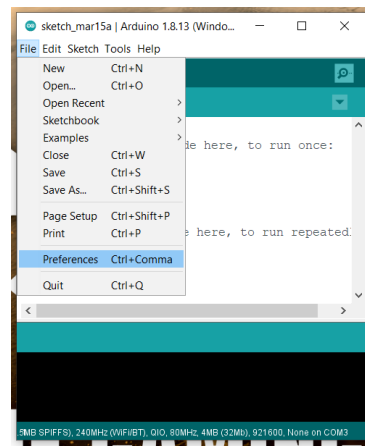
ภาพผนวกที่ ก.1 แสดงเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรม

2. เมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้ว ให้ติดตั้งตามที่โปรแกรมแนะนำ



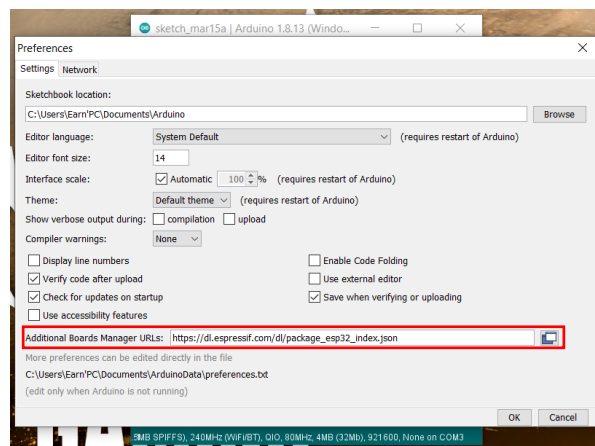
ภาพผนวกที่ ก.2 หน้าจอโปรแกรมเมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

3. เพิ่มบอร์ด ESP32 ลงใน Arduino IDE เปิดโปรแกรม Arduino IDE และไปที่ File -> Preferences



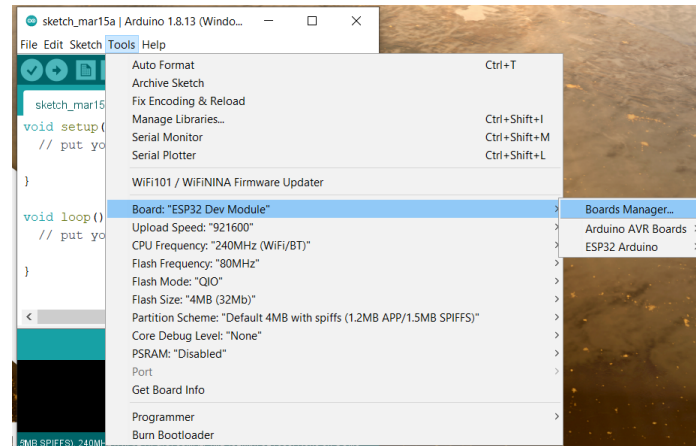
ภาพผนวกที่ ก.3 แสดงวิธีการเพิ่มบอร์ดลงในโปรแกรม

4. ใส่ URL : https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json ลงในช่อง Additional Board Manager URLs: แล้ว คลิก OK



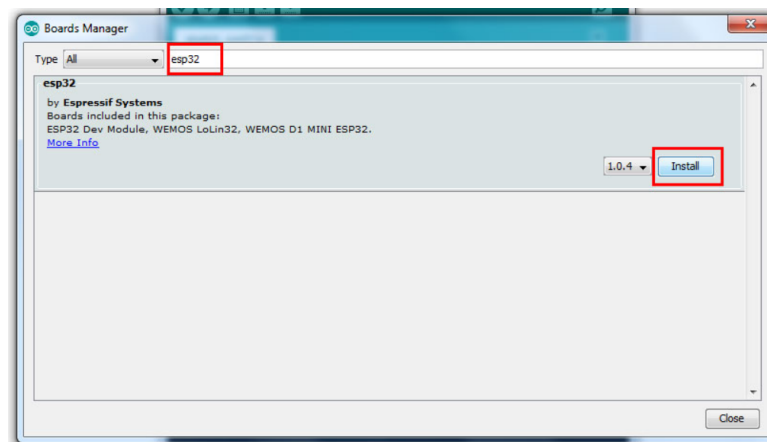
ภาพผนวกที่ ก.4 แสดงวิธีการใส่ลิงค์บอร์ดในโปรแกรม

5. ขั้นตอนต่อมา ไปที่ตัวจัดการบอร์ดโดยไปที่ Tools -> Board: -> Boards Manager...



ภาพผนวกที่ ก.5 แสดงวิธีการจัดการบอร์ดลงในโปรแกรม

6. ที่ช่องค้นหา พิมพ์ esp32 จะพบ esp32 by Espressif Systems แล้วคลิก Install



ภาพผนวกที่ ก.6 แสดงวิธีการค้นหาบอร์ดลงในโปรแกรม