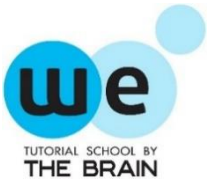


รายงานโครงงาน เครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์

เสนอต่อ

มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ได้รับสนับสนุนทุนทำโครงงาน
ในโครงการสนับสนับสนุนทุนทำโครงงานของนักเรียนในชนบท
ประจำปีการศึกษา 2566

จัดทำโดย

นายตูแวมูฮัมหมัดเฟาซัน	ยามา	ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1
นายอูบัยดิลละห์	หะยีเจะเด็ง	ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1
นางสาวซอบารียะห์	ยามา	ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1

โรงเรียนบากงพิทยา ตำบลบางเขา อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

รายงานโครงงาน เครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์

เสนอต่อ

มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

สยามบรมราชกุมารี

ได้รับสนับสนุนทุนทำโครงงาน

ในโครงการสนับสนับสนุนทุนทำโครงงานของนักเรียนในชนบท

ประจำปีการศึกษา 2566

จัดทำโดย

นายตูแวมูฮัมหมัดเฟาซัน	ยามา	ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1
นายอูบัยดิลละห์	หะยีเจะเด็ง	ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1
นางสาวซอบารียะห์	ยามา	ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1

ครูที่ปรึกษา

นางสาวนูรียะ อามะ

นางสาวเจะอาซียะห์ เจะซามะ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	**ก**
สารบัญ (ต่อ)	**ข**
สารบัญรูปภาพ	**ค**
สารบัญตาราง	**ง**
บทคัดย่อ	**จ**
กิจติกรรมประกาศ	**ฉ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 แนวคิด ความสำคัญและความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมาย	1
1.3 สมมติฐาน	1
1.4 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน	2
1.5 ตัวแปร	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.7 วิธีดำเนินงาน	2
1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 Arduino	3
2.2 ESP 32	3
2.3 บอร์ดทดลอง	4
2.4 สายจั้มเปอร์ (ตัวผู้-ตัวเมีย)	4
2.5 รีเลย์	5
2.6 มอเตอร์ปั๊มน้ำ	5
2.7 โซล่าชาร์จเจอร์ (Solar charger)	6
2.8 ตลับเมตร	6
2.9 กล่องกันน้ำ	7
2.10 โซลาเซลล์	7
2.11 ตู้ปลา	8
2.12 แบตเตอรี่	8
2.13 เซนเซอร์วัดค่าความขุ่น	8
2.14. สาย USB	9

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	**หน้า**
2.15 เซนเซอร์วัดค่าPH	9
2.16 จอ LED แสดงผล	10
2.17. ปั้มไดอะเฟรม	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	11
3.1 วัสดุอุปกรณ์	11
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ	11
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	15
4.1 การทำงานของระบบในเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์	15
4.2 ผลดีในการใช้ระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์	16
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ	17
5.1 สรุปผลการดำเนินการ	17
5.2 อภิปรายผลการดำเนิน	17
5.3 ข้อเสนอแนะ	17
บรรณานุกรม	18
ภาคผนวก	20

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 2.1 Arduino 3
ภาพที่ 2.2 ESP 32 3
ภาพที่ 2.3 บอร์ดทดลอง 4
ภาพที่ 2.4 สายจั้มเปอร์ (ตัวผู้-ตัวเมีย) 4
ภาพที่ 2.5 รีเลย์ 5
ภาพที่ 2.6 มอเตอร์ปั้มน้ำ 5
ภาพที่ 2.7 โซล่าชาร์จเจอร์ (Solar charger) 6
ภาพที่ 2.8 ตลับเมตร 6
ภาพที่ 2.9 กล่องกันน้ำ 7
ภาพที่ 2.10 โซลาเซลล์ 7
ภาพที่ 2.11 ตู้ปลา 8
ภาพที่ 2.12 แบตเตอรี่ 8
ภาพที่ 2.13 เซนเซอร์วัดค่าความขุ่น 8
ภาพที่ 2.14. สาย USB 9
ภาพที่ 3.2.18 ออกแบบเครื่องบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสีย
สะดวกต่อการใช้งานและทันสมัย ภาพที่ 3.2 ตัดท่อ PVC ตามขนาดที่ต้องการ 11
ภาพที่ 3.2.19 ล้างตู้ปลาให้สะอาดเพื่อที่จะนำมาประกอบกับตัวเครื่องบำบัดน้ำเสีย 12
ภาพที่ 3.2.20 นำฐานรองเพื่อที่จะตั้งอุปกรณ์ 12
ภาพที่ 3.2.21 นำอุปกรณ์เซนเซอร์มาติดตั้ง 12
ภาพที่ 3.2.22 ขึ้นโครงเครื่องบำบัดน้ำเสีย 13
ภาพที่ 3.2.23 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและแจ้งเตือนผ่านสมาร์ทโฟน และอัพโหลดโค้ดโปรแกรมเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino uno ที่มีบอร์ดทดลอง 13
ภาพที่ 3.2.24 ติดตั้งระบบเข้ากับโครงสร้างของเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมทดสอบระบบ 13
ภาพที่ 3.2.25 นำเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ไปทดสอบในน้ำเสียของตู้ปลา 14
ภาพที่ 3.3.26 ขั้นตอนการทำงานเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ *Flow chart* 14

สารบัญตาราง

ภาพที่ **หน้า**

ภาพตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของระบบในเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ 15

ชื่อโครงานเรื่อง เครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์

ผู้จัดทำโครงงาน นาย ตูแวมูฮัมหมัดเฟาซัน ยามา
นาย อูบัยดิลละห์ หะยีเจะเด็ง
นางสาว ซอบารียะห์ ยามา

ครูที่ปรึกษา นางสาว นูรียะ อามะ
นางสาว เจะอาซียะห์ เจะซามะ

สถานศึกษา โรงเรียนบากงพทยา

ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันปลาถือเป็นสัตว์เลี้ยงยอดฮิตอีกหนึ่งชนิดของคนทุกวันนี้ เพราะปลามีความสวยงาม ความสดใส เลี้ยงดี เลี้ยงง่าย แถมยังสามารถเสริมฮวงจุ้ย เสริมทรัพย์สิน และเสริมความมั่งคั่งให้กับผู้ที่เลี้ยงดูได้ด้วย ดังนั้น คน ส่วนใหญ่จึงนิยมเลี้ยงปลาเพื่อเสริมดวงทางการเงินกันมาก ๆ แต่การเลี้ยงปลาแบบที่ไม่เป็นธรรมชาตนั้นกลับพบปัญหาในหลากหลายปัจจัย จนนำไปสู่วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานครั้งนี้ 1. เพื่อฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม 2.เพื่อฝึกการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงปลาสวยงาม 4. เพื่อควบคุมค่าของน้ำภายในตู้ปลา 5. เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาทดแทน จากการทดลองสามารถสรุปผลได้ว่า สามารถทำเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ได้เสร็จสมบูรณ์จึงได้นำไปทดลองใช้ในตู้ปลาบริเวณโรงเรียน ปรากฏว่าเป็นไปตามที่กลุ่มของข้าพเจ้าได้เขียนโปรแกรมไว้ การวัดค่า pH ภายในตู้ปลาเมื่อน้ำภายในตู้ปลามีค่า pH สูงกว่า 7.5 หรือต่ำกว่า 6 ระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์จะทำงานโดยอัตโนมัติ และแจ้งเตือนข้อมูลไปยัง LINE โดยมีการติดตามผลการบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 12 วัน จำนวน 12 ครั้ง วันที่ 10 – 22 พฤศจิกายน 2566 เมื่อค่า pH ของน้ำภายในตู้ปลาลดลงต่ำกว่า 6 หรือเพิ่มมากว่า 7.5 ขึ้นไประบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจะทำงานทันที ผลปรากฏว่าในครั้งที่ 1-3 ,5-6,8,10-11และ 13 จะไม่มีการบำบัดน้ำเสีย เวลาในการตรวจเช็คคือ 09.00 น. ส่วนครั้งที่ 4,7,9และ 12 เครื่องจะมีการบำบัด เนื่องจากค่า PH สูงมากว่า 7.5 และมีค่า PH ที่ต่ำกว่า 6 เวลาในการตรอจเช็คคือ 09.00 น.

คำสำคัญ เครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง ระบบที่สามารถช่วยบำบัดน้ำเสียและประหยัดค่าไฟในการใช้จ่าย

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณต่อท่านที่มีนามต่อไปนี้โครงการจากมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และสถาบันกวดวิชา วี บาย เดอะเบรนที่ได้ให้ความอนุเคราะห์คอยให้คำปรึกษาให้ความสะดวกต่อการทำโครงงานและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ แนวทางในการทำโครงงานเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้บริหารสถานศึกษาทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในการทำโครงงานเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ ครูฮาสือนะ แบเฮง ครูนูรียะ อามะ ครูเจะอาซียะห์ เจะซามะ ที่ให้คำชี้แนะแนวทางการดำเนินงาน อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการจัดทำโครงงานเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดจนให้คำปรึกษาด้านการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ จนทำให้โครงงานเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีคณะผู้จัดทำโครงงานเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์

ขอขอบคุณ ต่อท่านทั้งหลายที่ได้กล่าวนามมาข้างต้นเป็นอย่างสูง ณ ทีนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำโครง

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวคิด ความสำคัญ และความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบันปลาถือเป็นสัตว์เลี้ยงยอดฮิตอีกหนึ่งชนิดของคนทุกวันนี้ เพราะปลามีความสวยงาม ความสดใส เลี้ยงดี เลี้ยงง่าย แถมยังสามารถเสริมฮวงจุ้ย เสริมทรัพย์สิน และเสริมความมั่งคั่งให้กับผู้ที่เลี้ยงดูได้ด้วย ดังนั้น คน ส่วนใหญ่จึงนิยมเลี้ยงปลาเพื่อเสริมดวงทางการเงินกันมาก ๆ การเลี้ยงปลาสวยงาม เป็นทั้งงานอดิเรกที่สร้างความเพลิดเพลินและงานอาชีพสร้างรายได้ ซึ่งผู้เลี้ยง จะต้องศึกษาลักษณะและวิธีการเลี้ยงปลาสวยงามแต่ละชนิดให้เข้าใจ เพื่อให้ปลาที่เลี้ยงมี สีสันสดใส เจริญเติบโต ไม่มีโรค และขยายพันธุ์ได้ แต่คนส่วนใหญ่มักจะเลี้ยงปลาตามความชอบ โดยไม่คำนึงถึงความสมดุลของระบบนิเวศน์ ปกติปลาอาศัยในแหล่งน้ำธรรมชาติจะเกิดการปรับปรุงหรือปรับสภาพให้น้ำมีคุณสมบัติที่เหมาะสม โดยขบวนการต่างๆจากสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เพื่อให้สิ่งมีชีวิตทั้งหลายในน้ำอยู่ร่วมกันได้อย่างสมดุลปลาสวยงามถูกนำมาเลี้ยงในพื้นที่จำกัด โดยไม่คำนึงถึงความสมดุลของระบบนิเวศน์ แต่เน้นเพื่อให้มองดูสวยงามมีน้ำใสอยู่เสมอ ทั้งที่คุณสมบัติด้านต่างๆ อาจแตกต่างไปจากน้ำธรรมชาติอย่างมากมาย จนทำให้ปลาอ่อนแอแคระแกรนหรืออาจถึงตายได้ แต่น้ำก็ยังคงดูเหมือนใสสะอาด ผู้เลี้ยงปลาสวยงามจึงควรให้ความสนใจดูแลและปรับเปลี่ยนน้ำให้แก่ปลาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ปลาที่เลี้ยงได้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ดังนั้นกลุ่มของข้าพเจ้าจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงนำความรู้ทางเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมค่าต่างๆของน้ำภายในตู้ปลา และได้คิดค้นเครื่องบำบัดน้ำเสีย พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อบำบัดและดูแลควบคุมค่าต่างๆของน้ำในตู้ปลาเพื่อไม่ให้น้ำเน่าเสียและค่าน้ำที่เปลี่ยนฉับพลันจนทำให้ปลาป่วยและไม่สามารถอาศัยอยู่ภายในตู้ปลานั้นได้

1.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

1.2.1 เพื่อฝึกทักษะในการเขียนโปรแกรม

1.2.2 เพื่อฝึกการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1.2.3 เพื่อควบคุมค่า pH ของน้ำภายในตู้ปลา

1.2.4 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงปลาสวยงาม

1.2.5 เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาทดแทน

1.3 สมมติฐาน

1.3.1 เครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์สามารถควบคุมค่า **pH** ในน้ำ เพื่อไม่ให้ตู้ปลาน้ำเน่าเสีย

1.4 **ขอบเขตการดำเนินโครงงาน**

1.4.1 ศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมระดับค่า pH และค่าความขุ่นในตู้ปลาเพื่อป้องกันการเกิดน้ำเน่าเสีย

1.4.2 ศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงานและพลังงานทดแทนที่สามารถจะใช้กับสิ่งประดิษฐ์นี้ได้

1.4.3 แหล่งน้ำเสียภายในตู้ปลา

1.5 **ตัวแปร**

1.5.1 ตัวแปรต้น **:** เครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์

1.5.2 ตัวแปรตาม **:** คุณภาพน้ำที่ดีขึ้นในตู้ปลา ลดมลพิษแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

1.5.3 ตัวแปรควบคุม **:** สายพันธุ์ปลา อายุปลา ขนาดตู้ปลา น้ำ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้เครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์

1.6.2 สามารถลดระยะเวลาในการดูแลตู้ปลา

1.6.3 สามารถควบคุมค่าต่างๆของน้ำภายในตู้ปลา

1.6.4 สามารถใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

1.7 วิธีดำเนินงาน

1.7.1 วางแผนแบ่งหน้าที่สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์

1.7.2 ออกแบบเครื่องบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียในตู้ปลา สะดวกต่อการใช้งานและทันสมัย

1.7.3 ดำเนินการสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียตามที่ได้ออกแบบไว้

1.7.4 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและแจ้งเตือนผ่านสมาร์ทโฟน และอัพโหลดโค้ดโปรแกรมเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino Uno ที่บอร์ดทดลอง

1.7.5 ติดตั้งระบบเข้ากับเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมทดสอบระบบ

1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ

เครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถบำบัดแหล่งน้ำเสียในตู้ปลาให้มีออกซิเจนในการหล่อเลี้ยงปลา

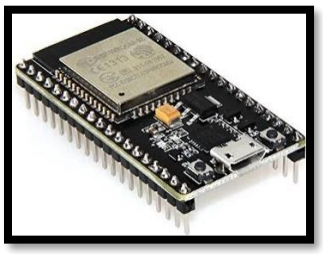
บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 Arduino

ภาพที่ 2.1 Arduino **UNO**

บอร์ด Arduino คือไมโครคอนโทรเลอร์แบบ Open Source คือ เปิดเผยวงจรและวิธีการผลิตทั้งหมด ทุกคนสามารถนำแบบวงจรนี้ไปผลิตหรือต่อยอดได้ภายใต้ข้อกำหนดของ Open Source สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมภาษา C ลงบอร์ด ด้วยความง่ายในการเขียนโปรแกรมไม่กี่บรรทัด เสียบสาย USB กับบอร์ดก็อัพโหลดโค้ดลงบอร์ดได้แล้ว

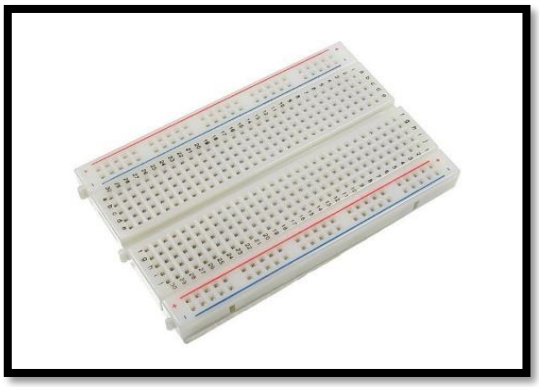
2.2 ESP 32



ภาพที่ 2.2 ESP 32

สามารถเข้าโหมดอัพโหลดโปรแกรมแบบอัตโนมัติ จัดวงจรแบบ nodemcu มีROM 4MB (หรือ 32Mbit) ที่ขา V5 ใช้ไอซีเรกกูเลเตอร์แบบ LDO เบอร์ AMS1117-3.3 รองรับแรงดันไฟฟ้าอินพุต 7-12V จ่ายกระแสได้สูงสุด 700mA และใช้พลังงานไฟฟ้าและสื่อสารผ่านพอร์ต MicroUSB ได้ มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 38

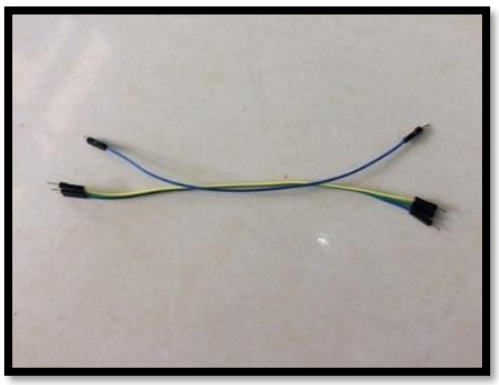
2.3 บอร์ดทดลอง



ภาพที่ 2.3 บอร์ดทดลอง

เป็นบอร์ดที่ใช้ทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหนาสีขาว บนแผ่นมีรูเรียงกันจำนวนมาก ภายในรูมีตัวนำไฟฟ้าซึ่งเชื่อมต่อกันในรูปแบบที่มีการกำหนดไว้ เวลาทดลองก็เสียบขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงไปให้ตัวนำภายในเชื่อมวงจรถึงกัน และอาจใช้สายไฟเสียบลงรูเพื่อเชื่อมวงจรไฟฟ้าได้เช่นกัน

2.4 สาย จั้มเปอร์(ตัวผู้-ตัวเมีย)

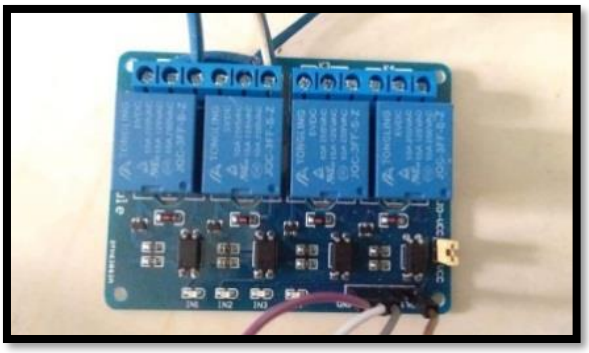


(ตัวเมีย) **(ตัวผู้)**

ภาพที่ 2.4 สายจั้มเปอร์ (ตัวผู้-ตัวเมีย)

สายไฟจั้มเปอร์แบบ เมีย-เมีย เหมาะสำหรับใช้งานในวงจรทั่วๆไป หรือใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มี PIN ตัวผู้ เช่น บอร์ด Arduino Nano ที่ตัว Pin ของบอร์ดเป็นตัวผู้ และนอกจากนี้ยังสามารถใช้ร่วมกับสายจั้มแบบ ผู้-ผู้ เพื่อต่อเพิ่มความยาวของสายไฟ

2.5 รีเลย์ General Relay



ภาพที่ 2.5 รีเลย์ General Relay

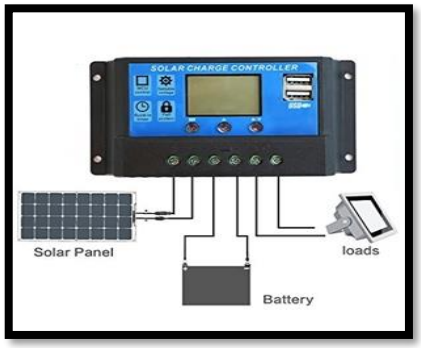
เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีใช้ในวงการอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ไฟ ตัด-ต่อวงจร โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ รีเลย์จะทำงานได้โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆได้

2.6 มอเตอร์ปั๊มน้ำ

ภาพที่ 2.6 มอเตอร์ปั๊มน้ำ

Sonic AP2500 เป็นปั๊มน้ำที่ใช้กับตู้เลี้ยงปลา แต่นิยมนำมาใช้สูบน้ำขึ้นโต๊ะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ถือเป็นปั๊มจุ่มยอดนิยมอีกรุ่นหนึ่ง เหมาะสำหรับจ่ายน้ำเข้าโต๊ะผัก 6 ราง ปั๊มน้ำมีสเปคดังนี้ ใช้กับไฟฟ้าบ้าน AC220-240V. กำลังไฟฟ้า 30-32 วัตต์

2.7 โซล่าชาร์จเจอร์ (Solar charger)



ภาพที่ 2.7 โซล่าชาร์จเจอร์ (Solar charger)

โซล่าชาร์จเจอร์(solar charger) คือ ดึงกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้มากที่สุด โดยการทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด กล่าวคือ MPPT ทำงานโดยการตรวจสอบที่เอาท์พุตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และเปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในระบบ จากนั้นกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายออกเพื่อทำการประจุลงในแบตเตอรี่ และทำการแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าสูงสุดในการประจุแบตเตอรี่ นอกจากนี้ ยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC load) ที่ต่อโดยตรงกับแบตเตอรี่ได้อีกด้วย

2.8 ตลับเมตร

ภาพที่ 2.8 ตลับเมตร

ตลับเมตร (Tape Measure) คือ เครื่องมือช่างที่ใช้สำหรับวัดขนาดชิ้นงานหรือวัดระยะทางได้สะดวกและแม่นยำ โดยทั่วไปแล้วตลับเมตรจะมีลักษณะเป็นตลับสี่เหลี่ยมหรือตลับวงกลมที่บรรจุเทปสายวัดไว้ด้านในและที่ปลายสายวัดจะมีตะขอเล็กๆ ยื่นออกมาใช้สำหรับเกี่ยววัตถุ ช่วยให้สะดวกต่อการหาระยะและอ่านค่าได้อย่างรวดเร็ว

2.9 กล่องกันน้ำ

ภาพที่ 2.9 กล่องกันน้ำ

ผลิตจากพลาสติก abs ทำให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และทนทานต่อการกัดกร่อนในทุกสภาวะอากาศ ทนความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 80°C มีน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทานต่อแรงกระแทกปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้ารั่ว เนื่องจากกล่องไฟทำจากพลาสติกซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า

2.10 โซล่าเซลล์

ภาพที่ 2.10 โซล่าเซลล์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์สร้างขึ้นเพื่อใช้ใน การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำซิลิกอนมาผ่าน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตเป็นแผ่นซิลิกอนบริสุทธิ์และเมื่อแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์รังสี ของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โปรตอน (Proton) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้น เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทา ให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไข้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน

2.11 ตู้ปลา

ภาพที่ 2.11 ตู้ปลา

ภาชนะหลักสำหรับการเลี้ยงปลาสวยงาม มีรูปทรงต่าง ๆ กัน โดยมากมักจะทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยผลิตจากวัสดุประเภทกระจกหรืออะคริลิค มีขนาดแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ประมาณ ฟุต จนถึงหลายเมตร

2.12 แบตเตอรี่

ภาพที่ 2.12 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ (battery) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมี หนึ่งเซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มี ขั้วบวก (anode) และ ขั้วลบ (cathode) ขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่มีเครื่องหมายลบ ขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือแหล่งที่มา

2.13 เซนเซอร์วัดค่าความขุ่น

ภาพที่ 2.13 เซนเซอร์วัดค่าความขุ่น

Sensor สำหรับใช้วัดระดับความขุ่นของน้ำโดยใช้หลักการตรวจสอบด้วยแสง การหักเหของแสง สามารถนำไปใช้ตรวยสอบความขุนของน้ำในคลอง การตรวจน้ำป่า เป็นต้น ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า DC 5 Volt โดย Outout ที่ออกมาจะเป็นสัญญาณ Analog และ Digital เพื่อส่งค่าไปยัง Arduino สำหรับ สัญญาณ Analog จะปล่อยแรงดันออกมาตั้งแต่ 0.4 Volt ถึง 5 Volt ส่วนสัญญาณแบบ Digital จะเป็นแบบ High / Low โดยการปรับค่าที่ตัวต้านทานปรับค่าได้

2.14 สาย USB

ภาพที่ 2.14 สาย USB

เริ่มต้นด้วยการเสียบสายเชื่อมต่อแบบ USB ระหว่างบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 1 และ 2 สาย USB จะเป็นทั้งสายส่งรับข้อมูล และเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า 5 Vdc. ให้กับบอร์ดด้วย

2.15 เซนเซอร์วัดค่าPH

ภาพที่ 2.15 เซนเซอร์วัดค่า PH

Analog pH Meter (pH Sensor) เป็นเซ็นเซอร์ PH sensor arduino สำหรับวัดความเป็น กรด-เบส ของสารละลายโดยค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0 – 14 pH output เป็นแบบ Analog (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5V สามารถจุ่มแช่น้ำได้ตลอดเวลา ชุดคิตตรวจวัดค่า pH (ความเป็นกรด-เบส) ในน้ำ ในชุดประกอบด้วยหัวโพรบเซนเซอร์ตรวจวัดและวงจรอินเตอร์เฟสสำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เอาต์พุตเป็นอนาลอก ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ตรวจสอบค่า pH ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 14

2.16 จอ LED แสดงผล

ภาพที่ 2.16 จอ LED แสดงผล

LED ย่อมาจาก Light-emitting-diode ซึ่งหมายถึงชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ส่องสว่างด้านหลังจอ หรือที่เรียกว่า backlight ดังนั้นมันไม่ใช่ประเภทของจอ ใช้ระบบการฉายภาพด้วยหลอดไฟขนาดเล็ก หลอด LED จะทำหน้าที่เป็นตัวเกิดแสง และผลึกคริสตัลที่เป็นของแข็งกึ่งของเหลว 3 สี คือสีแดง น้ำเงิน และเขียว บิดตัวเป็นองศาเพื่อให้แสงไฟจาก LED ส่องผ่าน และฉายออกไปเป็นภาพสีสันสวยงามบนหน้าจอ

2.17 ปั๊มไดอะเฟรม

ภาพที่ 2.17 ปั๊มไดอะเฟรม

เป็นปั๊มสำหรับสูบจ่ายของเหลวที่มีความหนืด มีลักษณะการทำงานแบบบีบ-อัดเป็นจังหวะ ปั๊มขับเคลื่อนด้วยแรงดันลมจึงทำให้สามารถนำปั๊ม**ไดอะแฟรม**ไปใช้ในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดประกายไฟได้ แผ่น**ไดอะแฟรม**เป็นส่วนประกอบสำคัญของปั๊ม โดยภายในปั๊มประกอบด้วย แผ่น**ไดอะแฟรม** 2 อันผลัดกันผลักไปกลับด้วยแรงกดในช่องอากาศ **ไดอะแฟรม**ฝั่งนึงจะถูกดึงเข้าสู่แกนกลาง ส่งผลให้ของเหลวถูกดูดเข้าในตัวปั๊ม **ไดอะแฟรม**อีกฝั่งถูกผลักออกส่งผลให้ของเหลวที่อยู่ในปั๊มถูกดันออกไปสู่ท่อออก

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 Arduino

3.1.2 ESP 32

3.1.3 บอร์ดทดลอง

3.1.4 สายจั้มเปอร์ (ตัวผู้-ตัวเมีย)

3.1.5 รีเลย์

3.1.6 มอเตอร์ปั๊มน้ำ

3.1.7 โซล่าชาร์จเจอร์

3.1.8 ตลับเมตร

3.1.9 กล่องกันน้ำ

3.1.10 โซลาเซลล์

3.1.11 ตู้ปลา

3.1.12 แบตเตอร์รี่

3.1.13 เซนเซอร์วัดค่าความขุ่น

3.1.14 สาย USB

3.1.15 เซนเซอร์วัดค่าPH

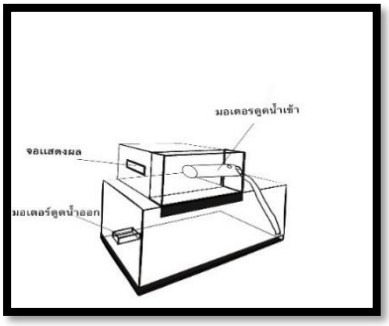
3.1.16 จอ LED แสดงผล

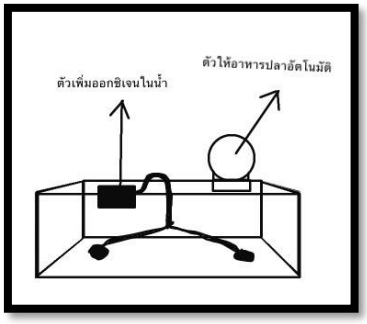
3.1.17 ปั๊มไดอะเฟรม

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.2.1 วางแผนแบ่งหน้าที่สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์

3.2.2 ออกแบบเครื่องบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียในตู้ปลา สะดวกต่อการใช้งานและทันสมัย





ภาพที่ 3.2.18 ออกแบบเครื่องบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียสะดวกต่อการใช้งานและทันสมัย

3.2.3 ดำเนินการสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบ

3.2.3.1 ล้างตู้ปลาให้สะอาดเพื่อที่จะนำมาประกอบกับตัวเครื่องบำบัดน้ำเสีย

ภาพที่ 3.2.19 ล้างตู้ปลาให้สะอาดเพื่อที่จะนำมาประกอบกับตัวเครื่องบำบัดน้ำเสีย

3.2.3.2 ทำฐานรองเพื่อที่จะตั้งอุปกรณ์

ภาพที่ 3.2.20 นำฐานรองเพื่อที่จะตั้งอุปกรณ์

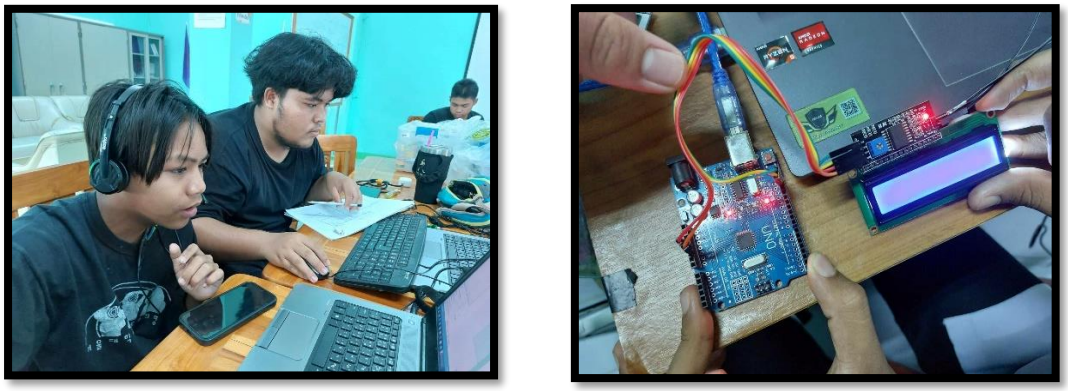
3.2.3.3 นำอุปกรณ์เซนเซอร์มาติดตั้ง

ภาพที่ 3.2.21 นำอุปกรณ์เซนเซอร์มาติดตั้ง

3.2.3.4 ขึ้นโครงเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์

ภาพที่ 3.2.22 ขึ้นโครงเครื่องบำบัดน้ำเสีย

3.2.3.5 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและแจ้งเตือนผ่านสมาร์ทโฟน และอัพโหลดโค้ดโปรแกรมเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino ที่บอร์ดทดลอง



ภาพที่ 3.2.23 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและแจ้งเตือนผ่านสมาร์ทโฟน และอัพโหลดโค้ดโปรแกรมเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino **uno ที่มีบอร์ดทดลอง**

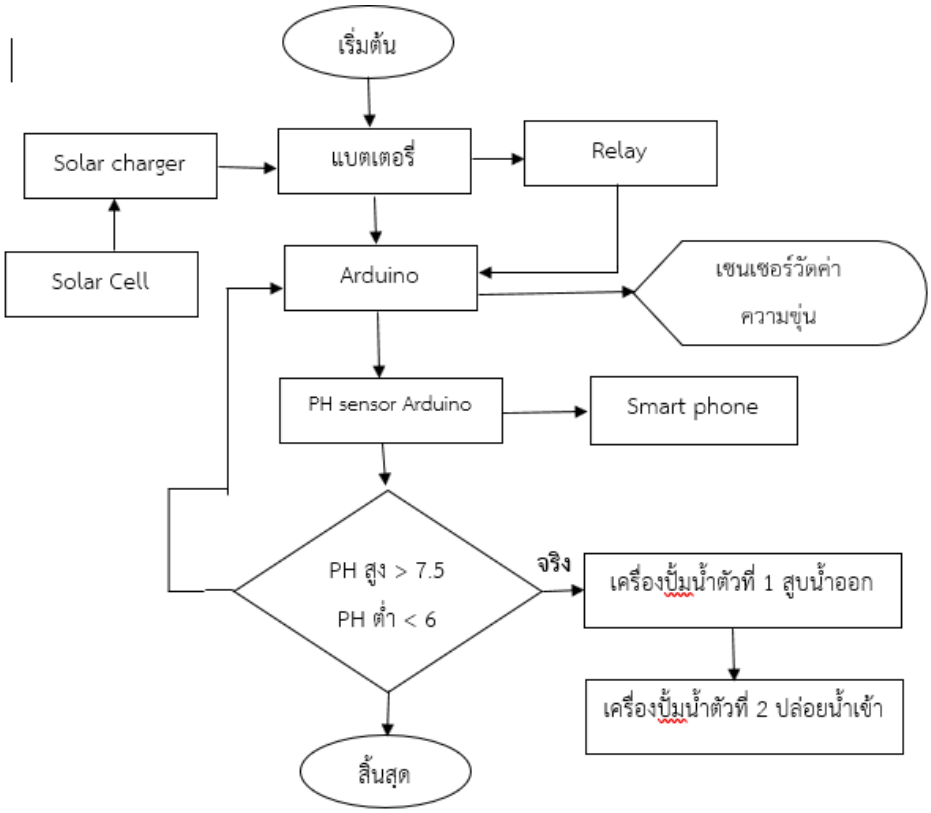
3.2.3.6 ติดตั้งระบบเข้ากับโครงสร้างของเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมทดสอบระบบ

ภาพที่ 3.2.24 ติดตั้งระบบเข้ากับโครงสร้างของเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมทดสอบระบบ

3.2.3.7 นำเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ไปทดสอบในน้ำเสียของตู้ปลา

ภาพที่ 3.2.25 นำเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ไปทดสอบในน้ำเสียของตู้ปลา

3.3 ขั้นตอนการทำงานเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ *Flow chart*



ภาพที่ 3.3.26 ขั้นตอนการทำงานเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ *Flow chart*

บทที่ 4
ผลการดำเนินการ

จากการศึกษาและทดลองใช้เครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ในบริเวณโรงเรียนบากงพิทยา พบว่า

4.1 การทำงานของระบบในเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลการทำงานของระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์ โดยให้นักเรียนนำตัวเครื่องบำบัดน้ำเสียมาบำบัดน้ำเสียภายในตู้ปลา และทำการวัดค่าpHภายในตู้ปลา เมื่อค่าน้ำภายในตู้ปลามีค่า pH สูงหรือต่ำเกินไป ระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์จะทำงานโดยอัตโนมัติ และแจ้งเตือนข้อมูลไปยัง LINE โดยมีการติดตามผลการบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 12 วัน จำนวน 12 ครั้ง วันที่ 10-22 พฤศจิกายน 2566

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของระบบในเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์

ครั้งที่	วันที่	เวลา	บำบัด	ไม่บำบัด	ระดับค่า pHของน้ำ
1	10/11/66	09.00 น.		√	7.0
2	11/11/66	09.00 น.		√	7.0
3	12/11/66	09.00 น.		√	6.8
4	13/11/66	09.00 น.	√		8.0
5	14/11/66	09.00 น.		√	6.9
6	15/11/66	09.00 น.		√	7.0
7	16/11/66	09.00 น.	√		5.5
8	17/11/66	09.00 น.		√	6.5
9	18/11/66	09.00 น.	√		8.5
10	19/11/66	09.00 น.		√	6.8
11	20/11/66	09.00 น.		√	6.3
12	21/11/66	09.00 น.	√		5.6
13	22/11/66	09.00 น.		√	6.5

ภาพตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของระบบในเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์

4.2 ผลดีในการใช้ระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์มีส่วนช่วยแก้น้ำเสีย น้ำเหม็น น้ำหนืด น้ำดำ และอื่นๆในตู้ปลาและยังช่วยปรับสภาพน้ำให้โปร่งใสขึ้น ซึ่งมีระบบวัดค่าความขุ่นกับค่าpHภายในตู้ปลาอัตโนมัติ รวมทั้งยังช่วยความสมดุลค่า pH และความเป็น กรด-ด่าง ซึ่งสามารถควบคุมการเกิดน้ำเน่าเสียและโรคของปลาได้ จึงเกิดความคุ้มค่าและความเหมาะสมที่จะบำบัดน้ำเสียในตู้ปลาให้มีความโปร่งใสขึ้นและยังช่วยประหยัดเวลาในการดูแลตู้ปลาของท่านอีกด้วย

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินการและอภิปรายผลการดำเนินการ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลของระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยให้นักเรียนนำตัวเครื่องบำบัดน้ำเสียมาบำบัดน้ำเสียภายในตู้ปลา และทำการวัดวัดค่าpHภายในตู้ปลาเมื่อค่าน้ำภายในตู้ปลามีค่าpHสูงหรือต่ำเกินไป ระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์จะทำงานโดยอัตโนมัติ และแจ้งเตือนข้อมูลไปยัง LINE โดยมีการติดตามผลการบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 12 วัน จำนวน 12 ครั้ง วันที่ 10 – 22 พฤศจิกายน 2566 เมื่อค่า pH ของน้ำภายในตู้ปลาลดลงต่ำกว่า 6 หรือเพิ่มมากว่า 7.5 ขึ้นไประบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจะทำงานทันที ผลปรากฏว่าในครั้งที่ 1-3 ,5-6,8,10-11และ 13 จะไม่มีการบำบัดน้ำเสีย เวลาในการตรวจเช็คคือ 09.00 น. ส่วนครั้งที่ 4,7,9และ 12 เครื่องจะมีการบำบัด เนื่องจากค่า PH สูงมากว่า 7.5 และมีค่า PH ที่ต่ำกว่า 6 เวลาในการตรอจเช็คคือ 09.00 น.

5.2 อภิปรายผลการดำเนิน

ระบบเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานแสงอาทิตย์จะเริ่มทำการบำบัดน้ำเสียเมื่อค่า pH ของน้ำภายในตู้ปลาลดลงต่ำกว่า 6 หรือค่า pH มากว่า 7.5 ขึ้นไประบบเครื่องบำบัดน้ำเสียจะทำงานทันที และหยุดทำการบำบัดน้ำเสียทันที่เมื่อมีค่า pH ในตู้ปลาระดับปานกลางและจำนวนครั้งในการบำบัดน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับค่า pH ในตู้ปลาแต่ละวันโดยในวันที่มีค่า pH สูงหรือต่ำเกินไปจะมีการบำบัดน้ำเสียและในวันที่มีค่า pH ในระดับปานกลางจะไม่ทำการบำบัดน้ำเสียในตู้ปลา

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 หมั่นตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ปลาอย่างสม่ำเสมอ

5.2.2 สามารถควบคุมค่า pH ของน้ำภายในตู้ปลา

บรรณานุกรม

รีเลย์ (relay) (ออนไลน์). (2556). **สืบค้นจาก :**
https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B9%8C [17 พฤศจิกายน 2566]

สายจั้มเปอร์ (ตัวผู้-ตัวเมีย) (ออนไลน์). (2555). **สืบค้นจาก :**
http://commandronestore.com/products/bb003.php [17 พฤศจิกายน 2566]

เซนเซอร์วัดความขุ่น (ออนไลน์). (2565). **สืบค้นจาก**:
https://www.ab.in.th/product/633/turbidity-ec-sensor [17 พฤศจิกายน 2566]

สาย USB (ออนไลน์). (2559). **สืบค้นจาก**
:https://witscodes.wordpress.com/2016/06/15/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%8A%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%AD-arduino [17 พฤศจิกายน 2566]

ตลับเมตร (ออนไลน์). (2564). **สืบค้นจาก**:
https://th.misumi-ec.com/th/pr/recommend_category/tape_measures [17 พฤศจิกายน 2566]

โซล่าเซลล์ (ออนไลน์). (2564). **สืบค้นจาก**:
https://www.aballtechno.com/article/tag/%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%A5%E0%B9%8C%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A2%E0%B9%8C-solar-cell [17 พฤศจิกายน 2566]

แบตเตอร์รี่ (ออนไลน์). (2565) **สืบค้นจาก**:
https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%95%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%88 [17 พฤศจิกายน 2566]

ESP32 (ออนไลน์). (2566**) สืบค้นจาก**
https://www.appsofttech.com/product/229/%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%94esp32-nodemcu-devkit-wi-fi-and-bluetooth-%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99-30-pin [17 พฤศจิกายน 2566]

ตู้ปลา (ออนไลน์) . (2566**) สืบค้นจาก**
https://th.wikipedia.org/wiki/%E**0%**B**8%95%**E**0%**B**8%**B**9%**E**0%**B**9%89%**E**0%**B**8%9**B%E**0%**B**8%**A**5%**E**0%**B**8%**B**2** [17 พฤศจิกายน 2566]

บอร์ดทดลอง (ออนไลน์) . (2564**) สืบค้นจาก**
https://th.wikipedia.org/wiki/%E**0%**B**9%82%**E**0%**B**8%9**E%E**0%**B**8%**A**3%**E**0%**B**9%82%E**0%**B**8%97%**E**0%**B**8%9**A%E**0%**B**8%**AD%E**0%**B**8%**A**3%**E**0%**B**9%8**C%E**0%**B**8%94** [17 พฤศจิกายน 2566]

กล่องกันน้ำ (ออนไลน์) . (2553**) สืบค้นจาก**

https://www.prowork.co.th/productpage/%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%99%E0%B8%99%E0%B8%B38x8nano%E0%B8%88%E0%B8%B3%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%99-16-%E0%B8%8A-%E0%B8%99 [17 พฤศจิกายน 2566]

เซนเซอร์วัดค่า pH (ออนไลน์) . (2566**) สืบค้นจาก**

https://www.analogread.com/product/301/analog-ph-meter-ph-sensor-%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%94-%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B9%87%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%AA%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%A7-2 [17 พฤศจิกายน 2566]

มอเตอร์ปั้มน้ำ (ออนไลน์) . (2566**) สืบค้นจาก**

https://forfarm.co/product/sonic-ap**2500** [17 พฤศจิกายน 2566]

จอ LED แสดงผล (ออนไลน์) . (2561**) สืบค้นจาก**

https://www.gte.co.th/news-events/%E0%B8%88%E0%B8%AD-LED-(LED-display)-%E0%B8%99%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%99%E0%B9%83%E0%B8%88%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%A7%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%93%E0%B8%84%E0%B8%B4%E0%B8%94 [17 พฤศจิกายน 2566]

ปั้มไดอะเฟรม (ออนไลน์) . สืบค้นจาก

https://www.mechanika.co.th/diaphragm-pumps [17 พฤศจิกายน 2566]

อาดูโน(Arduino) (ออนไลน์) . (2566) สืบค้นจาก

https://www.ecbot.com/article/41/arduino%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%96%E0%B8%99%E0%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%9B%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B9%84%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%9A%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87 [17 พฤศจิกายน 2566]

โซล่าชาร์จเซอร์ (Solar charger) (ออนไลน์) . (2566) สืบค้นจาก

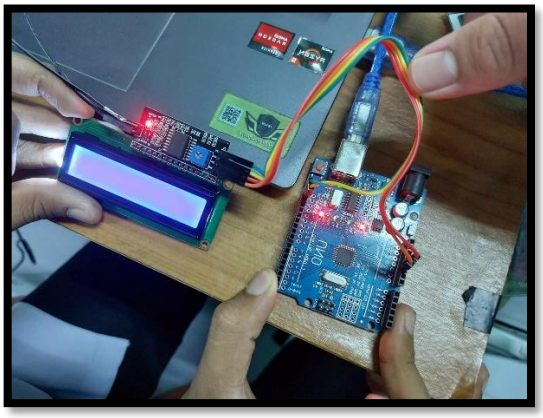
https://www.igetsolarcell.com/category/9/%E0%B9%82%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%88%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8Csolar-charger [17 พฤศจิกายน 2566]

ภาคผนวก

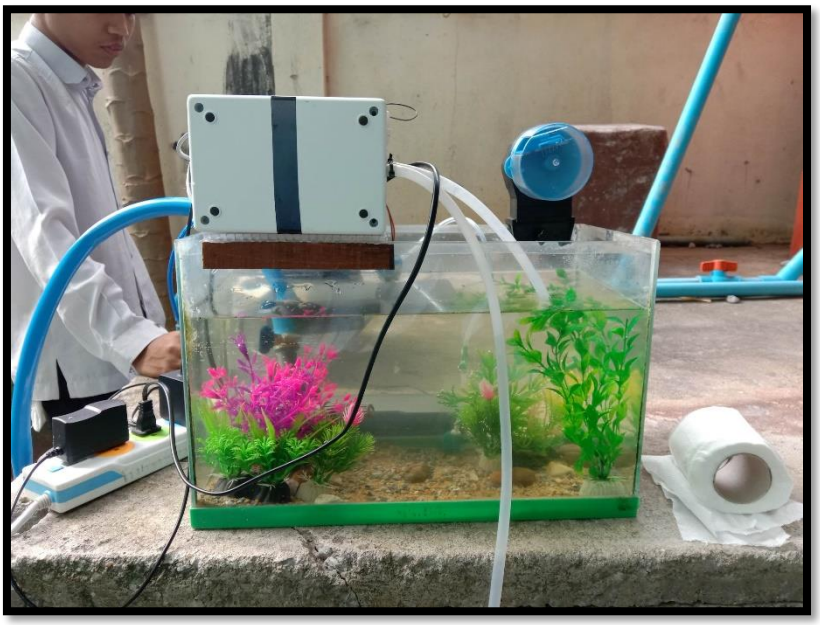
วิธีการดำเนินงาน

1. สร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากพลังงานแสงอาทิตย์ตามแบบโครงสร้าง

2. เขียนโปรแกรมและต่อวงจรเพื่อทดสอบการทำงาน



3. ทดสอบการทำงานของระบบ



4. ขั้นตอนของการสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียพลังงานสงอาทิตย์