



แบบเสนอโครงร่างพ

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยสงขลา

วฟ.03

สอปรายงานความก้าวหน้า

- นักศึกษากรลุ่ม : ☐ ปกติ ☒ สมทบ
- ประเภทของโครงการ : ☒ โครงการนวัตกรรม (section 1) ☐ โครงการวิจัย (section 2)
- ลักษณะโครงการ : ☐ พัฒนาโครงการเดิม ☒ โครงการใหม่
- เทคโนโลยีโครงการ : ☐ Smart City ☐ Smart Farm ☐ Smart Med. ☐ Smart Lab.
: ☒ อื่นๆ

ทุ่นลอยน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า

Floating buoys generate electricity

ผู้จัดทำ

นายสกล ป้องขวาเลา รหัสนักศึกษา 1594132046 โทร.0822826945

เสนอ

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของหัวข้อโครงการปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ของโครงการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขอบเขตของโครงการขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานโครงการ รวมถึงแผนการดำเนินโครงการดังต่อไปนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากปัจจุบันการเดินทางข้ามไปยังเกาะต่างๆในปัจจุบันนั้น ต้องใช้เรือในการข้ามฝั่งไปยังเกาะต่างๆ เพื่อใช้รับ-ส่งผู้คนรวมไปถึงยานพาหนะ เนื่องจากระดับน้ำมีการขึ้น-ลงทำให้การจะขึ้นฝั่งหรือลงเรื่อนั้นทำได้ยากลำบาก หรือต้องเดินลงน้ำไปขึ้นเรือ ดังนั้นจึงต้องมีท่าเทียบเรือ ปัจจุบันมีการใช้งานทุ่นลอยน้ำจิ๊กซอว์ มาต่อเข้าหากันให้มีลักษณะเป็นแพทางเดินลอยน้ำหรือใช้เป็นโป๊ะเทียบเรือในการเดินไปขึ้นเรือที่อยู่นอกชายฝั่งออกไปในทะเล เป็นท่าจอดเรือรับ-ส่งผู้โดยสารขึ้นลง ชายฝั่ง

มีพนักงานโรงแรม ชาวประมง รวมไปถึงนักท่องเที่ยวที่จำเป็นต้องใช้โป๊ะเทียบเรือหรือล่องน้ำที่มีอยู่หลายจุดในพื้นที่เพื่อการขึ้นฝั่งหรือลงเรือไปยังเกาะนั้นยังมีการใช้งาน ในช่วงเวลาค่าคืนอีกด้วย ในการใช้งานท่าเทียบเรือหรือทางเดินลอยน้ำที่ทำจากทุ่นลอยน้ำในเวลากลางคืนมีความยากลำบากไม่สะดวก เนื่องจากท่าเทียบเรื่อนั้นมีแสงสว่างไม่เพียงพอหรือบางจุดก็ไม่มีแสงสว่างและทางเดินลอยน้ำนั้นมีการโยกขึ้นลงตามคลื่นอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีความยากลำบากในการขึ้นเรือหรือบางครั้งทำให้เกิดอุบัติเหตุตกน้ำ เนื่องจากการมองไม่เห็น หรือโดนหินแหลมบาดจนได้รับบาดเจ็บบ่อยครั้ง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงคิดสร้างอุปกรณ์ที่จะผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลเพื่อจะนำไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นทะเลมาชาร์จแบตเตอรี่และจะได้ใช้พลังงานของแบตเตอรี่ไปจ่ายให้กับหลอดไฟ LED เพื่อส่องสว่างให้แก่ท่าเรือและเป็นจุดการสังเกตแก่ผู้ขับเรือในตอนกลางคืน เหตุที่เลือกการผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลแทนที่จะเป็นโซลาร์เซลล์นั้น ก็เพราะด้วยว่าพลังงานจากคลื่นทะเลนั้นจะมีอยู่ตลอดเวลา สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งกลางวันกลางคืนต่างจากโซลาร์เซลล์ที่ได้แต่กลางวันหากฟ้ามีเมฆฝนตกก็ผลิตไฟฟ้าไม่ได้และยังเป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีแนวโน้มจะพัฒนาไปอีกมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 เพื่อออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลได้ทั้งสองทิศทาง
- 2.2 เพื่อออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถนำไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานคลื่นทะเลมาเก็บไว้ในแบตเตอรี่
- 2.3 เพื่อเพิ่มแสงสว่างให้แก่ท่าจอดเทียบเรือ
- 2.4 เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้โป๊ะเทียบเรือ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ชุดอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลจำนวน1ชุด
- 1.3.2 ได้ชุดอุปกรณ์ที่จะนำไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นทะเลมาเก็บไว้ในแบตเตอรี่
- 1.3.3 ได้ศึกษาทฤษฎีของคลื่นและการผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเล
- 1.3.4 ได้ศึกษาพัฒนาองค์ความรู้ด้านกระแสเหนี่ยวนำไฟฟ้า

1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1.4.1 ออกแบบและสร้างชุดผลิตกระแสไฟฟ้าจากคลื่นทะเลจำนวน 1ชุด
- 1.4.2 สามารถจ่ายโหลดหลอดLED ไม่น้อยกว่า 3 วัตต์ ได้ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง
- 1.4.3 สามารถชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียมได้เพียงพอต่อการใช้งานในรอบ 1วัน
- 1.4.4 สามารถเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้เซ็นเซอร์แสงเมื่อมีแสงน้อย

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินโครงการ

- 1.5.1 กำหนดหัวข้อ
- 1.5.2 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
- 1.5.3 ออกแบบโครงสร้างและหลักการการทำงานของโครงการ
- 1.5.4 สอบหัวข้อโครงการ
- 1.5.5 สร้างชิ้นงานของหัวข้อโครงการ
- 1.5.6 ทดสอบการทำงานและบันทึกผล
- 1.5.7 รายงานความก้าวหน้า
- 1.5.8 แก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน
- 1.5.9 จัดทำปริญญานิพนธ์
- 1.5.10 สอบจบโครงการ

1.6 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน	ตุลาคม	พฤศจิกายน67	ธันวาคม67	มกราคม68	กุมภาพันธ์68	มีนาคม68	เมษายน68	พฤษภาคม68
7.1 กำหนดหัวข้อ								
7.2 ศึกษาคนควหาข้อมูลของกับโครงการ								
7.3 ออกแบบโครงสร้างและหลักการการทำงาน								
7.4 สอบหัวข้อโครงการ								
7.5 สร้างชิ้นงานของหัวข้อโครงการ								
7.6 ทดสอบการทำงานและบันทึกผล								
7.7 สอบรายงานความก้าวหน้า								
7.8 แก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน								
7.9 จัดทำปริญญานิพนธ์								
7.10 สอบจบโครงการ								

บทที่ 2

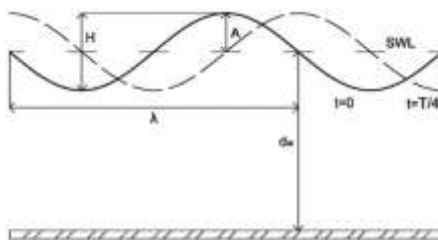
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและทบทวนวรรณกรรม

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการรวมถึงทฤษฎีและหลักการ
ทำงานของโครงการดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีและหลักการงานที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 พลังงานคลื่นน้ำ [1]

(Water Wave) เป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง โดยทั่วไปการเคลื่อนที่ของ คลื่นจะมีลักษณะ
เป็นคลื่นไซน์ (Sinusoidal Wave) ซึ่งมีปริมาณพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความยาวคลื่น
(Wave Length, λ) ความถี่ของคลื่น (Frequency, f) ความเร็วของคลื่น (Wave Speed, v) และความ
สูงของคลื่น (Wave Height, H) ซึ่งจะเท่ากับระดับความสูงจากท้องคลื่นถึงสัน คลื่น $2a$ (Amplitude, a)
จากระดับอ้างอิงผิวน้ำอยู่ในสภาวะนิ่ง (Calm river level)



รูปที่ 1 ลักษณะของคลื่นน้ำในทะเล

[ที่มารูปภาพ <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/20/6604>]

ส่วนประกอบของคลื่น

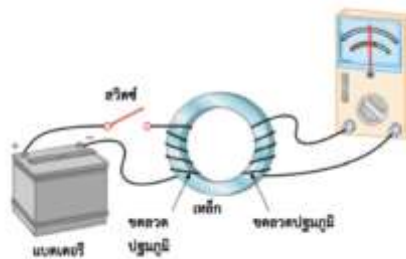
- 1) ยอดคลื่น (Crest) คือ ส่วนที่สูงที่สุดของคลื่น
 - 2) ท้องคลื่น (Trough) คือ ส่วนที่ต่ำที่สุดของคลื่น
 - 3) ความยาวคลื่น (Wave Length, λ) หมายถึงความยาวของคลื่น 1 คลื่น เป็นระยะทางที่วัดระหว่างจุดสองจุดที่สั้นที่สุดบนคลื่นที่เฟสตรงกันมีหน่วยเป็นเมตร (m)
 - 4) ความถี่ของคลื่น (Wave Frequency, f) คือจำนวนลูกคลื่นที่ผ่านจุดสังเกต ภายในหนึ่งหน่วยเวลามีค่าเป็นสัดส่วนผกผันกับคาบเวลา มีหน่วยเป็น วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)
 - 5) ความเร็วของคลื่น (Wave Speed, v) หมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ใน หนึ่งหน่วยเวลา และเนื่องจากขณะคลื่นเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วค่าหนึ่ง เฟสของคลื่นก็เคลื่อนที่ไปด้วย ความเร็วเท่ากัน ดังนั้นในบางครั้งจึงเรียกว่า อัตราเร็วเฟส (Phase Speed) ของคลื่น มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s) สามารถคำนวณได้จาก $v = \lambda f$
 - 6) ความสูงของคลื่น (Wave Height, H) ผลต่างระหว่างยอดคลื่นกับท้องคลื่น มี หน่วยเป็นเมตร (m)
 - 7) คาบคลื่น (Wave Period, T) คือ เวลาที่ยอดคลื่น 2 ลูกจะเคลื่อนที่ผ่านจุดใด จุด หนึ่งที่อยู่นิ่งที่หน่วยเป็นวินาที (s)
 - 8) แอมพลิจูด (Amplitude, a) คือ ความสูงจากระดับอ้างอิงผิวน้ำอยู่ในสถานะ นิ่ง (Calm river level) ถึงยอดคลื่น (Crest) หรือท้องคลื่น (Trough) เป็นการขจัดสูงสุด มีหน่วยเป็น เมตร (m) $H = 2a$
- ความสัมพันธ์และการคำนวณปริมาณต่าง ๆ เกี่ยวกับคลื่นสามารถหาได้ดังต่อไปนี้ จาก $v = \lambda f$ โดยที่ v คือ ความเร็วของคลื่น (Wave Speed) มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) T คือ คาบคลื่น (Wave Period) ซึ่งเป็นส่วนกลับกับความถี่ มีหน่วยเป็นวินาที (s) f คือ ความถี่ของคลื่น (Wave Frequency) มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)
- 9) อนุภาคน้ำ (Particle) คือ การเคลื่อนที่หมุนเป็นวงกลมตามผิวหน้าของคลื่นด้วยความเร็ว
 - 10) ความชันของคลื่น (Steepness) คือ อัตราส่วนระหว่างความสูงของคลื่นกับความยาวคลื่น

2.1.2 กฎของฟาราเดย์ [2]

ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday, 1791-1867) ทำการทดลองศึกษาแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก พบว่าการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่ผ่าน พื้นที่หน้าตัดของขดลวดจะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าทำให้มีกระแสไฟฟ้าในขดลวด โดย แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก Φ_B ที่ผ่านหน้าตัด $\bar{A}$ ของลวดตัวนำวงปิด เนื่องจากประจุหยุดนิ่งและสนามแม่เหล็กจากการเคลื่อนที่ของประจุ จะอธิบายถึงผลที่เกิด จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กตามเวลา ซึ่งมีการทดลองเป็นครั้งแรกในปี.ศ. 1831 โดย ไมเคิล ฟาราเดย์ นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ และในเวลาเดียวกัน โจเซฟ เฮนรียุคฟิสิกส์ชาวอเมริกาก็ได้ แสดงให้เห็นว่าถ้าสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรได้ซึ่งจากการ ทดลองดังกล่าวนี้เองที่นำไปสู่กฎที่สำคัญทางแม่เหล็กไฟฟ้า คือ กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ตลอดจนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและ สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

การทดลองของฟาราเดย์

พิจารณาการทดลองของฟาราเดย์ จากรูปที่ 2 จะเห็นว่าการพันขดลวดสองขดเข้ากันรอบของแท่งเหล็กรูปวงแหวน โดยต่อขดลวดปฐมภูมิเข้ากับสวิตช์และแบตเตอรี่ และต่อขดลวดทุติยภูมิเข้ากับ กัลวานอมิเตอร์ เมื่อเปิดสวิตช์ กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิ ทำให้เกิด สนามแม่เหล็กรอบๆ ขดลวดปฐมภูมินั้นและสนามแม่เหล็กดังกล่าวจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ในขดลวดทุติยภูมิซึ่งเราจะสังเกตได้จากการเบนของเข็มของกัลวานอมิเตอร์



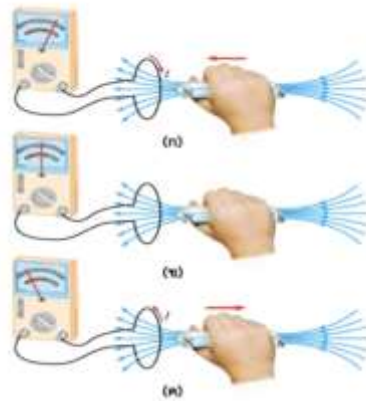
รูปที่ 2 การทดลองของไมเคิล ฟาราเดย์

[ที่มารูปภาพ <http://www.academy.rbru.ac.th/uploadfiles/books/123-2017-07-09-16-54-36.pdf>]

กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์

เมื่อนำแม่เหล็ก (ขั้วเหนือ) เคลื่อนที่เข้าหาขดลวดตัวนำ เข็มของกัลวานอมิเตอร์จะเบนไป จากแนวเดิม (ศูนย์) รูปที่ 3 (ก) แต่ถ้าแท่งแม่เหล็กหยุดเคลื่อนที่ เข็มของกัลวานอมิเตอร์ จะชี้กลับไปที่แนวเดิม

รูปที่ 2 (ข) และขณะที่เคลื่อนแท่งแม่เหล็กออกจากขดลวดตัวนำ เข็มของกัลวานอมิเตอร์จะเบนไปจากศูนย์อีกครั้งแต่เบนไปในทิศทางตรงข้ามกับครั้งแรก รูปที่ 2 (ค) นั้นแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำ



รูปที่ 3 การเกิดกระแสเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำวงกลม

[ที่มารูปภาพ <http://www.academy.rbru.ac.th/uploadfiles/books/123-2017-07-09-16-54-36.pdf>]

นอกจากนี้ ถ้าให้แท่งแม่เหล็กนิ่งอยู่กับที่แต่เลื่อนขดลวดตัวนำ เข้า - ออกจากแท่งแม่เหล็ก เข็มของกัลวานอมิเตอร์ก็เบนไปจากแนวเดิมด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อแท่งแม่เหล็ก หรือขดลวดเคลื่อนที่ที่จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดเสมอ ซึ่งกระแสไฟฟ้างกล่าวเกิดจาก

“แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ” (induced electromotive force ; emf) และเรียกกระแสไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นนั้นว่า “กระแสเหนี่ยวนำ” (induced current)

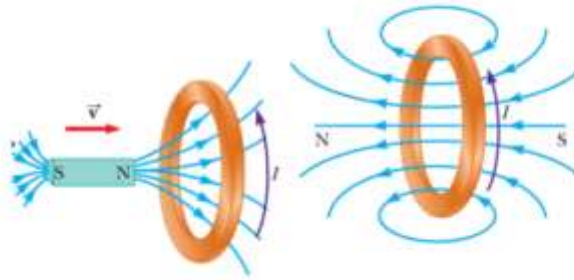
จากการทดลอง ฟาราเดย์ สรุปว่า การเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กผ่านวงรอบปิดใดๆ ต่อ หนึ่งหน่วยเวลาจะก่อให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นและทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำ ดังนั้น จึงได้ตั้งเป็น “กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์” (Faraday’s law of Induction)

กฎของเลนซ์

เฮนริช อีมิล เลนซ์ (Heinrich Emil Lenz ; 1804-1865) นักฟิสิกส์ชาวรัสเซีย กล่าวว่า “กระแสเหนี่ยวนำในขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กในทิศตรงข้ามกับการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ แม่เหล็กผ่านพื้นที่ปิดของขดลวด

กรณีที่ 1 ตามกฎของเลนซ์ สนามแม่เหล็กจะขัดแย้งกันเอง หรือไม่ก็ตรงข้ามกับการเพิ่มขึ้นของฟลักซ์ในขดลวด และเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อขดลวดได้รับชั่วเหวเนื่องจากชั่วชนิดเดียวกันจะผลักกัน เมื่อทราบชั่วแม่เหล็กของขดลวด ก็จะทราบเส้นทางของกระแสจำลองได้ เช่น แสดงทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำเมื่อนำแท่งแม่เหล็ก (ชั่วเหว) เคลื่อนที่เข้าหาขดลวดตัวนำวงกลม (เคลื่อนไปทางขวา) แสดงให้เห็นว่า

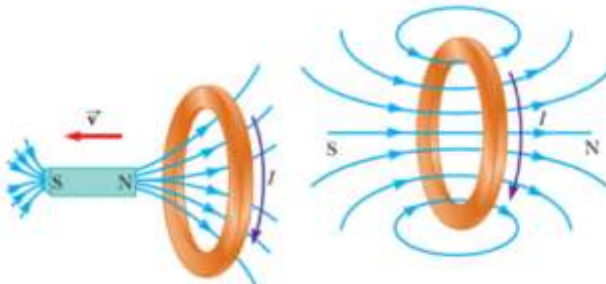
กระแสเหนี่ยวนำในขดลวดนั้นจะสร้างสนามแม่เหล็กในทิศตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็ก เพื่อต้านการเพิ่มขึ้นของฟลักซ์แม่เหล็กลัพท์และผลักดันให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่กลับไปทางซ้าย (เคลื่อนที่ ออกจากขดลวด) ในที่นี้ทิศทางของกระแสจะอยู่ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 4 กระแสเหนี่ยวนำจากการเคลื่อนสนามแม่เหล็กเข้าหาขดลวด

[ที่มารูปภาพ <http://www.academy.rbru.ac.th/uploadfiles/books/123-2017-07-09-16-54-36.pdf>]

กรณีที่ 2: เมื่อแม่เหล็กเคลื่อนห่างจากขดลวด เมื่อหัวเหนือของแม่เหล็กเคลื่อนออกจากขดลวด ฟลักซ์ที่เชื่อมต่อกับขดลวดจะเป็น ลดลง ตามหลักการของฟาราเดย์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์และ EMF ก็จะทำให้เกิดกระแสในขดลวดและสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น ตามทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำ เมื่อนำแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ออกจากขดลวด ตัวนำวงกลม (เคลื่อนไปทางซ้าย) แสดงให้เห็นว่ากระแสเหนี่ยวนำในขดลวดนั้นจะสร้างสนามแม่เหล็กในทิศตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็กเพื่อต้านการเพิ่มขึ้น ของฟลักซ์แม่เหล็กลัพท์และดึงดูดให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่กลับไปทางขวา (เคลื่อนที่เข้าหาขดลวด) ในที่นี้ทิศทางของกระแสจะอยู่ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา



รูปที่ 5 กระแสเหนี่ยวนำจากการเคลื่อนสนามแม่เหล็กออกจากขดลวด

[ที่มารูปภาพ <http://www.academy.rbru.ac.th/uploadfiles/books/123-2017-07-09-16-54-36.pdf>]

2.1.3 ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง (Light Dependent Resistor, LDR) [3]

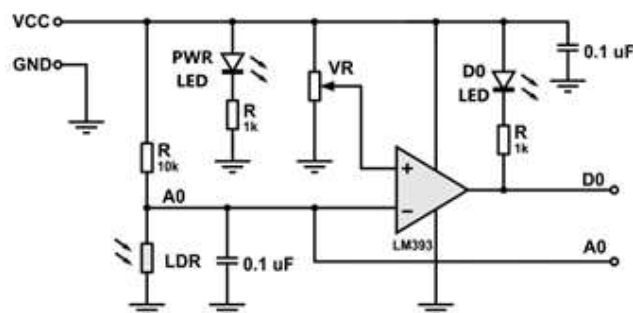
แอลดีอาร์ (LDR) Light Dependent Resistor หรือตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง คือ ตัวต้านทานชนิดที่เปลี่ยนสภาพความนำไฟฟ้า (Conductance) ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ ทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำที่ไวต่อแสงเซนเซอร์ชนิดนี้เรียกว่าโฟโตรีซิสเตอร์(Photoconductor) ตัว LDR และ โมดูลนี้ให้สัญญาณเอาต์พุตได้ ทั้งแบบอนาล็อกที่ช่อง(A0)ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-1023 และแบบดิจิทัลที่ช่อง(D0) ค่า 0 กับ 1 โดยสามารถปรับระดับแรงดันที่นำไปเปรียบเทียบได้โดยการหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) บนบอร์ด และจะต้องป้อนใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5V ให้กับวงจร ซึ่งบนบอร์ดจะมีแอลอีดีแสดงสัญญาณไฟเลี้ยง (PWR LED) และระดับสัญญาณที่เปรียบเทียบ (D0 LED) ด้วย



รูปที่ 6 โมดูล (Light Dependent Resistor, LDR)

[ที่มารูปภาพ <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/ldr.html>]

โดยลักษณะวงจรภายในโมดูล LDR นี้ มีการป้อนไฟเลี้ยง VCC และกราวด์ GND ให้กับบอร์ด ความต้านทานของ LDR จะถูกแปลงเป็นสัญญาณแรงดันผ่านวงจรแบ่งแรงดันเป็นสัญญาณอนาล็อก A0 แล้วสัญญาณนี้จะนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดันอีกวงจรที่สร้างด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้ VR โดยออปแอมป์ (LM393) จะเป็นไอซีที่ใช้เปรียบเทียบสัญญาณ จากนั้นจึงส่งสัญญาณดิจิทัลออกไปเป็นสัญญาณ D0 โดยเราสามารถสังเกตระดับสัญญาณ D0 ผ่าน D0 LED ที่ต่ออยู่กับด้านขาออกของออปแอมป์ได้ด้วย



รูปที่ 7 วงจรภายในโมดูล LDR

[ที่มารูปภาพ <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/ldr.html>]

2.1.4 แบตเตอรี่ Lithium-ion [4]

แบตเตอรี่ Lithium-ion เป็นแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างมาก ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถทำงานได้ต่อเนื่องหลายชั่วโมงหรือหลายวันในการชาร์จเพียงครั้งเดียว เป็นที่นิยมแพร่หลายในการใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ไฟฉายแรงสูง ส่วนไฟฟ้า หรือแม้แต่ รถยนต์แบตเตอรี่สำรอง เพื่อให้สามารถทำเช่นนี้ได้ ภายในแบตเตอรี่จะมีพลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง หากบรรจุหีบห่ออย่างไม่ถูกต้อง หรือได้รับความเสียหายในระหว่างการขนส่ง แบตเตอรี่ลิเทียมอาจลัดวงจร ส่งผลให้เกิดการความร้อนสูงผิดปกติและลุกไหม้ได้ ตัวแบตเตอรี่เองจึงมีการออกแบบระบบป้องกันให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งแต่ละ cell ประกติจะมีชุดป้องกันด้วยกัน 3 ชั้น โดยระบบป้องกันแบบ PCT และ CID ตามปกติจะมีอยู่ใน cell อยู่แล้ว ส่วน Protected PCB นั้นขึ้นอยู่กับผู้ผลิต



รูปที่ 7 แบตเตอรี่ Lithium-ion

[ที่มารูปภาพ <https://www.winwinuni.com/BatteryPack/Lithium.html>]

2.1.5 BMS [5]

BMS ย่อมาจาก Battery Management system หรือ ระบบการจัดการแบตเตอรี่ ทำหน้าที่หลักๆในการ Maintain balance cell battery เพื่ออัดไฟให้เต็มมากที่สุด โดยการวัดสถานะการชาร์จ (SoC) สถานะสุขภาพของเซลล์ (SoH) รวมถึงการตรวจสอบเซ็นเซอร์ต่างๆ (SoF) นอกจากนี้หน้าที่ในการควบคุมความปลอดภัยเหมือนกับ PCM แล้วยังมีระบบตรวจสอบสถานะของแบตเตอรี่แต่ละเซลล์ ซึ่งทำให้แบตเตอรี่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงช่วยยืดอายุของแบตเตอรี่อีกด้วย BMS จะทำการตรวจสอบขั้นพื้นฐาน คือ การตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ อุณหภูมิของเซลล์ การวัดกระแสความต้านทานต่อเซลล์ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือการจัดการให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 8 โมดูล BMS CM636 3S 60A

[ที่มารูปภาพ <https://www.ortech-online.com/product/2817>]

2.1.6 การคำนวณหาอัตราการใช้รอบและความเร็วรอบ

การคำนวณหาอัตราการใช้รอบของเฟืองขับและเฟืองตาม

โดยใช้สูตรคำนวณ
$$\frac{T_a}{T_b}$$

การคำนวณหาความเร็วรอบของเฟือง

โดยใช้สูตรคำนวณ
$$N_b = \frac{T_a}{T_b} N_a$$

N_a คือ อัตราเร็วรอบของเฟืองขับ หน่วยคือ รอบต่อนาที

N_b คือ อัตราเร็วรอบของเฟืองตาม หน่วยคือ รอบต่อนาที

T_a คือ จำนวนฟันของเฟืองขับ

T_b คือ จำนวนฟันของเฟืองตาม

2.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 บทวิจารณ์เทคโนโลยีและมุมมองปัจจุบัน พลังงานคลื่นทะเล [6]

ในปี 2564 Domenico Curto และคณะ ได้นำเสนอเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ได้ผลักดันการวิจัยเกี่ยวกับทางด้านทะเลและมหาสมุทร เพื่อการวิจัยพบว่านี้มีแนวโน้มที่ดีมากในอนาคตของพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิอากาศและพื้นที่เฉพาะเจาะจงในการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนจากทะเลจำนวนมาก โดยจำแนกคลื่นเป็นคลื่นน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำมหาสมุทร การแปลงพลังงานความร้อนในมหาสมุทร โดยการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทั่วโลกที่มีได้รวบรวมจากงานวิจัยของทุนลายนํ้าที่มีอยู่ใน

ปัจจุบันที่ใช้การขึ้นลงของคลื่นทะเลมาใช้ขับเคลื่อนเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า จึงได้นำมาจำแนกประเภทหุ่นผลิตไฟฟ้าตามกลไกการทำงานขึ้นลงของคลื่นได้ 6 แบบดังนี้ 1. หุ่นลอยตัวเดียว (Single-Body Heaving Buoy) 2. หุ่นที่เปิดใช้งานด้วยคลื่น (Wave-Activated Body) 3. ระบบแบบหุ่นลอยตัวที่จมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด (Fully Submerged Heaving Systems) 4. อุปกรณ์แบบยกตัว (Pitching Devices) 5. ระบบแบบบานพับจากด้านล่าง (Bottom-Hinged) 6. ระบบแบบหลายตัว (Systems Many-Body)

2.2.2 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นทะเล [7]

ในปี 2020 Ismail Z Ebrahim ได้นำเสนอการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นทะเล มีวัตถุประสงค์คือการออกแบบและผลิตแบบจำลองใหม่ การออกแบบนั้นขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวหลักสองประการ ได้แก่ การเคลื่อนที่ขึ้นที่เกยคลื่นที่หุ่นลอยขึ้น และการเคลื่อนที่ลงที่เกิดจากของน้ำหนักหุ่น ในการเคลื่อนไหวทั้งสองหุ่นลอยมีการขึ้นลงไปซบ แกนเพลลาที่ต่ออยู่กับกลไกของเฟืองที่สามารถเคลื่อนได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ออกแบบให้น้ำหนักเบาให้เหมาะสมกับคลื่น ได้นำเครื่องที่ได้ไปใช้ทดสอบกับการออกแบบจำลองคลื่น ความยาวคลื่นและความสูงของคลื่น จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดที่ได้คือ 0.68 เมตร ที่ระดับความถี่สูงสุดที่ทดสอบ 3.4 เฮิรตซ์ และความยาวคลื่นต่ำสุดที่ทดสอบ 4.2 ซม. ในขณะที่ความยาวคลื่นที่ยาวที่สุดที่ได้คือ 1.75 ม. ที่ระดับความถี่อินเวอร์เตอร์ต่ำสุด 2.8 เฮิรตซ์ เนื่องจากประสิทธิภาพของตัวแปลงพลังงานคลื่นนั้นขึ้นอยู่กับการทำงานของคลื่นโดยตรง ดังนั้น ขนาดคลื่นหลักที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการออกแบบตัวแปลงและประสิทธิภาพสูงสุดจากการวิเคราะห์กราฟของข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับแสดงให้เห็นว่าขนาดคลื่นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการออกแบบแบบจำลองคือ ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 100 ถึง 113 ซม. ความสูงของคลื่นอยู่ในช่วง 9 ถึง 13 ซม.

โดยที่ประสิทธิภาพของตัวแปลงในสภาพคลื่นที่เกิดขึ้นจากค่าที่ได้นี้สามารถให้กำลังไฟฟ้าเริ่มต้นที่ 0.4 ถึง 0.63 วัตต์

2.2.3 การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนเพื่อปรับใช้กับโดรนการเกษตร

[8] ในปี 2565 นายปฏิภาณ นิมธาน ได้นำเสนอ การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนเพื่อปรับใช้กับโดรนการเกษตร โดยนำแบตเตอรี่ของโดรนที่ใช้อยู่ ในปัจจุบันเพื่อจะนำออกมาดูชนิดของแบตเตอรี่ ซึ่งน้ำหนักของแบตเตอรี่เดิมและขนาดของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบตเตอรี่ของแบรนด์ OK Cell ขนาด 175x290x110 มม. น้ำหนัก 8.4 kg ที่มีแรงดัน Nominal voltage อยู่ที่ 51.8 V ภายในแพ็คเกจแบตเตอรี่ประกอบไปด้วยแบตเตอรี่ LI-PO ชนิด Pouch cell ต่ออนุกรมกันอยู่ 14 เซลล์ โดยมีความจุอยู่ที่ 28 Ah และดึงกระแสสูงสุดได้ 20C และได้ศึกษาข้อมูลทั้งแบตเตอรี่แบบเก่าเทียบกับแบตเตอรี่ใหม่ชนิดต่างๆ แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนนั้นมีประสิทธิภาพการใช้งานได้นานที่สุดและมีความจุมากที่สุดจึงเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมนิกเกิลโคบอลต์ อะลูมิเนียมออกไซด์หรือ NCA ของแบรนด์ Lishen รุ่น

LR2170LAและออกแบบแพ็คแบตเตอรี่ LS2170LA จะมีช่วงการใช้งานอยู่ที่ 2.5-4.2 V ให้มีขนาดเท่าของเดิมทำให้ จำเป็นต้องต่ออนุกรมกันทั้งหมด 14 เซลล์ซึ่งจะทำให้มีช่วงการใช้งานอยู่ที่ 58.8 – 35 V และจะต่อ ขนานกัน 10 เซลล์เพื่อให้มีความจุเป็น 40 Ah จะทำให้ Battery case มีขนาดเท่า ๆ เดิม ซึ่งจะทำให้มีความจุเพิ่มขึ้นมา 42.86%

2.2.4 งานวิจัยเสนอต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทาง [9]

ในปี 2062 วีระศักดิ์ ไชยชาญ วรรณวิภา ไชยชาญ และสุรินทร์ กาญจนะ ได้นำเสนองานวิจัยต้น แบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทาง ด้วยวิธีเปลี่ยนการเคลื่อนที่ ของคลื่นน้ำตื้นที่ซัดเข้าและออกจากชายฝั่งให้เป็นพลังงานไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของคลื่นจะทำให้เพลของกังหันน้ำหมุน โดยการใช้กังหันน้ำจำนวน 2 ชุด เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนกังหันไฟฟ้าได้ทั้งในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง โดยใบพัดของกังหันน้ำ มีขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร แกนของกังหันถูกต่อเข้ากับเพลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ผ่านชุดปรับอัตราเร็วรอบ และได้ทดสอบใช้หลอดแอลอีดีขนาด 60 วัตต์เป็นโหลดไฟฟ้าและได้จำลองเหตุการณ์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จำลองการเกิดคลื่นน้ำตื้นที่มีความถี่ 0.20 Hz 0.25 Hz 0.33 Hz และ 0.50 Hz จากนั้นทำการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้และบันทึกค่าที่ได้ ส่วนที่ 2 การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เมื่อทดสอบจากความถี่ต่างๆ ตามลำดับโดยเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำ บริเวณหาดปากเมง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ผลการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่า เมื่อจำลองการเกิดคลื่นน้ำตื้นที่มีความถี่ 0.50 Hz เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 37.55 วัตต์ ในการทดสอบจากคลื่นน้ำทะเลจริงๆนั้นคลื่นทะเลเท่ากับ 0.27 Hz ผลการทดลอง พบว่าเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 28.96วัตต์

2.2.5 การออกแบบอุปกรณ์แปลงพลังงานคลื่นบนบกสำหรับการผลิตไฟฟ้า [10]

ในปี2022 Tharmarajah Thiruvanan ได้นำเสนอ การออกแบบอุปกรณ์แปลงพลังงานคลื่นบนบกสำหรับการผลิตไฟฟ้า โดยได้ออกแบบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากคลื่นโดยใช้หลักการของการอัดอากาศโดยมีส่วนประกอบของเครื่องผลิตไฟฟ้าอยู่2ส่วน 1คือส่วนที่เป็นแผ่นเหล็กด้านหน้าที่ต่อกับแกนของกระบอกสูบปั๊มลมเป็นส่วนที่ยื่นออกไปยังคลื่นทะเล และส่วนที่2 เป็นถังลมที่และกังหันลมที่ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยทั้งส่วนเชื่อมถึงกันกับกระบอกสูบปั๊มลม เมื่อมีคลื่นมาผลักแผ่นเหล็กด้านหน้าทำให้ปั๊มลมมีการอัดอากาศและอากาศที่ได้จากปั๊มลมไปเก็บไว้ในถังเก็บลมอย่างต่อเนื่องตามการเคลื่อนที่ของคลื่นชายฝั่ง เมื่ออากาศที่กักเก็บไว้มีแรงดันอากาศสูงตามที่กำหนดไว้ จะปล่อยลมออกมาที่กังหันลม เพื่อขับเคลื่อนกังหันที่เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้ปั๊มลมเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบคือ 5 ซม.และความยาวของปั๊มลมในแบบต้นแบบคือ 60 ซม.ถังลมขนาด18ลิตร และใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า24โวลต์

ความเร็วที่กำหนดคือ 1,500 รอบต่อนาที กำลังสูงสุดคือ 36 วัตต์ ใช้โพลในการทดสอบ 25 โหมด อุปกรณ์ต้นแบบนี้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 15 วัตต์ เมื่อโพลอยู่ที่ 25 โหมด และแรงดันอากาศอยู่ที่ 3.2 บาร์

บทที่ 3

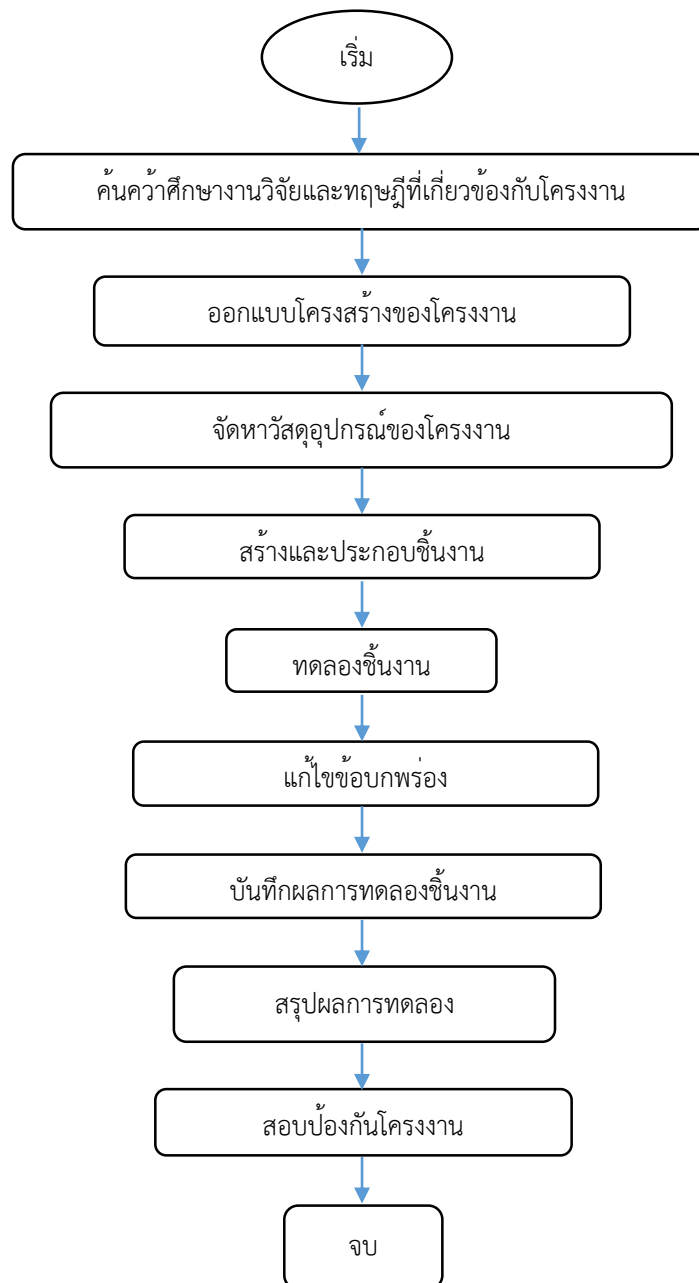
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์น้ำผลิตไฟฟ้า ในการติดตั้งที่เสา โดยการใช้โปรแกรม SketchUP ในการออกแบบโครงสร้าง การเลือกใช้ Generator และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับโครงการ การออกแบบวงจรการทำงาน การสร้างและประกอบหุ่นยนต์น้ำผลิตกระแสไฟฟ้าให้เป็นไปตามขอบเขตของโครงการดังต่อไปนี้ Generator

ขอบเขตของโครงการ

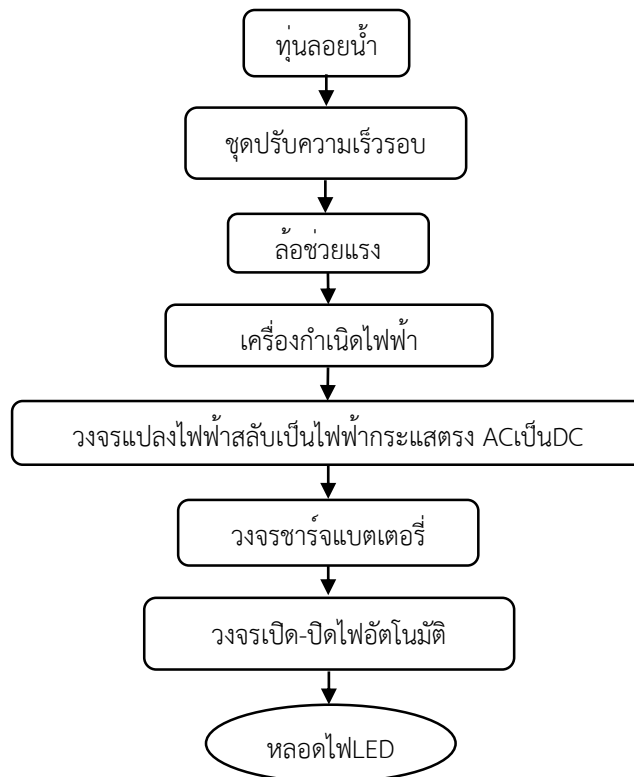
- 1) ออกแบบและสร้างชุดผลิตกระแสไฟฟ้าจากคลื่นทะเลจำนวน 1 ชุด
- 2) สามารถจ่ายโพลหลอด LED ไม่น้อยกว่า 3 วัตต์ ได้ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง
- 3) สามารถชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียมได้เพียงพอต่อการใช้งานในรอบ 1 วัน
- 4) สามารถเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้เซ็นเซอร์แสงเมื่อมีแสงน้อย

3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินโครงการ



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินโครงการ

3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์น้ำผลิตกระแสไฟฟ้า

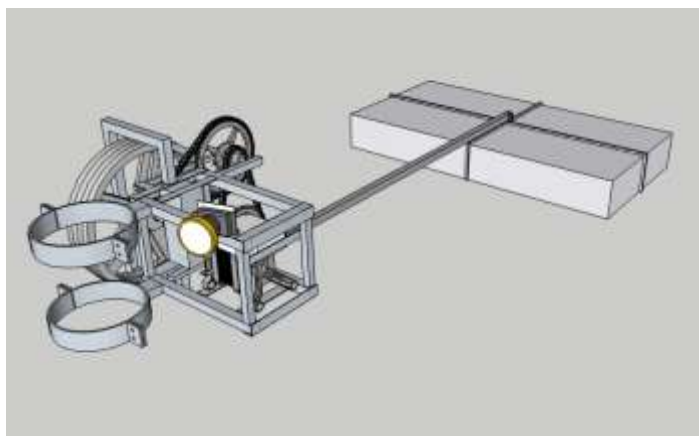


ภาพที่ 3-2 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์น้ำผลิตไฟฟ้า

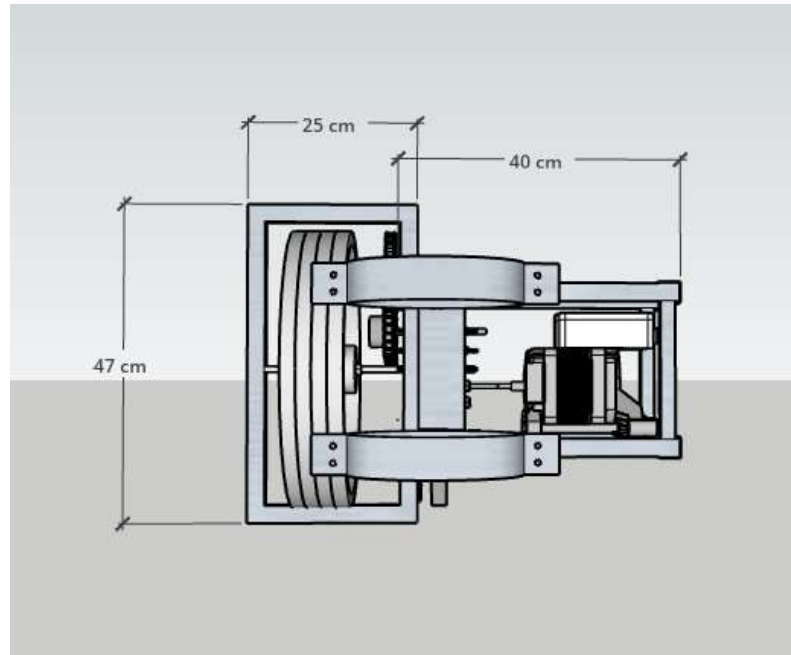
3.2 การออกแบบหุ่นยนต์น้ำผลิตกระแสไฟฟ้า

3.2.1 การออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน

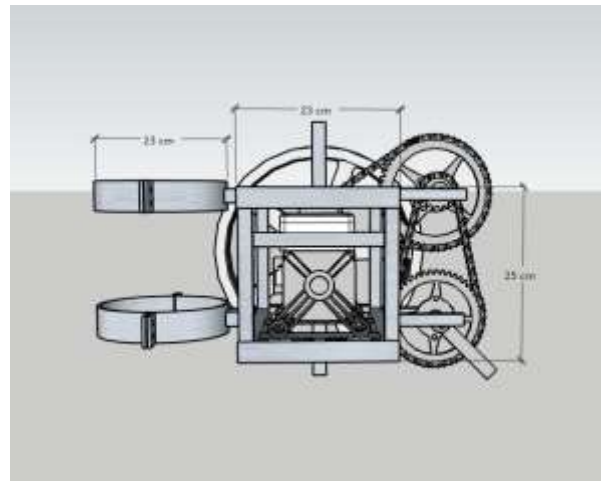
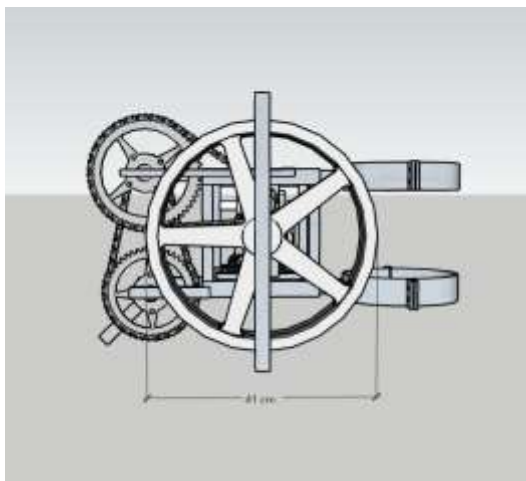
การออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์น้ำผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม SketchUP ในการออกแบบเพื่อออกแบบให้สามารถไปติดตั้งที่เสาโปะเทียบเรือได้ เพื่อใช้เป็นแบบจำลองในการทำชิ้นงาน และวางอุปกรณ์ต่างๆของชิ้นงาน



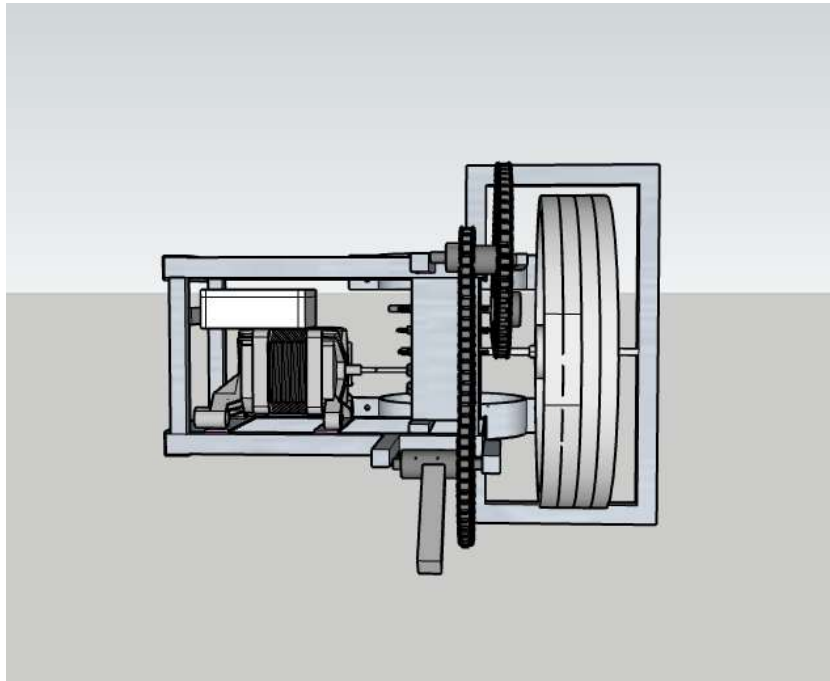
ภาพที่ 3-3 การออกแบบจำลองของหุ่นยนต์น้ำผลิตไฟฟ้า



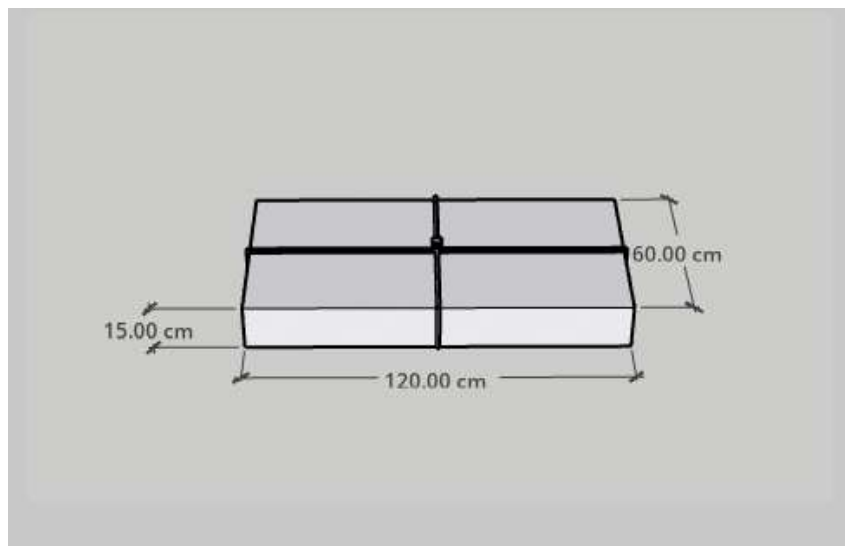
ภาพที่ 3-4 แบบจำลองด้านหลังของหุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้า



ภาพที่ 3-5 แบบจำลองด้านข้างของหุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้า



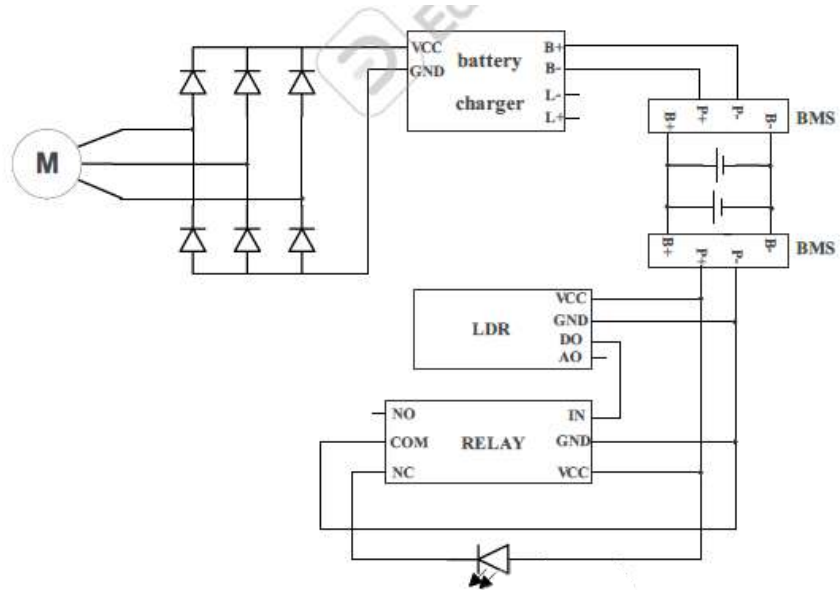
ภาพที่ 3-6 แบบจำลองด้านข้างของทุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้า



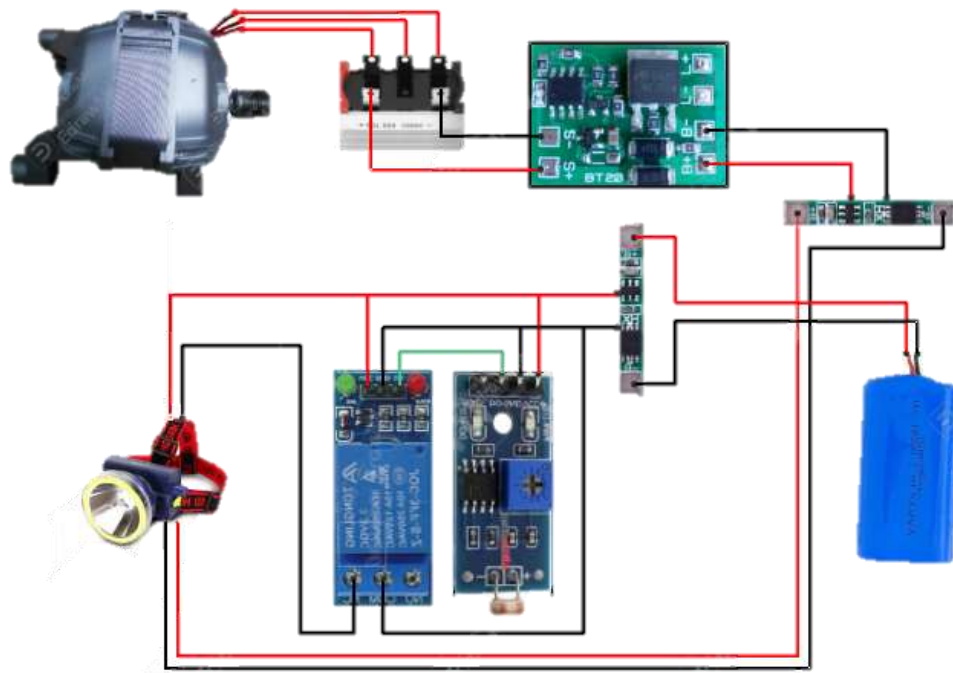
ภาพที่ 3-7 แบบจำลองขนาดโฟมลอยน้ำ

3.2.2 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

การออกแบบวงจรไฟฟ้าในการชาร์จแบตเตอรี่ และการเปิด-ปิดหลอดไฟอัตโนมัติ



ภาพที่ 3-8 วงจรไฟฟ้า



ภาพที่ 3-9 วงจรการต่ออุปกรณ์

3.3 การเลือกใช้อุปกรณ์ในการสร้างหุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้า

3.3.1 Generator

Generator ปั่นไปรอบต่ำ แบบสามเฟส ขนาด 520 วัตต์ น้ำหนัก 4.2 กิโลกรัม 12ขดลวด สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้า 12โวลต์ ได้ที่ความเร็ว 90 รอบต่อนาที 24โวลต์ที่ความเร็ว 180รอบต่อนาที 48โวลต์ที่ความเร็ว 180 รอบต่อนาที



ภาพที่ 3-10 Generator ปั่นไฟรอบต่ำ 3เฟส

3.3.2 ไฟฉายคาดหัว YG-UW04

ไฟฉายคาดหัว YG-UW04 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ขนาด 3600 mAh คุณภาพสูง ใช้งานได้นาน 8-10 ชั่วโมง ใช้หลอด LED ขนาด 3 วัตต์ ให้ความสว่างสูง ประหยัดไฟ มีสวิตช์หมุนหรือ สามารถปรับความสว่างได้ ขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบาใช้ลุยฝนเบา กันน้ำได้ ไม่สามารถดำน้ำได้ พกพาสะดวก



ภาพที่ 3-11 ไฟฉายคาดหัว YG-UW04

ที่มา(<https://www.sunlight.co.th/>)

3.3.3 เหล็กกล่องชุบกัลวาไนซ์

เหล็กกัลวาไนซ์ คือ เหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบหรือชุบสังกะสีเคลือบตัวเหล็ก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิม เหล็กกัลวาไนซ์มักจะมีราคาที่สูงกว่าเหล็กดำ ซึ่งการป้องกันสนิมที่นิยมใช้กันมากที่สุดมี 2 วิธี คือการชุบกัลวาไนซ์ และการทาสีกันสนิม เหล็กฉาก



ภาพที่ 3-12 เหล็กกล่องชุบกัลวาไนซ์

ที่มา(<https://www.mwtconsistent.co.th/>)

3.3.4 เฟืองโลหะ (Gear)

เฟืองโลหะ module 1 ความหนาของเฟือง 10mm รูปร่างใน ขนาด 5mmและ 8mm จำนวนฟันของเฟือง 49 ฟัน 46ฟัน 39ฟัน 11ฟัน 13ฟัน หรือเรียกว่า ล้อเฟือง มีลักษณะวงกลม ขอบออกแบบมาให้มีลักษณะเป็น แฉกฟันเฟือง (Teeth) ยื่นออกมาอย่างสม่ำเสมอ ออกแบบเพื่อ ต่อเข้ากับ เฟืองอีกตัวหนึ่ง เพื่อทำหน้าที่ส่งกำลังจาก เฟลาหนึ่งไปยังอีกเฟลาหนึ่ง เฟืองขับ (Driving Gear) ที่รับกำลัง เริ่มต้น และ เฟืองตาม (Driven Gear)

โดยใช้สูตรคำนวณ

$$N_b = \frac{T_a}{T_b} N_a$$

N_a คือ อัตราเร็วรอบของเฟืองขับ หน่วยคือ รอบต่อนาที

N_b คือ อัตราเร็วรอบของเฟืองตามหน่วยคือ รอบต่อนาที

T_a คือ จำนวนฟันของเฟืองขับ

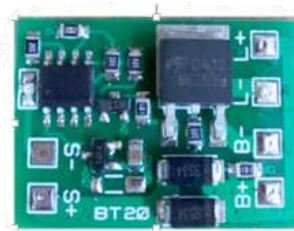
T_b คือ จำนวนฟันของเฟืองตาม



ภาพที่ 3-13 เฟืองโลหะ module 1

3.3.5 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่

โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ เป็นโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 18650 สามารถรับแรงดันอินพุตได้ ตั้งแต่ 5 โวลต์ ถึง 18 โวลต์ แรงดันการชาร์จ 3.7 โวลต์ ถึง 4.2 โวลต์ จ่ายกระแสในการชาร์จต่อเนื่อง 1 แอมป์ กระแสชาร์จสูงสุด 2 แอมป์



ภาพที่ 3-14 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่
ที่มา <https://shopee.co.th>

3.3.6 Relay Module 3.3V 1 Chanel 250V 10A

โมดูลรีเลย์ที่ใช้สำหรับควบคุมการเปิดปิดหลอด LED ด้วยสัญญาณไฟฟ้า มีความจุ 1 ช่อง รีเลย์สามารถรับโหลดได้สูงสุด 250V 10A รับแรงดันแหล่งจ่าย 3.3 V รีเลย์ โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณ แบบ Active Low ไฟที่ขาทริก ขาอินพุต ในช่วง 0V หรือกาว สามารถใช้ได้ทั้งไฟ AC และ DC กระแสในการขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20 mA มีการแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ด้วย LED



ภาพที่ 3-15 Relay Module 3.3V 1 Chanel 250V 10A
ที่มา(<https://www.ortech-online.com/product/3155/>)

3.3.7 Module (LDR) Light Dependent Resistor

โมดูล (LDR) Light Dependent Resistor หรือตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง ทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำที่ไวต่อแสงเซมิคอนดักเตอร์ชนิดนี้เรียกว่าโฟโตริซิสเตอร์(Photoconductor) ตัว LDR และ โมดูลนี้ใช้ IC LM393 ให้สัญญาณเอาต์พุตได้ ทั้งแบบอนาล็อกที่ช่อง(A0)ซึ่งมีระหว่าง 0-1023 และแบบดิจิทัลที่ช่อง (D0) ค่า 0 กับ 1 โดยสามารถปรับระดับแรงดันที่นำเปรียบเทียบได้โดยการหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) บนบอร์ด และจะต้องป้อนใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5V ให้กับวงจร ซึ่งบนบอร์ดจะมีแอลอีดี แสดงสัญญาณไฟเลี้ยง (PWR LED) และระดับสัญญาณที่เปรียบเทียบ (D0 LED)



ภาพที่ 3-16 โมดูล (Light Dependent Resistor, LDR)
[ที่มารูปภาพ <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/ldr.html>]

3.3.8 แบตเตอรี่ Lithium-ion 3.7V

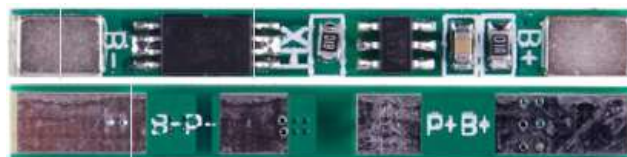
แบตเตอรี่ Lithium-ion 3.7V ขนาด 5200 mAh เป็นแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงชันอย่างมาก ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถทำงานได้ต่อเนื่องหลายชั่วโมงหรือหลายวันในการชาร์จเพียงครั้งเดียว ภายในแบตเตอรี่จะมีพลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง ตัวแบตเตอรี่เองจึงมีการออกแบบระบบป้องกันให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งแต่ละ cell ปรกติจะมีชุดป้องกันด้วยกัน 3 ชั้น โดยระบบป้องกันแบบ PCT และ CID ตามปรกติจะมีอยู่ใน cell



ภาพที่ 3-17 แบตเตอรี่ Lithium-ion 3.7V
ที่มา (<https://www.lazada.co.th/>)

3.3.9 BMS 1S 3.7V-4.2V 2.5A Li-ion

BMS ย่อมาจาก Battery Management system หรือ ระบบการจัดการแบตเตอรี่ ทำหน้าที่หลักๆในการ Maintain balance cell battery เพื่ออัดไฟให้เต็ม ป้องกันแบตเตอรี่ มีระบบตรวจสอบสถานะของแบตเตอรี่แต่ละเซลล์ ซึ่งทำให้แบตเตอรี่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีการป้องกันการชาร์จประจุไฟเกิน (Overcharge Protection) เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า 4.2V ป้องกันการใช้งานต่ำกว่าจุดใช้งานของแบตเตอรี่ (Over-discharge Protection) เมื่อแรงดันลดลงถึง 2.5V-3V ป้องกันกระแสไฟเกิน (Overcurrent Protection) เมื่อมีกระแสชาร์จต่อเนื่องเกิน 2A ป้องกันการลัดวงจร (Short Circuit Protection) ความล่าช้าในการตรวจจับกระแสเกิน 10ms มีขั้ว B+ เชื่อมต่อกับแบตเตอรี่บวก B- เชื่อมต่อขั้วลบของแบตเตอรี่ P+ อินพุตหรือเอาต์พุตแบตเตอรี่บวก P- ลบอินพุตหรือเอาต์พุตแบตเตอรี่ลบ



ภาพที่ 3-18 BMS 1S 3.7V-4.2V 2.5A Li-ion
ที่มา(<https://www.igetsolarcell.com/product/52/>)

3.3.10 Diode High Power 50A 1200Volt

ไดโอดบริดจ์ 3 เฟส SQL 50A 1200V เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เรียงกระแส (Rectifier Circuits)) ที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ภายในมีวงจรเรียงกระแสโดย ไดโอดเป็นตัวเรียงกระแสเฟสสลับที่มีคลื่นด้านบวกและลบให้เป็นไฟตรง SQL 50A 1200V มีทั้งหมด 5 ขั้ว ผังที่มี 3 ขั้วคือผังก้อนพุต ที่มีไฟเข้า 3 เฟส ผังที่มี 2 ขั้ว คือ ผังก้อนพุต ที่มีขั้วบวกและขั้วลบ วัสดุเป็น อลูมิเนียม มีโครงสร้างที่ทนทาน ระบายความร้อนได้ดี



ภาพที่ 3-19 Diode High Power 50A 1200Volt

ที่มา(<https://www.lazada.co.th/products/2-3-50-1200v-i4284450814.html>)

3.4 การสร้างและประกอบหุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้า

3.4.1 ขั้นตอนและวิธีการสร้างหุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้า

1) นำโครงสร้างที่ออกแบบไว้โดยใช้โปรแกรม SketchUP มาเป็นต้นแบบในการสร้าง โครงสร้างของหุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้าโดยใช้เหล็กกล่องชุบกัลวาไนซ์สแตนเลส หนา 2mm กว้าง 2.5cm ยาว 2.5cm มาเป็นโครงสร้างของหุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้าให้มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของชิ้นงาน ทั้งหมด มาตัดแบ่งให้ได้ตามมีออกแบบของชิ้นงานไว้



ภาพที่ 3-20 การตัดเหล็กกล่องให้ได้ขนาดความยาวตามที่ออกแบบไว้

2) นำเหล็กกล่องที่ได้ตัดไว้ตามขนาดมาเชื่อมติดกัน



ภาพที่ 3-21 การเชื่อมเหล็กกล่องตามการออกแบบโครงสร้าง

3) การเชื่อมขึ้นรูปเป็นโครงสร้างของทุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้ก่อนหน้านี้



ภาพที่ 3-22 โครงสร้างของท่อนลอยน้ำผลิตไฟฟ้า

4) การสร้างชุดทดรอบด้วยโซสเตอร์ โดยใช้สเตอร์เบอร์ 428 51 ฟัน และสเตอร์ เบอร์ 428 46 ฟัน และเฟรสเตอร์ 16 ฟัน เชื่อมติดกับลูกปืน และโครงสร้างของท่อนลอยน้ำผลิตไฟฟ้า



ภาพที่ 3-23 ชุดทดรอบของโซสเตอร์

5) สร้างชุดทดรอบโดยใช้ เฟืองโลหะ module 1 โดยใช้ขนาดตามการที่ได้คำนวณไว้ โดยการยึดแกนของเฟืองโลหะเข้ากับตลับลูกปืนตุ๊กตาที่ได้ยึดติดกับเหล็กที่นำมาเชื่อมเป็นกล่องสี่เหลี่ยม กว้าง 7cm ยาว 8cm สูง 21cm



ภาพที่ 3-24 ชุดทดรอบโดยเฟืองโลหะ

6) สร้างแคลมป์ยึดเสา โดยใช้เหล็ก หนา 4mm กว้าง 2 นิ้ว ยาว 50cm ตัดให้ได้รูปครึ่งวงกลม ตามขนาดของเสาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 23 cm และเจาะรูสำหรับใส่ไม้



ภาพที่ 3-25 แคลมป์ยึดเสา

7) การเชื่อมยึดติดชุดทดรอบเฟืองโลหะ ล้อช่วยแรง และแคลมป์ยึดเส้าเข้ากับโครงสร้างของ
ชิ้นงาน



ภาพที่ 3-26 เชื่อมชุดทดรอบเฟืองโลหะกับโครงสร้าง



ภาพที่ 3-27 เชื่อมชุดทดรอบเฟืองโลหะกับโครงสร้าง



ภาพที่ 3-28 โครงสร้างโดยรวมของชิ้นงาน

8) การยัดโฟมลอยน้ำเข้ากับเหล็กโดยมีความหนา 4 นิ้ว กว้าง 60cm ยาว 120 cm



ภาพที่ 3-29 เชื่อมชุดครอบเฟืองโลหะกับโครงสร้าง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการติดตั้งชิ้นงานและการทดลองชิ้นงานในการติดตั้งชิ้นงานและบันทึกผลการผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเล ว่าสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ของโครงการที่กำหนดไว้ได้หรือไม่หรือไม่

4.1 วิธีการทดสอบ

4.1.1 ทดสอบขนาดของแบตเตอรี่ ให้สามารถจ่ายโหลดหลอด LED ขนาด 3 วัตต์ ให้ได้ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง

4.1.2 ทดสอบติดตั้งชิ้นงานและบันทึกระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่

4.1.3 ทดสอบเปิดไฟฉายคาดหัว ขณะที่มีการชาร์จแบตเตอรี่

4.1.4 ทดสอบวงจรการทำงานของเซนเซอร์เมื่อมีแสงน้อย

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ทดสอบเปิดหลอดไฟฉายคาดหัวรุ่น YG-UW04 ที่มีกำลังไฟฟ้า 3 วัตต์ ว่าสามารถเปิดได้นาน 12 ชั่วโมง ด้วยแบตเตอรี่ขนาดเท่าใด

1) ทดสอบครั้งที่ 1 ทดสอบแบตเตอรี่ ขนาด 3600 mAh ว่าสามารถจ่ายโหลดหลอดไฟฉายคาดหัว YG-UW04 ที่มีกำลังไฟฟ้า 3 วัตต์ ได้นาน 7 ชั่วโมง ก็ชั่วโมง

2) ทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบแบตเตอรี่โดยการเพิ่มแบตเตอรี่ลิเธียม ไอออนให้มีขนาด 6000 mAh ว่าสามารถจ่ายโหลดหลอดไฟฉายคาดหัว YG-UW04 ที่มีกำลังไฟฟ้า 3 วัตต์ ได้นานกี่ชั่วโมง

✓ คือสามารถเปิดไฟได้

✗ คือไม่สามารถเปิดไฟได้

ระยะเวลาที่ เปิดไฟ (ชั่วโมง)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ทดสอบครั้งที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
ทดสอบครั้งที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 4-1 ทดสอบขนาดแบตเตอรี่

4.2.2 ทดสอบติดตั้งชิ้นงานและบันทึกผลระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 18650
ที่มีความจุแบตเตอรี่ 6000 mAh

1) การทดสอบติดตั้งชิ้นงาน



ภาพที่ 4-1 การติดตั้งทุ่นลอยน้ำผลิตไฟฟ้า

2) การทดสอบ ระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 18650 ขนาด 6000 mAh และ โดยการ
จดบันทึกเปอร์เซ็นต์ของแบตเตอรี่ ในทุก 1 ชั่วโมง โดยการทดสอบ 3 ครั้ง

ตารางการจดบันทึกการชาร์จแบตเตอรี่ ขนาด 6000 mAh

การทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 18650 ขนาด 6000 mAh ครั้งที่ 1

ระยะเวลาในการชาร์จ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
0	0
1	15
2	22
3	45
4	52
5	65
6	70
7	74
8	77
9	80
10	80
11	80
12	82

ระยะเวลาในการชาร์จ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
13	82
14	82
15	85
16	88
17	91
18	91
19	92
20	92
21	95
22	95
23	95
24	95

ตารางที่ 4-2 ทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ครั้งที่ 1

การทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 18650 ขนาด 6000 mAH ครั้งที่ 2

ระยะเวลาในการชาร์จ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
0	0
1	0
2	22
3	48
4	56
5	66
6	70
7	72
8	77
9	77
10	82
11	82
12	82

ระยะเวลาในการชาร์จ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
13	84
14	88
15	88
16	91
17	91
18	92
19	92
20	95
21	95
22	95
23	95
24	95

ตารางที่ 4-3 ทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ครั้งที่ 2

การทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 18650 ขนาด 6000 mAh ครั้งที่ 3

ระยะเวลาในการชาร์จ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
0	0
1	15
2	45
3	52
4	58
5	65
6	70
7	74
8	77
9	80
10	80
11	80
12	82

ระยะเวลาในการชาร์จ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
13	88
14	90
15	92
16	92
17	93
18	93
19	95
20	95
21	95
22	95
23	95
24	95

ตารางที่ 4-4 ทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ครั้งที่ 3

4.2.3 ทดสอบเปิดไฟฉายคาดหัว ขณะที่มีการชาร์จแบตเตอรี่และจัดบันทึกระดับแบตเตอรี่ คงเหลือ
 ขณะที่มีการชาร์จแบตเตอรี่ ในทุก 1 ชั่วโมง จนครบ 12 ชั่วโมง
 ทดสอบครั้งที่ 1 เปิดไฟฉายคาดหัวให้ได้ 12 ชั่วโมง และบันทึกระดับแบตเตอรี่คงเหลือ
 ในทุก 1 ชั่วโมง

ระยะเวลาที่เปิดไฟ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
0	95
1	90
2	87
3	84
4	84
5	81
6	77
7	72
8	70
9	66
10	64
11	60
12	35

ตารางที่ 4-5 ระยะเวลาในการเปิดไฟฉายคาดหัวและแบตเตอรี่คงเหลือ

ครั้งที่ 2 เปิดไฟฉายคาดหัวให้ได้ 12 ชั่วโมง และบันทึกระดับแบตเตอรี่คงเหลือ ในทุก

1 ชั่วโมง

ระยะเวลาที่เปิดไฟ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
0	95
1	90
2	87
3	84
4	84
5	81
6	77
7	72
8	70
9	66
10	64
11	62
12	40

ตารางที่ 4-6 ระยะเวลาในการเปิดไฟฉายคาดหัวและแบตเตอรี่คงเหลือ

ทดสอบครั้งที่ 3 เปิดไฟฉายคาดหัวให้ได้ 12 ชั่วโมง และบันทึกระดับแบตเตอรี่คงเหลือ
ในทุก 1 ชั่วโมง

ระยะเวลาที่เปิดไฟ (ชั่วโมง)	ระดับแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)
0	95
1	91
2	88
3	86
4	84
5	79
6	74
7	70
8	67
9	64
10	60
11	54
12	43

ตารางที่ 4-7 ระยะเวลาในการเปิดไฟฉายคาดหัวและแบตเตอรี่คงเหลือ

4.2.3 ทดสอบวงจรการเปิด-ปิดหลอดไฟLED อัตโนมัติ โดยใช้เซ็นเซอร์แสงเมื่อมีแสงน้อย

1) ทดสอบวงจรเปิดไฟฉาย สามารถเปิดไฟได้อัตโนมัติเมื่อมีความสว่างน้อย



ภาพที่ 4-2 หลอดไฟฉายเปิดเมื่อมีความสว่างน้อย

2) ทดสอบวงจรปิดไฟฉาย สามารถปิดไฟได้อัตโนมัติเมื่อมีความสว่างเพียงพอ



ภาพที่ 4-3 หลอดไฟฉายปิดเมื่อมีความสว่างเพียงพอ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบไฟฉายคาด YG-UW04 ที่มีกำลังไฟฟ้า 3วัตต์ ต้องใช้แบตเตอรี่ขนาด 6000mAH ในการใช้งาน ไม่น้อยกว่า 12ชั่วโมง

จากการทดสอบวงจรการเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติเมื่อมีแสงน้อยสามารถเปิด-ปิดได้อัตโนมัติเมื่อมีแสงน้อย

จากการทดสอบติดตั้งชิ้นงาน สามารถติดตั้งชิ้นงานและผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลได้

จากการทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 3.7V ที่มีความจุ 6000mAH สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ได้โดยใช้เวลา 19-20 ชั่วโมง

9 งบประมาณ

ลำดับที่	รายการวัสดุ/อุปกรณ์	จำนวนชิ้น	ราคา
1	Generator	1	1890
2	ไฟฉายคาดหัว YG-UW04	1	480
3	โพลียูรีเทน	2	226
4	เหล็กกล่อง	2	370
5	โซ่	2	300
6	สเตอร์	2	600
7	เฟือง module 1	6	860
8	สลักเกลียว	6	210
9	แบตเตอรี่	1	240
10	โมดูล LDR	1	15
11	โมดูลรีเลย์ 3.3V	1	30
12	โมดูล BMS 1S 2A	2	18
13	กล่องพลาสติก	1	180
14	อุปกรณ์เสริมอื่นๆ	1	1000
รวมเป็นเงิน			6419

8. เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

- [1] พลังงานคลื่น [ออนไลน์] <http://www.marine.tmd.go.th/thai/oceanwave-thai.html> (สืบค้นเมื่อ วันที่ 11 พ.ย. 2567)
- [2] กฎของฟาราเดย์ [ออนไลน์] <http://www.academy.rbru.ac.th/uploadfiles/books/123-2017-07-09-16-54-36.pdf> (สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พ.ย. 2567)
- [3] ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง (Light Dependent Resistor, LDR) [ออนไลน์] รูปภาพ <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/ldr.html> (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ต.ค. 2567)
- [4] แบตเตอรี่ Lithium [ออนไลน์] <https://www.klcbright.com/lithium-battery-type.php> (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ต.ค. 2567)
- [5] BMS [ออนไลน์] <https://www.gtm.co.th/tips-guide/122-bms> (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ต.ค. 2567)
- [6] Domenico Curto Vincenzo Franzitta และAndrea Guercio (2021). บทวิจารณ์เทคโนโลยีและแนวทางปัจจุบัน พลังงานคลื่นทะเล <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/20/6604> (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ต.ค. 2567)
- [7] Ismail Z Ebrahim (2020) การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นทะเล <https://www.researchgate.net/publication> (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ต.ค. 2567)
- [8] ปฐิฎาน นิมธานี (2565). การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออนเพื่อปรับใช้กับโครงการเกษตร <http://sutir.sut.ac.th:8080> (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ต.ค. 2567)
- [9] วีระศักดิ์ ชัยชาญ สุรินทร์ กาญจนะ และวรรณวิภา ไชยชาญ (2565). งานวิจัยเสนอต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทาง <https://www.repository.rmutsv.ac.th> (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ต.ค. 2567)
- [10] Tharmarajah Thiruvanan (2020) การออกแบบอุปกรณ์แปลงพลังงานคลื่นบนบกสำหรับการผลิตไฟฟ้า <https://www.researchgate.net/publication> (สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ต.ค. 2567)

ลงชื่อ..........(นักศึกษา)

ลงชื่อ.....(นักศึกษา)

ลงชื่อ..........(อาจารย์ที่ปรึกษา)