



แบบเสนอโครงร่างปริญญานิพนธ์

- นักศึกษาในกลุ่ม : ☐ ปกติ ☒ สมทบ
- ประเภทของโครงงาน : ☒ โครงงานนวัตกรรม (section 1) ☐ โครงงานวิจัย (section 2)
- ลักษณะโครงงาน : ☐ พัฒนาโครงการเดิม ☒ โครงงานใหม่
- เทคโนโลยีโครงงาน : ☐ Smart City ☐ Smart Farm ☐ Smart Med. ☐ Smart Lab.
: ☒ อื่นๆ

ทุ่นลอยน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า

Floating buoys generate electricity

ผู้จัดทำ

นายสกล ป้องขวเลา รหัสนักศึกษา 1594132046 โทร.0822826945

เสนอ

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1. ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากปัจจุบันการเดินทางข้ามไปยังเกาะต่างๆในปัจจุบันนั้น ต้องใช้เรือในการข้ามฝั่งไปยังเกาะต่างๆ เพื่อรับ-ส่งผู้คนรวมไปถึงยานพาหนะ เนื่องจากระดับน้ำมีการขึ้น-ลงทำให้การจะขึ้นฝั่งหรือลงเรื่อนั้นทำได้ยากลำบาก หรือต้องเดินลงน้ำไปขึ้นเรือ ดังนั้นจึงต้องมีท่าเทียบเรือ ปัจจุบันมีการใช้งานทุ่นลอยน้ำจิ๊กซอร์ มาต่อเข้าหากันให้มีลักษณะเป็นแพทางเดินลอยน้ำหรือใช้เป็นโป๊ะเทียบเรือในการเดินไปขึ้นเรือที่อยู่นอกชายฝั่งออกไปในทะเล เป็นท่าจอดเรือรับ-ส่งผู้โดยสารขึ้นลง ชายฝั่ง

มีพนักงานโรงแรม ชาวประมง รวมไปถึงนักท่องเที่ยวที่ต่างก็ต้องใช้โป๊ะเทียบเรือหรือล่องน้ำที่มีอยู่หลายจุดในพื้นที่เพื่อการขึ้นฝั่งหรือลงเรือไปยังเกาะนั้นยังมีการใช้งาน ในช่วงเวลาค่าคืนอีกด้วย ในการใช้งานท่าเทียบเรือหรือทางเดินลอยน้ำที่ทำจากทุ่นลอยน้ำในเวลากลางคืนมีความยากลำบากไม่สะดวก เนื่องจากท่าเทียบเรื่อนั้นมีแสงสว่างไม่เพียงพอหรือบางจุดก็ไม่มีแสงสว่างและทางเดินลอยน้ำนั้นมีการโยกขึ้นลงตามคลื่นอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีความยากลำบากในการขึ้นเรือหรือบางครั้งทำให้เกิดอุบัติเหตุตกน้ำ เนื่องจากการมองไม่เห็น หรือโดนหินแหลมบาดจนได้รับบาดเจ็บอยู่บ่อยครั้ง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงคิดสร้างอุปกรณ์ที่จะผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลเพื่อจะนำไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นทะเลมาชาร์จแบตเตอรี่และจะได้ใช้พลังงานของแบตเตอรี่ไปจ่ายให้กับหลอดไฟ LED เพื่อส่องสว่างให้แก่ท่าเรือและเป็นจุดการสังเกตแก่ผู้ขับเรือในตอนกลางคืน เหตุที่เลือกการผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลแทน ที่จะเป็นโซล่าเซลล์นั้น ก็เพราะด้วยว่าพลังงานจากคลื่นทะเลนั้นจะมีอยู่ตลอดเวลา สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งกลางวันกลางคืนต่างจากโซล่าเซลล์ที่ได้แต่กลางวันหากฟ้ามีเมฆฝนตกก็ผลิตไฟฟ้าไม่ได้และยังเป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีแนวโน้มจะพัฒนาไปอีกมาก

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

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

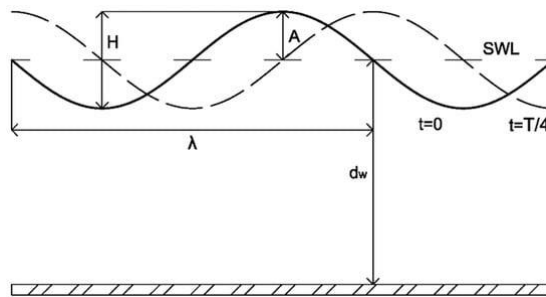
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ได้ชุดอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเลจำนวน1ชุด
- 3.2 ได้ชุดอุปกรณ์ที่จะนำไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นทะเลมาเก็บไว้ในแบตเตอรี่
- 3.3 ได้ศึกษาทฤษฎีของคลื่นและการผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเล
- 3.4 ได้ศึกษาพัฒนาองค์ความรู้ด้านกระแสเหนี่ยวนำไฟฟ้า

4. ทฤษฎีและหลักการ

4.1.1 พลังงานคลื่นน้ำ [1]

(Water Wave) เป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง โดยทั่วไปการเคลื่อนที่ของ คลื่นจะมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์ (Sinusoidal Wave) ซึ่งมีปริมาณพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความยาวคลื่น (Wave Length, λ) ความถี่ของคลื่น (Frequency, f) ความเร็วของคลื่น (Wave Speed, v) และความสูงของคลื่น (Wave Height, H) ซึ่งจะเท่ากับระดับความสูงจากท้องคลื่นถึงสัน คลื่น $2a$ (Amplitude, a) จากระดับอ้างอิงผิวน้ำอยู่ในสถานะนิ่ง (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 เป็นระยะทางที่วัดระหว่างจุดสองจุดที่สันที่ติดบนคลื่นที่เฟสตรงกันมีหน่วยเป็นเมตร (m)
4. ความถี่ของคลื่น (Wave Frequency, f) คือจำนวนลูกคลื่นที่ผ่านจุดสังเกต ภายในหนึ่งหน่วยเวลามีค่าเป็นส่วนผกผันกับคาบเวลา มีหน่วยเป็น วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)
5. ความเร็วของคลื่น (Wave Speed, v) หมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ใน หนึ่งหน่วยเวลาและเนื่องจากขณะคลื่นเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วค่าหนึ่ง 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 หนึ่งที่อยู่คงที่ หน่วยเป็นวินาที (s)

8. แอมพลิจูด (Amplitude, a) คือ ความสูงจากระดับอ้างอิงผิวน้ำอยู่ในสภาวะ 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) มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

9. อนุภาคน้ำ (Particle) คือ การเคลื่อนที่หมุนเป็นวงกลมตามผิวน้ำของคลื่นด้วยความเร็ว

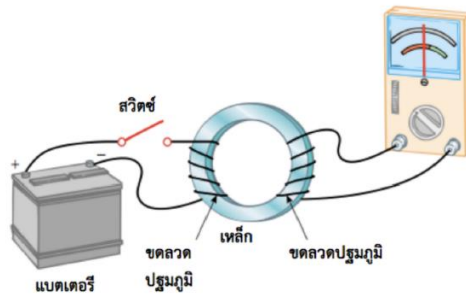
10. ความชันของคลื่น (Steepness) คือ อัตราส่วนระหว่างความสูงของคลื่นกับความยาวคลื่น

4.1.2 กฎของฟาราเดย์ [2]

ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday, 1791-1867) ทำการทดลองศึกษาแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก พบว่าการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่ผ่าน พื้นที่หน้าตัดของขดลวดจะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าทำให้มีกระแสไฟฟ้าในขดลวด โดย แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก Φ_B ที่ผ่านหน้าตัด A ของลวดตัวนำวงปิด เนื่องจากประจุหยุดนิ่งและสนามแม่เหล็กจากการเคลื่อนที่ของประจุ จะอธิบายถึงผลที่เกิด จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กตามเวลา ซึ่งมีการทดลองเป็นครั้งแรกในปีค.ศ. 1831 โดย ไมเคิล ฟาราเดย์ นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ และในเวลาเดียวกัน โจเซป เฮอร์นิงกฟิสิกส์ชาวอเมริกาก็ได้ แสดงให้เห็นว่าถ้าสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรได้ซึ่งจากการ ทดลองดังกล่าวนี้เองที่นำไปสู่กฎที่สำคัญทางแม่เหล็กไฟฟ้า คือ กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ตลอดจนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและ สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

การทดลองของฟาราเดย์

พิจารณาการทดลองของฟาราเดย์ จากรูปที่ 2 จะเห็นว่าการพันขดลวดสองขดเข้ากับรอบของแท่งเหล็กทรงปวงแหวน โดยต่อขดลวดปฐมภูมิเข้ากับสวิตช์และแบตเตอรี่ และต่อขดลวดทุติยภูมิเข้ากับ กัลวานอมิเตอร์ เมื่อเปิดสวิตช์ กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิ ทำให้เกิด สนามแม่เหล็กรอบๆ ขดลวดปฐมภูมินั้นและสนามแม่เหล็kdังกล่าวจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ในขดลวดทุติยภูมิซึ่งเราจะสังเกตได้จากการเบนของเข็มของกัลวานอมิเตอร์

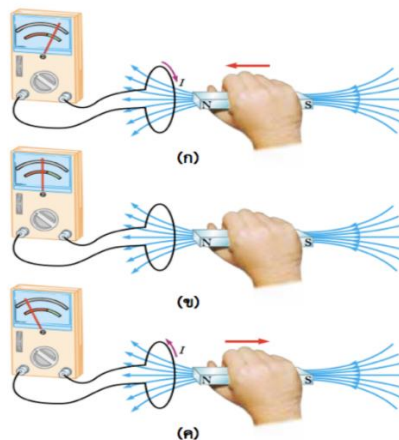


รูปที่ 2 การทดลองของไมเคิล ฟาราเดย์

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

กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์

เมื่อนำแม่เหล็ก (ขั้วเหนือ) เคลื่อนที่เข้าหาขดลวดตัวนำ เข็มของกัลวานอมิเตอร์จะเบนไป จากแนว เดิม (ศูนย์) รูปที่ 3 (ก) แต่ถ้าแท่งแม่เหล็กหยุดเคลื่อนที่ เข็มของกัลวานอมิเตอร์ จะชี้กลับมาที่แนวเดิม รูปที่ 2 (ข) และขณะที่เคลื่อนแท่งแม่เหล็กออกจากขดลวดตัวนำ เข็มของกัลวานอมิเตอร์จะเบนไปจากศูนย์ อีก ครั้งแต่เบนไปในทิศทางตรงข้ามกับครั้งแรก รูปที่ 2 (ค) นั่นแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำ



รูปที่ 3 การเกิดกระแสเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำวงกลม

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

นอกจากนี้ ถ้าให้แท่งแม่เหล็กนิ่งอยู่กับที่แต่เลื่อนขดลวดตัวนำ เข้า - ออกจากแท่งแม่เหล็ก เข็มของกลไกแอมมิเตอร์ก็เบนไปจากแนวเดิมด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อแท่งแม่เหล็ก หรือขดลวดเคลื่อนที่ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดเสมอ ซึ่งกระแสไฟฟ้างกล่าวเกิดจาก

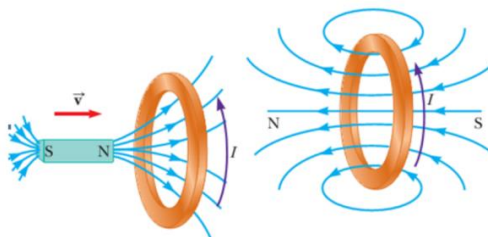
“แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ” (induced electromotive force ; emf) และเรียกกระแสไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นนี้ว่า “กระแสเหนี่ยวนำ” (induced current)

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 แสดงทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำ เมื่อนำแท่งแม่เหล็ก (ชั่วเหว) เคลื่อนที่เข้าหาขดลวดตัวนำวงกลม (เคลื่อนไปทางขวา) แสดงให้เห็นว่า กระแสเหนี่ยวนำในขดลวดนั้นจะสร้างสนามแม่เหล็กในทิศตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็ก เพื่อดำเนินการเพิ่มขึ้นของฟลักซ์แม่เหล็กลัพธ์และผลักให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่กลับไปทางซ้าย (เคลื่อนที่ ออกจากขดลวด) ในที่นี้ทิศทางของกระแสจะอยู่ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

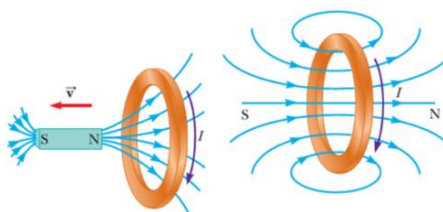


รูปที่ 4 กระแสเหนี่ยวนำจากการเคลื่อนสนามแม่เหล็กเข้าหาขดลวด

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

[36.pdf](#)]

กรณีที่ 2: เมื่อแม่เหล็กเคลื่อนห่างจากขดลวด เมื่อชั่วเหินของแม่เหล็กเคลื่อนออกจากขดลวด ฟลักซ์ที่เชื่อมต่อกับขดลวดจะเป็น ลดลง ตามหลักการของฟาราเดย์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์และ EMF ก็ จะเกิดการจำลองกระแสในขดลวดและสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น ตามทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำ เมื่อนำแท่ง แม่เหล็กเคลื่อนที่ออกจากขดลวด ตัวนำวงกลม (เคลื่อนไปทางซ้าย) แสดงให้เห็นว่ากระแสเหนี่ยวนำใน ขดลวดนั้นจะสร้างสนามแม่เหล็กในทิศตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็กเพื่อต้านการเพิ่มขึ้น ของฟลักซ์แม่เหล็กลัพธ์และดึงดูดให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่กลับไปทางขวา (เคลื่อนที่เข้าหาขดลวด) ในที่นี้ ทิศทางของกระแสจะอยู่ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

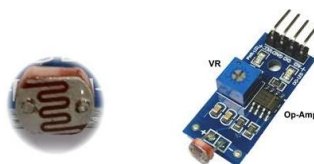


รูปที่ 5 กระแสเหนี่ยวนำจากการเคลื่อนสนามแม่เหล็กออกจากขดลวด

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

4.1.ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง (Light Dependent Resistor, LDR) [3]

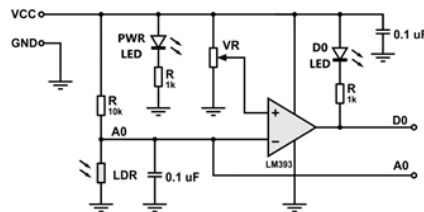
แอลดีอาร์ (LDR) Light Dependent Resistor หรือตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง คือ ตัวต้านทาน ชนิดที่เปลี่ยนสภาพความนำไฟฟ้า (Conductance) ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ ทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำที่ไว ต่อแสงเซมิคอนดักเตอร์ชนิดนี้เรียกว่าโฟโตรีซิสเตอร์(Photoconductor) ตัว LDR และ โมดูลนี้ให้สัญญาณ เอาต์พุตได้ ทั้งแบบอนาล็อกที่ช่อง(A0)ซึ่งมีระหว่าง 0-1023 และแบบดิจิทัลที่ช่อง (D0) ค่า 0 กับ 1 โดย สามารถปรับระดับแรงดันที่นำไปเปรียบเทียบได้โดยการหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) บนบอร์ด และจะต้อง ป้อนใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5V ให้กับวงจร ซึ่งบนบอร์ดจะมีแอลอีดีแสดงสัญญาณไฟเลี้ยง (PWR LED) และระดับ สัญญาณที่เปรียบเทียบ (DO 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 แล้วสัญญาณนี้จึงนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดันอีกวงจรที่สร้างด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้ 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>]

4.1.4 แบตเตอรี่ Lithium-ion [4]

แบตเตอรี่ Lithium-ion เป็นแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงชันอย่างมาก ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถทำงานได้ต่อเนื่องหลายชั่วโมงหรือหลายวันในการชาร์จเพียงครั้งเดียว เป็นที่นิยมแพร่หลายในการใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ไฟฉายแรงสูง ส่วนไฟฟ้า หรือแม้แต่ ชาร์ตแบตเตอรี่สำรอง เพื่อให้สามารถทำเช่นนี้ได้ ภายในแบตเตอรี่จะมีพลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง หากบรรจุหีบห่ออย่างไม่ถูกต้อง หรือได้รับความเสียหายในระหว่างการขนส่ง แบตเตอรี่ลิเทียมอาจลัดวงจร ส่งผลให้เกิดความร้อนสูงผิดปกติและลุกไหม้ได้ ตัวแบตเตอรี่เองจึงมีการออกแบบระบบป้องกันให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งแต่ละ cell ปรกติจะมีชุดป้องกันด้วยกัน 3 ชั้น โดยระบบป้องกันแบบ PCT และ CID ตามปรกติจะมีอยู่ใน cell อยู่แล้ว ส่วน Protected PCB นั้นขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

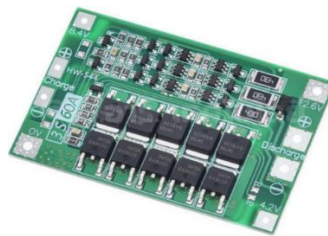


รูปที่ 7 แบตเตอรี่ Lithium-ion

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

4.1.5 BMS [5]

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



รูปที่ 8 โมดูล BMS CM636 3S 60A

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

4.2. ทบทวนวรรณกรรม

4.2.1 บทวิจารณ์เทคโนโลยีและมุมมองปัจจุบัน พลังงานคลื่นทะเล [6]

ในปี 2564 Domenico Curto และคณะ ได้นำเสนอเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ได้ผลักดันการวิจัยเกี่ยวกับทางด้านทะเลและมหาสมุทร เพื่อการวิจัยพบว่านี้มีแนวโน้มที่ดีมากในอนาคตของพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิอากาศและพื้นที่เฉพาะเจาะจงในการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนจากทะเลจำนวนมาก โดยจำแนกคลื่นเป็น คลื่นน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำมหาสมุทร การแปลงพลังงานความร้อนในมหาสมุทร โดยการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทั่วโลกที่มีได้รวบรวมจากงานวิจัยของทุนลอยน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน ที่ใช้การขึ้นลงของคลื่นทะเลมาใช้ขับเคลื่อนเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า จึงได้นำมาจำแนกประเภททุนผลิตไฟฟ้าตามกลไกการทำงานขึ้นลงของคลื่นได้ 6 แบบดังนี้ 1. ทุนลอยตัวเดียว (Single-Body Heaving Buoys) 2. ทุนที่เปิดใช้งานด้วยคลื่น (Wave-Activated Body) 3. ระบบแบบทุนลอยตัวที่จมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด (Fully Submerged Heaving Systems) 4. อุปกรณ์แบบยกตัว (Pitching Devices) 5. ระบบแบบบานพับจากด้านล่าง (Bottom-Hinged) 6. ระบบแบบหลายตัว (Systems Many-Body)

4.2.4 งานวิจัยเสนอต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทาง [9]

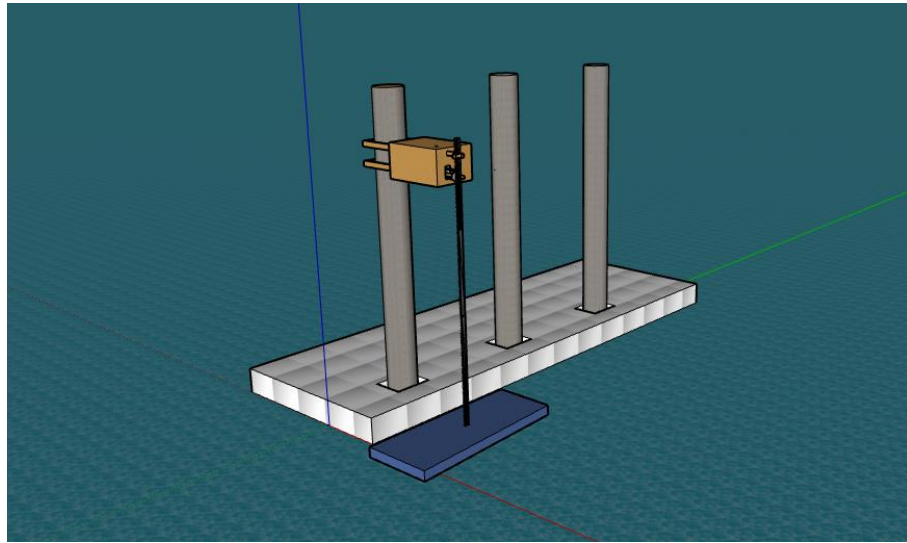
ในปี 2062 วีระศักดิ์ ไชยชาญ วรรณวิภา ไชยชาญ และสุรินทร์ กาญจนะ ได้นำเสนอ งานวิจัยต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทาง ด้วยวิธีเปลี่ยนการเคลื่อนที่ ของคลื่นน้ำตื้นที่ซัดเข้าและออกจากชายฝั่งให้เป็นพลังงานไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของคลื่นจะทำให้เพลลาของกังหันน้ำหมุน โดยการ ใช้กังหันน้ำจำนวน 2 ชุด เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทั้งในขณะที่คลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง โดยใบพัดของกังหันน้ำ มีขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร แกนของกังหันถูกต่อเข้ากับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 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 จากนั้นทำการตรวจวัด แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้และบันทึกค่าที่ได้ ส่วนที่ 2 การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เมื่อทดสอบจากความถี่ต่างๆ ตามลำดับโดยเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำ บริเวณหาดปากเมง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ผลการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าเมื่อจำลองการเกิดคลื่นน้ำตื้นที่ความถี่ 0.50 Hz เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 37.55 วัตต์ ในการทดสอบจากคลื่นน้ำทะเลจริง ๆ นั้นคลื่นทะเลเท่ากับ 0.27 Hz ผลการทดลอง พบว่าเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 28.96 วัตต์

4.2.5 การออกแบบอุปกรณ์แปลงพลังงานคลื่นบนบกสำหรับการผลิตไฟฟ้า [10]

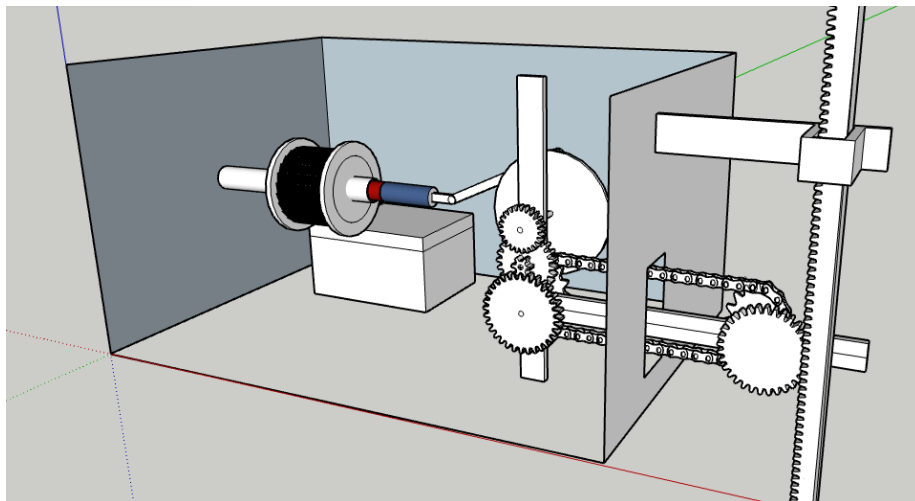
ในปี 2022 Tharmarajah Thiruvanan ได้นำเสนอ การออกแบบอุปกรณ์แปลงพลังงานคลื่นบนบกสำหรับการผลิตไฟฟ้า โดยได้ออกแบบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากคลื่นโดยใช้หลักการของการอัดอากาศ โดยมี ส่วนประกอบของเครื่องผลิตไฟฟ้าอยู่ 2 ส่วน 1 คือส่วนที่เป็นแผ่นเหล็กด้านหน้าที่ต่อกับแกนของกระบอกสูบปั๊มลมเป็นส่วนที่ยื่นออกไปยังคลื่นทะเล และส่วนที่ 2 เป็นถังลมที่และกังหันลมที่ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยทั้งส่วนเชื่อมถึงกันกับกระบอกสูบปั๊มลม เมื่อมีคลื่นมาผลักแผ่นเหล็กด้านหน้าทำให้ปั๊มลมมีการอัดอากาศและอากาศที่ได้จากปั๊มลมไปเก็บไว้ในถังเก็บลมอย่างต่อเนื่องตามการเคลื่อนที่ของคลื่นชายฝั่งเมื่ออากาศที่กักเก็บไว้มีแรงดันอากาศสูงตามที่กำหนดไว้ จะปล่อยลมออกมาที่กังหันลม เพื่อขับเคลื่อนกังหันที่เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้ปั๊มลมเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบคือ 5 ซม. และความยาวของปั๊มลมในแบบต้นแบบคือ 60 ซม. ถังลมขนาด 18 ลิตร และใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 24 โวลต์ ความเร็วที่กำหนดคือ 1,500 รอบต่อนาที กำลังสูงสุดคือ 36 วัตต์ ใช้หลอดในการทดสอบ 25 โวลต์ อุปกรณ์ต้นแบบนี้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 15 วัตต์ เมื่อโหลดอยู่ที่ 25 โวลต์ และแรงดันอากาศอยู่ที่ 3.2 บาร์

4.3 หลักการทำงานขอ

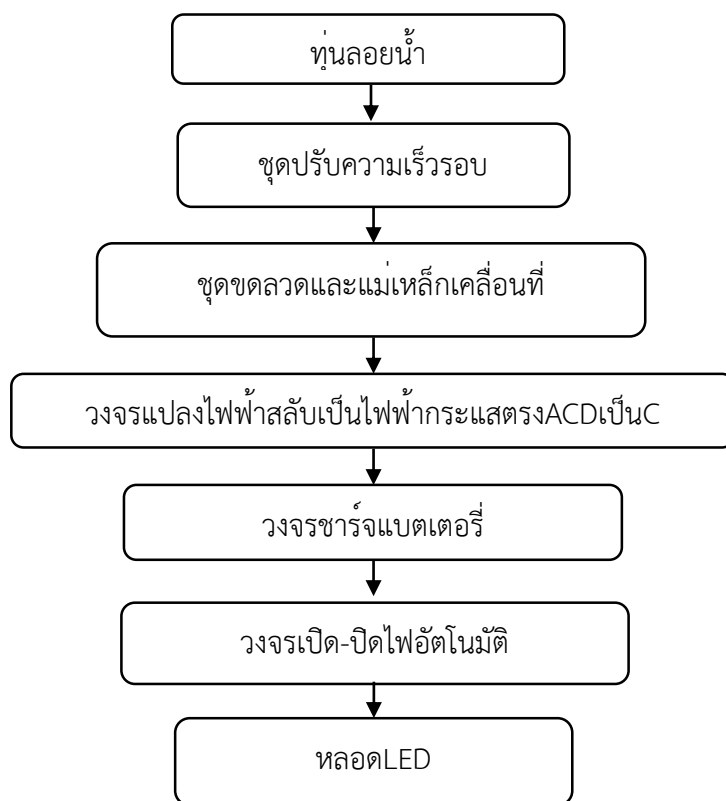
เมื่อติดตั้งอุปกรณ์สำเร็จ ท่อนลอยน้ำจะมีการขึ้น-ลงตามตามคลื่นน้ำทะเล เพื่อสะพานที่ต่อกับท่อนลอยน้ำนั้นจะไปต่อกับเฟืองในการทดรอบให้ได้รอบที่เยอะทำให้มีความเร็วมากพอในการขับเคลื่อนการทำงานของแกนที่มีแม่เหล็กถาวรแบบไปกลับติดอยู่ ไปตัดกับขดลวดที่พันไว้ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า และนำไฟฟ้าไปเก็บที่แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน ต่อเข้ากับหลอดไฟLED ที่สามารถเปิด-ปิดอัตโนมัติ



รูปที่ 8 แบบจำลองของท่อนลอยน้ำผลิตไฟฟ้า



รูปที่ 9 กลไกการทำงานภายใน



รูปที่ 10 หลักการเปลี่ยนพลังงานคลื่นน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่

4.4 ผลการเก็บข้อมูลความสูงของคลื่นและคาบของคลื่นที่ทำเรือ 3ท่า

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความสูงคลื่น Max - Min จำนวนรอบคลื่น และคาบเฉลี่ยของคลื่นที่เกิด บนท่าเรือต่างๆ ใน 1 นาที ในทั้ง 2 กรณี (กรณีที่ไม่มีเรือมาเทียบท่า, กรณีที่มีเรือ มาเทียบท่า)

ท่าเรือ	ความสูงคลื่น Max – Min (ซม.)		จำนวนรอบคลื่น รอบ(นาที)		คาบของคลื่น T (วินาทีต่อรอบ)	
	ไม่มีเรือ	มีเรือ (เข้า-ออก)	ไม่มีเรือ	มีเรือ (เข้า-ออก)	ไม่มีเรือ	มีเรือ (เข้า-ออก)
ท่าเรือเจ้าฟ้า	4-8	10-25	62	29	0.96	2.06
ท่าเรืออ่าวน้ำเมา	2-6	5-20	59	30	1.11	2
ท่าเรืออ่าวนาง	10-20	20-35	58	31	1.03	1.93
	ค่าคาบของคลื่นเฉลี่ยของทั้ง 3ท่าเรือ				1.03	1.99



รูปที่ 11 การวัดความสูงคลื่น

ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแกนแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดทองแดง

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า ค่าความถี่ และความเร็วที่ได้จากจำนวนรอบขดลวดต่างๆ ที่มีค่าความยาวคลื่นคาบเท่ากับ 14 ซม.

จำนวนรอบขดลวด	แรงดันไฟฟ้า (V)	ความถี่ลูกคลื่นไฟฟ้า (Hz)	ความเร็ว (m/s)
1000รอบ	2.87	5.17	0.78
2000รอบ	4.95	5.30	0.74
3000รอบ	6.51	5.46	0.76

5. ขอบเขตของการวิจัย

- 5.1 สร้างชุดผลิตกระแสไฟฟ้าจากคลื่นได้สองทิศทางทั้งการขึ้นและลงของคลื่นทะเล จำนวน 1 ชุด
- 5.2 สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 5 V ที่ระดับคลื่น 5 ซม.
- 5.3 สามารถชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน 18650 ได้ 1000mA ได้ใน 10ชม.
- 5.4 สามารถเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติได้ แสดงระดับแรงดันแบตเตอรี่

6. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

- 6.1 กำหนดหัวข้อ
- 6.2 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

6.3 ออกแบบโครงสร้างและหลักการทำงาน of โครงงาน

6.4 สอบหัวข้อโครงงาน

6.5 สร้างชิ้นงานของหัวข้อโครงงาน

6.6 ทดสอบการทำงานและบันทึกผล

6.7 รายงานความก้าวหน้า

6.8 แก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน

6.9 จัดทำปริญญานิพนธ์

6.10 สอบจบโครงงาน

7. แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน	ตุลาคม	พฤศจิกายน67	ธันวาคม67	มกราคม68	กุมภาพันธ์68	มีนาคม68	เมษายน68	พฤษภาคม68
7.1 กำหนดหัวข้อ								
7.2 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลของกับโครงงาน								
7.3 ออกแบบโครงสร้างและหลักการทำงาน								
7.4 สอบหัวข้อโครงงาน								
7.5 สร้างชิ้นงานของหัวข้อโครงงาน								
7.6 ทดสอบการทำงานและบันทึกผล								
7.7 สอบรายงานความก้าวหน้า								
7.8 แก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน								
7.9 จัดทำปริญญานิพนธ์								
7.10 สอบจบโครงงาน								

8. เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

- [1] พลังงานคลื่น [ออนไลน์] <http://www.marine.tmd.go.th/thai/oceanwave-thai.html> (สืบค้นเมื่อวันที่ 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] ปฏิภาณ นิ่มธานี (2565). การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนเพื่อปรับใช้กับโดรนการเกษตร <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 Thiruvaran (2020) การออกแบบอุปกรณ์แปลงพลังงานคลื่นบนบกสำหรับการผลิตไฟฟ้า <https://www.researchgate.net/publication> (สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ต.ค. 2567)

9 งบประมาณ

ลำดับที่	รายการวัสดุ/อุปกรณ์	จำนวนชิ้น	ราคา
1	ทุนลอยน้ำ	1	360
2	ลวดทองแดง	1	350
3	เฟืองสะพาน	3	750
4	เฟืองทดและโซ่	8	1350

5	แบตเตอรี่	1	280
6	แม่เหล็ก	3	250
7	โมดูลเพิ่มแรงดัน	1	15
8	โมดูล BMS	1	10
9	กล่องใส่แบตเตอรี่	1	250
10	เหล็กและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ	1	800
รวมเป็นเงิน			4415

ลงชื่อ.....อภิต ใจสงวนใจ.....(นักศึกษา)

ลงชื่อ.....(นักศึกษา)

ลงชื่อ.....สม.....(อาจารย์ที่ปรึกษา)