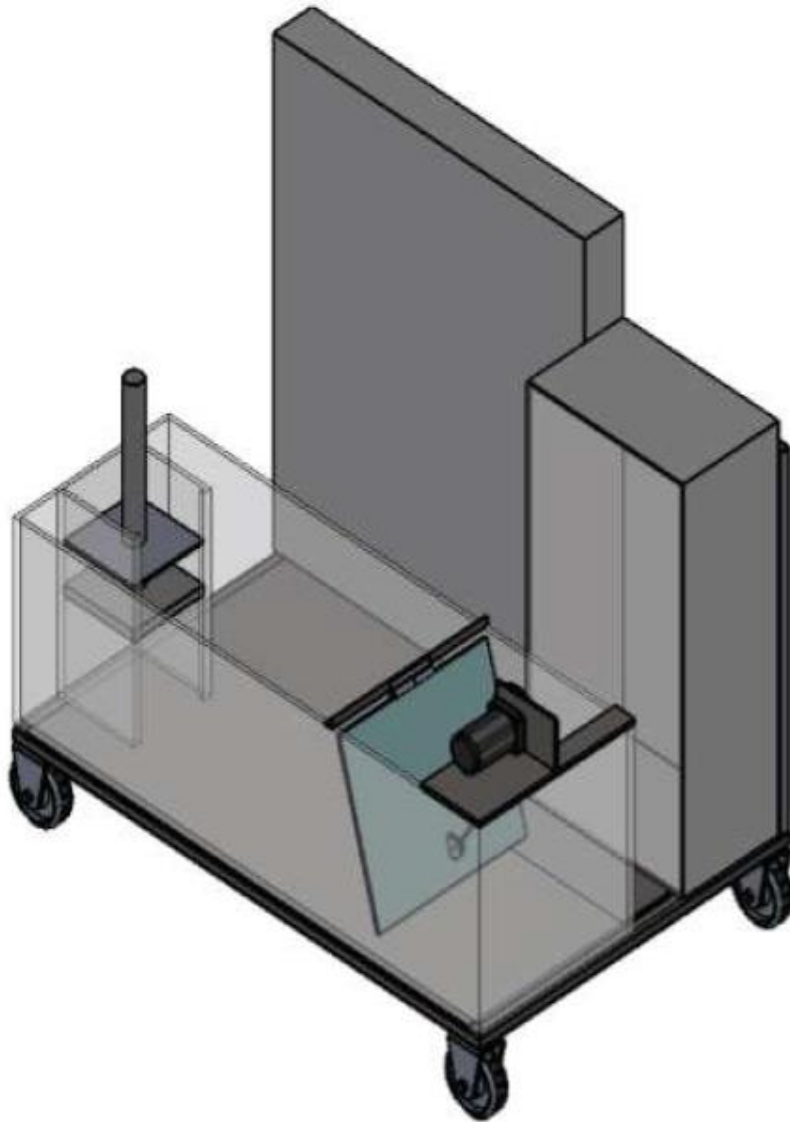
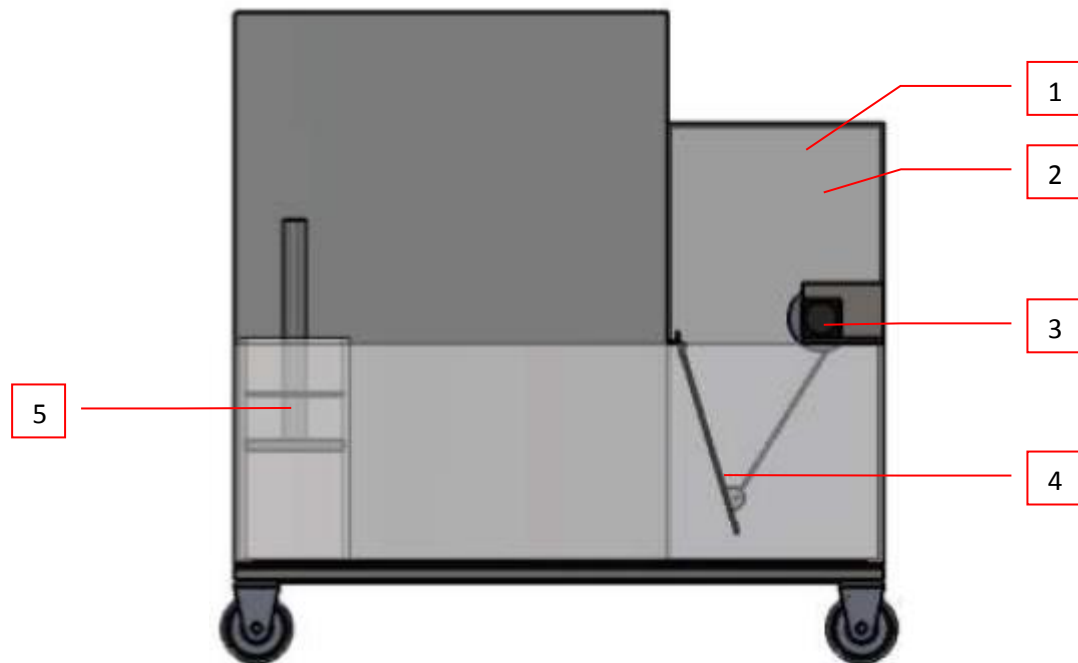


คู่มือปฏิบัติการ
ชุดสาธิตการทดลองพลังงานคลื่นผลิตไฟฟ้า



รายการอุปกรณ์ชุดทดลอง



รายการอุปกรณ์

1. ตัวควบคุม
2. หน้าจอแสดงผล (Display panel)
3. มอเตอร์
4. อุปกรณ์กำเนิดคลื่น
5. อุปกรณ์ดักจับพลังงานคลื่นและเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

หลักการและทฤษฎี

พลังงานคลื่นสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ พลังงานจลน์ (Kinetic energy) และพลังงานศักย์ (Potential energy) ซึ่งพลังงานจลน์สัมพันธ์กับความเร็วของอนุภาคน้ำในคลื่น ตามทฤษฎีคลื่นเชิงเส้น ความหนาแน่นของพลังงานจลน์หรือพลังงานจลน์เฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ในแนวระดับสามารถคำนวณได้จาก

$$\bar{E}_k = \frac{1}{\lambda} \int_x^{x+\lambda} \int_{-h}^{\eta} \rho \frac{u^2 + w^2}{2} dz dx = \frac{1}{16} \rho g H^2$$

และพลังงานศักย์สัมพันธ์กับรูปร่างและความสูงของคลื่น สามารถหาความหนาแน่นของพลังงานศักย์หรือพลังงานศักย์เฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ในแนวระดับ สามารถคำนวณได้จาก

$$\bar{E}_p = \frac{1}{\lambda} \int_x^{x+\lambda} \rho g \left(\frac{(\eta + h)^2}{2} - \frac{h^2}{2} \right) dx = \frac{1}{16} \rho g H^2$$

จากสมการทั้งสอง พบว่าความหนาแน่นของพลังงานจลน์เฉลี่ยมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของพลังงานศักย์เฉลี่ย พลังงานทั้งสองนี้รวมกันเป็นพลังงานคลื่นทั้งหมดเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่และถูกเรียกว่าความหนาแน่นของพลังงานคลื่น (Specific energy หรือ Energy density) ดังสมการ

$$\bar{E} = \underbrace{\frac{1}{16} \rho g H^2}_{\text{พลังงานจลน์}} + \underbrace{\frac{1}{16} \rho g H^2}_{\text{พลังงานศักย์}} = \frac{1}{8} \rho g H^2$$

จากสมการที่ผ่านมา มีหน่วยเป็นจูลต่อตารางเมตร (J/m^2) เมื่อ

ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ 9.81 m/s^2

H คือ ความสูงคลื่น มีหน่วยเป็นเมตร (m)

พลังงานเฉลี่ยต่อพื้นที่ของคลื่นนี้จะถ่ายเทไปด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของกลุ่มคลื่น C_g ซึ่งเรียกอัตราการถ่ายเทพลังงานนี้ว่า Wave energy flux หรือ Wave power (P) มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อเมตร (W/m) สำหรับคลื่นในน้ำลึก $C_g = \frac{gT}{4\pi}$ การถ่ายเทพลังงานคลื่นสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\bar{P} = \bar{E} C_g = \frac{\rho g^2}{32\pi} H^2 T$$

$$\text{โดยที่} \quad \frac{\rho g^2}{32\pi} \approx 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3 \text{s}}$$

สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$\bar{P} \approx H^2 T$$

สมการที่กล่าวมา คือพลังงานคลื่นต่อหนึ่งหน่วยความยาวท้องคลื่นหรือสันคลื่นสำหรับคลื่นรูปไซน์ ตามทฤษฎีคลื่นเชิงเส้นในน้ำลึก มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อเมตร (kW/m) เมื่อ T คือคาบคลื่นมีหน่วยเป็นวินาที(s) แต่สำหรับคลื่นจริงในทะเล ผิวน้ำทะเลประกอบขึ้นจากคลื่นหลายลูกที่ไม่จำเป็นต้องเป็นคลื่นรูปไซน์และมีความสูงคลื่นและคาบคลื่นที่หลากหลาย ในทางสมุทรศาสตร์กายภาพ (Physical oceanography) นิยมใช้ความสูงคลื่นนัยยะ (Significant wave height, H_s) เป็นตัวแทนความสูงคลื่นของสภาพท้องทะเลขณะนั้น และใช้ในการคำนวณหาพลังงานคลื่น ความสูงคลื่นนัยยะนี้นิยามจากค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นที่มีค่าสูงสุดหนึ่งในสามของคลื่นทั้งหมด (Highest one-third wave height, $H_{1/3}$) ในปัจจุบัน นิยมกำหนดค่าความสูงคลื่นนัยยะให้มีค่าเท่ากับสี่เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะยกตัวของผิวน้ำ

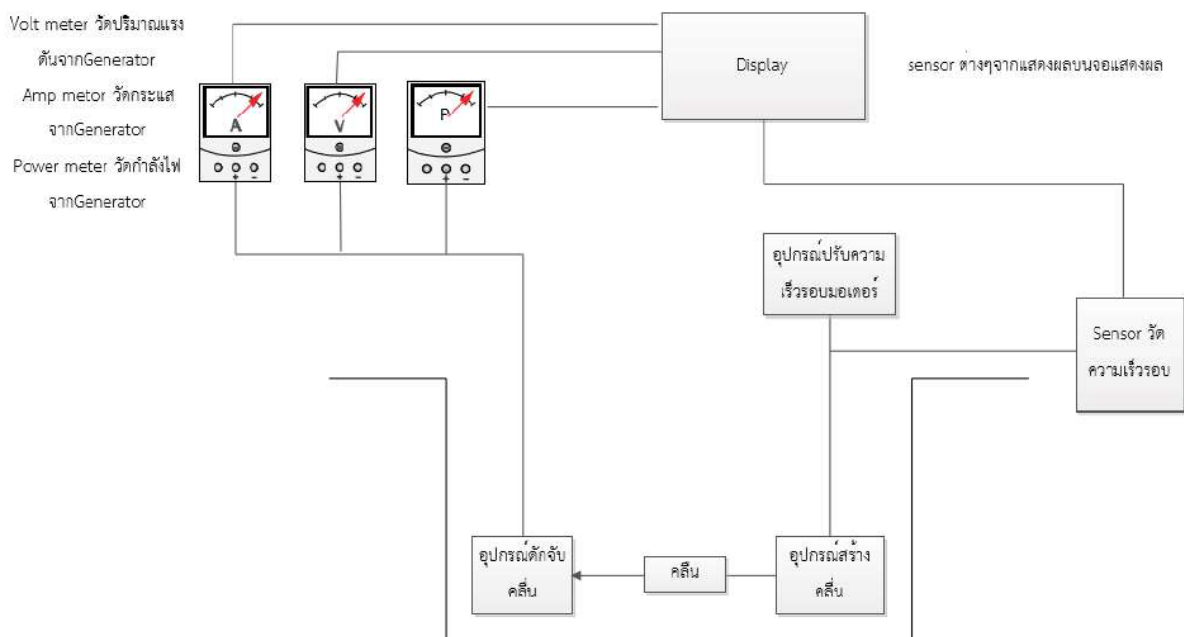
ในการคำนวณพลังงานคลื่นของคลื่นจริงในทะเล นิยมกำหนดให้ความสูงคลื่น H ในสมการ มีค่าเท่ากับ $H_s/\sqrt{2}$ (Falnes, 2007) ในทะเล สมการเขียนใหม่ได้เป็น

$$\bar{P} = \bar{E}C_g = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_s^2 T$$

หรือ

$$\bar{P} \approx 0.5 H_s^2 T$$

สมการ คือพลังงานคลื่นต่อหนึ่งหน่วยความยาวท้องคลื่นหรือสันคลื่นสำหรับคลื่นทะเล มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ต่อเมตร (kW/m) เมื่อ T คือคาบคลื่นมีหน่วยเป็นวินาที(s)



วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของชุดผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานคลื่น
- 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของคลื่น กับพลังงานที่สามารถผลิตได้

วิธีการทดลอง

1. ปรับระดับความเร็วมอเตอร์ โดยค่อยๆ เพิ่มความเร็วขึ้นไป จนกระทั่งอยู่ที่ความเร็ว 70 รอบต่อ นาที
2. อ่านค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากอุปกรณ์ดักจับพลังงานคลื่น ทำการบันทึกค่า
3. บันทึกค่าความแตกต่างของระดับความสูงของคลื่นที่จุดสูงสุดและต่ำที่สุด ที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่ง อุปกรณ์ดักจับพลังงานคลื่น
4. ปรับลดความเร็วมอเตอร์ลง 10 รอบต่อ นาที และบันทึกผลการทดลอง
5. ทำซ้ำข้อ 2 ถึง 4 อีก 2 รอบ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]