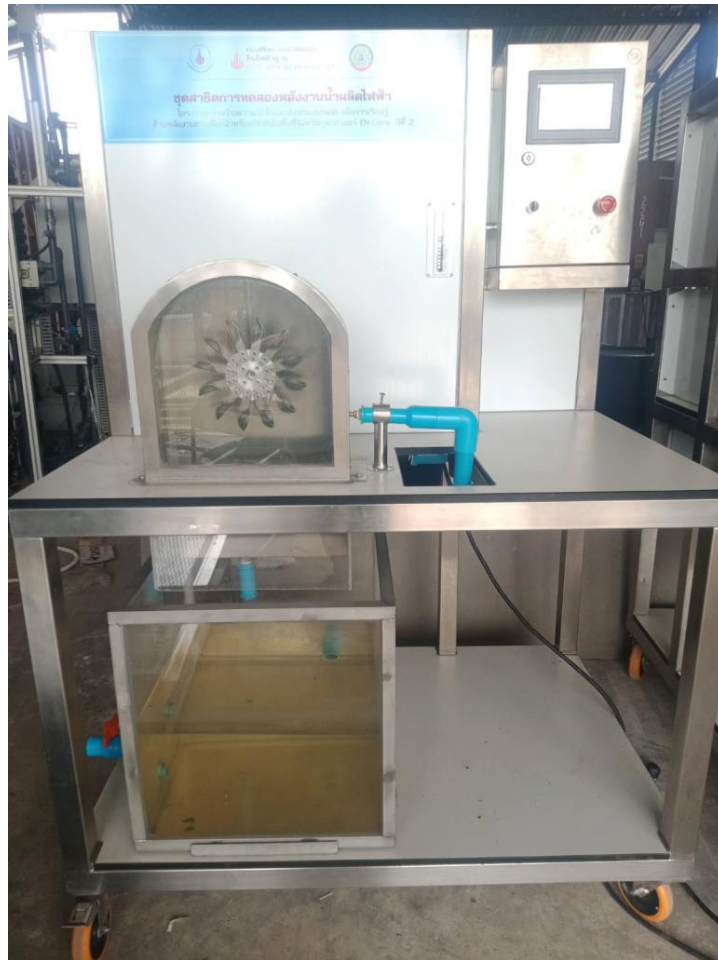


คู่มือปฏิบัติการ

ชุดสาธิตการทดลองพลังงานน้ำผลิตไฟฟ้า



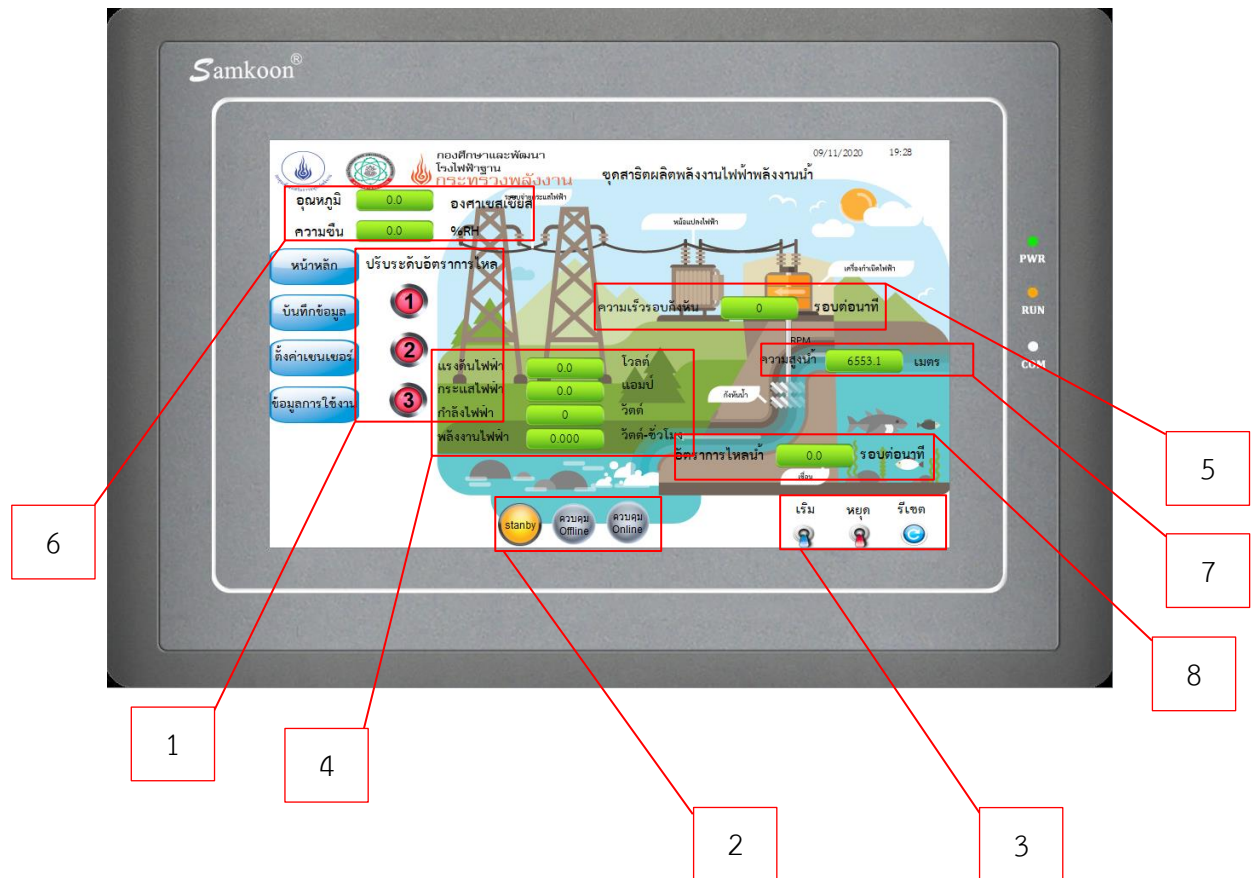
รายการอุปกรณ์ชุดทดลอง



รายการอุปกรณ์ชุดทดลอง (ต่อ)

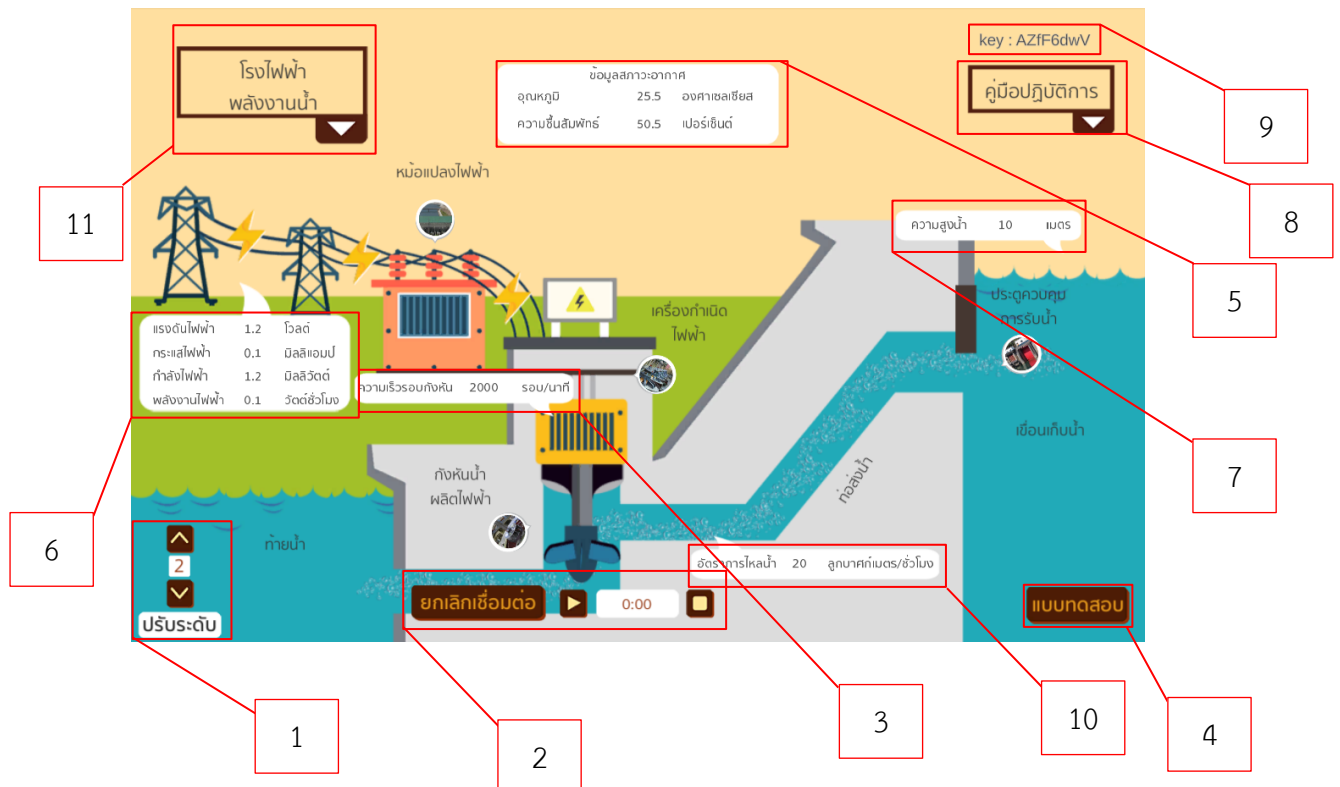
1. กังหันน้ำเพลตัน
2. ถังเก็บน้ำ
3. มิเตอร์สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำ
4. หัวฉีดน้ำ
5. ตู้ควบคุม
6. หน้าจอแสดงผล
7. สวิตช์เปิด-ปิด เครื่อง
8. Emergency Switch
9. วาล์วปล่อยน้ำ
10. ป้อนน้ำและอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของน้ำ

หน้าจอแสดงผลและควบคุม



1. ปรับระดับอัตราการไหลน้ำ
2. แสดงสถานะการเชื่อมต่อ
3. ส่วนควบคุมการ เริ่ม หยุด และรีเซ็ต
4. แสดงผลค่าทางไฟฟ้า
 - แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)
 - กระแสไฟฟ้า (แอมป์)
 - กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
 - พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ - ชั่วโมง)
5. แสดงผลความเร็วรอบก้าน
6. แสดงผลอุณหภูมิและความชื้น
7. ความสูงน้ำ
8. อัตราการไหลน้ำ

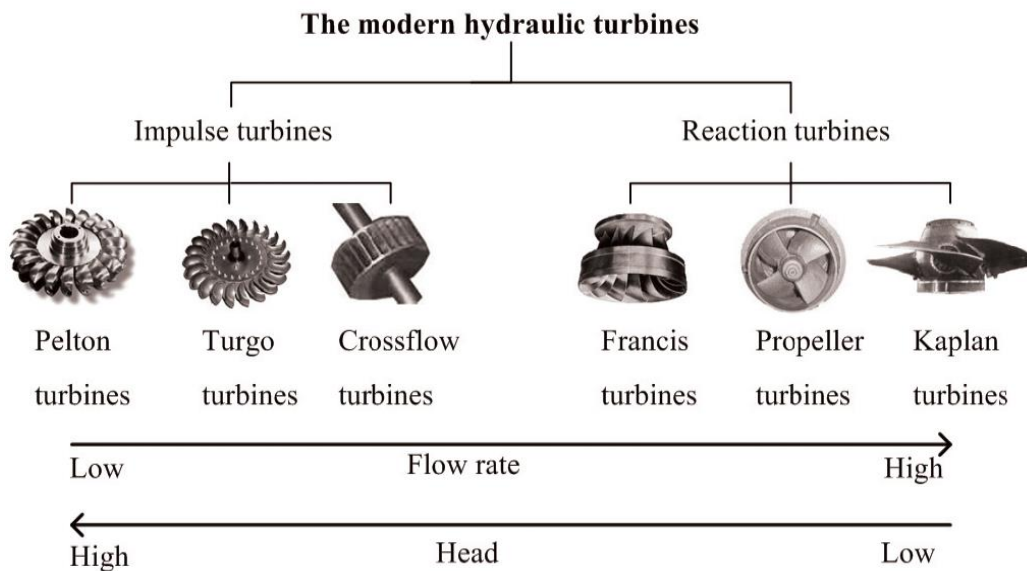
Web application



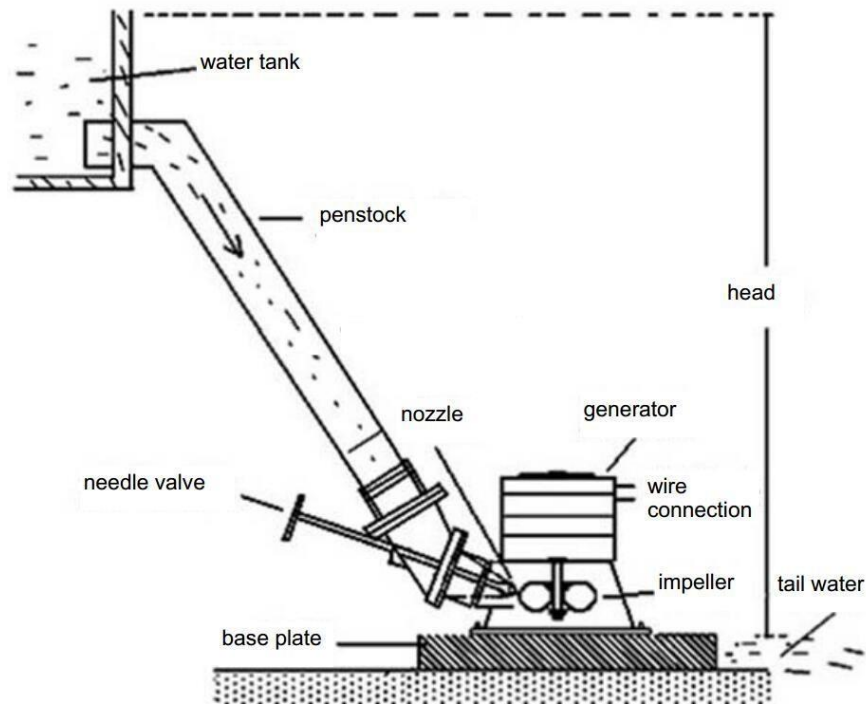
1. ปุ่มปรับระดับอัตราการไหลน้ำ
2. ปุ่มกดเชื่อมต่อกับชุดแลปสาธิต เริ่ม หยุด และแสดงผลเวลา
3. แสดงผลความเร็วรอบกังหัน (รอบ/นาที)
4. แบบทดสอบ
5. แสดงผลอุณหภูมิและความชื้น
6. แสดงผลค่าทางไฟฟ้า
 - แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)
 - กระแสไฟฟ้า (แอมป์)
 - กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
 - พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ - ชั่วโมง)
7. แสดงระดับความสูงของน้ำ (เมตร)
8. คู่มือปฏิบัติการ
9. คีย์แสดงผลการจับคู่
10. แสดงอัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม./ชั่วโมง)
11. ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

หลักการและทฤษฎี

กังหันเทอร์โกเป็นกังหันน้ำแบบอิมพัลส์ (Impulse turbine) ชนิดหนึ่ง ซึ่งเปลี่ยนพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของน้ำให้เป็นพลังงานกล ดังแสดงในรูปที่ 1 กังหันเทอร์โกเหมาะสำหรับผลิตพลังงานกลจากแหล่งน้ำที่มีเสถียรปานกลาง – สูง ที่อัตราไหลน้ำต่ำกว่ากังหันปฏิกิริยา (Reaction turbine)



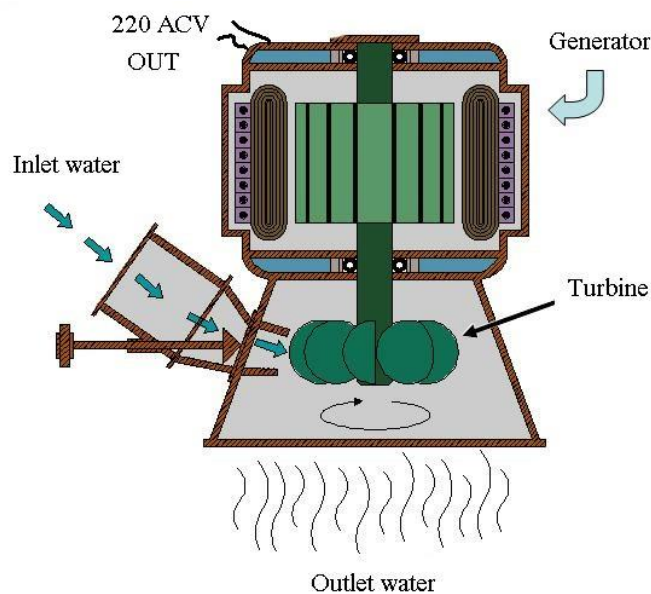
รูปที่ 1 แผนภูมิของกังหันเทอร์โก



รูปที่ 1 แผนภูมิของกังหันเทอร์โก (ต่อ)

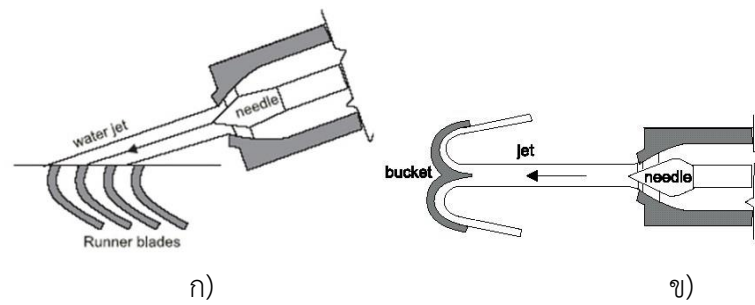
หลักการทำงาน

กังหันเทอร์โกประกอบด้วยล้อ (Wheel) มีแกนหมุน และลูกถ้วย (Bucket) ซึ่งมีจำนวนมากติดอยู่รอบๆขอบล้อ โดยน้ำถูกฉีดจากหัวฉีดเป็นลำเจ็ทพุ่งกระทบกับลูกถ้วย แล้วไหลเปลี่ยนทิศทางออกไป เกิดการถ่ายเทโมเมนตัมจากลำเจ็ทให้แก่ลูกถ้วยในรูปของแรงกระทำและถ่ายเทเป็นแรงบิดบนเพลลา (shaft) ของล้อ แรงบิดที่ได้ส่งผ่านเพลลาไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ซึ่งสามารถกำหนดกำลังการผลิตโดยการปรับปริมาณน้ำและความเร็วของลำเจ็ทด้วยการปรับตำแหน่งของก้านปรับวาล์วหัวฉีด (Needle valve adjustment) ดังแสดงในรูปที่ 2 ลักษณะการทำงานของกังหันเทอร์โกจะมีความคล้ายคลึงกับกังหันเพลตัน (Pelton turbine) แต่มีความแตกต่างกันที่รูปทรงลูกถ้วยและทิศทางของลำเจ็ทที่ปะทะกับลูกถ้วย โดยลำเจ็ทที่ออกจากหัวฉีดของกังหันเพลตันจะพุ่งปะทะลูกถ้วยตรงกึ่งกลางทำให้น้ำไหลออกจากลูกถ้วยแบบสมมาตร ลำเจ็ทของกังหันเทอร์โกจะพุ่งปะทะลูกถ้วยทิศทางทำมุมกับด้านข้างและน้ำไหลออกจากลูกถ้วยในด้านตรงข้าม ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 การทำงานของกังหันเทอร์โก





รูปที่ 3 ลักษณะลูกถ้วยของกังหัน ก) กังหันเทอร์โก ข) กังหันเพลตัน

กำลังที่ควรจะได้จากแหล่งน้ำพลังงานศักย์ (Potential energy) ของแหล่งน้ำเป็นพลังงานที่เราต้องการแปลงเป็นพลังงานกลด้วยกังหันเทอร์โก พลังงานศักย์อยู่ในรูปของระดับเฮดรวมของแหล่งน้ำ (total head) เนื่องจากการที่น้ำไหลผ่านท่อต่างๆ รวมทั้งหัวฉีด เกิดการสูญเสียจากความเสียดทาน หรือ ความต้านทานของท่อและส่วนอื่นในระบบส่งน้ำ ดังนั้นพลังงานศักย์ที่ควรจะได้จึงมีเฮดต่ำกว่าเฮดรวม ซึ่งเรียกว่า เฮดรวมสุทธิ (net head, H_{net}) ซึ่งมีค่าเท่ากับ เฮดรวมลบเฮดสูญเสีย

กำลังของน้ำที่ควรจะได้ที่หัวฉีดสามารถคำนวณได้ตามสมการ

$$P_W = \frac{\gamma Q H}{1000} , \quad kW$$

หรือ

$$P_W = \frac{\gamma Q H}{746} , \quad hp$$

เมื่อ P_W คือ กำลังเชิงทฤษฎีจากแหล่งน้ำ, W

Q คือ อัตราการไหล, m^3/sec

H_{net} คือ เฮดสุทธิ, m

γ คือ น้ำหนักจำเพาะของน้ำ, N/m^3

$1 \text{ hp} = 550 \text{ (lb.ft)/s}$ $= 0.746 \text{ kW}$
--

(สามารถคำนวณหาค่า $\gamma = \rho g$ เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ และ g คือค่าแรงโน้มถ่วง)

กำลังของกังหันเทอร์โบ

เมื่อน้ำความเร็วสูงจากหัวฉีดกระทบกับลูกถ้วย โมเมนตัมของน้ำเปลี่ยนเป็นแรงผลักให้วงล้อหมุน และเกิดแรงบิดที่เพลลา ส่งกำลังผ่านเพลลาไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ได้กระแสไฟฟ้าออกมาใช้งาน โดยกระแสไฟฟ้าที่ได้เป็นกระแสไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ สามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าตามสมการ

$$P_0 = I \times V \times PF \quad \text{Watt}$$

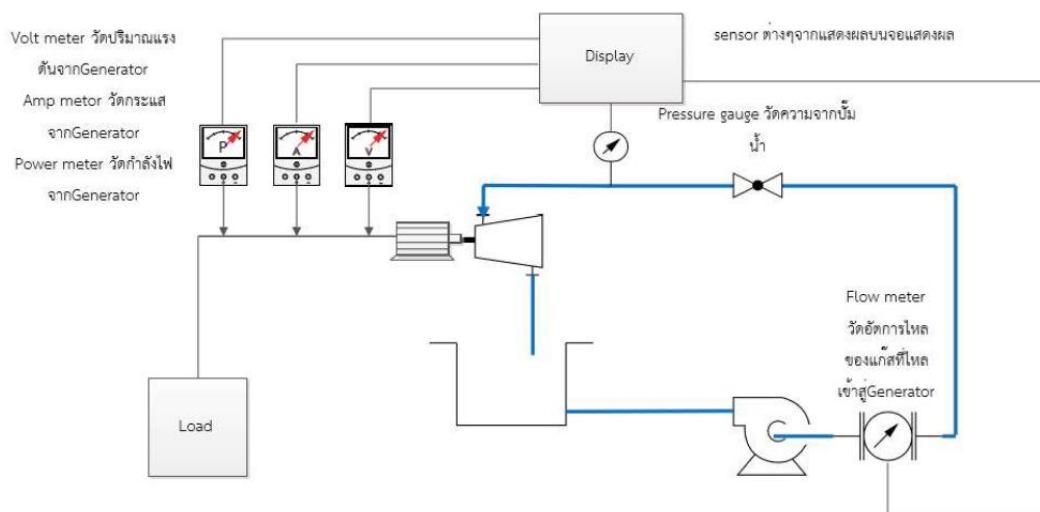
$$P_0 = \frac{I \times V \times PF}{746} \quad \text{hp}$$

เมื่อ P_0 คือ กำลังไฟฟ้า, Watt
 V คือ แรงดันไฟฟ้า, Volt
 I คือ กระแสไฟฟ้า, Amp.
 PF คือ เพาเวอร์แฟกเตอร์

ประสิทธิภาพของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันเทอร์โบ

ประสิทธิภาพรวม (Overall efficiency) ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้ากังหันมีค่าเท่ากับ สัดส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันจริง ต่อ กำลังที่ควรจะได้จากแหล่งน้ำ

$$\eta = \frac{P_0}{P_W} \times 100\%$$



ข้อดี-ข้อจำกัด ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ

ข้อดีและข้อจำกัดของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ สามารถสรุปได้ดังตารางดังนี้

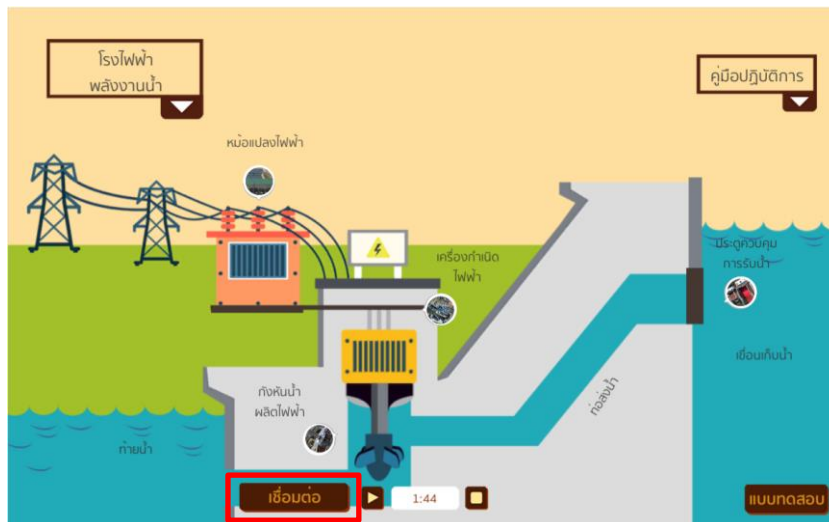
ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิง นอกจากใช้เงินลงทุนก่อสร้าง	1. การเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าขึ้นกับปริมาณน้ำ ในช่วงที่สามารถปล่อยน้ำออกจากเขื่อนได้
2. ไม่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้า	2. การก่อสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ในประเทศไทยมีข้อจำกัดเนื่องจากอ่างเก็บน้ำของเขื่อนขนาดใหญ่จะทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง ส่งผลกระทบต่อบ้านเรือนประชาชน
3. โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่มีขีดความสามารถสูงในการรักษาความมั่นคงให้แก่ระบบไฟฟ้า สำหรับรองรับช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุด	

ขั้นตอนการใช้งาน

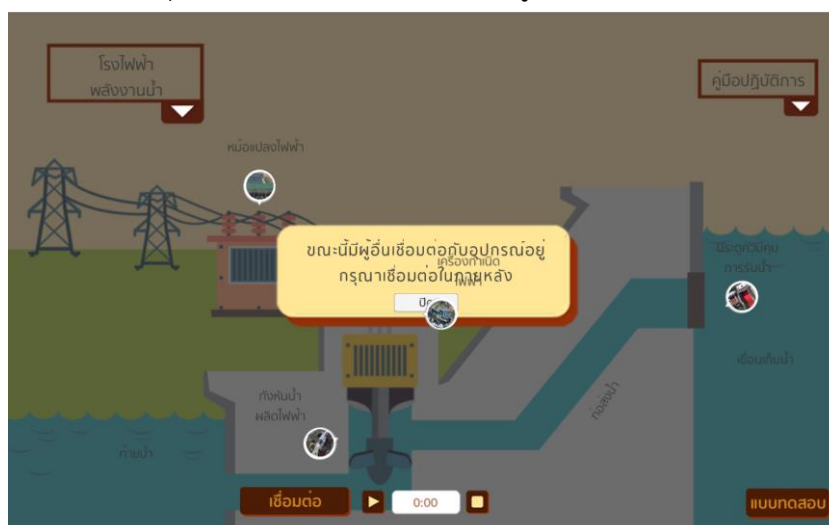
1. เสียบปลั๊กแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ให้กับชุดแลปสาธิต
2. ดำเนินการเปิดเบรกเกอร์ตัดต่อไฟฟ้าไปอยู่ตำแหน่ง ON



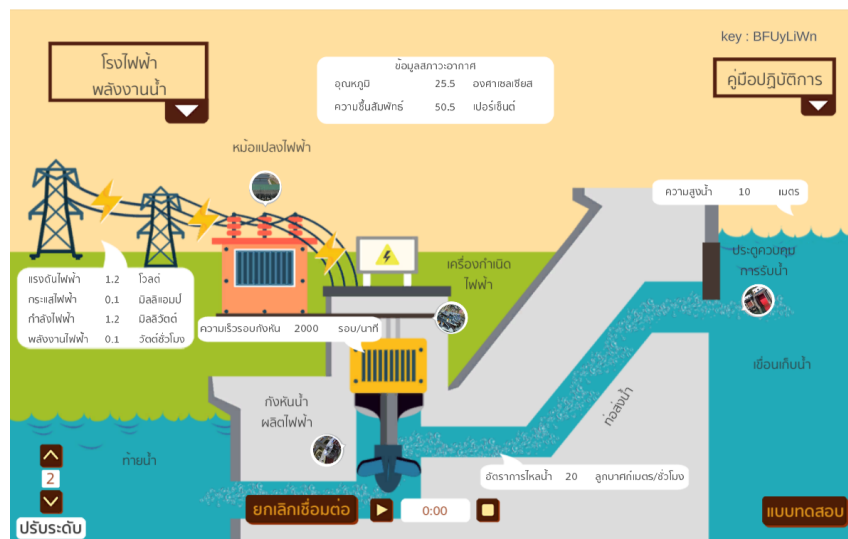
3. บิดสวิทช์ไปยังตำแหน่ง ON ด้านขวา
4. เข้า Web application URL : <https://encamppowerplant.com/lablite/hydro>



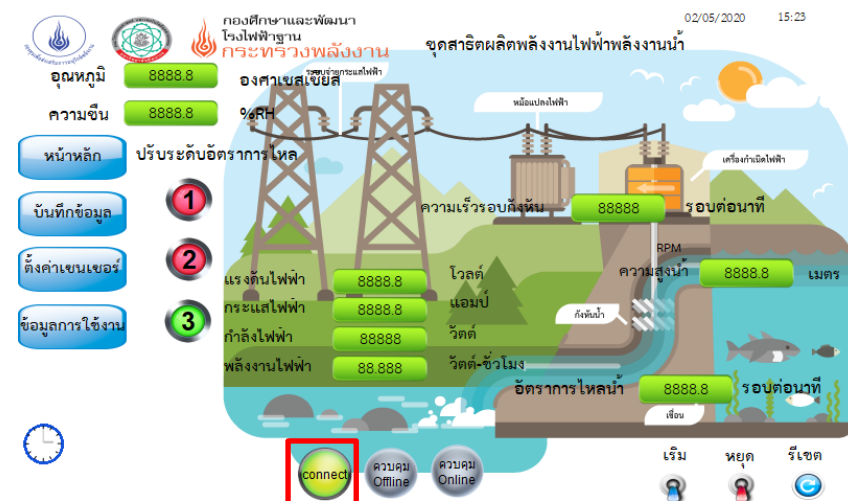
และกดปุ่มเชื่อมต่อ กรณีมีการเชื่อมต่ออยู่จะมีหน้าต่างแจ้งเตือน



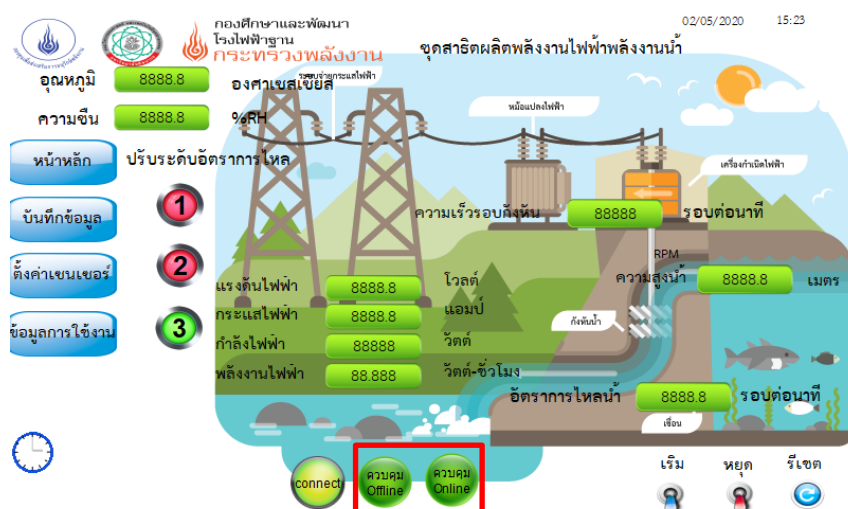
เมื่อเชื่อมต่อได้แล้วจะแสดงผลค่าต่าง ๆ และคีย์การเชื่อมต่อ



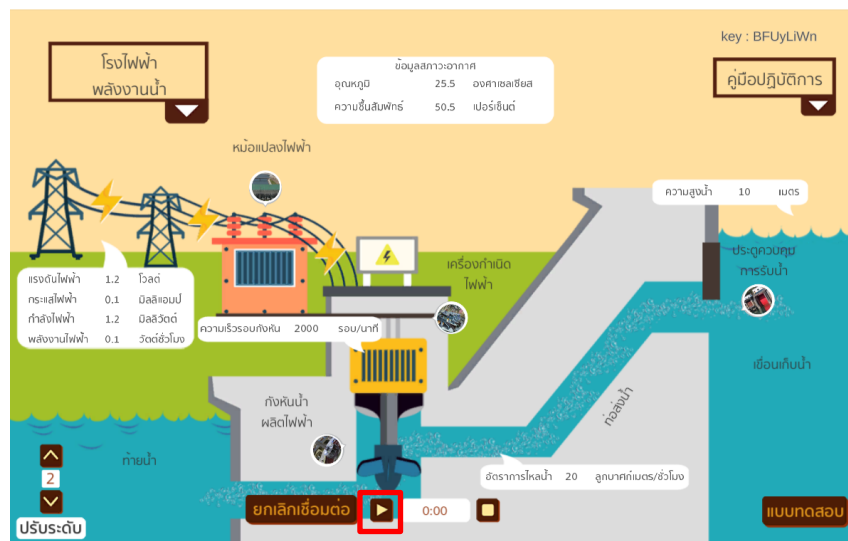
และสถานะการเชื่อมต่อที่หน้าจอแสดงผลที่ชุดแลกเปลี่ยนสวิตช์ขึ้นสถานะ connect



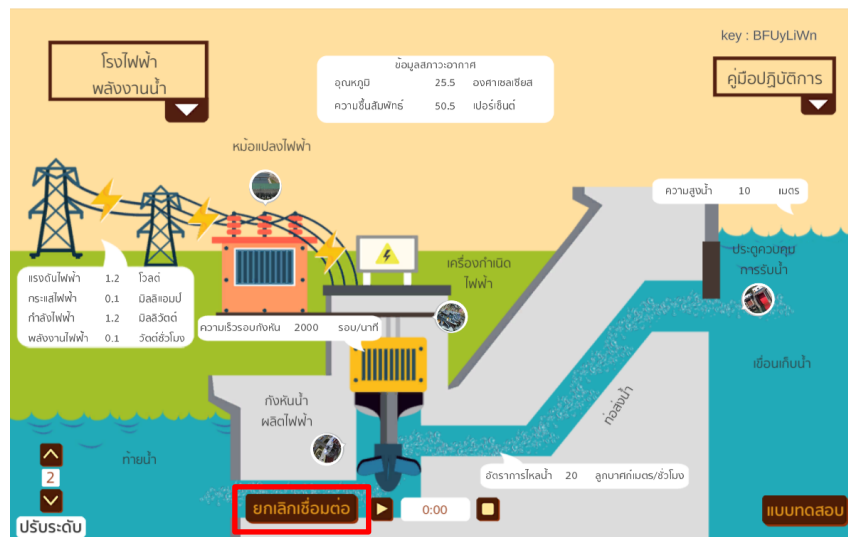
5. กดปุ่มควบคุม On line เพื่อให้ควบคุมการทำงานผ่าน web application



6. เริ่มการทดลองโดยกดปุ่มเริ่มการทำงาน เวลาการทำงานทดลองจะเริ่มจับเวลา



7. เมื่อทำการทดลองเสร็จให้กดหยุด และกดยกเลิกการเชื่อมต่อ



วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า
2. เพื่อวัดและคำนวณพลังงานที่ได้จากกังหันน้ำ

ขั้นตอนวิธีการทดลอง

1. ให้ตรวจสอบความเรียบร้อยและเตรียมเครื่องทดลองก่อนเริ่มการทดลองดังนี้
 - ปรับก้านวาล์วหัตถ์ควบคุมอัตราไหลของน้ำให้อยู่ในตำแหน่งเปิดสุด
 - เปิดเบรกเกอร์ควบคุมกระแสไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำและกังหันน้ำ สังเกตไฟแสดงสถานะการทำงานของชุดทดลองและหน้าจอแสดงผลฯ ติด
2. เปิดเครื่องสูบน้ำโดยหมุนสวิทช์ควบคุมเครื่องสูบน้ำไปที่ ON เพื่อเริ่มจ่ายน้ำให้แก่กังหัน แล้วปรับอัตราไหลของน้ำครั้งที่1 โดยปรับก้านวาล์วควบคุมหัตถ์
3. บันทึกผลค่าความดันน้ำ อัตราไหลน้ำ ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้า
4. ปรับตำแหน่งก้านวาล์วควบคุมหัตถ์เพื่อปรับอัตราไหลของน้ำ แล้วทดลองซ้ำขั้นตอนที่ 3 ถึง 6 โดยทำการทดลองที่อัตราไหลของน้ำ 3 ค่า
5. ปิดเครื่องสูบน้ำ โดยหมุนสวิทช์ควบคุมเครื่องสูบน้ำไปที่ OFF
6. ปิดเบรกเกอร์ควบคุมกระแสไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำและกังหันน้ำ สังเกตไฟแสดงสถานะการทำงานของชุดทดลองและหน้าจอแสดงผลฯ ดับ สิ้นสุดการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

[illegible]

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice 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]