**คู่มือปฏิบัติการ**

**ชุดสาธิตการทดลองพลังงานความร้อนใต้พิภพไฟฟ้า**



**รายการอุปกรณ์ชุดทดลอง**

1. อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากแหล่งความร้อน

2. หน้าจอแสดงผล

3. ตู้ควบคุม

4. Emergency Switch

5. สวิตซ์ เปิด-ปิด เครื่อง

6. อุปกรณ์แปลงพลังงานความร้อนเป็นไฟฟ้า

7. แหล่งกำเนิดความร้อน

3



7

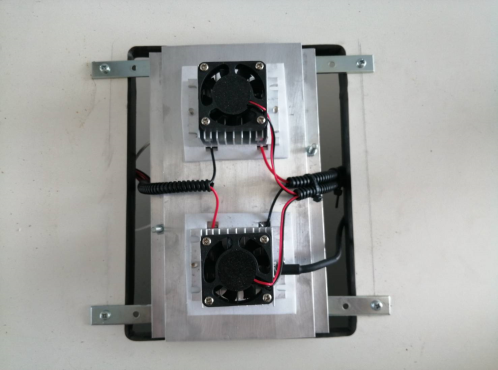
2

6

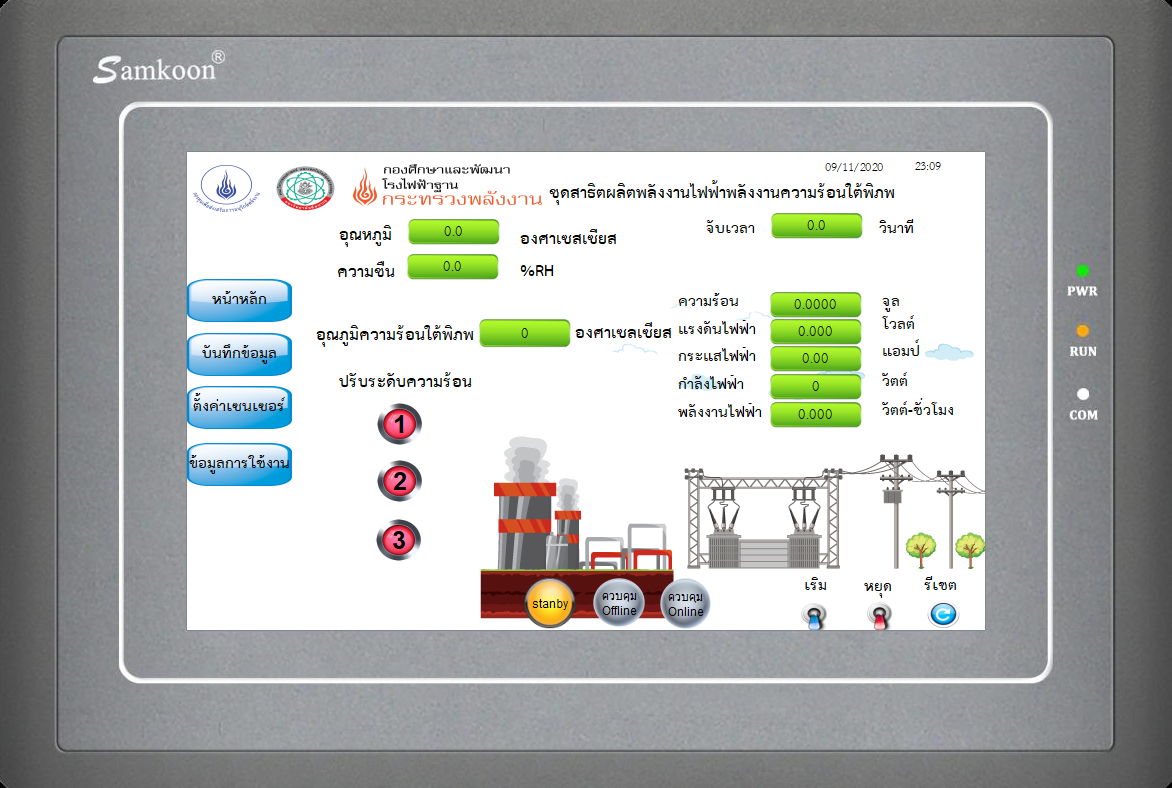
4

5

1

**หน้าจอแสดงผลและควบคุม**



3

4

5

1

6

2

1. ปรับระดับความร้อน

2. แสดงผลอุณหภูมิความร้อนใต้พิภพ (องศาเซลเซียส)

3. ส่วนควบคุมการ เริ่ม หยุด และรีเซต

4. แสดงผลค่าทางไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)

กระแสไฟฟ้า (แอมป์)

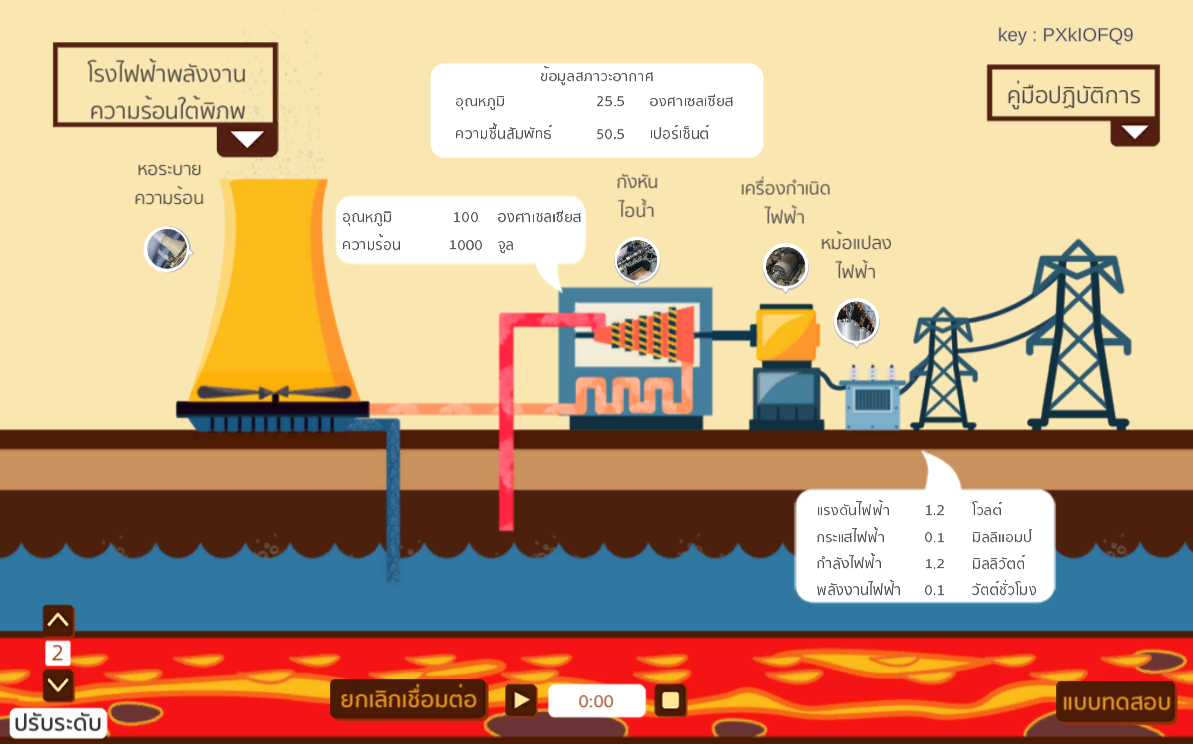
กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ - ชั่วโมง)

5. แสดงผลการจับเวลา

6. แสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

**Web application**



3

6

8

7

4

9

5

2

1

1. ปุ่มปรับระดับความร้อน

2. ปุ่มกดเชื่อมต่อกับชุดแลปสาธิต เริ่ม หยุด และแสดงผลเวลา

3. แสดงผลอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) และความร้อน (เปอร์เซ็นต์)

4. แบบทดสอบ

5. แสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

6. แสดงผลค่าทางไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)

กระแสไฟฟ้า (แอมป์)

กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ - ชั่วโมง)

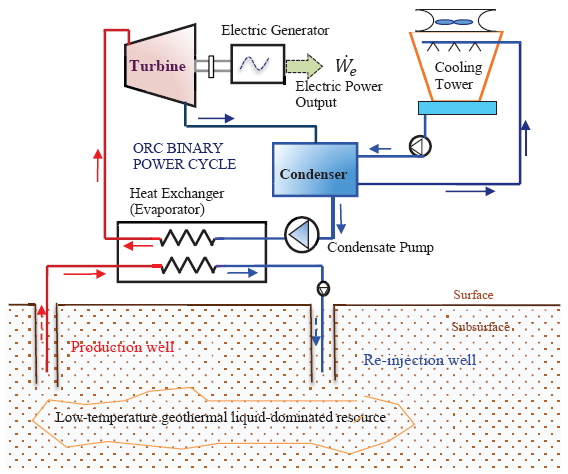
7. คู่มือปฏิบัติการ

8. คีย์แสดงผลการจับคู่

9. ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

**หลักการและทฤษฏี**

หลักการทำงานพื้นฐานของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพ แบบ Organic Rankine Cycle คือ เมื่อนำของเหลวจากแหล่งความร้อนใต้พิภพ ซึ่งอาจจะเป็น น้ำร้อน ไอน้ำ หรือ ไอน้ำผสมน้ำร้อน ผ่านมาตามท่อส่ง และ เข้าไปในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำงานที่อยู่ในระบบปิด โดยสารทำงานที่อยู่ในระบบปิดจะเป็นลักษณะของสารทำงานทุติยภูมิ ซึ่งจะมีคุณสมบัติของจุดเดือดต่ำ เช่น แอมโมเนีย ฟรีออน เพนเทน หรือ บิวเทน สารทำงานเหล่านี้เมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากน้ำร้อน จะระเหยกลายเป็นไอและถูกส่งไปขับให้กังหัน (Turbine) หมุน และไปหมุน เครื่องปั่นไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตไฟฟ้า สารทำงานที่ผ่านกังหันจะถูกระบายความร้อนออกที่ชุดคอนเดนเซอร์ (Condenser) และกลับไปยังอุปกรณ์และเปลี่ยนความร้อนเพื่อรับความร้อนอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการทำงานของสารทำงานในระบบปิดจะเป็นวัฎจักรอยู่เช่นนี้ สำหรับน้ำร้อนที่ถ่ายเทความร้อนให้สารทำงานในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแล้ว จะถูกปล่อยไปยังใต้ดิน โดยได้แสดงแผนผังแสดงแนวคิดพื้นฐานของระบบสองวงจร (Binary) แบบ ORC ในรูปที่ 1



**รูปที่ 1 หลักการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าแบบสองวงจร (Binary)**

**ที่มา :** ORC-Based Geothermal Power Generation and CO2-Based EGS for Combined Green Power Generation and CO2 Sequestration

การประเมินศักยภาพพลังงานความร้อนใต้พิภพ จะใช้อุณหภูมิของน้ำพุร้อน และอัตราการไหล มาใช้ในการประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้า ดังนี้

**ความร้อนที่ได้จากน้ำร้อน**

ทำการประเมินจากสมการ

โดยที่ คือ ความร้อนที่ได้จากน้ำร้อน หน่วย กิโลวัตต์

คือ อัตราการไหลน้ำร้อน หน่วย ลิตร/วินาที

คือ ค่าความจุความร้อนของน้ำ มีค่า 4.18 กิโลจูล/กิโลกรัม-เคลวิน

คือ ผลต่างของอุณหภูมิน้ำก่อนเข้ากับน้ำออกจากระบบ

หน่วย องศาเซลเซียส

**กำลังการผลิตไฟฟ้า**

ทำการประเมินจากสมการ

โดยที่ คือ กำลังการผลิตไฟฟ้า หน่วย กิโลวัตต์

η คือ ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้า หน่วย เปอร์เซ็นต์

คือ ความร้อนที่ได้จากน้ำร้อน หน่วย กิโลวัตต์

**พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ใน 1 ปี**

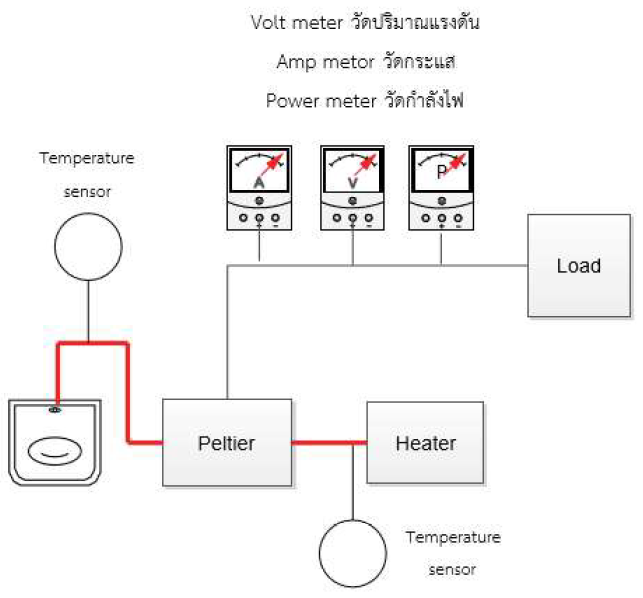
ทำการประเมินจากสมการ

โดยที่ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ใน 1 ปี หน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

คือ กำลังการผลิตไฟฟ้า หน่วย กิโลวัตต์

*d* คือ จำนวนชั่วโมงผลิตไฟฟ้าต่อวัน หน่วย ชั่วโมง/วัน

*y* คือ จำนวนวันผลิตไฟฟ้าต่อปี หน่วย วัน/ปี



**ข้อดี-ข้อจำกัด ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพ**

ข้อดีและข้อจำกัดของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพ สามารถสรุปได้ดังตารางดังนี้

|  |  |
| --- | --- |
| **ข้อดี** | **ข้อจำกัด** |
| 1. เป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมด  2. มีต้นทุนในการดำเนินงานการผลิตที่ต่ำกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น  3. พลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ  4. ช่วยให้เกิดงานในชุมชน และมีพลังงานใช้ในแหล่งที่ห่างไกล | 1. แหล่งพลังงานบางแหล่งอยู่ลึกเกินกว่าที่จะนำมาใช้ได้  2. แหล่งพลังงานบางแหล่งมีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้  3. พลังงานความร้อนใต้พิภพจะมีเฉพาะบางพื้นที่เท่านั้น  4. ถ้าน้ำหล่อเย็นมีปริมาณไม่เพียงพอ หรือน้ำร้อนที่ระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ มีอุณหภูมิสูงเกินไป อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและระบบนิเวศน์ท้องถิ่น  5. บ่อน้ำร้อนบางแห่งอาจมีปริมาณไอน้ำน้อยหรือไม่มีเลยในบางฤดู ชุมชนที่ต้องพึ่งไฟฟ้าอาจมีไฟฟ้าไม่พอใช้ได้ |

**ขั้นตอนการใช้งาน**

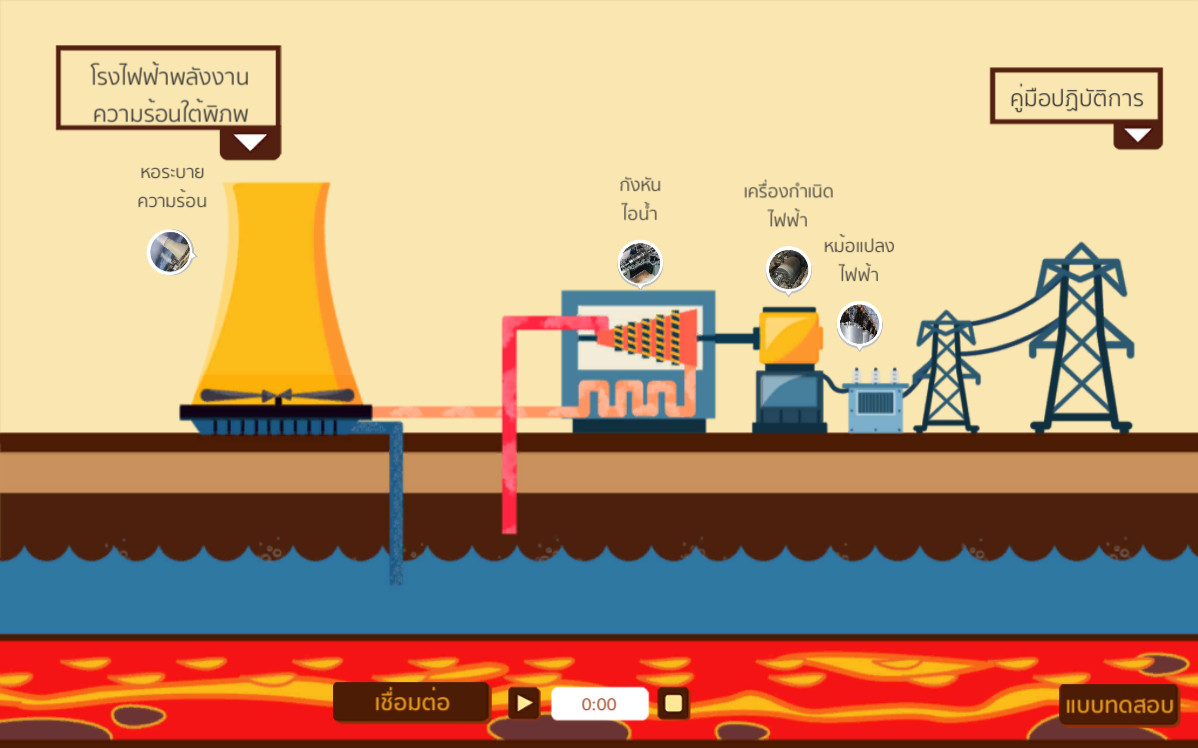
1. เสียบปลั๊กแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ให้กับชุดแลปสาธิต

2. ดำเนินการเปิดเบรกเกอร์ตัดต่อไฟฟ้าไปอยู่ตำแหน่ง ON



3. บิดสวิชท์ไปยังตำแหน่ง ON ด้านขวา

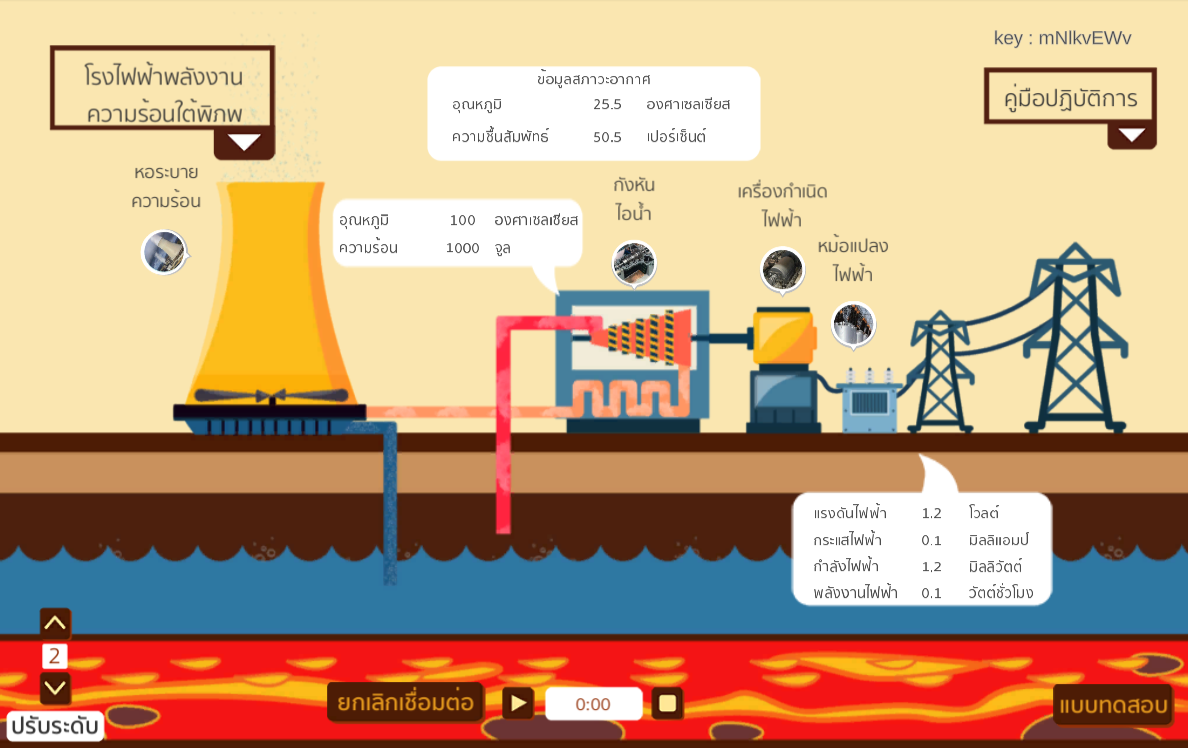
4. เข้า Web application URL : https://encamppowerplant.com/lablite/geothermal/



และกดปุ่มเชื่อมต่อ กรณีมีการเชื่อมต่ออยู่จะมีหน้าต่างแจ้งเตือน



เมื่อเชื่อมต่อได้แล้วจะแสดงผลค่าต่าง ๆ และคีย์การเชื่อมต่อ



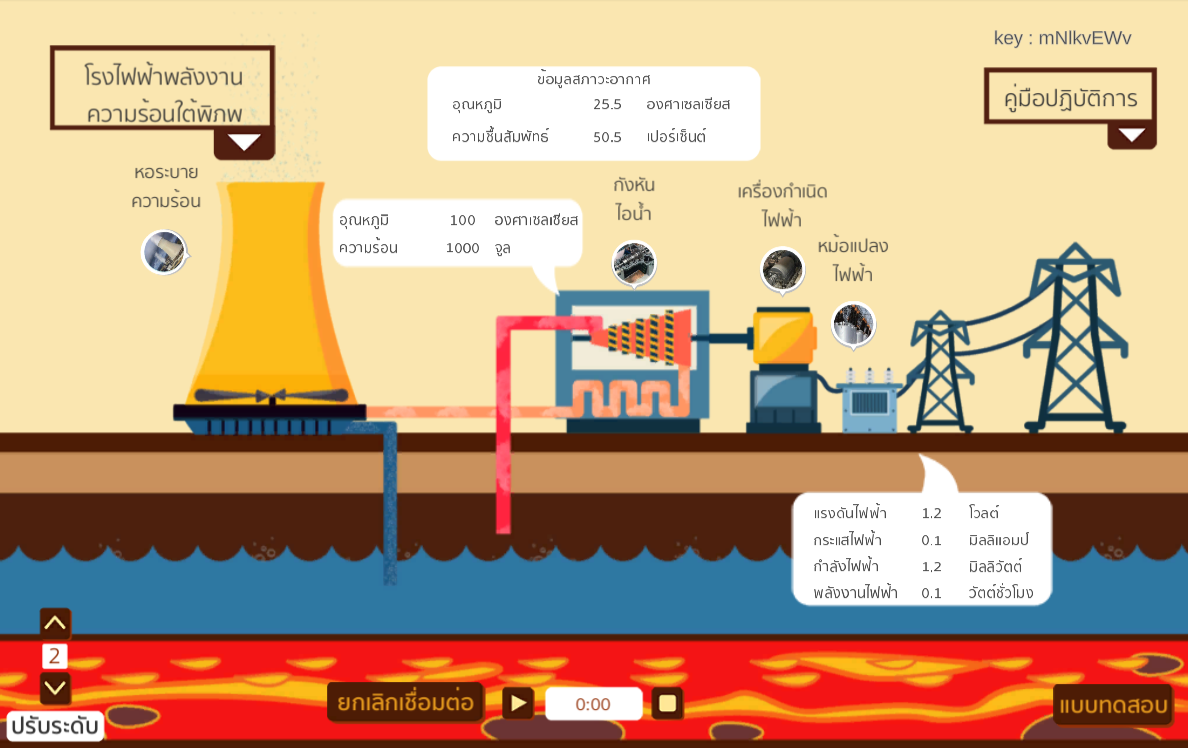
และสถานะการเชื่อมต่อที่หน้าจอแสดงผลที่ชุดแลปสาธิตขึ้นสถานะ connect



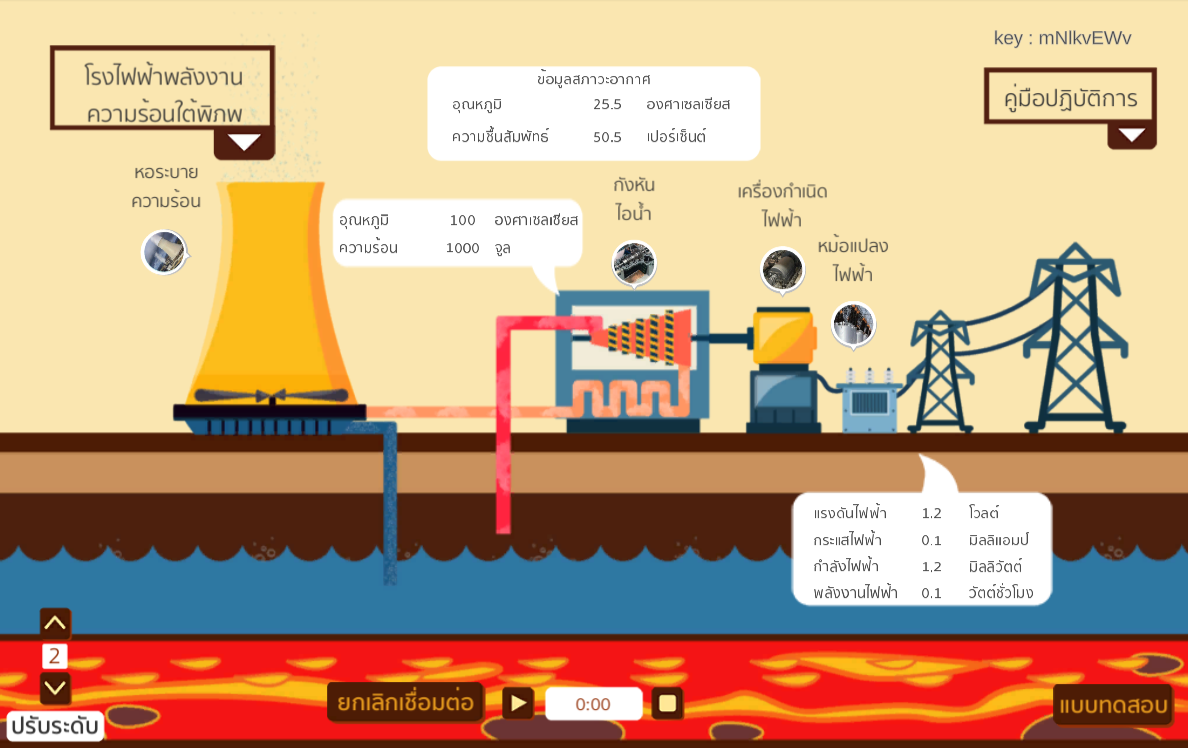
5. กดปุ่มควบคุม On line เพื่อให้ควบคุมการทำงานผ่าน web application



6. เริ่มการทดลองโดยกดปุ่มเริ่มการทำงาน เวลาการทำการทดลองจะเริ่มจับเวลา



7. เมื่อทำการทดลองเสร็จให้กดหยุด และกดยกเลิกการเชื่อมต่อ



**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อศึกษาการทำงานของชุดผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานความร้อนใต้พิภพผลิตไฟฟ้า

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

**วิธีการทดลอง**

1. ตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
2. รอให้อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากแหล่งความร้อนทำงาน
3. บันทึกผลค่าอุณหภูมิแหล่งความร้อน ค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้
4. ปรับเพิ่มอุณหภูมิอีก 3 ค่าและบันทึกผล
5. ปิดสวิทช์หยุดการทำงานของเครื่อง

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **ระดับอุณหภูมิ**  **(°C)** | **แรงดันไฟฟ้า**  **(V)** | **กระแสไฟฟ้าที่ได้**  **(A)** | **กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้**  **(W)** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**การวิเคราะห์ผลการทดลอง**

.............................................................................................................................................................................. ..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

.............................................................................................................................................................................. ..............................................................................................................................................................................

**สรุปผลการทดลอง**

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................