

การศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากลมร้อนเหลือทิ้งโดยใช้ชุดผลิตไฟฟ้าจากความร้อนขนาดเล็ก

A Study of Electrical Energy Generator from Waste Hot Air Using Small Sized Thermo Electric Generator Unit

จุฑาศินี พรพุดทศศรี^{1*}, บุญธง วสุรีย์¹, พงศ์พนิช พลอยแดง¹

Jutasinee Pornputthasri^{1*}, Boontong Wasuri¹, Phongphanit Ploideang¹

¹สาขาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม, 73000

¹Industrial Arts, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Muang, Nakhon Pathom, 73000, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-9-0979-9478, Fax: 0 3426 1048, E-mail: Jutasinee@npnu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการเผาไหม้วัสดุทางการเกษตรโดยใช้ชุดผลิตไฟฟ้าจากความร้อนขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ Thermo Electric Generator (TEG) รุ่น TEC1-12706 จำนวน 6 อัน อุปกรณ์ระบายความร้อน พัดลมดูดความร้อน เทอร์โมคัปเปิล จากการศึกษา พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานไฟฟ้า คือ ความเร็วของลมร้อนที่ระดับ 10 ms^{-1} ระยะห่างของลมร้อนที่ระดับ 20 cm ความแตกต่างของระดับความร้อนที่ $128 \text{ }^{\circ}\text{C}$ จะได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ระดับ 5.58 v. โดยมีระยะเวลาให้ความร้อนต่อเนื่อง 10 min ในแต่ละรอบการผลิตที่อุณหภูมิไม่เกินค่าวิกฤติของอุปกรณ์ โดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตสามารถเก็บไว้ในอุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้า (power bank) ก่อนนำไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริกส์, พลังงานไฟฟ้า, ลมร้อน

Abstract

The purpose of this research was to determine the optimum conditions for the production of hot air uselessly by using a series of small electric heater which it composed of the six of Thermo Electric Generator (TEG; TEC1-12706), heat sink, suction centrifugal fan, temperature controller and display screen. The study was found that the optimum conditions for production of electrical energy were the 10 ms^{-1} , distance of hot air velocity, 20 cm of distance of hot air and the $128 \text{ }^{\circ}\text{C}$ of temperature difference. The electrical energy tool produced the maximum voltage at 5.58 V after got continuous heat for 10 min. However each production cycle could not produce energy more than the critical temperature value of the device. The electricity energy that was stored in a power bank before it was used for electronic devices and small electrical appliances.

Keywords: Thermo Electric, Electrical energy, Hot air

1. บทนำ

อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก (thermoelectric devices) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ โดยอาศัยหลักการสันตะเทียนของโครงสร้างภายในวัสดุเชิงพีลิกส์ควอนตัม เมื่อวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก ได้รับอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างปลายทั้งสองข้างพบว่าจะมีการถ่ายเทอนุภาคจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำกว่า มีการสั่นของอนุภาคโฟนอน (phonon) และการเคลื่อนที่ของพาหะมีทั้งอิเล็กตรอน (electron) และ โฮล (hole) จะได้พลังงานไฟฟ้า

ฐกฤต ปานขลิบ (2557) ทำการศึกษาและสร้างต้นแบบนวัตกรรมเพื่อประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มและเครื่อง

กำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่า อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนให้กับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะแปรผันตรงกับความแตกต่างของอุณหภูมิเทอร์โมอิเล็กทริกระหว่างด้านเย็นและด้านร้อน โดยเฉลี่ย 2.5 -3.0 V ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

สมมาตร ละบุญไชยะ(2556) ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกประกอบหลังคาโลหะ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ ชุดทดสอบประกอบด้วย (Solar collector) หลังคาโลหะ (พ่นสีดำ) ขนาด $0.70 \times 0.70 \text{ ซม}^2$ อุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า (Thermoelectric Generator) ที่ประกอบด้วย

แผ่นทองแดงขนาด 20x12 ซม2 เทอร์โมอิเล็กทริก จำนวน 4 หน่วย ต่อนุกรมจำนวน 1 ชุด, แผงอลูมิเนียม (heat sink) และพัดลมระบาย (DC Fan) ทำการทดลองโดยกำหนดให้การระบายของหลังคาโลหะ(ฟืนสีดำ) และอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้ามีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ และการใช้พัดลม ในการระบายอากาศโดยธรรมชาติ วัดผลแตกต่างของอุณหภูมิด้านร้อนและด้านเย็น ได้ 12 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 8.6 องศาเซลเซียส) และวัดได้สูงสุด 27 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 16 องศาเซลเซียส) ในการระบายอากาศด้วยพัดลม โดยวัดค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้เท่ากับ 0.12V ซึ่งสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้

จากหลักการข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกมาใช้รวมกับการเผาไหม้วัสดุทางการเกษตรเพื่อนำความร้อนที่เหมาะสมมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า โดยนำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เก็บไว้ในอุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้า (power bank) ก่อนนำไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2 อุปกรณ์และวิธีการ

นำแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก (TEG) รุ่น TEC1-12706 จำนวน 6 แผ่นมาต่อกันแบบอนุกรม โดยวางแผ่น TEG ไว้บนอุปกรณ์ระบายความร้อน หลังจากนั้นทำการดูดความร้อนจากการเผาไหม้วัสดุทางการเกษตร ที่ระยะห่างของพัดลมดูดอากาศ 15, 20 และ 25 cm และความเร็วมอเตอร์ 5, 7.5 และ 10 ms⁻¹ วิเคราะห์หาความแตกต่างของอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ



Figure 1 Elements of the small sized Thermo Electric Generator Unit

ชุดผลิตกระแสไฟฟ้าต้นแบบจะกำหนดให้ทำอุณหภูมิได้สูงสุด 150 °C เมื่อความร้อนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 150 °C ระบบจะสั่งให้พัดลมดูดความร้อนหยุดทำงาน หากพบว่าความร้อนลดลงตามเงื่อนไข ระบบจะสั่งการให้พัดลมดูดความร้อนเริ่มทำงาน ดัง Figure 2

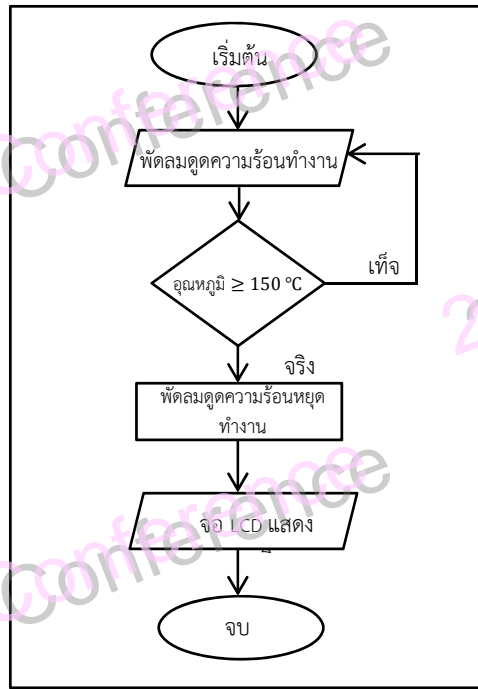


Figure 2 Flow chart of the control system

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องต้นแบบที่พบว่าความเร็วลมร้อนที่ 10 ms⁻¹ ระยะห่างของพัดลมดูดอากาศที่ 15 cm มีค่าความต่างของอุณหภูมิสูงสุด คือ 148 °C ที่ความต่างศักย์ 7.36 โวลต์ แสดงดัง Table 1

Table 1 Comparative difference of temperature and maximum Voltage

ความเร็วลมร้อน	ΔT_{max} (°C)			V_{max}		
	15 cm	20 cm	25 cm	15 cm	20 cm	25 cm
5 ms ⁻¹	8	7	5	0.30	0.28	0.25
7.5 ms ⁻¹	108	93	81	4.14	3.54	3.37
10 ms ⁻¹	148	128	87	7.36	5.58	3.48

3.2 ผลการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับค่าอุณหภูมิของ แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก รุ่น TEC1-12706 อุณหภูมิสูงสุดในการทำงานคือ 138 °C จากผลการทดลองใน Table 2 พบว่าที่ระยะห่างของพัดลมดูดอากาศ 15 cm ความเร็วลมร้อนที่ 10 ms⁻¹ มีค่าความต่างศักย์สูงสุด คือ 7.36 V ซึ่งอุณหภูมิในการทำงานเกินค่าวิกฤติของอุปกรณ์ อาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ และส่งผลต่ออายุการใช้ของอุปกรณ์ จึงควร ใช้ระยะห่างของพัดลมดูดอากาศที่ 20 cm ความเร็วลมร้อนที่ 10 ms⁻¹ มีค่าความต่างศักย์สูงสุด คือ 5.58 V สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ใน Table 3 แสดงให้เห็นว่า การเกิดกระแสไฟฟ้าจะแปรตามการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันไฟฟ้า กล่าวคือ เมื่อค่าแรงดันไฟฟ้ามากขึ้น จะเกิดกระแสไฟฟ้าสูงขึ้นตามลำดับ

Table 2 Comparative of maximum temperature and maximum Voltage

ระยะห่าง	T _{max}	V _{max}		
		5 ms ⁻¹	7.5 ms ⁻¹	10 ms ⁻¹
15 cm	148	0.30	4.14	7.36
20 cm	128	0.28	3.54	5.58
25 cm	87	0.28	3.37	3.48

Table 3 Comparative of maximum Voltage and electric current

ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)	ค่ากระแสไฟฟ้า (mA)
3.01	0
3.13	7.3
3.30	8.6
3.13	7.7
3.15	7.6

3.3 ผลการทดลองหาค่าความแตกต่างของระดับความร้อนที่ระยะห่างของพัดลมดูดอากาศ 15 cm โดยการควบคุมความเร็วลมร้อน 5, 7.5 และ 10 ms⁻¹ ตามลำดับ พบว่า ความเร็วของลมร้อนที่ระดับ 10 ms⁻¹ มีความแตกต่างของระดับความร้อนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับระยะเวลาในการทำงาน แสดงดัง Figure 3 และยังมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด แสดงดัง Figure 4

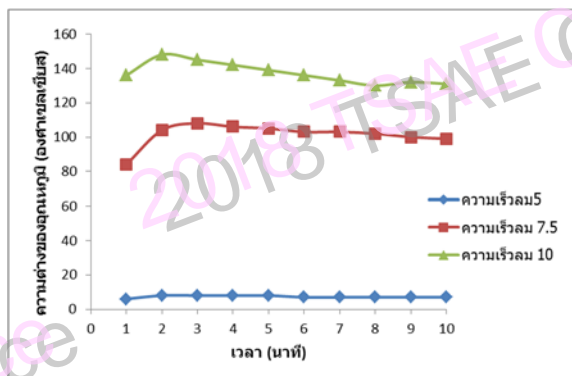


Figure 3 Comparative difference of temperature at distant 15 cm

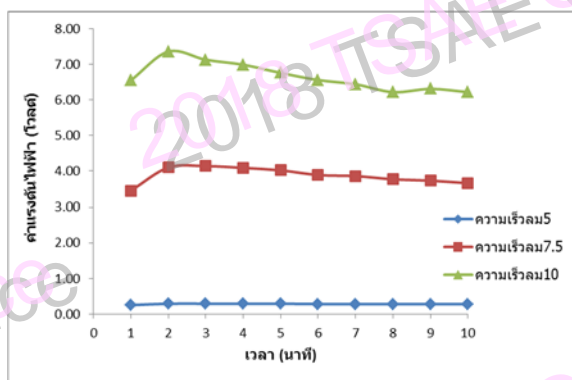


Figure 4 Comparative of maximum Voltage at distant 15 cm

3.4 ผลการทดลองหาค่าความแตกต่างของระดับความร้อนที่ระยะห่างของพัดลมดูดอากาศ 20 cm โดยการควบคุมความเร็วลมร้อน 5, 7.5 และ 10 ms⁻¹ ตามลำดับ พบว่า ความเร็วของลมร้อนที่ระดับ 10 ms⁻¹ มีความแตกต่างของระดับความร้อนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับระยะเวลาในการทำงาน แสดงดัง Figure 5 และยังมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด แสดงดัง Figure 6

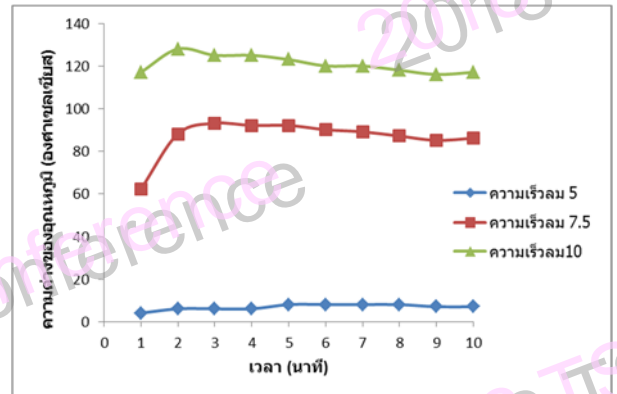


Figure 5 Comparative difference of temperature at distant 20 cm

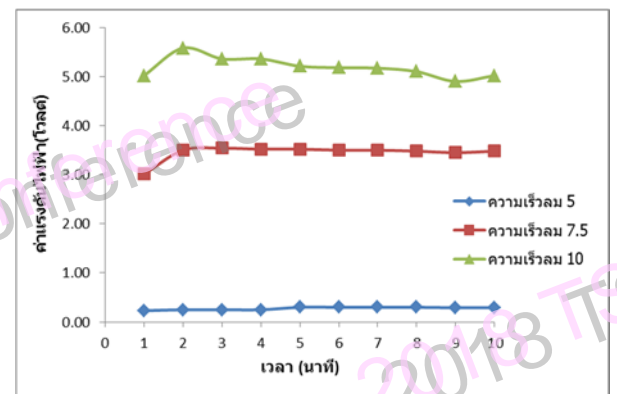


Figure 6 Comparative of maximum Voltage at distant 20 cm

3.5 ผลการทดลองหาค่าความแตกต่างของระดับความร้อนที่ระยะห่างของพัดลมดูดอากาศ 25 cm โดยการควบคุมความเร็วลมร้อน 5, 7.5 และ 10 ms⁻¹ ตามลำดับ พบว่า ความเร็วของลมร้อนที่ระดับ 10 ms⁻¹ มีความแตกต่างของระดับความร้อนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับระยะเวลาในการทำงาน แสดงดัง Figure 7 และยังมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด แสดงดัง Figure 8

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

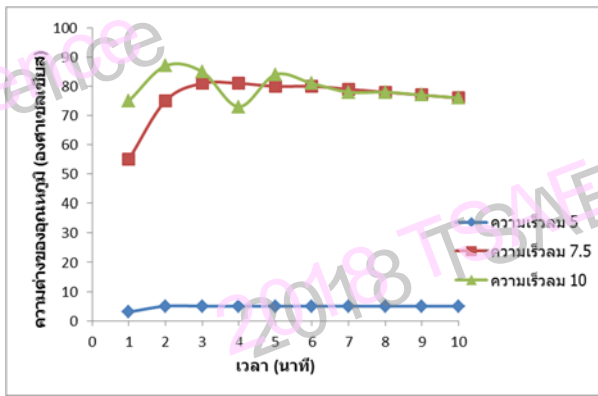


Figure 7 Comparative difference of temperature at distant 25 cm

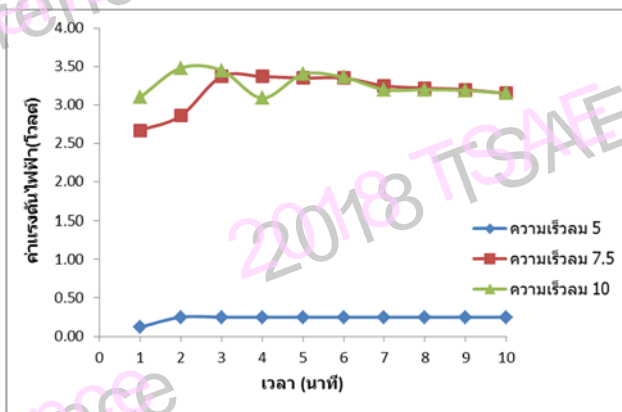


Figure 8 Comparative of maximum Voltage at distant 25 cm

4 สรุป

สถานะที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานไฟฟ้า คือ ความเร็วของลมร้อนที่ระดับ 10 ms⁻¹ ระยะทางของลมร้อนที่ระดับ 20 cm ความแตกต่างของระดับความร้อนที่ 128 °C จะได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ระดับ 5.58 v. โดยมีระยะเวลาให้ความร้อนต่อเนื่อง 10 min ในแต่ละรอบการผลิตที่อุณหภูมิไม่เกินค่าวิกฤติของอุปกรณ์ โดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตสามารถเก็บไว้ในอุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้า (power bank) ก่อนนำไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สำหรับความอนุเคราะห์สถานที่, สาธารณูปโภค, อุปกรณ์การทดลอง และความอนุเคราะห์อื่นๆ

6 เอกสารอ้างอิง

จุกฤต ปานขลิบ. 2557. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก.

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2

สมมาตร ละไข่มุข. 2556. การพัฒนาหลังคาโลหะประกอบเทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า. ปรินญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต(นวัตกรรมอาคาร) สาขานวัตกรรมอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์