View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Srinakharinwirot University: SWU e-Journals System

วารสารวิชาการ
อุตสาหกรรมศึกษา

URL : http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/issue/archive
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561
JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION, FACULTY OF EDUCATION, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY
Volume 12 No. 1 January – June 2018

การผลิตไฟฟ้าด้วยระบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนแบบปิดด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมครัวเรือน

Generating electricity of thermoelectric hybrid cooling system with waste cooking oil in cottage industry

ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์[1], ภุชงค์ จันทร์จิระ[1], ปิติพร รุจนเวชช์[2]
Pawatwong Bamroongkhan[1], Puchong Chanjira[1], Pitiporn Ruchanawet[2]

[1]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิทย 23 เขตวัฒนา กรุงเทพ 10110
[1]Faculty of Education, Srinakharinwirot Univetsity 114 Sukhumvit 23 Wattana Bangkok 10110
[2]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
[2]Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
126 Pracha-Uthit Road, Bangmod, Thungkru, Bangkok, 10140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการผลิตไฟฟ้าจากหน่วยประมวลผลกลางของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal computer) โดยการออกแบบระบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกเข้ากับระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้าจากเธอร์โมอิเล็กทริกที่ถ่ายเทความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริก จำนวน 1 โมดูล ทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป Furmark CPU burner ที่การควบคุมอุณหภูมิห้องอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส ในการทดลองการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางจะถ่ายเทมายังเธอร์โมอิเล็กทริกด้านร้อน ส่วนด้านเย็นของเธอร์โมอิเล็กทริกจะถูกระบายความร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว ด้วยการศึกษาระบบระบายความร้อน จากน้ำกลั่น น้ำยาหล่อเย็น และน้ำมันพืชเหลือทิ้ง จากการทดลองทำการควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนเฉลี่ย 100 องศาเซลเซียส พบว่า ระบบผสมผสานการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้งร่วมกับเธอร์โมอิเล็กทริก

ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)

ให้กำลังไฟฟ้า 2.02 วัตต์ ประสิทธิภาพ 2.04% ที่ผลต่างอุณหภูมิเฉลี่ย 61 องศาเซลเซียส ชี้ให้เห็นว่าที่การควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนคงที่ ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้งสามารถเป็นทางเลือกสำหรับการผลิตไฟฟ้าได้ และเมื่อวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากหน่วยประมวลผลกลางของการผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง จะให้ระยะเวลาคืนทุน 1.11 ปี

คำสำคัญ : เธอร์โมอิเล็กทริก, ประสิทธิภาพ, ผลต่างอุณหภูมิ, หน่วยประมวลผลกลาง, น้ำมันพืชเหลือทิ้ง

Abstract

This research were to produce electricity from the through of the personal computer by used thermally integrated system with a liquid cooling system. In order to obtain the electrical energy from the thermoelectric 1 module heat transfer through Furmark CPU burner software at room temperature control at 25 ° C in the heat transfer experiment from the processor. The heat was transferred to the thermoelectric. Thermoelectric cooling was cooled by a heat exchanger in combination with a liquid cooling system. Study distilled water, coolant water and waste vegetable oil. With an average temperature of 100 ° C, the average heat and waste vegetable oil system combined with thermoelectric generate 2.02W of power, 2.04% efficiency at an average temperature difference of 61 ° C pointing out that constant temperature control. The waste vegetable oil extraction system can be an alternative for electricity generation. When the payback period, the system of power generation from the central processing unit of the thermoelectric mixture together with the waste vegetable oil cooling system. The payback period is 1.11 years.

Keywords: Thermoelectric, Efficiency, Temperature difference, Processor, Waste Vegetable Oil

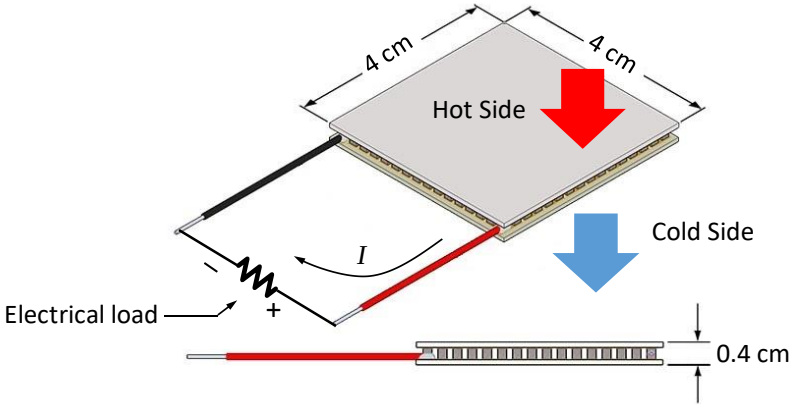
บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งของการดำรงชีพซึ่งความต้องการในการใช้พลังงานนั้นยังมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นพลังงานที่ได้จากแก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน รวมถึงน้ำมันเป็นต้น ซึ่งพลังงานในบางประเภทก็อาจจะกำลังหมดไป อันเนื่องมาจากปัญหาในปัจจุบันได้นำพลังงานมาใช้สำหรับรถยนต์ เครื่องจักร หรือสำหรับใช้ในการทำงานต่างๆ(Dang C., 2016) ดังนั้นจากปัญหาของพลังงานที่กำลังจะหมดไปนี้ ทำให้เกิดการสร้างพลังงานทดแทนขึ้นเพื่อนำมาทดแทนพลังงานที่กำลังจะหมดไป ซึ่งหนึ่งในพลังงานทดแทนที่เกิดขึ้นมาจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีพลังงาน “เทคโนโลยีเธอร์โมอิเล็กทริก” เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นเทคโนโลยีพลังงานทดแทนได้ โดยการแปรผันตรงจากพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเรียกว่า ปรากฏการณ์ซีเบ็ค (Seebeck effect) และจัดเป็นพลังงานทางเลือกที่สะอาด (Moecke E.H.S., 2016) เทคโนโลยีเธอร์โมอิเล็กทริก(TEG) นั้นไม่ใช่แนวทางที่ให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูง อย่างไรก็ตาม กระแสไฟฟ้าที่ได้จากความร้อน เป็นสิ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาวัสดุหรือเทคนิควิธีการที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง(Serafy C., 2016) ซึ่งในปัจจุบันข้อจำกัดของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเทคโนโลยีเธอร์โมอิเล็กทริกไม่ได้ขึ้นอยู่ที่แผ่นโมดูลเธอร์โมอิเล็กทริกเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับการดูดซับความร้อนทางด้านร้อนที่เธอร์โมอิเล็กทริกได้รับและการระบายความร้อนให้กับด้านเย็นของเธอร์โมอิเล็กทริก(Al-Rashed M.H., 2016) ซึ่งในปัจจุบันของเหลวที่นำมาใช้สำหรับการระบายความร้อนให้กับด้านเย็นของเธอร์โมอิเล็กทริกนั้นมีราคาต้นทุนที่สูง อาทิเช่น น้ำยาหล่อเย็น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเกิดแนวคิดเพื่อศึกษาระบบระบายความร้อนในรูปแบบการผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้ได้จากของเหลือทิ้งในครัวเรือนทั่วไป โดยความร้อนที่จะทำมาแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกนั้นก็ต้องอยู่ภายในครัวเรือนเช่นกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ความร้อนจากหน่วยประมวลผลกลาง(CPU) จากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาเป็นแหล่งความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกด้านร้อน เพื่อให้การผลิตไฟฟ้าเกิดประสิทธิภาพสูงและเป็นทางเลือกต้นทุนต่ำทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาออกแบบระบบระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้งสำหรับเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกนำมาใช้ในครัวเรือน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เธอร์โมอิเล็กทริกโมดูลเป็นเทคโนโลยีที่อาศัยหลักการปรากฏการณ์ซีเบ็ค (Seebeck Effect) ซึ่งถูกนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งหลักการทำงาน เมื่ออุณหภูมิของทั้งสองด้านของโมดูลเกิดผลต่างอุณหภูมิ ดังภาพประกอบที่ 1 โดยที่ด้านบนมีอุณหภูมิสูงกว่ากระตุ้นให้พาหะข้างมากบริเวณนั้นมีพลังงานสูงตาม พาหะข้างมากจะถ่ายเทลงมาด้านล่างที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยพาหะข้างมากอิเล็กตรอนของชนิดเอ็น (N – type) จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในทิศสวนทางขึ้นด้านบน และพาหะโฮลของชนิดพี (P – type) จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียวกันลงด้านล่าง เมื่อสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและพีเมื่อมีโลหะที่นำไฟฟ้ามาเชื่อมจุดต่อเข้าด้วยกันจะเกิดเป็นวงจรปิด กระแสไฟฟ้าจะไหลได้ครบวงจรในทิศตามเข็มนาฬิกาและหากเกิดผลต่างอุณหภูมิทั้งสองด้านมากขึ้นหรือมีค่าสัมประสิทธิ์ซีเบ็คมากการแปรผันตรงของการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นสูงตาม(Casano G., 2011)

ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)



ภาพประกอบ 1 เธอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

จากภาพประกอบที่ 1 การคำนวณประสิทธิภาพการแปลงพลังงานเชิงทฤษฎีของเธอร์โมอิเล็กทริก จากการเปลี่ยนความร้อนเป็นไฟฟ้า พิจารณาด้วยผลต่างของอุณหภูมิเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังสมการที่ 1 (Lersatitthanakorn C., 2007) ต่อไปนี้

$$\eta_{TEG} = \eta_c \frac{M-1}{M+\left(\frac{T_{cold}}{T_{hot}}\right)} \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ

η_{TEG} คือ ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานเชิงทฤษฎีของเธอร์โมอิเล็กทริกสำหรับการผลิตไฟฟ้า

η_c คือ ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรคาร์โนต์

T_{cold} คือ อุณหภูมิทางด้านเย็นของเธอร์โมอิเล็กทริก, K

T_{hot} คือ อุณหภูมิทางด้านร้อนของเธอร์โมอิเล็กทริก, K

ซึ่ง M สามารถหาได้จากสมการที่ 2

$$M = \sqrt{1+ZT_m} \quad \text{.....(2)}$$

โดยค่าของ Z เป็นคุณสมบัติของเธอร์โมอิเล็กทริกมีค่าเท่ากับ 1.73×10^{-3} K^{-1} หาได้จากสมการที่ 3 (Jung C., 2013)

$$Z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\lambda} \quad \text{.....(3)}$$

เมื่อ

α คือ สัมประสิทธิ์ซีเบค, V/K

σ คือ สภาพนำไฟฟ้าของวัสดุ, $A/V \cdot m$

λ คือ สภาพนำความร้อนของวัสดุ, $W/m \cdot K$

และค่า T_m คือค่าเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิด้านร้อนและด้านเย็นของเธอร์โมอิเล็กทริกหาได้จากสมการที่ 4

$$T_m = 0.5\left(T_{hot} - T_{cold}\right) \quad \text{.....(4)}$$

จากสมการที่ 1 ประสิทธิภาพทางคาร์โนต์หาได้จากสมการที่ 5

ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)

$$\eta_c = \frac{T_{hot} - T_{cold}}{T_{hot}} \qquad \text{.....(5)}$$

จากสมการที่ 5 ประสิทธิภาพทางคาร์โนต์ คือประสิทธิภาพเชิงความร้อนของกลจักรความร้อนใดๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบย้อนกลับได้หรือย้อนกลับไม่ได้ก็ตาม โดยขึ้นกับอุณหภูมิองศาสัมบูรณ์ของแหล่งความร้อนในที่นี้คือ แหล่งความร้อนที่ได้จากหน่วยประมวลผลกลางของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ด้วยแนวคิดของงานวิจัยต้องการนำทางเลือกสำหรับการระบายความร้อนที่ต้นทุนต่ำ มาใช้ร่วมกับเธอร์โมอิเล็กทริกจึงได้วิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการลงทุนเพื่อทราบถึงระยะเวลาคืนทุน(Payback period) โดยหาค่าจากสมการที่ 6

$$\mathrm{P} = \mathrm{B}\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right] \qquad \text{.....(6)}$$

โดยที่

P คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบผลิตไฟฟ้าเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว

B คือ ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้

i คือ อัตราดอกเบี้ยคิดที่ 8 %

n คือ ระยะเวลาคืนทุน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระบบระบายความร้อนของหน่วยประมวลผลกลางด้วยระบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำกลั่น น้ำหล่อเย็นและน้ำมันพืชเหลือทิ้ง
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำกลั่น น้ำยาหล่อเย็น และน้ำมันพืชเหลือทิ้ง

ความสำคัญของการวิจัย

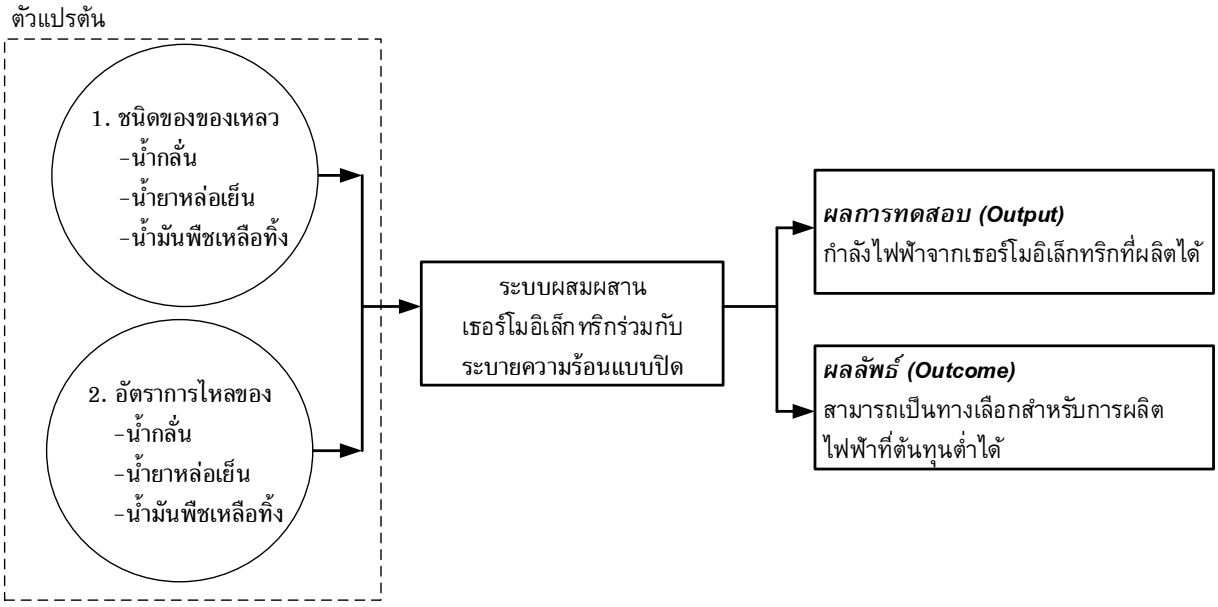
เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบและสร้างระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้าจากเธอร์โมอิเล็กทริก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวต้นทุนต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตการวิจัย

1. ทำการศึกษาผ่านแผงวงจรควบคุมหลักที่รองรับหน่วยประมวลผลกลางของ Intel เท่านั้น
2. ศึกษาของเหลวที่ใช้กลับระบบระบายความร้อน ได้แก่ น้ำกลั่น น้ำยาหล่อเย็น และน้ำมันพืชเหลือทิ้ง
3. กำหนดใช้ปั๊มขับของเหลวที่กำลังไฟฟ้า 0.5 ถึง 5 วัตต์
4. กำหนดใช้เธอร์โมอิเล็กทริกโมดูลรุ่น TEG1-12610-4.3 จำนวน 1 โมดูล

ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

การผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้งจากแหล่งความร้อนหน่วยประมวลผลกลางสามารถผลิตไฟฟ้าและเป็นรูปแบบระบบทางเลือกสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพของเธอร์โมอิเล็กทริก

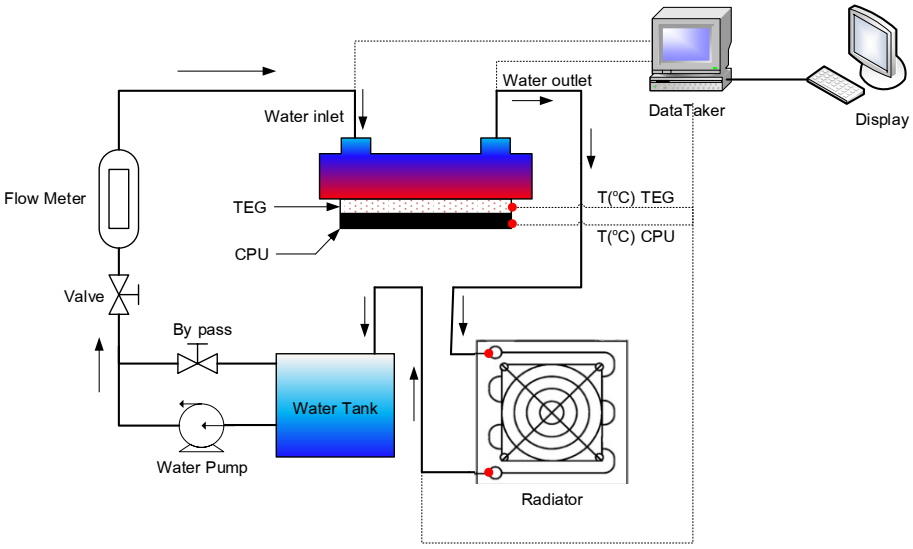
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและอุปกรณ์การทดลอง

ในการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัสดุอุปกรณ์และออกแบบระบบการทดลอง ดังภาพประกอบที่ 3 โดยมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

- ถังพักของเหลว (Water Tank) ความจุ 80 มิลลิลิตร จำนวน 1 ถัง
- ปั๊มน้ำ (Water pump) อัตราการไหล 450 ลิตรต่อชั่วโมง กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 4.5 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (บล็อกน้ำ) วัสดุทองแดง ขนาด 52x52x11.5 มิลลิเมตร(กว้างxยาวxสูง)
- หม้อน้ำ (Radiator) ขนาด ขนาด: 156x250x32 มิลลิเมตร(กว้างxยาวxสูง)
- เครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Data Taker)
- เธอร์โมอิเล็กทริกโมดูล รุ่น TEG1-12610-4.3 จำนวน 1 โมดูล
- ท่อยางระบายของเหลว เส้นผ่านศูนย์กลาง 11 มิลลิเมตร
- เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ช่วงวัดอุณหภูมิ -10 ถึง 400
- เครื่องวัดทางไฟฟ้าแบบดิจิตอล

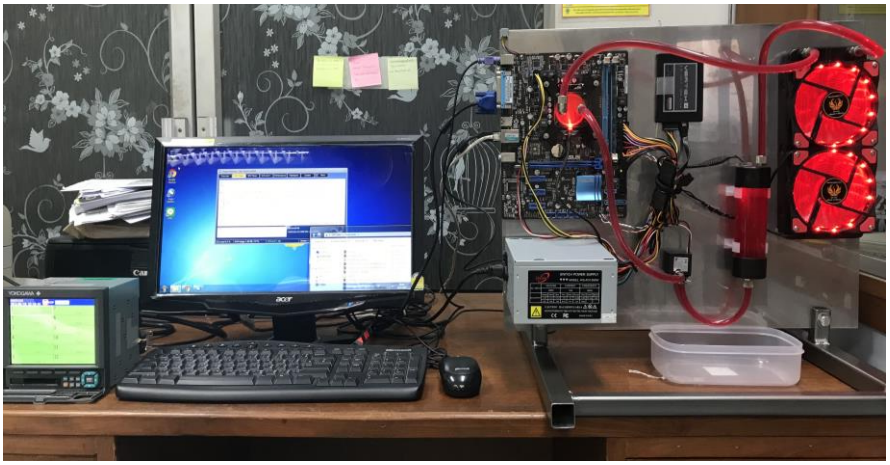
ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)



ภาพประกอบ 3 ระบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยของเหลว

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นดำเนินการทดลอง

จากภาพประกอบที่ 3 ทำการทดลอง เริ่มตอนจากการนำของเหลวชนิดที่ 1 คือ น้ำกลั่น มาทดลองใส่ในระบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อน โดยกำหนดอุณหภูมิจากซอฟแวร์ของคอมพิวเตอร์ให้หน่วยประมวลผลกลางทำงานเต็มประสิทธิภาพส่งผลให้อุณหภูมิของหน่วยประมวลผลกลางเกิดการถ่ายเทความร้อนมายังเธอร์โมอิเล็กทริกที่อุณหภูมิด้านร้อนของเธอร์โมอิเล็กทริกได้รับเฉลี่ย 100 องศาเซลเซียส ส่วนด้านเย็นของเธอร์โมอิเล็กทริกแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (บล็อกน้ำ) ที่การนำความร้อนด้วยน้ำกลั่น โดยกำหนดทิศทางการไหลของน้ำกลั่นดังภาพประกอบที่ 3 ซึ่งใช้เวลาทดลอง 30 นาที ทดสอบซ้ำ 5 ครั้ง ที่การปรับเปลี่ยนอัตราการไหล 100 200 300 400 และ 450 ลิตรต่อชั่วโมง ด้วยการวัดผ่าน Flow Mater จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลผลต่างอุณหภูมิ ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ของเธอร์โมอิเล็กทริก รวมถึงอุณหภูมิของหน่วยประมวลผลกลาง หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนของเหลวชนิดที่ 2 และ 3 คือน้ำยาหล่อเย็นและน้ำมันพืชเหลือทิ้ง ตามลำดับมาทดลองใส่ในระบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อน โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองของเหลวชนิดที่ 1 ดังภาพประกอบที่ 4

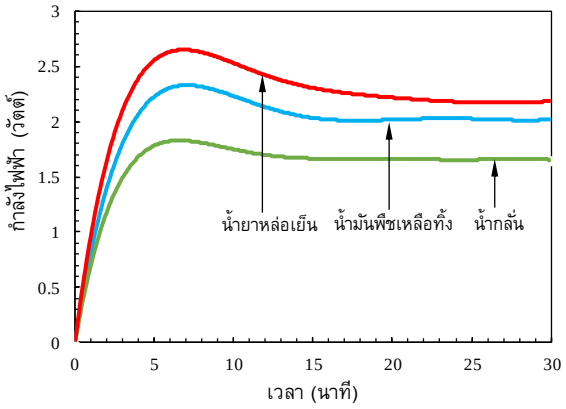


*ภาพประกอบ 4 ระบบการทดลองจริงของการผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับ*ระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวทั้ง 3 ชนิด

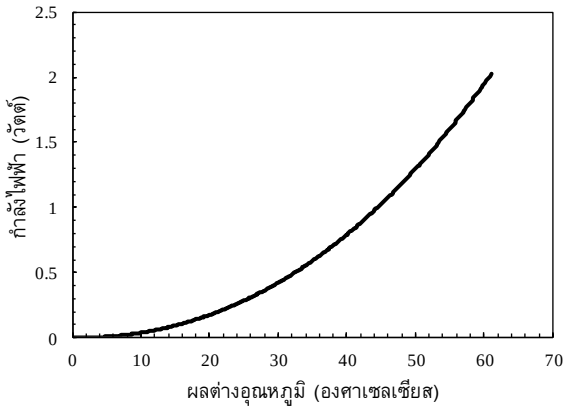
ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)

ผลการวิจัย

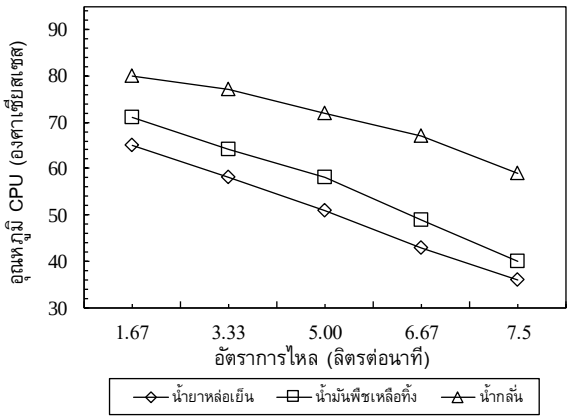
จากการทดสอบระบบการผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวทั้ง 3 ชนิด พร้อมกับการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของของเหลว ซึ่งควบคุมอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนเธอร์โมอิเล็กทริกเฉลี่ยที่ 100 องศาเซลเซียส บันทึกผลการทดลองทุก 1 วินาที ส่งผลให้การทดลองได้ดังภาพประกอบที่ 5 ถึง 11



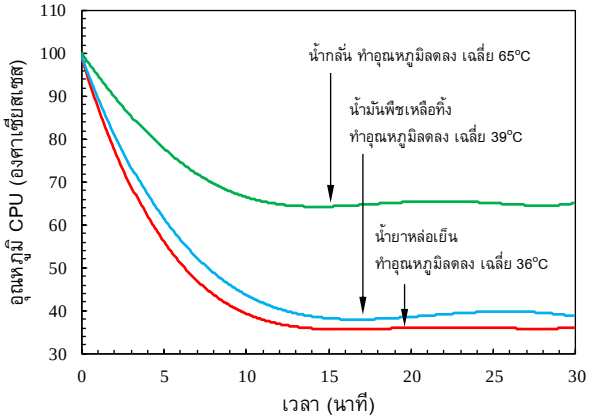
ภาพประกอบ 5 กำลังไฟฟ้า TEG เทียบกับเวลาทดลองของการระบายความร้อนด้วยของเหลวทั้ง 3 ชนิด



ภาพประกอบ 6 กำลังไฟฟ้า TEG เทียบกับผลต่างอุณหภูมิที่การระบบความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง

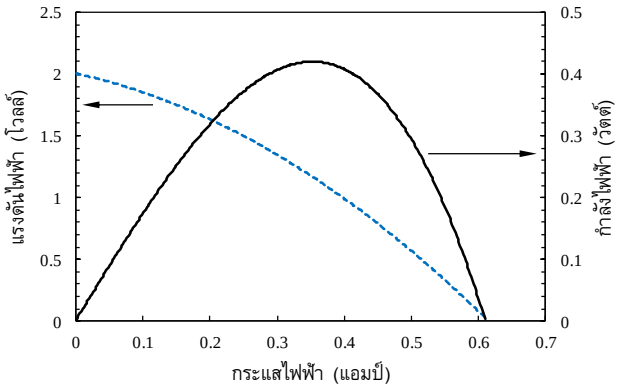


ภาพประกอบ 7 อุณหภูมิ CPU เทียบกับการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของของเหลว 3 ชนิด

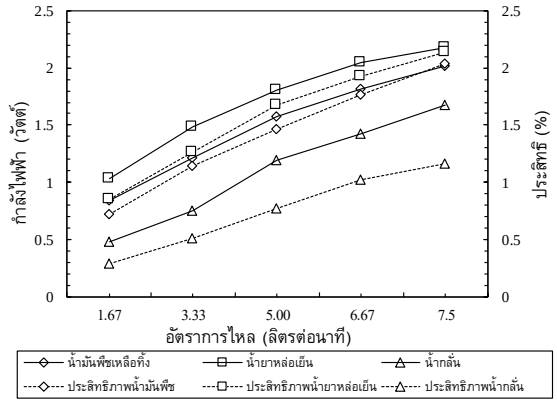


ภาพประกอบ 8 อุณหภูมิ CPU เทียบกับเวลาทดลองที่อัตราการไหล 7.5 ลิตรต่อนาทีของของเหลว 3 ชนิด

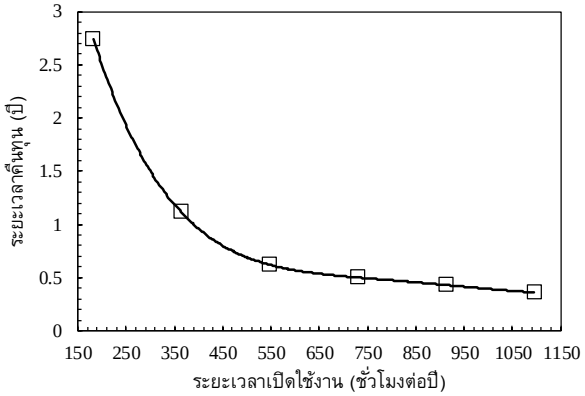
ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)



ภาพประกอบ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเทียบกับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง



ภาพประกอบ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเทียบกับอัตราการไหลของของเหลวกับประสิทธิภาพ



ภาพประกอบ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงระยะเวลาเปิดใช้งานกับระยะเวลาคืนทุนของระบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า การทดลองนำของเหลว น้ำกลั่น น้ำมันพืชเหลือทิ้งและน้ำยาหล่อเย็น มาแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกด้านเย็น ที่การกำหนดอัตราการไหลของของเหลวคงที่ 7.5 ลิตรต่อนาที ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าคงที่เฉลี่ยอยู่ที่ 1.67 วัตต์ 2.02 วัตต์ และ 2.18 วัตต์ ตามลำดับ ดังภาพประกอบที่ 5 ซึ่งเมื่อหากพิจารณาของการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง พบว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เธอร์โมอิเล็กทริกผลิตได้อยู่ที่ 2.0 วัตต์ ที่ผลต่างอุณหภูมิ 61 องศาเซลเซียส ดังภาพประกอบที่ 6 ส่งผลให้เมื่อนำของเหลวทั้ง 3 ชนิด มาเปรียบเทียบ พบว่าที่อัตราการไหลของของเหลวนั้นส่งผลต่อการลดลงของความร้อน CPU โดยน้ำกลั่น น้ำยาหล่อเย็น และน้ำมันพืชเหลือทิ้ง ที่อัตราการไหล 7.5 ลิตรต่อนาที ทำให้ความร้อน CPU ลดลงเฉลี่ยอยู่ที่ 65 39 และ 36 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังภาพประกอบที่ 8 เมื่อพิจารณาถึงการนำน้ำมันพืชเหลือทิ้งมาแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกที่โหลดสูงสุดร่วมกับการระบายความร้อนให้กับหน่วยประมวลผลกลาง จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 0.55 วัตต์ ที่ 1.41 โวลต์ และ 0.39 แอมป์ ดังภาพประกอบที่ 9 จากการทดสอบการระบายความร้อนด้วยของเหลวต่างชนิด มาพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพต่อกำลังไฟฟ้ากับอัตราการไหลที่แตกต่างกัน พบว่า การระบายความร้อนด้วยน้ำกลั่นจะให้กำลังไฟฟ้าที่ 1.67 วัตต์ ประสิทธิภาพที่ได้ 1.16% ผลต่างอุณหภูมิเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียส ส่วนการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง กำลังไฟฟ้าที่ได้ 2.02 วัตต์ ประสิทธิภาพอยู่ที่ 2.04% ผลต่างอุณหภูมิเฉลี่ย 61 องศาเซลเซียส และการระบายความร้อนด้วยน้ำยาหล่อเย็น กำลังไฟฟ้าที่ได้ 2.18 วัตต์ ประสิทธิภาพอยู่ที่ 2.14% ผลต่าง

อุณหภูมิเฉลี่ย 65 องศาเซลเซียส โดยเมื่อพิจารณาผลการทดลองที่เกิดขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งขึ้นถึงความเป็นไปได้ของทางเลือกการนำน้ำมันพืชเหลือทิ้ง มาแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกและลดความร้อนให้กับหน่วยประมวลผลกลาง หากต้องนำระบบมาใช้งานจะได้ระยะเวลาคืนทุน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับราคาถ่านชาร์จ โดยใช้ถ่านชาร์จขนาด 3.7 โวลต์ ความจุกระแสไฟ 6,800 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง จำนวน 1 ก้อน โดยคิดระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนในการซื้อถ่านชาร์จขนาด 3.7 โวลต์ ความจุกระแสไฟ 6,800 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง ซึ่งถ่านมีราคาก้อนละ 80 บาท เปิดใช้งานเป็นระยะเวลาเฉลี่ย 5 ชั่วโมง ซึ่งคิดเป็น 16 บาทต่อชม. โดยพิจารณาอัตราดอกเบี้ย 8% ผลประเมินการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าระยะคืนทุนนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการใช้งานของระบบ เมื่อคิดค่าความร้อนจาก CPU ที่เธอร์โมอิเล็กทริกได้รับสามารถผลิตไฟฟ้าใน 1 ชั่วโมงต่อวัน จะมีระยะเวลาคืนทุน 1.11 ปี แต่เมื่อใช้งานในระยะเวลาที่มากขึ้นต่อวันจะทำให้ระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้น ดังภาพประกอบที่ 11

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาทดลองระบบผสมผสานเธอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยของเหลวทั้ง 3 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบที่ความร้อนคงที่ ที่เธอร์โมอิเล็กทริกได้รับ และการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของของเหลวของแต่ละชนิด ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ดังข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหลือทิ้ง สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกในการผลิตไฟฟ้าได้ และส่งผลให้ความร้อนของหน่วยประมวลผลกลางมีความร้อนที่ลดลง เมื่อนำไปพิจารณาระยะเวลาคืนทุนด้วยต้นทุนต่ำที่นำน้ำมันพืชเหลือทิ้งในครัวเรือนมาใช้เกิดประโยชน์ สามารถนำไปพัฒนาและเป็นรูปแบบระบบทางเลือกสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกได้

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าของเธอร์โมอิเล็กทริกเพื่อพัฒนาต่อการใช้งานในระบบแสงสว่างหรือระบบชาร์จไฟฟ้าได้ อันจะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพของการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับการผสมผสานร่วมกับเทคโนโลยีสำหรับด้านอื่นได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุนวิจัยเงินรายได้ประเภทการวิจัยมุ่งเป้า ประจำปีงบประมาณ 2560 เลขที่สัญญาทุน 501/2560 ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้ ทำให้โครงการดำเนินการได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

Dang, C., Jia, L., and Lu, Q., 2017, "Investigation on Thermal Design of a Rack with the Pulsating Heat Pipe for Cooling CPUs", Applied Thermal Engineering, Vol. 110, No., pp. 390-398.

Moecke, E.H.S., Feller, R., Santos, H.A.d., Machado, M.d.M., Cubas, A.L.V., Dutra, A.R.d.A., Santos, L.L.V., and Soares, S.R., 2016, "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil for Use as Fuel in Artisanal Fishing Boats: Integrating Environmental, Economic and Social Aspects", Journal of Cleaner Production, Vol. 135, No., pp. 679-688.

Serafy, C., Bar-Cohen, A., Srivastava, A., and Yeung, D., 2016, "Unlocking the True Potential of 3-D CPUs with Microfluidic Cooling", IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Vol. 24, No. 4, pp. 1515-1523.

Al-Rashed, M.H., Dzido, G., KorpyŚ, M., Smołka, J., and Wójcik, J., 2016, "Investigation on the CPU Nanofluid Cooling", Microelectronics Reliability, Vol. 63, No., pp. 159-165.

Moecke, E.H.S., Feller, R., Santos, H.A.d., Machado, M.d.M., Cubas, A.L.V., Dutra, A.R.d.A., Santos, L.L.V., and Soares, S.R., 2016, "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil for Use as Fuel in Artisanal Fishing Boats: Integrating Environmental, Economic and Social Aspects", Journal of Cleaner Production, Vol. 135, No., pp. 679-688.

Serafy, C., Yang, Z., Srivastava, A., Hu, Y., and Joshi, Y., 2016, "Thermoelectric Codesign of 3-D CPUs and Embedded Microfluidic Pin-Fin Heatsinks", IEEE Design & Test, Vol. 33, No. 2, pp. 40-48.

Hu, H.M., Ge, T.S., Dai, Y.J., and Wang, R.Z., 2016, "Experimental Study on Water-Cooled Thermoelectric Cooler for CPU under Severe Environment", International Journal of Refrigeration, Vol. 62, No., pp. 30-38.

Liu, D., Zhao, F.-Y., Yang, H.-X., and Tang, G.-F., 2015, "Thermoelectric Mini Cooler Coupled with Micro Thermosiphon for CPU Cooling System", Energy, Vol. 83, No., pp. 29-36.

Haywood, A.M., Sherbeck, J., Phelan, P., Varsamopoulos, G., and Gupta, S.K.S., 2015, "The Relationship among CPU Utilization, Temperature, and Thermal Power for Waste Heat Utilization", Energy Conversion and Management, Vol. 95, No., pp. 297-303.

Nur H., Reza F. and Mamat R., 2015, “Personal Computer Temperature Control Using PID Control Based Liquid Cooling System”, IEEE International Conference on Automation, pp. 169-171

Nazari, M., Karami, M., and Ashouri, M., 2014, "Comparing the Thermal Performance of Water, Ethylene Glycol, Alumina and Cnt Nanofluids in CPU Cooling: Experimental Study", Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 57, No., pp. 371-377.

O'Shaughnessy S.M., Deasya M.J., Doyle J.V., Robinsona A.J., 2014, “Field trial testing of an electricity-producing portable biomass cooking stove in rural Malawi,” Energy for Sustainable Development, Vol. 1, No. 1, pp. 1-10

Jung, C., 2013, “Thermoelectric transformation and illuminative performance analysis of a novel LED-MGVC device,”International Journal of Communications in Heat and Mass Transfer, Vol. 48, pp. 80-85.

Whelan, B.P., Kempers, R., and Robinson, A.J., 2012, "A Liquid-Based System for CPU Cooling Implementing a Jet Array Impingement Waterblock and a Tube Array Remote Heat Exchanger", Applied Thermal Engineering, Vol. 39, No., pp. 86-94.

Mayumi O., Yoshiyuki A., Masato F., Haruhiko O. and Yasuhisa S., 2012, “Thermal Management Systems for Data Centers with Liquid Cooling Technique of CPU”, 13th IEEE ITHERM Conference, pp. 790-797.

Choi, J., Jeong, M., Yoo, J., and Seo, M., 2012, "A New CPU Cooler Design Based on an Active Cooling Heatsink Combined with Heat Pipes", Applied Thermal Engineering, Vol. 44, No., pp. 50-56.

Casano, G., Piva, S., (2011), Experimental investigation of the performance of a thermoelectric generator based on Peltier cells, Experimental Thermal and Fluid Science ,vol.35,pp. 660-669.

ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์, ภุชงค์ จันทร์จิระ, ปิติพร รุจนเวชช์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 (74 - 85)

Lersatitthanakorn C., 2007, “Electrical performance analysis and economic evaluation of combinedbiomass cook stove thermoelectric (BITE) generator,”Bioresource Technology, Vol. 98, pp. 1670-1674.