

การอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้ความร้อนทิ้งจากไอเสีย Battery Charging by Thermoelectric using Waste Heat from Exhaust Gas

กิตติ นิลผึ่ง^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ 19/1 ถนนเพชรเกษม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160
*ติดต่อ: nilpueng@yahoo.com, 028074500, 028074528

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนทิ้งจากท่อไอเสียรถยนต์ เทอร์โมอิเล็กทริก (รุ่น TEC1-12709 90 W) จำนวน 6 ตัวซึ่งต่ออนุกรมกันได้ถูกนำมาใช้ในการทดสอบ ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกถูกติดตั้งที่ท่อร่วมไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Champ ชุดระบายความร้อนถูกติดตั้งด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อระบายความร้อนออกจากเทอร์โมอิเล็กทริก ขนาดของครีบบระบายความร้อนที่ใช้ในการทดสอบคือความกว้าง 50 mm ความยาว 62 mm และความกว้าง 105 mm ยาว 130 mm แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมอิเล็กทริกได้ถูกปรับเพิ่มด้วยวงจรปรับแรงดันไฟฟ้าก่อนอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือขนาด 3.7 โวลต์, 950 mAh และ 3.5 Wh การทดสอบได้ดำเนินการขณะรถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 km/h, 40 km/h และ 60 km/h โดยมีความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1000-2500 รอบต่อนาที ผลการทดลองพบว่าเมื่อความเร็วของรถยนต์เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองขณะที่รถยนต์อยู่นิ่งพบว่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 64.6 %, 89.2 % และ 97.8 % สำหรับความเร็ว 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ครีบบระบายความร้อนมีผลให้แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าเพิ่มขึ้น

คำหลัก: แบตเตอรี่/ เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล/ ปรากฏการณ์เพลเทียร์/ แรงดันไฟฟ้า/ กำลังไฟฟ้า

Abstract

The paper studies the generating of electricity by thermoelectric using waste heat from exhaust gas. Six thermoelectric (TEC1-12709 136 W) which are serially connected are used in the experiment. The hot side of thermoelectric is attached with the exhaust pipe junction of gasoline engine (Mitsubishi Champ). Heat sinks are installed at the cold side of thermoelectric to reject heat from thermoelectric. Dimension of Heat sinks are 50 mm x 62 mm and 105 mm x 130 mm. Voltage obtained from thermoelectric step up by DC converter circuit and charge into 3.7 V, 950 mAh and 3.5 Wh mobile phone battery. The test runs are done at velocity 20 km/h, 40 km/h and 60 km/h with engine revolution between 1000-2500 rpm. The experimental results show that the voltage and electrical power is increased as increasing the automobile velocity. When compared to the stop case, the voltage is increased by 64.6 %, 89.2 % and 97.8 % for automobile velocity of 20 km/h, 40 km/h and 60 km/h, respectively. Also, the variation of heat sink area results in the increase of voltage, electrical power and thermoelectric efficiency.

Keywords: Battery / Thermoelectric module/ Peltier effect / Voltage/ Electrical power

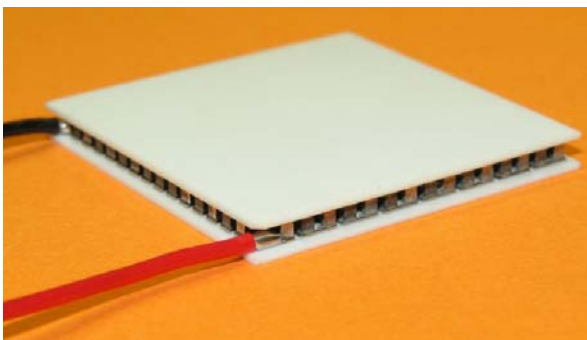
1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าถือเป็นแหล่งพลังงานที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดย

แหล่งเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าคือ ถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไปจึงส่งผลให้ปริมาณของเชื้อเพลิงที่มีอยู่ลดลง และ

มีราคาที่สูงขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงยังก่อให้เกิดก๊าซไอเสียและก๊าซเรือนกระจกซึ่งส่งผลให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม และนำไปสู่ภาวะโลกร้อน ด้วยเหตุผลดังกล่าวหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องจึงได้หาแนวทางแก้ไขวิกฤติพลังงานโดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทางหลักคือการหาแหล่งพลังงานทดแทน เช่น พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำและพลังงานก๊าซชีวภาพ อีกแนวทางหนึ่งคือการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดเช่น การพัฒนาอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงหรือการนำความร้อนที่นำกลับมาใช้ใหม่

เทอร์โมอิเล็กทริกเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้โดยตรงจากพลังงานความร้อน โดยในปี ค.ศ. 1821 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน Thomas Seebeck ได้ทำการศึกษาและพบว่าเมื่อนำขดลวดโลหะ 2 เส้นที่ทำด้วยโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ถ้าปลายจุดต่อทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรขดลวดทั้งสอง จากหลักการดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนานำเอาปลายของสารกึ่งตัวนำต่างกันสองชนิดมาเชื่อมต่อกันและกระตุ้นจุดเชื่อมทั้งสองข้างด้วยความร้อนและความเย็น ส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้า ในทางกลับกันเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าไหลผ่านวัสดุกึ่งตัวนำจะทำให้ไอเล็กตรอนเคลื่อนที่จากพลังงานระดับต่ำสู่ระดับสูง ส่งผลให้ด้านหนึ่งดูดความร้อน (ความเย็น) และอีกด้านหนึ่งคายความร้อนออก อุปกรณ์ดังกล่าวถูกเรียกว่าเทอร์โมอิเล็กทริกดังแสดงในรูปที่ 1 เทอร์โมอิเล็กทริกมีข้อดีคือไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว เจียบ ขนาดเล็กและไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม[1-2] งานวิจัยนี้จึงได้มีแนวคิดในการศึกษาการนำความร้อนทิ้งจากไอเสียรถยนต์มาเป็นแหล่งพลังงานสำหรับผลิตไฟฟ้ากระแสตรงและใช้ประโยชน์ในการอัดประจุแบตเตอรี่



รูปที่ 1 ลักษณะภายนอกของเทอร์โมอิเล็กทริก [3]

โดยในอดีตได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกและการประยุกต์ใช้ความร้อนทิ้งกับเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อผลิตไฟฟ้าดังนี้ Rida et al. [4] ได้ศึกษาการผลิตกำลังไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยความร้อนทิ้งจากเตาไฟ โดยในการทดสอบเทอร์โมอิเล็กทริกด้านหนึ่งถูกติดกับผนังเตาและอีกด้านหนึ่งถูกระบายความร้อนโดยใช้ครีระบายความร้อนที่ไม่มีพัดลม ผลการทดลองพบว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้เท่ากับ 4.2 W สำหรับเทอร์โมอิเล็กทริก 1 ตัว และการใช้เทอร์โมอิเล็กทริกหลายตัวกับครีระบายความร้อนชุดเดียวส่งผลให้กำลังงานที่ได้ลดลง นพพรและคณะ [5] ได้ศึกษาการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกจากความร้อนทิ้งของเครื่องปรับอากาศและตัวทำความร้อน แห่ความร้อนที่ใช้มีค่าต่ำกว่า 100 °C เทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้ทดสอบจำนวน 12 ตัว ผลการทดลองพบว่าความร้อนจากคอนเดนเซอร์ที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 2.1 วัตต์ และความร้อนจากตัวทำความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 4.05 วัตต์ และสามารถนำไปอัดประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ได้ Xing Niu et al. [6] ได้ศึกษาการนำความร้อนทิ้งจากแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก อุณหภูมิของแหล่งความร้อนอยู่ระหว่าง 60-150°C เขาได้นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิด้านร้อนและเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก อัตราการไหลของของไหล กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพการทำงาน ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกและอัตราการไหลของของไหลจะมีผลกระทบต่อกำลังงานและประสิทธิภาพการทำงาน Xiaolong et al. [7] ได้ศึกษาเชิงทดลองและการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยความร้อนทิ้งที่มีอุณหภูมิระหว่าง 313 K - 353 K การระบายความร้อนทำได้โดยการระบายความร้อนโดยธรรมชาติ ผลการทดลองและการทำนายเชิงทฤษฎีได้ถูกเปรียบเทียบ ผลการศึกษาพบว่าสมรรถนะของเทอร์โมอิเล็กทริกจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของแหล่งความร้อนทิ้งที่การระบายความร้อนและอัตราการถ่ายเทความร้อนด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น Casano G. and Piva S. [8] ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับการผลิตไฟฟ้า โดยได้นำเสนอสมรรถนะการทำงานในเทอมของกำลังงานและประสิทธิภาพ ผลการทดลองพบว่าการผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนทิ้งซึ่งมีอุณหภูมิด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก 50-

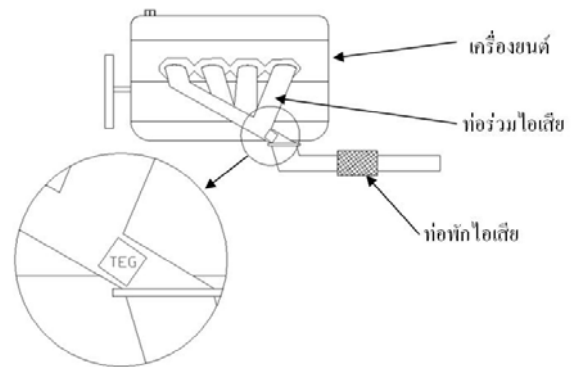
100 °C เขากล่าวว่าการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ความร้อนทิ้งที่มีอุณหภูมิต่ำสามารถทำงานได้ อย่างไรก็ตามยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการเลือกเทอร์โมอิเล็กทริกที่เหมาะสม และปรับปรุงหน้าสัมผัสที่ด้านร้อนและด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก Karri et al. [9] จำลองการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์ที่ใช้ความร้อนทิ้งจากไอเสียและศึกษาการผลิตกำลังไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงที่ความเร็วของรถยนต์คงที่ เทอร์โมอิเล็กทริกที่ศึกษาทำจากวัสดุ Bismuth telluride (Bi_2Te_3) และ Quantum-Well (QW) ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถประหยัดเชื้อเพลิงของรถยนต์ 0.2 % และ 1.25% สำหรับเทอร์โมอิเล็กทริกที่ทำจากวัสดุ Bi_2Te_3 และ QW

จากการทบทวนงานวิจัยในอดีตพบว่าได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับผลิตไฟฟ้าโดยใช้แหล่งความร้อนทิ้งเช่นความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ ความร้อนทิ้งของเตา และความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามพบว่าการศึกษาการนำความร้อนทิ้งจากไอเสียรถยนต์ในเชิงทดลองยังไม่มีผู้การศึกษาวิจัย มีเพียงแต่การศึกษาในเชิงจำลองการทำงาน ซึ่งในการทำงานจะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องหลายตัวแปรเช่น ความเร็วของรถยนต์ อุณหภูมิของอากาศภายนอก และการระบายความร้อนทำให้ยังขาดองค์ความรู้เพื่อใช้ในการออกแบบให้สมรรถนะการทำงานที่เหมาะสม งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาสมรรถนะการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้ความร้อนทิ้งจากไอเสียรถยนต์ เพื่อใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ โดยศึกษาผลกระทบของความเร็วของรถยนต์ และการระบายความร้อนที่มีต่อแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่

2. อุปกรณ์การทดลอง

ในการทดสอบการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่โดยใช้ความร้อนทิ้งจากไอเสีย เทอร์โมอิเล็กทริกได้ถูกติดตั้งที่ตำแหน่งท่อร่วมไอเสียดังแสดงด้วยแผนภาพในรูปที่ 2 โดยใช้แผ่นเหล็กเรียบเชื่อมติดกับท่อร่วมไอเสียเพื่อเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนจากไอเสียผ่านไปยังพื้นผิวด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Champ ได้ถูกใช้ในการทดสอบนี้ ชุดระบายความร้อน (Heat sink) ซึ่งมีลักษณะเป็นครีบริดถูกติดตั้งที่ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อระบายความร้อนโดยมี 2 ขนาดคือความกว้าง 50 mm ยาว 62 mm

ความสูงครีบริด 30 mm จำนวน 6 ครีบริด (Fin A) และความกว้าง 105mm ยาว 130 mm ความสูงครีบริด 30 mm จำนวน 12 ครีบริด (Fin B)



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริก

ในการถ่ายเทความร้อนออกจากครีบริดระบายความร้อนสามารถทำได้ 2 ลักษณะคือการพาความร้อนโดยธรรมชาติซึ่งจะทดสอบกรณีที่รถยนต์จอดนิ่ง และการพาความร้อนแบบบังคับซึ่งจะควบคุมความเร็วของรถยนต์ให้คงที่ที่ 20 km/h (1000rpm) 40 km/h (2000rpm) และ 60 km/h (2500rpm) เทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้ในการทดสอบคือเทอร์โมอิเล็กทริก รุ่น TEC1-12709 ขนาดความกว้าง 40 mm และยาว 40 mm จำนวน 6 ตัว โดยเทอร์โมอิเล็กทริกทั้งหมดถูกต่ออย่างอนุกรมกัน เพื่อศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่างๆที่มีต่อสมรรถนะการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกจึงได้ทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิด้านร้อนและเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด ที ส่วนข้อมูลของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ออกจากเทอร์โมอิเล็กทริกวัดค่าโดยใช้มิเตอร์ (Digital multimeter) ความเร็วของรถยนต์อ่านค่าได้จากเครื่องวัดความเร็ว โดยในการทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมอิเล็กทริกได้ถูกปรับเพิ่มด้วยวงจรปรับแรงดันไฟฟ้าก่อนอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือขนาด 3.7 โวลต์, 950 mAh และ 3.5 Wh

3. ผลการทดลอง

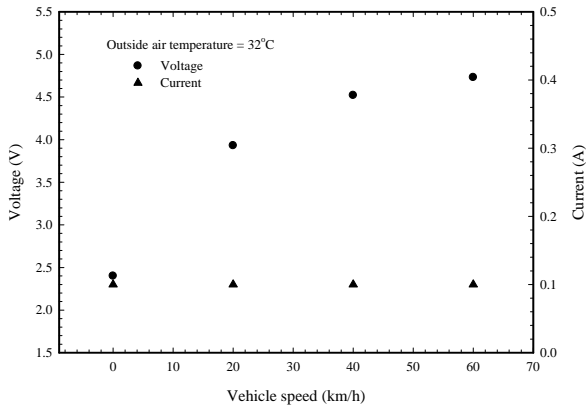
ในการศึกษานี้ได้นำเสนอผลการทดลองของสมรรถนะการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกและการอัดประจุแบตเตอรี่เมื่อความเร็วรถยนต์ และพื้นที่ครีบริดระบายความร้อนแตกต่างกัน

3.1 สมรรถนะการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริก

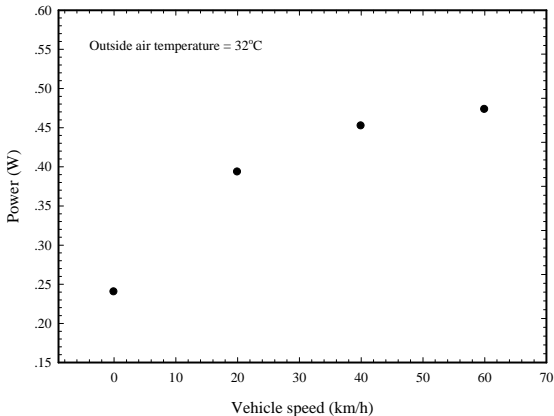
3.1.1 ผลกระทบของความเร็วของรถยนต์

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรถยนต์ที่มีต่อแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าแสดงในรูปที่

3 และ 4 ซึ่งพบว่า การเพิ่มความเร็วยานต์มีผลให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า ความเร็วยานต์มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าน้อยมาก โดยพบว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 64.6 %, 89.2 % และ 97.8 % สำหรับความเร็ว 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีรถหยุดนิ่ง



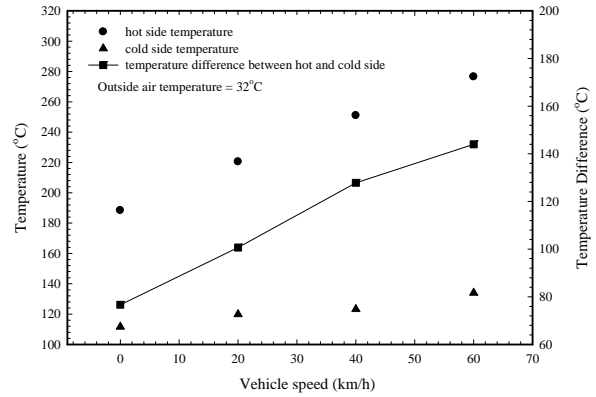
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้กับความเร็วของรถยนต์



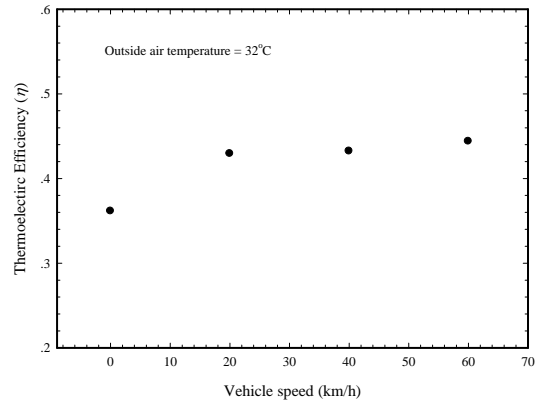
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้และ ความเร็วของรถยนต์

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรถยนต์ที่มีต่ออุณหภูมิแตกต่างระหว่างด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกในรูปที่ 5 ร่วมกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรถยนต์ที่มีต่อกำลังไฟฟ้า (รูปที่ 4) พบว่าการเพิ่มของความเร็วรถยนต์จะส่งผลให้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างด้านร้อนและเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิแตกต่างระหว่างด้านร้อนและเย็นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้กำลังไฟฟ้าสูงขึ้น หรือกล่าวได้ว่ากำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันตามความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างด้านร้อนและเย็น โดยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแตกต่างระหว่างด้านร้อนและเย็นขณะที่

ความเร็วเพิ่มขึ้นมีสาเหตุจากการเพิ่มความเร็วยานต์มีผลให้ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงขึ้น ดังนั้นอัตราการไหลและอุณหภูมิของก๊าซไอเสียที่ผ่านท่อไอเสียจึงสูงขึ้น



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของรถยนต์และ อุณหภูมิทางด้านร้อนและเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของรถยนต์และ ประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริก

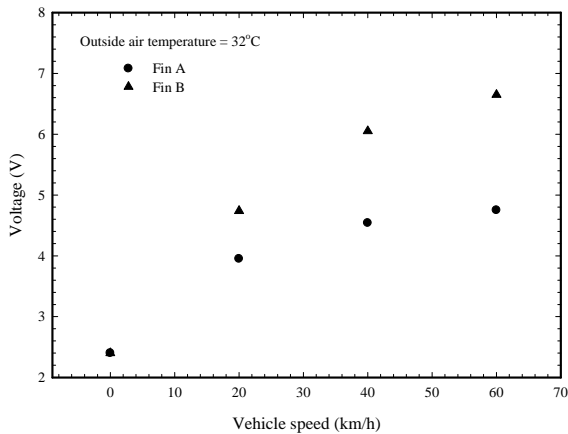
ส่งผลให้อุณหภูมิที่ด้านร้อนและอัตราการถ่ายเทความร้อนจากไอเสียผ่านเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเร็วยานต์ยังส่งผลให้ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านครีบบระบายความร้อนเพิ่มขึ้น หรือสัมพันธ์กับการพาความร้อนออกจากครีบบเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นอุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกจึงเพิ่มขึ้นค่อนข้างน้อยนักแม้ว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนจากไอเสียผ่านมาสู่เทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาผลกระทบของความเร็วของรถยนต์ที่มีต่อประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริก (รูปที่ 6) พบว่าประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น 19.44% เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างความเร็วของรถยนต์เท่ากับ 20 km/h และขณะรถหยุดนิ่ง อย่างไรก็ตามพบว่า ประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.02% เมื่อความเร็วของรถยนต์เพิ่มขึ้นระหว่าง 20-60 km/h

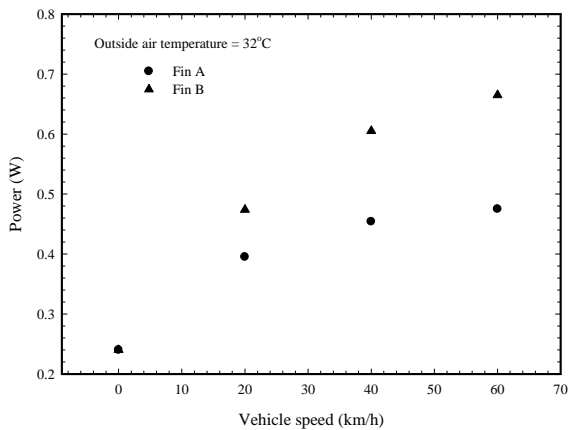


3.1.2 ผลกระทบของพื้นที่ครีบบระบายความร้อน

ในการศึกษานี้ครีบบระบายความร้อนที่ติดตั้งด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกมี 2 ขนาดคือครีบบระบายความร้อนขนาดเล็ก (Fin A) และครีบบระบายความร้อนขนาดใหญ่ (Fin B) เพื่อศึกษาผลที่มีต่อสมรรถนะการทำงาน ในรูปที่ 7 และ 8 แสดงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ครีบบระบายความร้อนที่มีต่อแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ซึ่งพบว่าแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อพื้นที่ครีบบระบายความร้อนเพิ่มขึ้นขณะที่รถอยู่นิ่ง แต่แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อพื้นที่ของครีบบระบายความร้อนเพิ่มขึ้น ณ ความเร็วรถยนต์ 20 km/h 40 km/h และ 60 km/h โดยกำลังไฟฟ้าผลิตได้เพิ่มขึ้น 20.0 %, 33.3 % และ 40.1 % สำหรับความเร็ว 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h ตามลำดับ



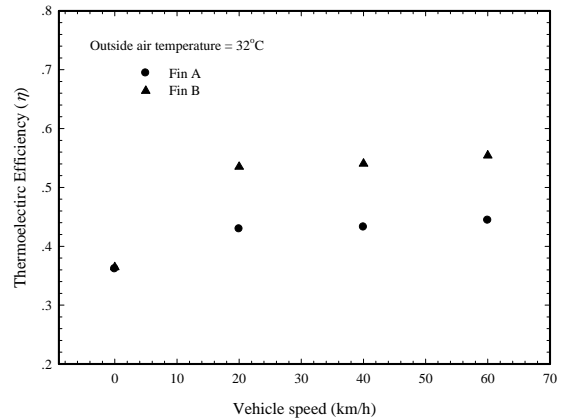
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าและครีบบระบายความร้อนที่มีพื้นที่การถ่ายเทความร้อนต่างกัน



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าและครีบบระบายความร้อนที่มีพื้นที่การถ่ายเทความร้อนต่างกัน

ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการเพิ่มพื้นที่ครีบบระบายความร้อน ส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากครีบบระบายความร้อนเพิ่มขึ้น และทำให้อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกลดลง ในขณะที่อุณหภูมิด้านร้อนของ

เทอร์โมอิเล็กทริกคงที่ นั่นคืออุณหภูมิแตกต่างระหว่างด้านร้อนและเย็นเพิ่มขึ้น ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มพื้นที่ของครีบบระบายความร้อนส่งผลให้ประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น 0.82% ในกรณีที่รถยนต์อยู่นิ่ง และประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 23.85% สำหรับความเร็วของรถยนต์ระหว่าง 20-60 km/h (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกที่มีพื้นที่การถ่ายเทความร้อนต่างกัน

3.2 การอัดประจุแบตเตอรี่

เพื่อให้สามารถอัดประจุไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ขนาด 3.7 โวลต์, 950 mAh และ 3.5 Wh แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเทอร์โมอิเล็กทริกได้ถูกปรับเพิ่มโดยใช้วงจรปรับแรงดันไฟฟ้าส่งผลให้แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตารางที่ 1 แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมอิเล็กทริก

ความเร็ว (km/h)	ชนิดครีบบ	V	I	P
0	A	2.4	0.1	0.24
	B	2.4	0.1	0.24
20	A	3.95	0.1	0.395
	B	4.74	0.1	0.474
40	A	4.54	0.1	0.454
	B	6.05	0.1	0.605
60	A	4.75	0.1	0.475
	B	6.65	0.1	0.665

จากตารางผลการทดลองพบว่าเทอร์โมอิเล็กทริกไม่สามารถอัดประจุแบตเตอรี่ได้เมื่อรถยนต์อยู่นิ่ง อย่างไรก็ตามเมื่อความเร็วรถยนต์ 20 km/h 40 km/h และ 60

km/h สามารถอัดประจุเข้าแบตเตอรี่ได้ และพบว่า กำลังไฟฟ้าที่ได้จากวงจรปรับแรงดันมีค่าลดลงเฉลี่ย 23.2 % เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมอิเล็กทริก

ตารางที่ 2 แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ได้จากวงจรปรับแรงดันไฟฟ้า

ความเร็ว (km/h)	ชนิด ครีบ	V	I	P	การอัดประจุ
0	A	2.9	0.05	0.145	ไม่ได้
	B	2.9	0.05	0.145	ไม่ได้
20	A	5.97	0.05	0.298	ไม่ได้
	B	7.6	0.05	0.380	ได้
40	A	6.94	0.05	0.347	ได้
	B	10.47	0.05	0.524	ได้
60	A	7.15	0.05	0.358	ได้
	B	10.79	0.05	0.539	ได้

4. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอผลการทดลองการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกโดยการใช้ความร้อนทิ้งจากท่อไอเสียรถยนต์เพื่อใช้สำหรับการอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่ ผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วของรถยนต์และพื้นที่ของครีบระบายความร้อนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าเปลี่ยนแปลงความเร็วของรถยนต์และพื้นที่ของครีบระบายความร้อนมีผลให้กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก สำหรับการอัดประจุแบตเตอรี่พบว่าเทอร์โมอิเล็กทริกไม่สามารถอัดประจุแบตเตอรี่ได้เมื่อรถยนต์อยู่นิ่ง โดยเทอร์โมอิเล็กทริกสามารถอัดประจุแบตเตอรี่ได้เมื่อความเร็วรถยนต์เท่ากับ 20 km/h 40 km/h และ 60 km/h

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Karri, M.A., Thacher, E.F., Helenbrook, B.T., (2011) Exhaust energy conversion by thermoelectric generator: Two case studies, Energy Conversion and Management, vol. 52, pp.1596–1611.
- [2] Xing, N., Jianlin, Y., Shuzhong, W., (2009), Experimental study on low-temperature waste heat thermoelectric generator, Journal of Power Sources, Vol. 188, pp. 621- 626.

[3] Thermoelectric cooling America corporation, Chicago,USAURL:http://www.thermoelectric.com /2005/pr/tem /pe.htm.

[4] Rida, Y., Nuwayhid, Alan Shihadeh, Nesreen Ghaddar, (2005), Development and testing of a domestic woodstove thermoelectric generator with natural convection cooling, Energy Conversion and Management vol. 46,pp. 1631-1643.

[5] นพพร พิชชรประภิติ,ยุทธสิทธิ์ แสนเรือน,พันธ์ชัย กาวิชัย, (2550), ระบบอัดประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานเทอร์โมอิเล็กทริก, การประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1, โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์, กรุงเทพฯ

[6] Xing Niu, Jianlin Yu., ShuzhongWang, (2009), Experimental study on low-temperature waste heat thermoelectric generator, Journal of Power Sources vol.188, pp. 621- 626.

[7] Xiaolong Gou, Heng Xiao, Suwen Yang, (2010), Modeling, experimental study and optimization on low-temperature waste heat thermoelectric generator system, Applied Energy vol.87, pp. 3131–3136.

[8] 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.

[9] Karri, M.A., Thacher, E.F., Helenbrook, B.T., (2011), Exhaust energy conversion by thermoelectric generator: Two case studies, Energy Conversion and Management vol.52, pp. 1596-1611.