

การทดสอบการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล The Power Generation Test of Thermoelectric Modules.

พีรวัฒน์ มีสุข กวินชัย ต้องตรงทรัพย์ ธนวัต ม่วงโคกสูง
อัครวุฒิ มั่นสวียางกูร และ กรเทพ โชติวุฒนาการ

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 อีสราภพ 15 หิรัญรูจี ธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600
โทร : 02-4737000 ต่อ 5363 Email: scpeerawat@bsru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการทดสอบการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล การทดสอบหาการผลิตแรงดันไฟฟ้าสูงสุดจากผลต่างระหว่างอุณหภูมิด้านร้อนและอุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล ทำการเพิ่มจำนวนเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน การทดสอบเทอร์โมอิเล็กทริกกับโหลดความต้านทานเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตได้ นำกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าไปออกแบบวงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

คำสำคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล, การผลิตพลังงานไฟฟ้า, การทดสอบ

ABSTRACT

This article presents a test of power generation from Thermoelectric modules. To test the maximum voltage generation from the difference between the hot temperature and cool temperature of the Thermoelectric modules. To increase the number of Thermoelectric modules to increase the voltage to the appropriate applications. Thermoelectric test with load resistance for the electricity Thermoelectric generation. Use the current and the voltage to the converters circuit design, to suitable for applications.

Keywords: Thermoelectric, Generation, Test

1. บทนำ

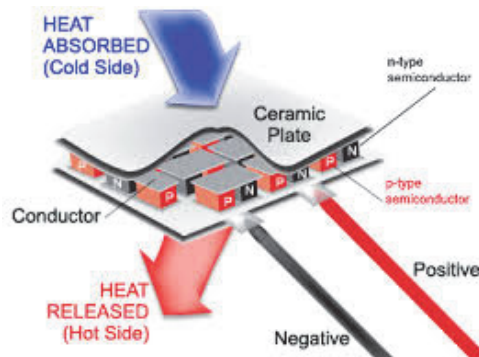
ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้ามีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตการเจริญเติบโตทางภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือนมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้พลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่อย่างจำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนต่างๆ เพื่อเพิ่มปริมาณพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการ

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนที่เหลือใช้จากขบวนการต่างๆ เทอร์โมอิเล็กทริกเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์สำคัญคือเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลทางผู้วิจัยได้นำเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลรุ่น TEC1-12706 เพื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและเลือกใช้วงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมในการประจุแบตเตอรี่หรือโหลดที่สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้า (นพพร, 2550) เพื่อสามารถนำพลังงานไฟฟ้าไว้ได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

เป็นวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ โดยใช้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของจุดสองจุดโดยอิเล็กตรอนจะเดินทางจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าบนวัสดุ ทำให้เกิดขั้วไฟฟ้าและความต่างศักย์ ซึ่งสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้มาใช้ประโยชน์ได้ (เจนศักดิ์, 2548)



ภาพที่ 1 การทดลองของ Thomas Seebeck

2.2 การทำงานของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

ปัจจุบันวิวัฒนาการของปรากฏการณ์ Seebeck effect และ Peltier effect ได้รับการพัฒนาเป็นอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกที่ทำงานตามกระบวนการอุณหพลศาสตร์ใน 2 รูปแบบ คือ จักรกลความร้อน (Heat engine) และจักรกลสูบความร้อน (Heat pump) โดยมีการออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์แยกชนิดตามหน้าที่ในการทำงาน ดังนี้ (ฉันทนา, 2557)

- อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากความร้อน (ตามปรากฏการณ์ Seebeck effect) เรียกว่า Thermoelectric Generator (TEG) (ชัยรัช และสรอรรถ, 2555).

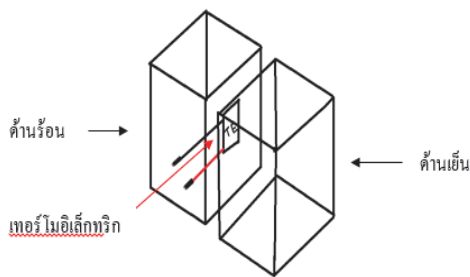
- อุปกรณ์ทำความเย็น (ตามปรากฏการณ์ Peltier effect) เรียกว่า Thermoelectric - Cooler (TEC) หรือ Peltier cooler (ทศวรรษ, 2558).

3. วิธีการทดลอง

ในการทดสอบหากำลังไฟฟ้าที่เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตได้นั้นจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 การทดลองดังนี้

3.1 การทดสอบการเริ่มทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

1) การทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 1 ตัว โดยการกำหนดอุณหภูมิด้านร้อนและด้านเย็นให้แตกต่างกันดังภาพ ที่ 2 โดยลักษณะการต่อวงจรของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลดัง ในภาพที่ 3



ภาพที่ 2 โครงสร้างของการผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล



ภาพที่ 3 ลักษณะการต่อวงจรของเทอร์โมอิเล็กทริก

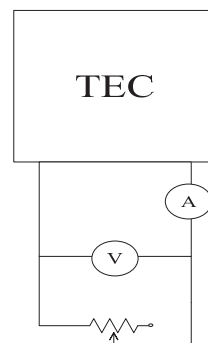
2) ทำการรักษาผลต่างของอุณหภูมิที่มีผลต่อเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลให้มีค่าคงที่

3) ทำการทดสอบการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อหาแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลผลิตได้

4) ทำทดสอบซ้ำขั้นตอนที่ 1-3 โดยเพิ่มจำนวนเทอร์โมอิเล็กทริกให้ได้แรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ

3.2 การทดสอบกำลังไฟฟ้าขาออกของเทอร์โมอิเล็กทริก

1) ทำการทดสอบเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 1 ตัว นำไปวางตรงกลางระหว่างกล่องเหล็ก 2 กล่องที่มีผลต่างอุณหภูมิ โดยต่อโหลดกับตัวต้านทาน (ทศวิทย์ และวรวิทย์, 2552) จากนั้นปรับค่าความต้านทานจากค่าสูงสุด 120 โอห์ม ลดลงมาถึงค่าต่ำสุด 10 โอห์ม เพื่อหาพิกัดกระแสสูงสุดที่เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตได้ (ธีรวัฒน์, 2553). ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ลักษณะการต่อเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

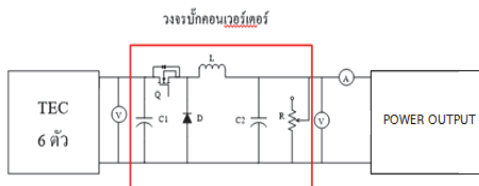
1) วัดค่าอุณหภูมิทั้งด้านร้อนและด้านเย็นเพื่อหาผลต่างอุณหภูมิคงที่และทำการจดบันทึกผลการทดสอบ

2) ทำการบันทึกผล การทดสอบกำลัง ไฟฟ้าขาออกของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลหาพิสัยกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลผลิตได้

3) ทำทดสอบซ้ำขั้นตอนที่ 1-3 โดยเพิ่มจำนวนเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลให้ได้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ต้องการ

3.3 การทดสอบวงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า

1) การนำเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลมาต่ออนุกรมกันจำนวน 6 ตัว แล้ววัดแรงดันไฟฟ้าจากนั้นต่อเข้าวงจรบัคคอนเวอร์เตอร์ เพื่อลดทอนแรงดันไฟฟ้าและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ก่อนเข้าวงจรและออกจากวงจรบัคคอนเวอร์เตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การวัดค่ากำลังงานไฟฟ้าขาออกเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ได้

2) นำเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลที่ต่ออนุกรมกันติดตั้งที่กล่องเหล็กด้วยการทาซิลิโคนทนความร้อน ซึ่งการต่ออนุกรมต้องการให้เกิดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด

3) ทำการเก็บข้อมูลผลสรุปแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เพื่อวิเคราะห์การทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบการเริ่มทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

การทดลองระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลจำนวน 1 ตัว กรณีไม่มีการต่อโหลด โดยผลการทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 1 จากนั้นเพิ่มจำนวนเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้า

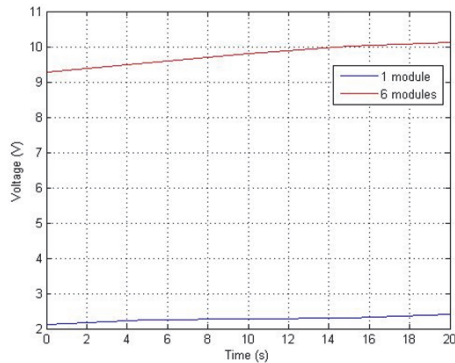
ตารางที่ 1 การทดสอบเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลจำนวน 1 โมดูล

Time (Min)	V (V)	T _{Hot} (°C)	T _{Cold} (°C)	ΔT (°C)
0	2.13	82.33	3.03	79.30
5	2.24	84.10	3.60	80.50
10	2.29	86.47	3.93	82.54
15	2.30	88.07	4.40	83.67
20	2.41	93.00	4.67	88.33

ตารางที่ 2 การทดสอบเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 6 โมดูล

Time (Min)	V (V)	T _{Hot} (°C)	T _{Cold} (°C)	ΔT (°C)
0	9.28	82.87	2.83	80.04
5	9.55	83.93	3.30	80.63
10	9.78	84.03	3.70	80.33
15	10.03	84.40	4.07	80.33
20	10.12	84.47	4.73	79.74

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้ากับระยะเวลาการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล 1 โมดูล และ 6 โมดูลดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

จากภาพที่ 6 การรักษามูลต่างอุณหภูมิให้คงที่เมื่อเวลาผ่านไปจะส่งผลให้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลผลิตแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น การเพิ่มจำนวนเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลส่งผลให้ได้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลจำนวน 6 โมดูล (ณัฐ จันทรศร, 2550)

4.2 การทดสอบกำลังไฟฟ้าขาออกของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

จากการทดสอบการหาค่าพลังงานไฟฟ้าขาออก โดยการต่อตัวต้านทานกับชุดเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล จากนั้นปรับค่าความต้านทานจากค่าสูงสุด 120 โอห์ม ลดลงมาถึงค่าต่ำสุดที่ 10 โอห์ม การทดสอบเพื่อใช้ในการณมีการต่อโหลดจึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในวงจรได้ผลการแสดงการทดสอบดังต่อไปนี้

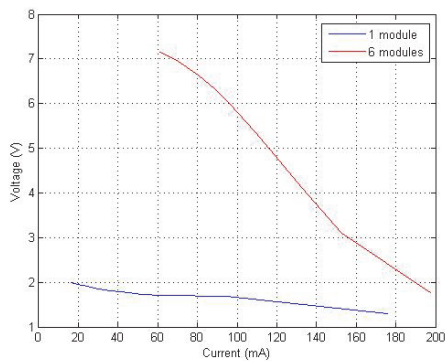
ตารางที่ 3 กำลังไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลจำนวน 1 โมดูล

ΔT (°C)	R (Ω)	V (V)	I (mA)	P (mW)
77.40	120	2.01	16.27	32.70
79.60	100	1.95	19.75	38.51
80.10	80	1.93	24.52	47.32
81.50	60	1.80	35.71	64.28
81.80	40	1.74	51.70	89.96
82.80	20	1.67	94.70	158.15

ตารางที่ 4 กำลังไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลจำนวน 6 โมดูล

ΔT (°C)	R (Ω)	V (V)	I (mA)	P (mW)
73.50	120	7.15	61.20	437.58
73.70	100	7.00	69.10	483.70
75.40	80	6.63	80.30	532.39
75.70	60	6.00	96.50	579.00
78.10	40	4.67	121.20	566.00
78.20	20	3.12	152.60	476.11

จากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไหลของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล 1 โมดูล และ 6 โมดูล ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไหลของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

จากภาพที่ 7 การเพิ่มกระแสไหลจะส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลผลิตได้ลดลง และที่กระแสไหลคงที่การเพิ่มจำนวนเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลส่งผลให้ได้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย

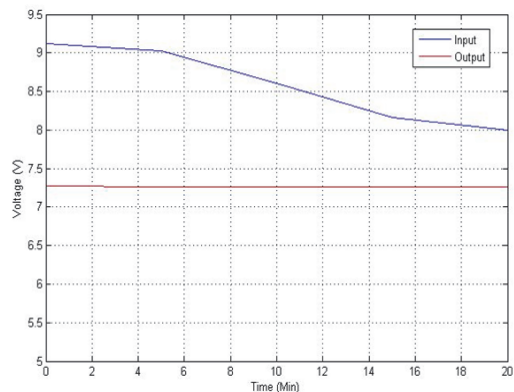
4.3 การทดสอบวงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า

การทดลองระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยชุดเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลซึ่งประกอบด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลต่ออนุกรมกันจำนวน 6 โมดูลเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด จากนั้นลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะกับการนำไปใช้งาน (นพพร, 2550). โดยค่าแรงดันขาเข้าและขาออกจากวงจรรักษาระดับแรงดันแสดงได้ค่าดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรรักษาระดับแรงดัน

Time (min)	V _{in} (V)	V _{out} (V)	ΔT (°C)
0	9.13	7.27	75.60
5	9.00	7.26	79.10
10	8.65	7.27	79.60
15	8.13	7.26	79.50
20	8.00	7.26	78.50

จากตารางที่ 5 สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าขาเข้าและขาออกของวงจรรักษาระดับแรงดันของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กราฟเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าและขาออกของวงจรรักษาระดับแรงดัน

การเพิ่มขึ้นของแรงดันขาเข้าวงจรรักษาระดับแรงดันไม่ส่งผลต่อแรงดันขาออก เนื่องจากการต่อวงจรรักษาระดับแรงดันส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ขาออกของวงจรมีค่าคงที่ที่ประมาณ 7 โวลต์เสมอ

5. สรุปผลการทดลอง

การผลิตพลังงานไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนเทอร์โมอิเล็กทริก โดยการเพิ่มจำนวนโมดูลมีผล ทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลจำนวน 6 โมดูล ได้แรงดันไฟฟ้าขณะไม่มีโหลดเท่ากับ 10.12 โวลต์ จากนั้นทดสอบโดยใช้โหลดเป็นความต้านทาน ได้กระแสโหลดสูงสุดที่ 152.60 มิลลิแอมป์ที่แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 3.12 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 476.11 มิลลิวัตต์ หลังจากนั้นนำไปผ่านวงจรรักษาระดับแรงดันเพื่อนำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปเก็บสำรองโดยแบตเตอรี่ (กิตติ, 2555).

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาที่ให้การสนับสนุนโครงการครั้งนี้ ทำให้โครงการดำเนินการได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติ นิลผึ่ง. (2555). การอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้ความร้อนทิ้งจากไอเสีย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.
- [2] เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์. (2548). ตู้เย็นเทอร์โมอิเล็กทริก. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1.
- [3] ฉันทนา พันธุ์เหล็ก. (2557). การออกแบบติดตั้งและทดสอบระบบเทอร์โมอิเล็กทริกผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนทิ้งจากปล่อง

ไอเสียและผนังเตาเผาไหม้ของเครื่องอบแห้งชีวมวล. มหาวิทยาลัยนเรศวร

- [4] ชัยวัช ชูชัย และสรอรรถ ธนศิลป์. (2555). เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [5] ณัฐ จันทร์ครบ (2550). ชีตความสามารถที่หวังได้ในการผลิตกำลังไฟฟ้าจากการต่อเพิ่มจำนวนโมดูลเทอร์โมอิเล็กทริก. การประชุมวิชาการทางเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3.
- [6] ทศวรรษ สีตะวัน. (2558). เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริก. ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] ทศวิทย์ คัมภีระพันธุ์ และวรวิทย์ โกสลาทิพย์. (2552). วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกอีกหนึ่งพลังงานทางเลือกจำและแจ่ว. ข่าวสารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [8] อธิวัฒน์ อุทาพงษ์. (2553). การพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำพร้อมระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] นพพร พิชรประกิต. (2550). ระบบอัดประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานเทอร์โมอิเล็กทริก. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.