ศึกษาและออกแบบกระติกเก็บวัคซีนด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กตริก

Study and Design of Vaccine Storage Canteen by Thermoelectric Devices

วิรัช กองสิน
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
เลขที่ 450 หมู่ 6 ตำบลย่านยาว อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี 72130 โทรศัพท์ : 035-434016,
E-mail: wiruch_kongsin@yahoo.com

บทคัดย่อ

ชนบทที่เป็นพื้นที่ห่างไกล การนำวัคซีนไปใช้กับคนหรือสัตว์ต้องอาศัยการเดินทางทำให้เสียเวลาพอสมควร และต้องรักษาอุณหภูมิให้เหมาะสมกับวัคซีนเพื่อไม่ทำให้วัคซีนเสียหาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการศึกษาและการออกแบบกระติกที่ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กตริก เป็นตัวช่วยในการรักษาอุณหภูมิ สำหรับเก็บรักษาวัคซีน โดยกระติกดังกล่าวสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย สามารถเก็บรักษาวัคซีนบางชนิดในช่วง 2-8 องศาได้ สามารถชาร์จไฟฟ้าตามบ้านเรือนหรือในรถยนต์ได้

การทดลองทำการชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 7000 mAh/12V จำนวน 2 ก้อน ใช้เวลาในการชาร์จจนเต็มประมาณ 3 ชั่วโมงโดยแยกชาร์จแต่ละก้อน ซึ่งใช้งานได้ประมาณ 2 ชั่วโมง โดยมีวัคซีนแช่อยู่ในกระติก 20 ขวดขนาด 3 ml แล้วเก็บผลการทดลองทุกๆ 5 นาทีในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำการทดลองทำซ้ำเป็นจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลที่ได้คือ กระติกใช้กระแสประมาณ 8.5 A ที่แรงดัน 12 V สามารถลดอุณหภูมิได้ตามที่เราต้องการคือที่ 2 องศา

คำสำคัญ: วัคซีน, เทอร์โมอิเล็กตริก

Abstract

Bringing the vaccine to people or animals in the far rural areas need some time. It is essential to keep the right temperature of the vaccines to prevent vaccine damage. Therefore, this research proposes the study and design of the vaccine storage canteen by using thermoelectric devices as an aid in keeping the temperature of the vaccine storage. The canteen can be transported easily. Some vaccines can be kept at 2-8 degree. The devices can be charged with electrical supply at home or in the car.

The experiment was to charge the 2-batteries with size of 7000mAh/12V. The time for fully charge was about 3 hours. Each battery was charged separately, which yields about 2 working hours. Vaccine were immersed in the canteen for 20 bottles. The results were collected every 5 minutes for 1 hour and 30 minutes and the experiment was repeated 3 times and then the average. The result was that a canteen used about 8.5 A and 12 V. It can reduce temperatures by 2 degrees.

Keywords: vaccines, Thermoelectric

1. บทนำ

ในพื้นที่ห่างไกลในชนบท ความจำเป็นในการนำวัคซีนเข้าไปใช้กับคนและสัตว์มีความสำคัญ แต่การเดินทางมีความยากลำบากทำให้การเก็บรักษาวัคซีนมีความสำคัญ โดยเฉพาะวัคซีนบางตัวต้องเก็บให้อยู่ความเย็นตลอด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและออกแบบกระติกเก็บวัคซีนขึ้นมา เพื่อสะดวกต่อการนำวัคซีนไปใช้งาน ลักษณะการเก็บรักษาวัคซีนเพื่อเคลื่อนย้ายไปในที่ต่างๆ โดยทั่วไปจะใช้กระติกพลาสติกในการเก็บโดยมีไอซ์แพคทำหน้าที่ให้ความเย็น ซึ่งมีวิธีการคือ วางไอซ์แพคไว้ด้านล่างและด้านข้างให้ครบทั้งสี่ด้านแล้วทำการวัดอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 2-8 องศา จากนั้นนำวัคซีนที่ห่อกระดาษหรือใส่ถุงพลาสติกใสลงในกระติก โดยมีกระดาษหนาหรือแผ่นพลาสติกหนาวางกั้นระหว่างวัคซีนและไอซ์แพค เพื่อป้องกันไม่ให้วัคซีนที่ไวต่อความเย็นจัดแข็งตัว แล้วปิดฝาให้สนิท แต่วิธีการนี้จะสามารถเก็บวัคซีนได้ระยะเวลาหนึ่งโดยเมื่อไอซ์แพคเริ่มละลายจะมีน้ำเกิดขึ้น น้ำจะส่งกระทบกับอุณหภูมิภายในของกระติก และเมื่อไอซ์แพคละลายไปได้ระยะเวลาหนึ่งอุณหภูมิจะเกินช่วงที่จะเก็บรักษาวัคซีนได้ทำให้ต้องเปลี่ยนไอซ์แพคเพื่อคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่สามารถเก็บรักษาวัคซีนได้ แต่ในบางพื้นที่เราก็ไม่สามารถเปลี่ยนไอซ์แพคได้ และอุณหภูมิก็ไม่สามารถควบคุมได้อย่างแน่นอน ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและออกแบบกระติกเก็บวัคซีนที่ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิ

เล็กตริกในการทำความเย็น อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กตริก **(Thermoelectric device) หรือ**เพลเทียร์ คูลเลอร์ (Peltier Cooler) เป็นระบบการระบายความร้อนโดยการใช้โมดูลเพลเทียร์ (Peltier module) ซึ่งจะทำหน้าที่ปั๊มความร้อน(Heat Pump)จากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว

2. วัตถุประสงค์

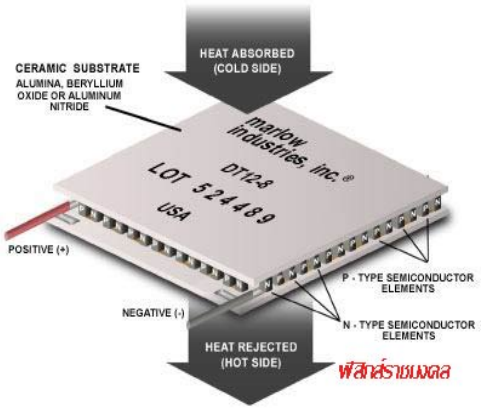
1. เพื่อศึกษาสมบัติและการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กตริกในการทำความเย็น

2.เพื่อเป็นแนวคิดในการผลิตกระติกเก็บวัคซีนในอนาคต

3.เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับเคลื่อนย้ายวัคซีนไปที่ต่างๆ

3. ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดในการเริ่มทำงานวิจัยนี้ต้องการสร้างกระติกเก็บวัคซีนไว้ให้ผู้ต้องการใช้ นำไปใช้เคลื่อนย้ายวัคซีนไปในสถานที่ต่างๆ ตามต้องการ กระติกเก็บวัคซีนส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติกและจะมีซองน้ำแข็งที่บรรจุอยู่ภายในกระติกเพื่อทำความเย็น สำหรับกระติกเก็บวัคซีนในงานวิจัยนี้หัวใจสำคัญในการทำความเย็นคือเพวเทียร์ คูลเลอร์ (Peltier Cooler) หรือ โมดูลเทอร์โมอิเล็กตริก (**Thermoelectric** module)[1][2] เป็นระบบการระบายความร้อนโดยการใช้ Peltier module ซึ่งจะทำหน้าที่ปั๊มความร้อนจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว นั่นหมายความว่า เพวเทียร์ จะมีด้านหนึ่งที่เย็น หรือเรียกอีกอย่างว่า เทอร์โมอิเล็กตริกเป็นระบบการดูดความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยอาศัยปรากฏการณ์ Peltier ที่ว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำ 2 ชนิด จุดเชื่อมหนึ่งจะเย็น อีกจุดหนึ่งจะร้อน ตัวทำความเย็นแบบนี้ได้รับการดัดแปลงและพัฒนาเป็นรูปแบบอื่นอีกมากมาย ดังเช่น การใช้สารกึ่งตัวนำสารกึ่งตัวนำสองชนิด คือ สารกึ่งตัวนำชนิด P และ สารกึ่งตัวนำชนิด N ประกอบอยู่บนแผ่นเซรามิค ขณะที่ผ่านกระแสไฟฟ้า จาก N ไป P อุณหภูมิที่จุดต่อจะลดลง และทำหน้าที่ดูดความร้อนจากบริเวณรอบๆ ความร้อนจะถูกพาไปโดยอิเล็กตรอน และปล่อยที่ด้านตรงข้าม ประสิทธิภาพการดูดความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้า และจำนวนชั้นของN และ P สารกึ่งตัวนำทั้งชนิด N และ P นิยมใช้สาร Bismuth telluride เพราะมีประสิทธิภาพดีมากในการดูดความร้อน ดังรูป



ภาพที่ 1 การทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กตริก

การเก็บรักษาวัคซีน[3][4] อุณหภูมิที่เก็บยาวัคซีน**และ**ยาหลายชนิดจะมีการเสื่อมสลาย เมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม อุณหภูมิที่เก็บรักษายาสามารถแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้ 3 ช่วง ข้อมูลบนภาชนะบรรจุจะทำให้รู้ช่วงอุณหภูมิในการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามจำเป็นที่จะต้องรู้ความหมายในการเก็บของแต่ละช่วงดังนี้

1. ช่วงแช่แข็ง (freezer) เป็นอุณหภูมิระหว่าง -25 ถึง -10 องศาเซลเซียส เป็น อุณหภูมิช่องแช่แข็ง ยาที่เก็บส่วนมากเป็นวัคซีน ปกติ แล้วสถานพยาบาล โรงพยาบาล จะเป็นผู้เก็บรักษาเป็นส่วนมาก

2. ช่วงตู้เย็น (refrigerator) เป็นอุณหภูมิระหว่าง 2 ถึง 10 องศาเซลเซียส ยาที่ระบุว่าเก็บในตู้เย็นจะเก็บที่ชั้นปกติ หรือชั้นกลางตู้ ไม่เก็บที่ฝาตู้เย็นเพราะอุณหภูมิไม่คงที่ หรือเก็บช่องแช่แข็งหรือชั้นใต้ช่องแช่แข็งเพราะอาจเย็นจัดเกินไป

3. ช่วงอุณหภูมิห้อง (room temperature) เป็นอุณหภูมิระหว่าง 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส หรือไม่ควรเกิน 30 องศาเซลเซียส ซึ่งจะแตกต่างจากอุณหภูมิปกติที่ประเทศไทย และโดยทั่วไป บ้านเรือน ที่พักอาศัยมักไม่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศในเวลากลางวัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องเก็บยาในที่ไม่ร้อนไม่ชื้นหรือแสงแดดส่องไม่ถึง

4. วิธีดำเนินงาน

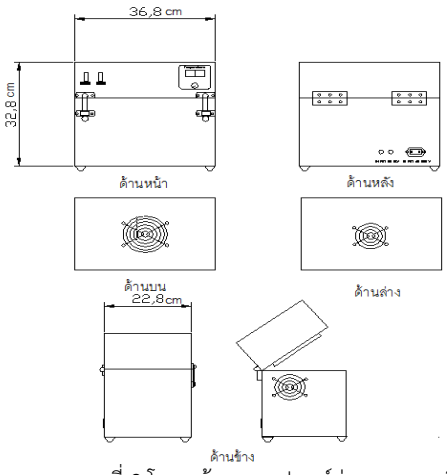
การออกแบบและสร้างกระติกเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ โดยการออกแบบและสร้างแบ่งเป็น

4.1.โครงสร้างกระติก

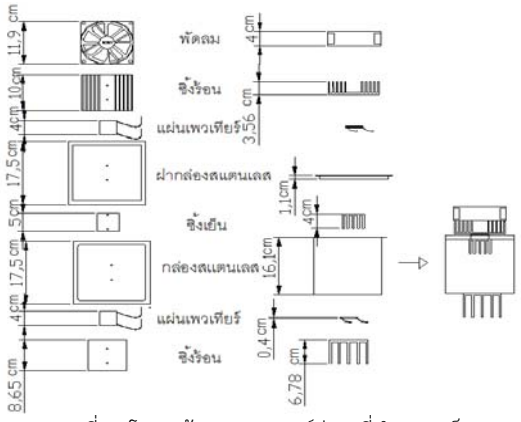
4.2.โครงสร้างการทำความเย็นโดยแผ่นเทอร์โมอิเล็กตริก

4.3.วงจรไฟฟ้าและวงจรควบคุมของกระติกเก็บวัคซีน

4.1.โครงสร้างกระติก



ภาพที่ 2 โครงสร้างและอุปกรณ์ต่างๆของกระติก

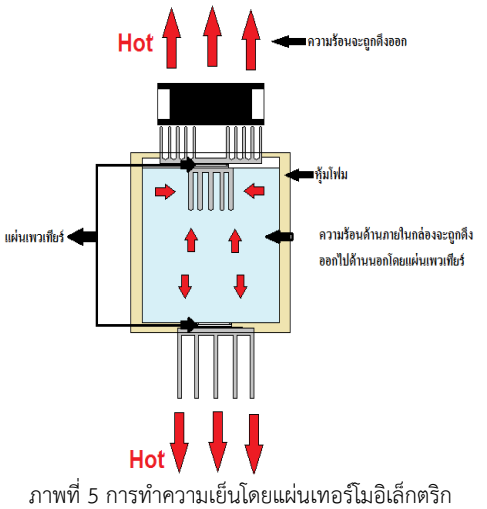


ภาพที่ 3 โครงสร้างและอุปกรณ์ต่างๆที่ทำความเย็น

ภาพที่ 4 กระติกเก็บวัคซีน

โครงสร้างของกระติกทำมาจากอลูมิเนียมที่มีน้ำหนักเบา และหุ้มด้วยแผ่นพลาสติก มีพัดลมระบายความร้อนทางด้านบนและด้านล่าง มีแผงหน้าปัดอยู่ด้านหน้าใช้บอกอุณหภูมิและปรับอุณหภูมิ

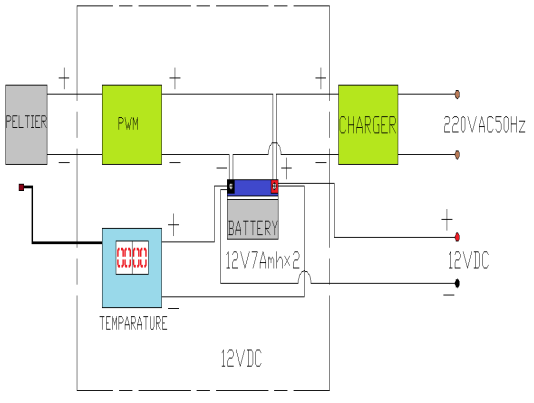
4.2.โครงสร้างการทำความเย็นโดยแผ่นเทอร์โมอิเล็กตริก



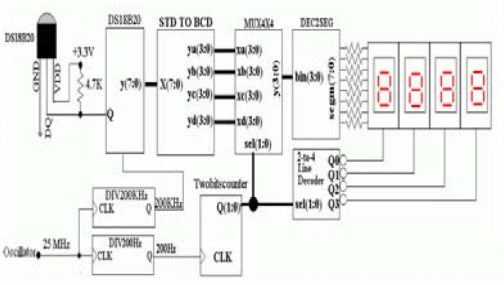
ภาพที่ 5 การทำความเย็นโดยแผ่นเทอร์โมอิเล็กตริก

การทำงานคือเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นเทอร์โมอิเล็กตริกทำให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กตริกดึงความร้อนจากภายในกล่องออกไปด้านนอกโดยจะส่งความร้อนไปยังฮีตซิ้งและพัดลม[5] จะเป็นตัวดึงความร้อนจากฮีตซิ้งอีกทีหนึ่งเพื่อดึงความร้อนไปสู้อากาศด้านนอกความร้อนจะถูกดึงออกตลอดเมื่อพัดลมทำงาน

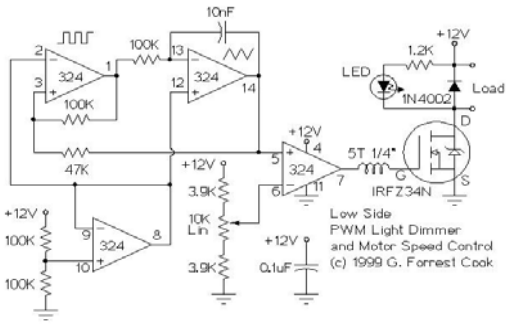
4.3.วงจรไฟฟ้าของกระติกเก็บวัคซีน[6][7]



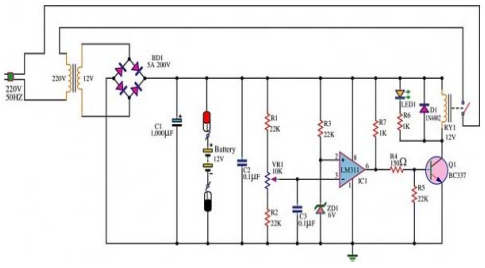
ภาพที่ 6 วงจรไฟฟ้าของกระติกเก็บวัคซีน



ภาพที่ 7 วงจรวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 8 วงจร Pluse width modulator



ภาพที่ 9 วงจรชาร์จแบตเตอรี่

วงจรไฟฟ้าของกระติกจะมี 3 วงจรหลัก ประกอบด้วย วงจรวัดอุณหภูมิ, วงจร Pulse width modulator, วงจรชาร์จแบตเตอรี่ โดยขั้นตอนการทำงานของวงจรคือ วงจรชาร์จแบตเตอรี่จะทำหน้าที่ในการชาร์จแบตเตอรี่ให้กระติกเพื่อใช้สำหรับในการเคลื่อนย้ายในวงจรเมื่อแบตเตอรี่ชาร์จจนเต็มวงจรจะทำการตัดการชาร์จออกเพื่อเป็นการยืดอายุให้แบตเตอรี่ วงจรวัดอุณหภูมิจะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในกระติกโดยรับค่ามาจากตัววัดอุณหภูมิที่ติดตั้งอยู่ภายในและค่าที่ได้จะแสดงผลเป็นจอดิจิตอล 4 หลัก วงจร Pluse width modulator จะทำหน้าที่ปรับค่าอุณหภูมิโดยวงจรจะทำการกำเนิดสัญญาณรูปพัลส์ซึ่งอุณหภูมิแต่ละค่าจะใช้ช่วงความกว้างของพัลส์เป็นตัวกำหนด

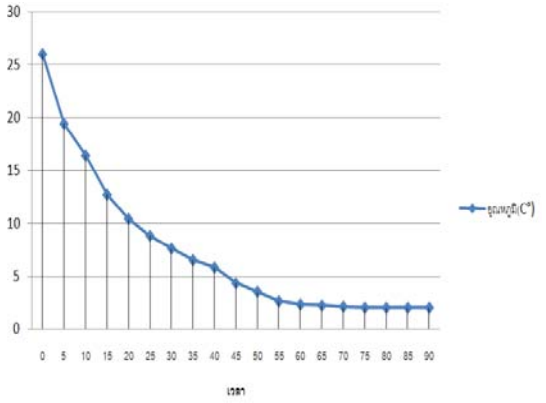
5. ผลการทดลอง

5.1 หลังจากที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับตัวตู้ควบคุมความชื้นแล้ว ไฟแสดงผลของวงจรควบคุม ความชื้นแบบดิจิตอล จะแสดงค่าอุณหภูมิปกติภายในกระติก

5.2 จากนั้นทำการตั้งค่าอุณหภูมิโดยกำหนดไว้ที่ 2 องศาซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ต้องการสำหรับการทดลอง

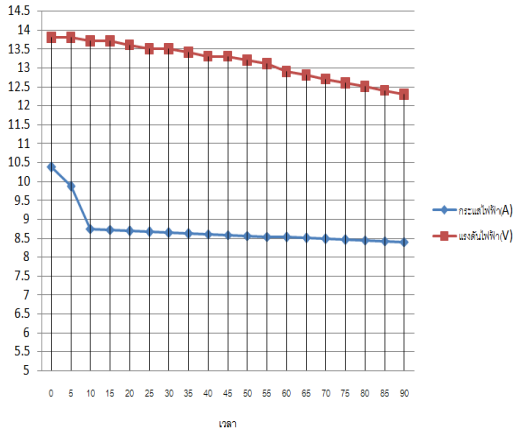
5.3 กำหนดให้ใช้วัคซีนป้องกันพิษสุนัขบ้า 1 โด๊ซ จำนวน 20 ขวด ขนาดขวดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร สูง 41 มิลลิเมตร ในการทดสอบ

5.4 ทำการบันทึกผลการทดลองทุก 5 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง



ภาพที่ 10 กราฟอุณหภูมิของกระติก

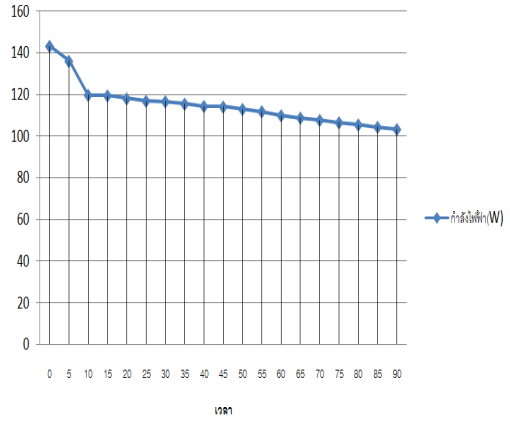
จากการทดลองพบว่าในช่วงเวลา 0-10 นาทีอุณหภูมิภายในของกระติกจะลดลงค่อนข้างเร็ว ส่วนช่วง 10-90 นาทีอุณหภูมิภายในของกระติกจะลดลงค่อนข้างช้า ทำให้ทราบว่าอุณหภูมิภายในของกระติกยิ่งมีค่าน้อยจะต้องใช้เวลานานขึ้นเพื่อให้เทอร์โมอิเล็กตริกในการนำความร้อนไปทิ้งสู่ภายนอก



ภาพที่ 11 กราฟกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของกระติก

จากการทดลองพบว่าในช่วงเวลา 0-10 นาทีจะใช้กระแสไฟฟ้ามากและแรงดันไฟฟ้าของกระติกจะค่อยลดลง ส่วนช่วง 10-90 นาทีกระแสไฟฟ้าจะกินกระแสน้อยลงและแรงดันไฟฟ้าของกระติกจะค่อยลดลง ทำให้ทราบว่าในช่วงแรกกระติกจะใช้กระแสมากเพื่อทำให้ภายในกระติกเย็นลงตามที่เรากำหนดค่าไว้

นอกจากนั้นกระติกยังใช้กระแสเฉลี่ยประมาณ 8.5 A ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่สูง



ภาพที่ 12 กราฟกำลังไฟฟ้าของกระติก

จากการทดลองพบว่าในช่วงเวลา 0-10 นาที จะใช้กำลังไฟฟ้ามาก ส่วนช่วง 10-90 นาทีจะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยลง ทำให้ทราบว่าในช่วงแรกกระติกใช้กำลังไฟฟ้ามากเพื่อทำให้ภายในกระติกเย็นลงตามที่เรากำหนดค่าไว้

6. สรุป

จากการทดลองพบว่าในช่วงแรกที่กระติกทำงานจะใช้กระแสสูงเนื่องจากเทอร์โมอิเล็กตริกสามารถนำความร้อนไปทิ้งภายนอกได้ในปริมาณที่มาก แต่เมื่ออุณหภูมิยิ่งเย็นลงเทอร์โมอิเล็กตริกจะใช้กระแสน้อยลงเนื่องจากภายในกระติกมีปริมาณความร้อนน้อย เทอร์โมอิเล็กตริกจึงค่อยดึงความร้อนไปทิ้งได้น้อย เมื่อนำกระติกไปใช้ในการเก็บวัคซีนสามารถเก็บรักษาวัคซีนได้ดี ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการยืดอายุวัคซีนสำหรับเคลื่อนย้ายวัคซีนไปในที่ต่างๆได้ แต่ในกรณีที่ไม่มีไฟฟ้ากระติกจะใช้งานได้ประมาณ 2 ชั่วโมงที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากตัวกระติกกินกระแสประมาณ 8.5 A ซึ่งค่อนข้างมาก จึงไม่สัมพันธ์กับแบตเตอรี่ที่ใช้ ถ้าต้องการให้ใช้งานได้ยาวนานขึ้นต้องทำการเพิ่มขนาดแบตเตอรี่ แต่จะทำให้น้ำหนักของตัวกระติกเพิ่มไปด้วย

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ขนาดของกระติกเก็บวัคซีน มีขนาดเล็กกว่านี้เพราะจะทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

7.2 ออกแบบให้กระติกเก็บวัคซีน ให้ประหยัดไฟฟ้ามากกว่านี้จะได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากผู้มีพระคุณอย่างสูงหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้กรุณาแก้ปัญหาและเสริมสร้างกำลังใจในการวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Taylor, R.A., Solbrekken, G., “Comprehensive system-level optimization of thermoelectric devices for electronic cooling applications”, Components and Packaging Technologies, IEEE Transactions, Volume 31, December 2005.

[2] Kotlyarov, Evgeny; Peter de Crom, Raoul Voeten, “Some Aspects of Peltier-Cooler Optimization Applied for the Glove Box Air Temperature Control.”, January 2006.

[3] นพ.ยง ภู่วรวรรณ, การเก็บรักษาวัคซีน, วารสารคลินิก 238(20)/10 หน้า 825-829

[4] Australian immunization Handbook, 8 th edition. “Vaccine stability at different temperatures”, pp. 40 – 42, September 2003

[5] ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง. 2547. การถ่ายเทความร้อน, บริษัทสำนักพิมพ์ท็อป จำกัด

[6] พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2539. วงจรพัลส์และสวิตชิ่ง, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[7] เทอด เจริญกูล. 2553. ปฐมบทของวงจรจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.