

ระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

สมชาย มณีวรรณ* มานพ ทองเกษม และ นิวัต หอมหวาน

CPU Cooling System Using Thermoelectric Module

Somchai Maneewan*, Manop Thongkasem and Niwat Homhuan

หน่วยวิจัยพลังงานทางด้านการความร้อนและส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Thermal Energy and Energy Conservation Promotion Research Unit, Physics Department, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand.

*Corresponding author. E-mail address: chaimane@hotmail.com (S. Maneewan)

Received 11 April 2006; accepted 27 December 2006

บทคัดย่อ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อหลาย ๆ ฝ่าย ทั้งภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม และภาคการศึกษา พบว่าในประเทศไทยมีการใช้คอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 12 ต่อปี การระบายความร้อนเป็นอีกปัญหาหนึ่งสำหรับประเทศไทย เนื่องจากมีอากาศร้อนชื้นตลอดเกือบทั้งปี ระดับความร้อนที่สูงเกินไปจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิการทำงานของคอมพิวเตอร์ เทอร์โมอิเล็กทริกเป็นอุปกรณ์ทำความเย็นขนาดเล็กจึงมีความเหมาะสมสำหรับการระบายความร้อนให้คอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้จึงทำการออกแบบระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล (รุ่น Tianjinan model TEC1-12708) ขนาด $4.0 \times 4.0 \times 0.4 \text{ cm}^3$ โดยทำการศึกษเปรียบเทียบระหว่างระบบเทอร์โมอิเล็กทริกที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ และระบายความร้อนด้วยสารทำงาน (เอทิลีนไกลคอล) แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล ที่ 2, 3 และ 4 โวลต์ เพื่อศึกษาระดับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่า ที่อุณหภูมิการทำงานของซีพียู $55.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ในห้องไม่ปรับอากาศอุณหภูมิแวดล้อม $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศและระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอล สามารถลดอุณหภูมิซีพียูได้ $4.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ และ $11.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 4 โวลต์ และในห้องปรับอากาศอุณหภูมิแวดล้อม $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ สามารถลดอุณหภูมิซีพียูลงได้ $15.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ และ $15.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ เมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเท่ากับ 2 โวลต์โดยมีค่าความสามารถในการทำความเย็น และสมรรถนะของระบบเท่ากับ 22.3 วัตต์ และ 1.3 ที่ $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ และ 17.7 วัตต์ และ 1.6 ที่ $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ดังนั้นการใช้เทอร์โมอิเล็กทริกทำความเย็นให้กับระบบระบายความร้อนซีพียูของคอมพิวเตอร์ จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ที่มีอุณหภูมิสูงในห้องที่ไม่ปรับอากาศ

คำสำคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล ซีพียู ระบบระบายความร้อน

Abstract

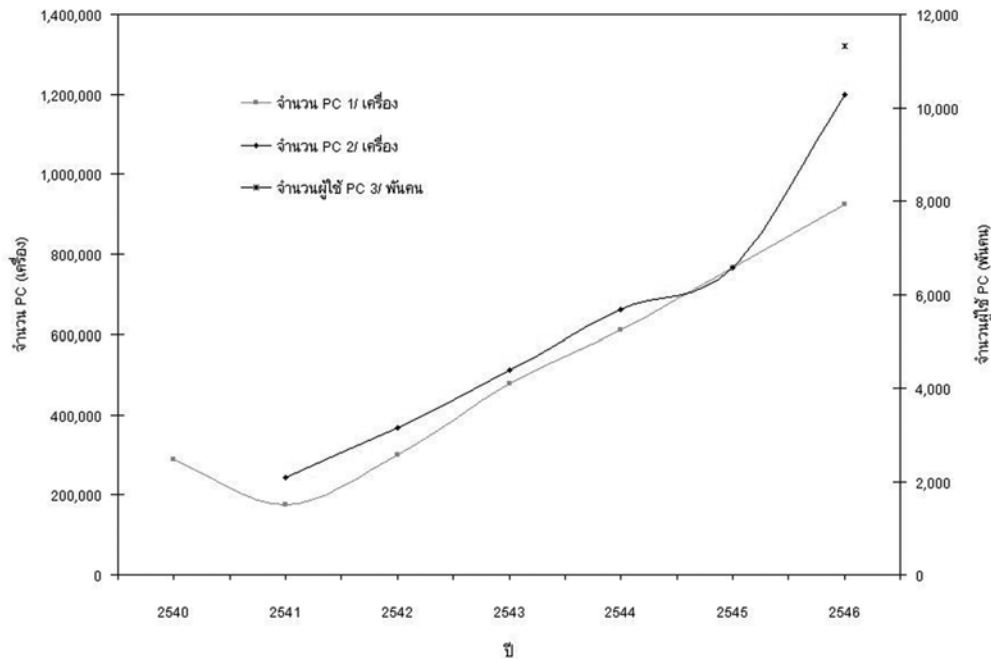
Computers have a vital role in many sectors including business, industry and education. In Thailand computer utilization increases around 12% per year. Due to the country's all-year-long hot and humid weather, thermal ventilation becomes an important problem during the computer operation. Since a thermoelectric (TE) module is a small cooler component, this makes it suitable for use as a computer cooling system. We have designed a CPU cooling system with a TE (Tianjinan model TEC1-12708) having a size of $4.0 \times 4.0 \times 0.4 \text{ cm}^3$, and compared the performance of TE with air versus ethylene glycol as working fluid. The suitable level of the dynamic electricity power (applied at 2, 3 and 4 volts) supporting the TE module was also studied. We found that in a non-air-conditioned temperature of $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, the cooling system operated by air and working fluid could reduce the CPU temperature ($55.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$) by $4.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $11.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectively when the voltage applied was 4 volts. In addition, at the ambient temperature of $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, the system could reduce the CPU temperature by $15.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $15.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectively when the voltage applied was 2 volts. The cooling capacity and coefficient of performance are 22.3 W and 1.3 at $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, and 17.7 W and 1.6, respectively at $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Thus, a TE module may be used as a CPU cooling system to solve the high temperature of computers operating in a non-air-conditioned room.

Keywords: Thermoelectric module; CPU; Cooling system

บทนำ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อหลาย ๆ ฝ่าย ทั้งภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม และภาคการศึกษา จากการศึกษาพบว่าในประเทศไทยมีการใช้คอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 12 ต่อปี (รูปที่ 1) การระบายความร้อนเป็นอีกปัญหาหนึ่งสำหรับประเทศไทย เนื่องจากมีอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมสูงตลอดเกือบทั้งปี

ระดับความร้อนที่สูงเกินไปจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิการทำงานที่เหมาะสมของคอมพิวเตอร์ แนวทางในการแก้ไขปัญหาคือ การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อนให้กับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1 กราฟแสดงจำนวนคอมพิวเตอร์ (PC) และผู้ใช้คอมพิวเตอร์ (PC) ในประเทศไทย (สมาคมธุรกิจคอมพิวเตอร์ไทย, 2548)
 หมายเหตุ: 1/ จำนวน PC รวบรวมจากสมาคมธุรกิจคอมพิวเตอร์ไทย (ATCI) โดยที่ Total PC = Desktops + Notebook + PC Server
 2/ จำนวน PC รวบรวมจากบริษัท IDC โดยที่ Total PC = Desktops + Notebook
 3/ จำนวนผู้ใช้ PC รวบรวมจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

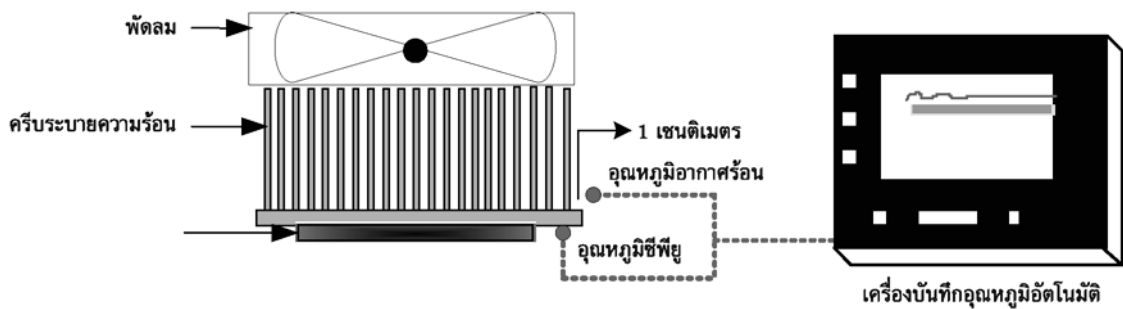
ปี ค.ศ. 1821 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน โทมัส ซีเบ็ค พบว่าเมื่อนำลวดโลหะต่างชนิดกัน 2 เส้น มาเชื่อมต่อกันปลายเข้าด้วยกันและให้อุณหภูมิที่ปลายทั้งสองแตกต่างกันมีผลทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ต่อมาในปี ค.ศ. 1834 ฌอง ซี.เอ. เพลเทียร์ พบว่าเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรลักษณะเดียวกันกับของ โทมัส ซีเบ็ค มีผลทำให้เกิดความเย็นที่ปลายด้านหนึ่งและความร้อนที่ปลายอีกด้านหนึ่ง ปรากฏการณ์ทั้งสอง เรียกว่า เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric; TE) (Goldsmid, 1964) เทอร์โมอิเล็กทริก บางครั้งเรียกว่า Peltier effect ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำ เป็นสาเหตุทำให้ทางด้านหนึ่งของตัวเทอร์โมอิเล็กทริกเย็นและอีกด้านหนึ่งจะร้อน เทอร์โมอิเล็กทริก เป็นอุปกรณ์ที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ ใช้หลักการทำงานของปั๊มความร้อนเมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้สารกึ่งตัวนำแบบพี - เอ็น กระแสที่ไหลผ่านวัสดุที่ทำจากสารกึ่งตัวนำต่างชนิดกัน ส่งผลให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้า และทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิขึ้นระหว่างขั้วทั้งสองคือ ทางด้านหนึ่งของตัวเทอร์โมอิเล็กทริกจะร้อนและอีกด้านหนึ่งจะเย็น ในการทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกต้องอาศัยชุดระบายความร้อน และประสิทธิภาพของชุดระบายความร้อนดังกล่าวจะมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริก โดยเทอร์โมอิเล็กทริกมีคุณสมบัติที่โดดเด่นและข้อดีในหลายๆ ด้าน เช่น มีขนาดเล็ก ไม่มีเสียงดังขณะทำงาน เพราะไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ที่เป็นผลให้ค่าบำรุงรักษาต่ำ และควบคุมอุณหภูมิง่ายโดยการปรับเปลี่ยนแรงดันที่ป้อนให้เทอร์โมอิเล็กทริกและที่สำคัญระบบเทอร์โมอิเล็กทริกไม่ได้ใช้สารทำความเย็นในระบบทำความเย็น จึงไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและโอโซนในชั้นบรรยากาศ (Maneewan, 2004) ด้วยเหตุผลนี้จึงมีการนำเทอร์โมอิเล็กทริกไปประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น ได้มีการนำเทอร์โมอิเล็กทริกไปประยุกต์ใช้ในการทำความเย็นและความร้อน (Maneewan, 1999; Simons & Chu, 2000; Tada, 1996) เช่น การนำเทอร์โมอิเล็กทริกมาใช้ร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Maneewan & Zeghmati, 2004) ในการทำความเย็นให้กับที่อยู่อาศัยและยังมีการพัฒนา มาใช้กับรถยนต์ (Mei & Chen, 1993; Sofrata, 1984) รวมถึงใช้ในการผลิตไฟฟ้า (Maneewan et al., 2004)

การนำเทอร์โมอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้ในระบบระบายความร้อนขนาดเล็กถือว่าเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ น่าสนใจ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้นำเทอร์โมอิเล็กทริกไปประยุกต์ใช้ในการระบายความร้อนให้กับซีพียู ซึ่งได้มุ่งเน้น ทำการศึกษาถึงการออกแบบและสร้างระบบระบายความร้อนชุดซีพียู ศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะ การระบายความร้อน ทดสอบประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อนชุดซีพียูที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบความสามารถ ในการทำความเย็น และสมรรถนะการทำความเย็นของระบบระบายความร้อนชุดซีพียูที่สร้างขึ้น

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ

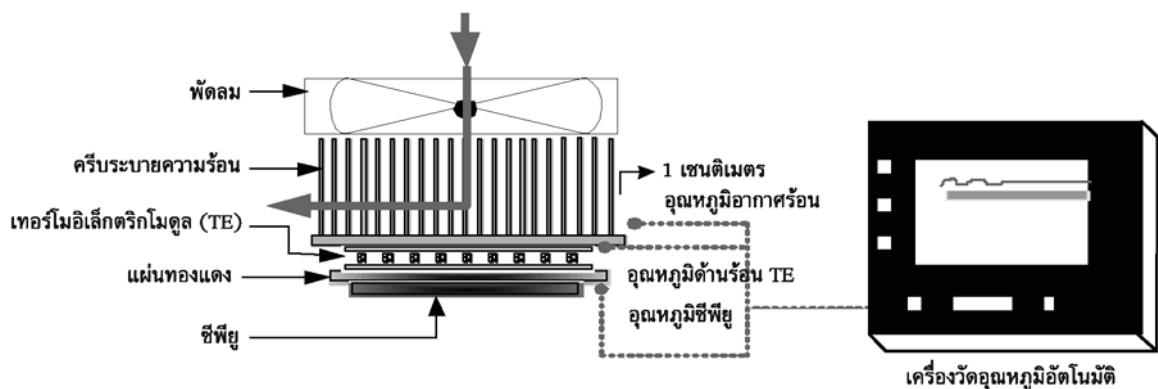
ในการทดลองได้ทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

1. ระบบระบายความร้อนซีพียูแบบเดิมของเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ครีบอลูมิเนียมและพัดลมเป็นตัวระบาย ความร้อนออกจากซีพียู ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของซีพียูและอุณหภูมิอากาศร้อนของระบบระบายความร้อน แบบเดิมเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบกับระบบที่ทำการปรับปรุงใหม่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2



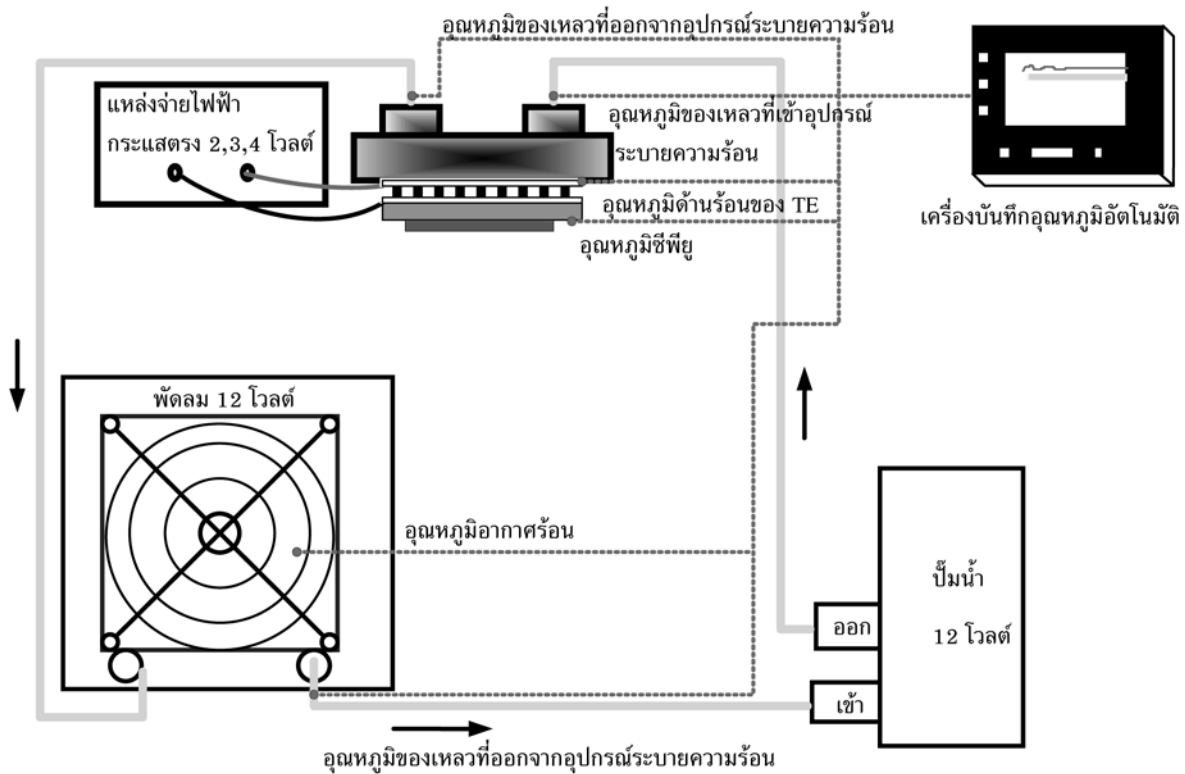
รูปที่ 2 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของระบบระบายความร้อนซีพียูด้วยระบบแบบเดิมของเครื่องคอมพิวเตอร์

2. ระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ทางด้านเย็น ของเทอร์โมอิเล็กทริกใช้แผ่นทองแดงติดตั้งระหว่างซีพียูกับเทอร์โมอิเล็กทริก และใช้ครีบอลูมิเนียมติดตั้งที่ด้านร้อน ทำการวัดอุณหภูมิซีพียู อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก และอุณหภูมิอากาศร้อน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

3. ระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลแบบระบายความร้อนด้วยสารทำงาน โดยใช้สารเอทิลีนไกลคอลเป็นสารทำงาน และทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิสารทำงานเข้า-ออก ชุดระบายความร้อน อุณหภูมิ ซีพียู อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก และอุณหภูมิอากาศร้อน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของระบบระบายความร้อนด้วยเอทิสันไกลคอล

ในการทดลองได้ทำการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิแวดล้อม เป็น 2 กรณี คือ ในห้องไม่ปรับอากาศ และห้องปรับอากาศ โดยในแต่ละกรณีจะทำการปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเทอร์โมอิเล็กทริกเป็น 2, 3 และ 4 โวลต์ ข้อมูลอุณหภูมิของซีพียูที่ได้จะนำมาทำการเปรียบเทียบกันระหว่างในห้องไม่ปรับอากาศและปรับอากาศ และเปรียบเทียบกันระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในกรณีเดียวกันว่าลดลงจากระบบระบายความร้อนแบบเดิมของเครื่องคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงใด ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจะไดจากการทดลองดังกล่าวซึ่งได้ทำการวัดข้อมูลของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับระบบ และใช้เทอร์โมคัปเปิล แบบ เค วัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของแต่ละระบบ

ผลการศึกษา

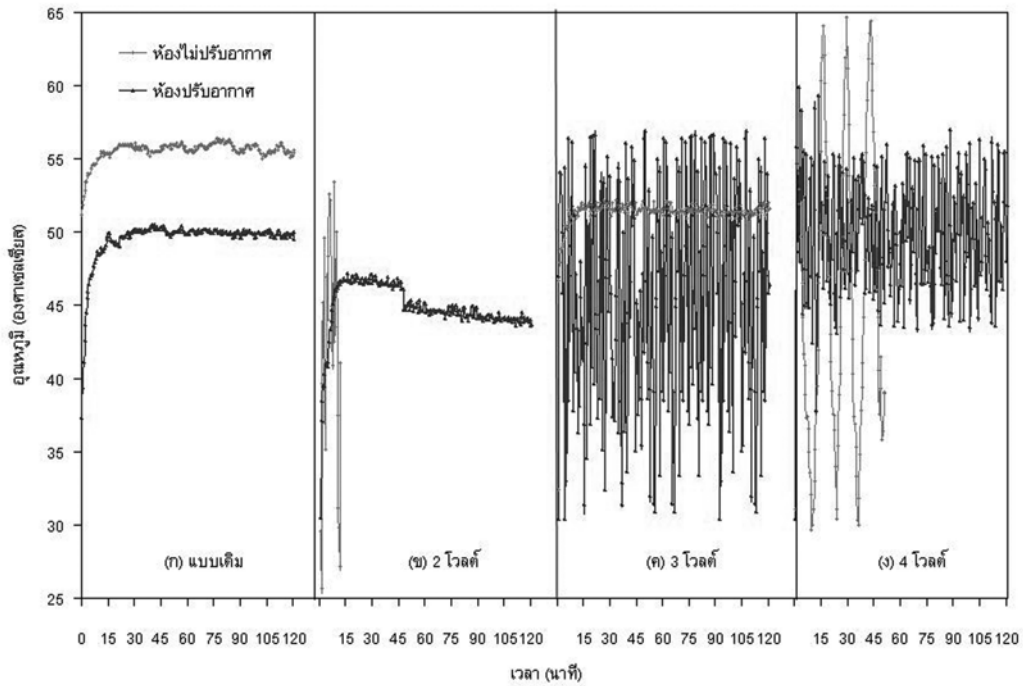
ระบบระบายความร้อนแบบเดิมกับระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

จากผลการทดลอง พบว่าในห้องไม่ปรับอากาศ เมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 3 โวลต์ ทำให้อุณหภูมิซีพียูที่คงที่ของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศต่ำกว่าระบบระบายความร้อนแบบเดิมเฉลี่ย 4.3 °C สำหรับห้องปรับอากาศ พบว่า เมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 2 โวลต์ ทำให้อุณหภูมิซีพียูที่คงที่ของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศต่ำกว่าระบบระบายความร้อนแบบเดิมเฉลี่ย 4.7 °C และเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิซีพียูต่ำสุดของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศที่สามารถทำได้ ระหว่างห้องไม่ปรับอากาศกับห้องปรับอากาศ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของซีพียูในห้องปรับอากาศมีค่าต่ำกว่าห้องไม่ปรับอากาศ 6.5 °C ดังรูปที่ 5

ระบบระบายความร้อนแบบเดิมกับระบบระบายความร้อนด้วยเอทิสันไกลคอล

จากการทดลอง พบว่าในห้องไม่ปรับอากาศ เมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 4 โวลต์ ทำให้อุณหภูมิซีพียูที่คงที่ของระบบระบายความร้อนด้วยเอทิสันไกลคอลต่ำกว่าระบบระบายความร้อนแบบเดิมเฉลี่ย 15.8 °C สำหรับในห้องปรับอากาศ พบว่า เมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 2 โวลต์ ทำให้อุณหภูมิซีพียูที่คงที่ของระบบระบายความร้อนด้วยเอทิสันไกลคอลต่ำกว่าระบบระบายความร้อนแบบเดิมเฉลี่ย 12.5 °C และเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิซีพียูต่ำสุดของระบบระบายความร้อนด้วยเอทิสันไกลคอลที่สามารถทำได้ระหว่าง

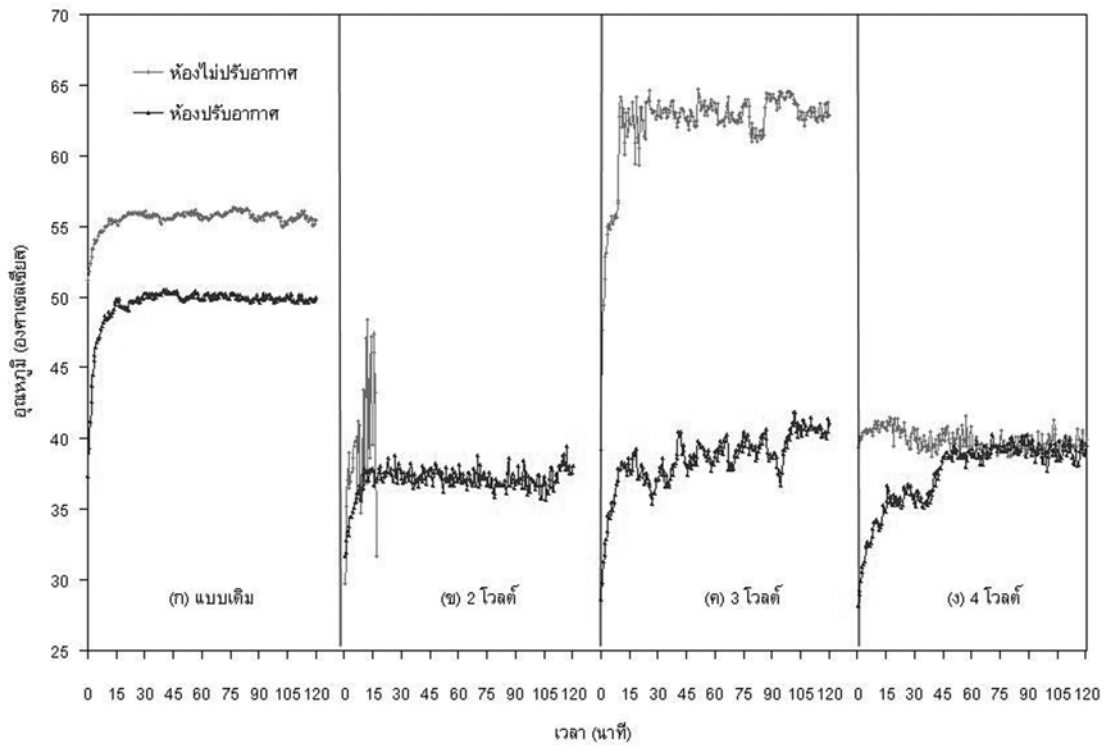
ห้องไม่ปรับอากาศกับห้องปรับอากาศ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของซีพียูที่อยู่ในห้องปรับอากาศมีค่าต่ำกว่าห้องไม่ปรับอากาศ 9.3 °C ดังรูปที่ 6 (ข-ง)



รูปที่ 5 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิซีพียูระหว่างห้องไม่ปรับอากาศและปรับอากาศ

(ก) ระบบระบายความร้อนแบบเดิม

(ข), (ค), (ง) ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้เทอร์โมอิเล็กทริก 2, 3, 4 โวลต์ ตามลำดับ



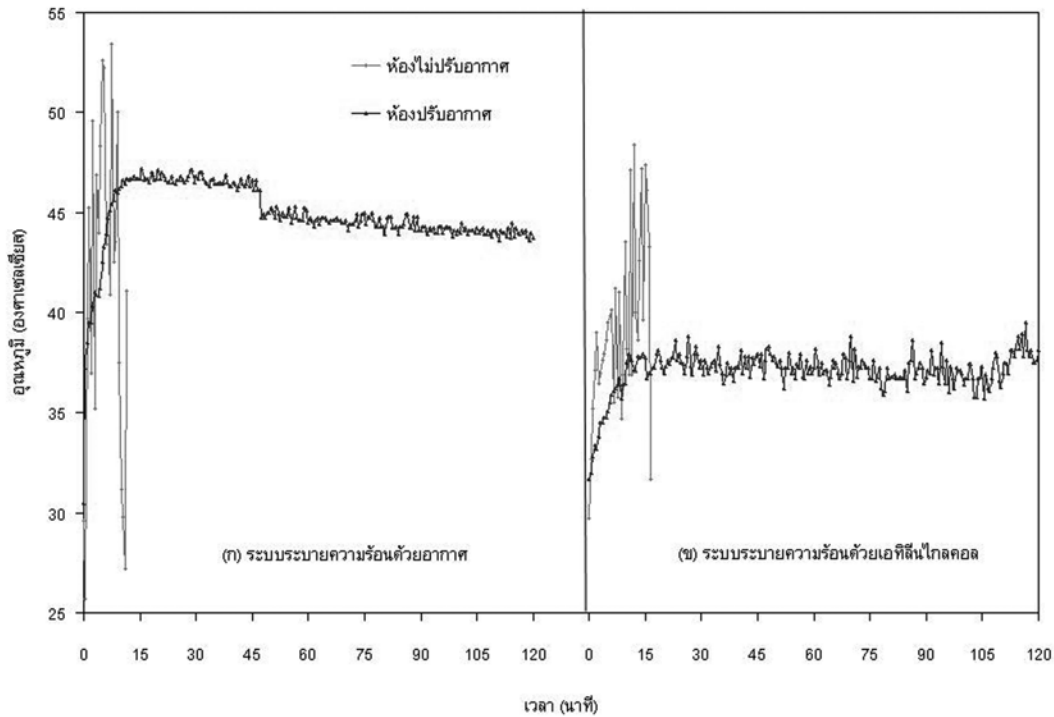
รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิซีพียูระหว่างห้องไม่ปรับอากาศและปรับอากาศ

(ก) ระบบระบายความร้อนแบบเดิม

(ข), (ค), (ง) ระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอล แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้เทอร์โมอิเล็กทริก 2, 3, 4 โวลต์ ตามลำดับ

ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอล

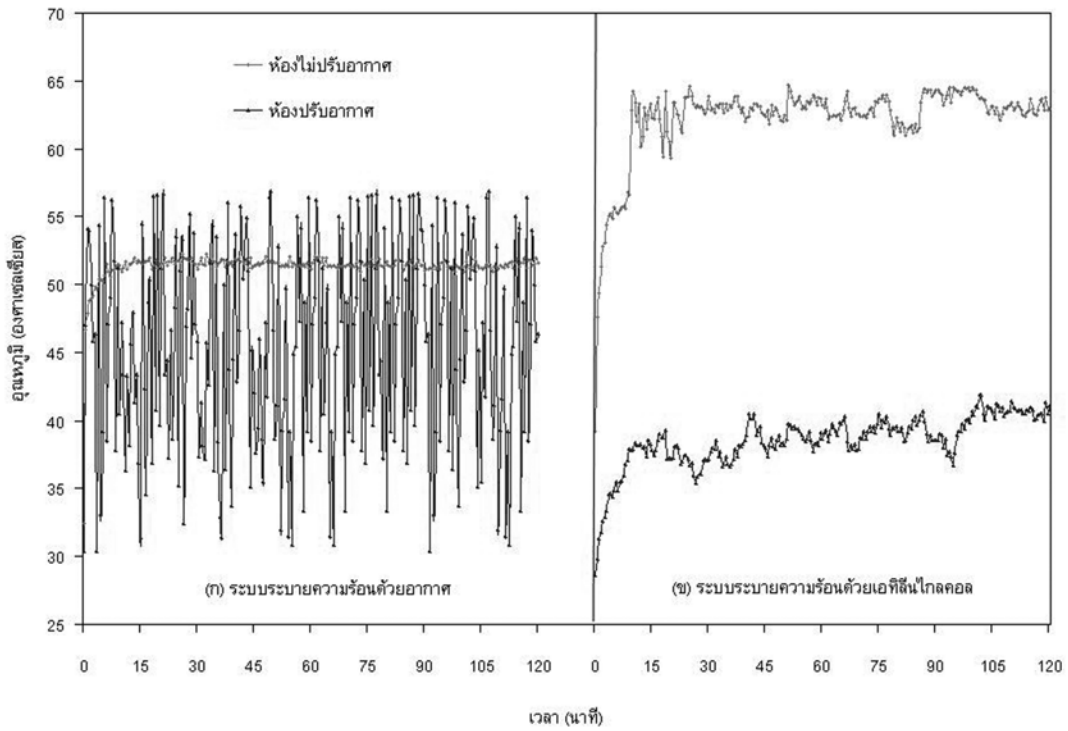
จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเท่ากับ 2 โวลต์ ในห้องไม่ปรับอากาศ ซีพียูไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากอุณหภูมิขึ้นลงเป็นช่วงกว้างและไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบเฉพาะในห้องปรับอากาศ ซึ่งพบว่า ในห้องปรับอากาศ ระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอลซีพียูมีอุณหภูมิต่ำกว่า 7.8 °C เมื่อเทียบกับระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ดังรูปที่ 7



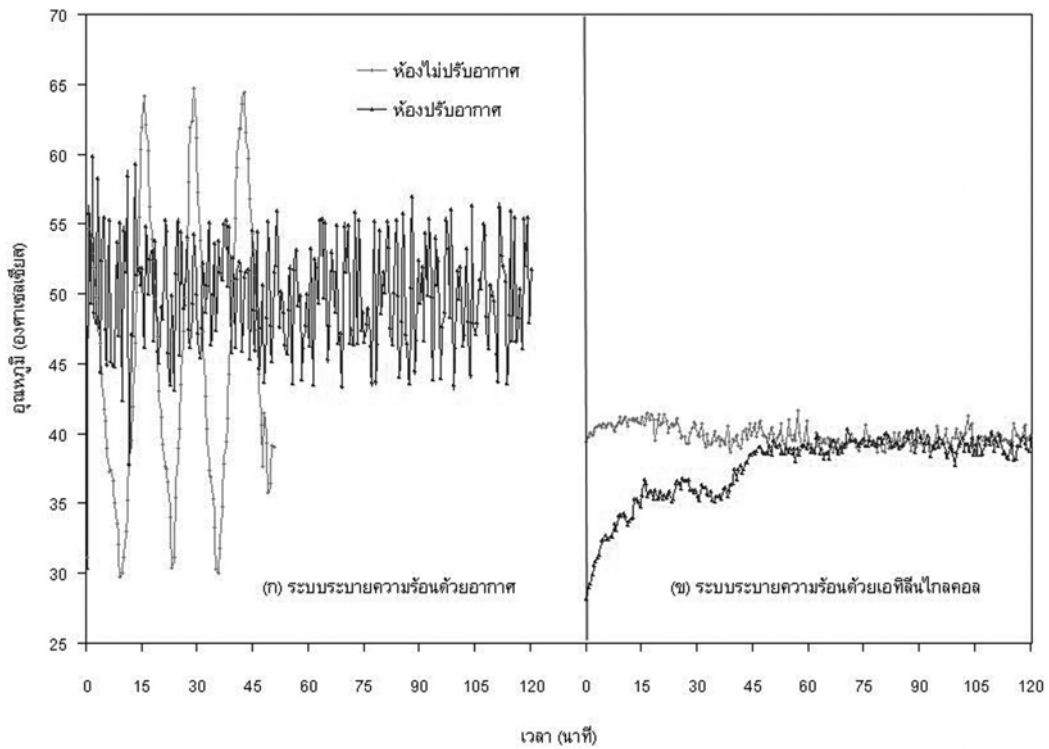
รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิซีพียูระหว่างห้องไม่ปรับอากาศและปรับอากาศ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเท่ากับ 2 โวลต์

เมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเท่ากับ 3 โวลต์ พบว่าในห้องไม่ปรับอากาศ อุณหภูมิซีพียูของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศค่อนข้างคงที่และมีค่าต่ำกว่าระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอลเฉลี่ย 11.0 °C สำหรับในห้องปรับอากาศ ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ซีพียูมีอุณหภูมิต่ำกว่า 8.1 °C เมื่อเทียบกับระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอล ดังรูปที่ 8

และเมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเท่ากับ 4 โวลต์ พบว่าในห้องไม่ปรับอากาศ และห้องปรับอากาศ ระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอล ซีพียูมีอุณหภูมิต่ำกว่า 5.5 °C และ 12.3 °C เมื่อเทียบกับระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดระหว่างห้องไม่ปรับอากาศและปรับอากาศ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์มิสเตอร์เท่ากับ 3 โวลต์



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดระหว่างห้องไม่ปรับอากาศและปรับอากาศ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์มิสเตอร์เท่ากับ 4 โวลต์

ความสามารถในการทำความเย็น (cooling capacity, Q_c)

$$Q_c = \dot{m} C_p \Delta T$$

โดยที่ Q_c คือ ความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

\dot{m} คือ อัตราการไหล มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวินาที (Kg/s)

C_p คือ ค่าความจุความร้อน มีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัม-เคลวิน (kJ/kg-K)

ΔT คือ ผลต่างของอุณหภูมิ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

จากการวิเคราะห์หาค่าความสามารถในการทำความเย็น พบว่าค่าความสามารถในการทำความเย็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามผลต่างของอุณหภูมิ การป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบจะส่งผลให้ผลต่างของอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากตารางที่ 1 พบว่า ระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอลสำหรับห้องไม่ปรับอากาศ (แรงเคลื่อนไฟฟ้า 4 โวลต์) และในห้องปรับอากาศ (แรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์) มีค่าความสามารถในการทำความเย็นสูงสุด คือ 22.3 และ 17.7 วัตต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ความสามารถในการทำความเย็นของระบบระบายความร้อนด้วยระบบต่าง ๆ

กรณี	แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อน (โวลต์)	ความสามารถในการทำความเย็น (วัตต์)	
		ห้องปรับอากาศ	ห้องไม่ปรับอากาศ
ระบบระบายอากาศแบบเดิมของเครื่องคอมพิวเตอร์	-	4.5	4.2
	2	4.6	1.5
	3	4.6	4.2
ระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	4	4.6	4.2
	2	17.7	14.6
	3	17.0	18.8
ระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลแบบระบายความร้อนด้วยสารทำงาน	4	17.2	22.3

สมรรถนะการทำความเย็น (Coefficient of Performance, COP_c)

สมรรถนะการทำความเย็นเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพหรือความสามารถของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลในการทำความเย็น ระบบที่มีค่า COP_c สูง แสดงว่าระบบนั้นมีประสิทธิภาพในการทำความเย็นสูงตามไปด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่เราต้องการ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$COP_c = \frac{Q_c}{P_{in}}$$

โดยที่ COP_c คือ ค่าสมรรถนะการทำความเย็น

Q_c คือ ค่าความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

P_{in} คือ ค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ป้อนให้กับระบบ มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

สมรรถนะการทำความเย็นจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ป้อนให้กับระบบรวมทั้งอัตราการไหลของเอทิลีนไกลคอลที่ไหลผ่านผิวด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกที่เกิดจากการปรับค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับปั๊ม จากการวิเคราะห์หาสมรรถนะของระบบต่างๆ สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 2 ซึ่งระบบระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอลสำหรับห้องไม่ปรับอากาศ (แรงเคลื่อนไฟฟ้า 4 โวลต์) และในห้องปรับอากาศ (แรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์) มีค่าสมรรถนะการทำความเย็นสูงสุด คือ 1.3 และ 1.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าสมรรถนะการทำความเย็นของระบบระบายความร้อน

กรณี	แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อน (โวลต์)	สมรรถนะการทำความเย็น	
		ห้องปรับอากาศ	ห้องไม่ปรับอากาศ
ระบบระบายอากาศแบบเดิมของเครื่องคอมพิวเตอร์	-	3.6	3.4
	2	0.9	0.3
	3	0.6	0.5
ระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	4	0.4	0.4
	2	1.6	1.3
ระบบระบายความร้อนซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลแบบระบายความร้อนด้วยสารทำงาน	3	1.2	1.3
	4	0.9	1.3

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ปัจจุบันการระบายความร้อนด้วยอากาศ (air flow) แบบเดิมในคอมพิวเตอร์ เริ่มไม่เป็นที่นิยมแล้วเนื่องจากซีพียูที่ผลิตออกมาใหม่ๆ มีความเร็วสูงมากขึ้น ส่งผลให้ความร้อนจากการทำงานของคอมพิวเตอร์เกิดขึ้นเป็นเงาตามตัว ทำให้ระบบระบายความร้อนแบบเดิมไม่เพียงพอที่จะระบายความร้อนออกจากตัวซีพียูได้ทัน แนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นคือ การเพิ่มขนาดของใบพัด พัดลม หรือเพิ่มความเร็วรอบของพัดลมให้สูงมากขึ้น (รูปที่ 10) แต่ปัญหาที่ตามมาคือ ความดังของเสียงพัดลมที่คอยกวนใจและน่ารำคาญตลอดเวลา นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการสั่นมาก ส่งผลทำให้อุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์เกิดการชำรุดเสียหายได้ด้วย เมื่อมีการนำเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกมาใช้ในระบบระบายความร้อนให้กับซีพียู พบว่าที่อุณหภูมิการทำงานของซีพียู 55.8 °C ในห้องไม่ปรับอากาศอุณหภูมิแวดล้อม 30 °C ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศและระบายความร้อนด้วยเอทิลีนไกลคอล สามารถลดอุณหภูมิซีพียูได้ 4.3 °C และ 11.5 °C ตามลำดับ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 4 โวลต์ และในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิแวดล้อม 25 °C สามารถลดอุณหภูมิซีพียูลงได้ 15.8 °C และ 15.5 °C แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเท่ากับ 2 โวลต์ โดยมีค่าความสามารถในการทำความเย็น และสมรรถนะของระบบเท่ากับ 22.3 วัตต์, 17.7 วัตต์ และ 1.3, 1.6 ตามลำดับ



รูปที่ 10 การเพิ่มพัดลมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้เกิดเสียงดังและสั่น

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ระบบสามารถลดอุณหภูมิอากาศได้ใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ผ่านมา อาทิเช่น การนำเทอร์โมอิเล็กทริกมาใช้ในการทำความเย็นตู้แช่แช่รุ่มขนาดเล็กสามารถลดอุณหภูมิลงได้ 6-10 °C (Guler & Ahiska, 2002) และการนำเทอร์โมอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการทำความเย็นนั้น สามารถลดอุณหภูมิได้ 4-5 °C (Hara et al., 1998) โดยการทำความเย็นจะสามารถลดอุณหภูมิได้มากหรือน้อยขึ้นกับหลาย ๆ ตัวแปร เช่น รูปแบบการระบายความร้อนที่ด้านร้อน หากสามารถออกแบบระบบระบายความร้อนที่มีความสามารถในการระบายความร้อนได้เหมาะสม ระบบการทำความเย็นก็จะสามารถทำความเย็นได้ดีขึ้นตามไปด้วย

การระบายความร้อนชุดซีพียูโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกจึงเป็นระบบที่สามารถนำมาใช้แทนระบบระบายความร้อนด้วยอากาศแบบเดิมได้ เนื่องจากเทอร์โมอิเล็กทริกเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็ก ไม่มีเสียงดังขณะทำงาน และมีประสิทธิภาพในการระบายความร้อน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าจะสามารถลดอุณหภูมิของซีพียูได้ต่ำสุดประมาณ 51.5 °C

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- สมาคมธุรกิจคอมพิวเตอร์ไทย. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). มูลค่าตลาด IT และตลาด PC ของประเทศไทย. สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2548 จาก: <http://www.atci.or.th/>
- Guler, N. F., & Ahiska, R. (2002). Design and testing of a microprocessor-controlled portable thermoelectric medical cooling kit. *Applied Thermal Engineering*, 22, 1271-1276.
- Goldsmid, H. J. (1964). *Thermoelectric refrigeration*. New York: Plenum Press.
- Hara, T., Azuma, H., Shimizu, H., Obora, H., & Sato, S. (1998). Cooling performance of solar cell driven, thermoelectric cooling prototype headgear. *Applied Thermal Engineering*, 18, 1159-1169.
- Maneewan, S. (1999). *Hybrid solar-thermoelectric domestic hot water system*. Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- Maneewan, S., Hirunlabh, J., Khedari, J., Zeghamati B., & Teekasap S. (2004). Investigation on generated power presented power of thermoelectric roof solar collector. *Renewable Energy*, 29, 742-752.
- Maneewan, S., & Zeghamati, B. (2004, July). *A hybrid photovoltaic-thermoelectric roof solar collector*, international conference on thermoelectrics, Adelaide, Australia.
- Mei, V. C., & Chen, F. C. (1993). Study of solar-assisted thermoelectric technology for automobile air conditioning. *Journal of Solar Energy Engineering*, 115, 200-205.
- Simons, R. E. & Chu, R. C. (2000). Application of thermoelectric cooling to electronic equipment: A review and analysis. *Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium*, 16, 1-8.
- Sofrata, H. (1984). *Solar thermoelectric cooling system in solar buildings*. Kansas City, MO: Midwest Research Institute.
- Tada, S. (1996, March). *A new concept of porous thermoelectric module using a reciprocating flow for cooling/heating system*. Paper presented at international conference on thermoelectric, California, USA.