

การทดสอบระบบจ่ายและระบายความร้อนเพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยแผ่นเพลเทียร์
The experimental of heat providing and cooling for electric generation by peltier.

ภาณุพงศ์ ศิริกุล¹, พิพัฒน์ ปราโมทย์², มนุศักดิ์ จานทอง²

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการทดสอบวิเคราะห์ระบบจ่ายและระบายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าให้กับแผ่นเพลเทียร์ โดยการจ่ายอุณหภูมิให้แก่แผ่นเพลเทียร์ ควบคุมอุณหภูมิความร้อนด้วยการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับแท่งฮีตเตอร์ผ่านทางโซลิดสเตตเรลย์ และใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิ สำหรับการควบคุมใช้โปรแกรม LabVIEW ร่วมกับ PID Control Toolset และใช้การ์ดอินเทอร์เฟซ USB-6008 ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับกระบวนการจ่ายความร้อนให้แผ่นเพลเทียร์ทางด้านร้อน ใช้แผงระบายความร้อนระบายความร้อนจากเพลเทียร์ทางด้านเย็น เพื่อวัตถุประสงค์ให้ได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้า ผลการทดลองพบว่าการป้อนความร้อนควบคุมด้วยตัวควบคุมพีไอดีโดยใช้ค่า $K_p 0.298$, $T_i 4.200$, $T_d 1.050$ ป้อนให้กับโมดูลเดียวทางด้านร้อนที่อุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส และระบายความร้อนด้วยแผงอลูมิเนียมเย็บทางด้านเย็น จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ซีบีเอ็มมากที่สุด การจัดวางตำแหน่งโมดูล สองโมดูลแบบ ง ให้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

คำสำคัญ : เทอร์โมอิเล็กทริก , แผงระบายความร้อน

Abstract

This article presents the experiments and analyses results of heat providing and cooling system to increase efficiency in electricity generation of peltier plate by providing temperature to the peltier plate. Controlled the heat with electric current to the bar Heater via solid-state relays and uses thermocouple as a temperature measurements. For controlling use LabVIEW program together with PID Control Toolset and uses the interface card USB-6008 in order to communicating between computers and the process of heat providing to the peltier plate in the heat side. Use the heat sink for cooling from cold side of the peltier plate in order to obtain the electric power. The test results showed that the heat input which is controlled by PID controllers using the $K_p 0.298$, $T_i 4.200$, $T_d 1.050$, providing heat to a single module in hot side with temperatures of 68 degrees Celsius and transferred the heat with aluminum heat sink in cold side will cost the most Seebeck coefficient. Module position placement, double module type Ng provided the highest power

Keyword : Thermoelectric , Heat sink

¹ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. บทนำ

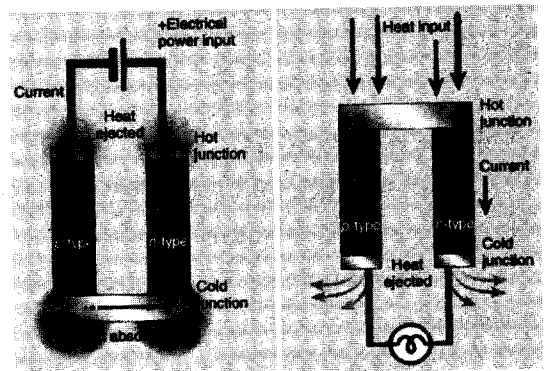
ปัจจุบันปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีปริมาณสูงมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะชีวิตประจำวันล้วนแต่จะต้องเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าแทบทั้งสิ้น ซึ่งการได้มาของพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ ได้มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล ถ่านลิกไนต์ และก๊าซธรรมชาติ มีแนวโน้มว่าค่าใช้จ่ายจะสูงขึ้นทุกปี ประกอบกับแหล่งพลังงานประเภทที่ใช้แล้วหมดไป (Non - Renewable) ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดก็ร่อยหรอลงไปทุกที และยังส่งผลให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยได้ถือได้ว่าเป็นประเทศที่อยู่ในระดับกำลังพัฒนา มีความตื่นตัวที่จะนำพลังงานทดแทนมาใช้ มีการค้นคว้าวิจัยพัฒนาอยู่เรื่อยๆ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ กังหันลมผลิตไฟฟ้า เป็นต้น การผลิตไฟฟ้าพลังงานสะอาดยังมีเทคโนโลยีอีกชนิดหนึ่งซึ่งยังไม่เป็นที่แพร่หลายก็คือ เทอร์โมอิเล็กทริก[1-4] ในรูปแบบโมดูล เพลเทียร์ (Peltier element) เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าชนิดหนึ่ง เมื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current ,D.C.) ให้กับแผ่นเพลเทียร์ จะเกิดความร้อนขึ้นด้านหนึ่ง และในเวลาเดียวกันอีกด้านก็จะให้ความเย็น ในทางกลับกันเมื่อดำเนินกระบวนการย้อนกลับ คือ ป้อนความร้อนด้านหนึ่งและในขณะเดียวกันระบายความร้อนให้อีกด้านของแผ่นเพลเทียร์ ก็จะมีพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง เกิดขึ้น เนื่องจากลักษณะรูปร่างของแผ่นเพลเทียร์ ที่มีขนาดเล็กและบางจึงยังไม่สามารถที่จะดูดซับปริมาณความร้อน และระบายความร้อนให้กลับด้านเย็นได้เพียงพอ จึงต้องออกแบบสร้างและติดตั้ง แผงระบายความร้อนเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นและมีระยะเวลาต่อเนื่องเป็นเวลานาน

เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้เทอร์โมอิเล็กทริก โมดูล มีผลทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้า แล้วจะทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้นระหว่างขั้วทั้งสองเทอร์โมอิเล็กทริก นอกจากการผลิตความร้อน-เย็นแล้ว ยังสามารถสร้างพลังงานไฟฟ้าจากความแตกต่าง

อุณหภูมิระหว่างผนังรอยต่อ P-N กับผนังอีกด้านของสาร P,N ดังรูปที่ 1 [5] ค่าแกรเดียนต์ของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นระหว่างผนังทั้งสองด้านนี้กระตุ้นให้เกิดปรากฏการณ์ซีเบ็ค(Seebeck effect) ผลักดันให้เกิดการเคลื่อนตัวของพาหะไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำ P และ N ก่อตัวเป็นอำนาจสนามไฟฟ้าภายในที่มีศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นสัมพันธ์กับอุณหภูมิตามสมการ

$$v = \alpha(\nabla T) \quad (1)$$

โดยที่ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบ็คในสารกึ่งตัวนำ T คือ ฟังก์ชันอุณหภูมิระหว่างผนังของเพลเทียร์ พิจารณาสมการ (1) จะเห็นว่า การเพิ่มความสามารถในการผลิตไฟฟ้าที่กระทำได้ คือ ทำการระบายความร้อนให้ได้มาก ซึ่งจะทำให้ผลต่าง ∇T มีค่ามาก จึงจะทำให้แรงดันไฟฟ้า v มีค่าเพิ่มขึ้น [6]



รูปที่ 1 โครงสร้างของเซลล์เทอร์โมอิเล็กทริกและวงจรทางไฟฟ้า [7]

ลำดับขั้นการระบายความร้อนของการทดลอง เริ่มจากการพิจารณาค่าอุณหภูมิจากแผ่นเพลเทียร์ด้านที่สัมผัสกับตัวจ่ายความร้อนป้อนผ่านเพลเทียร์ไปยังแผงระบายความร้อนสู่ผิวแผงอลูมิเนียมด้านที่เหลือจากบริเวณที่สัมผัสกับเพลเทียร์ กรณีนี้แสดงว่ามีกรถ่ายเทพลังงานจากขอบเขตที่อุณหภูมิสูง ไปสู่ขอบเขตที่

อุณหภูมิค่า เรียกรายการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำ (Conduction Heat Transfer) [8] นั้นแสดงว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าอุณหภูมิ

พฤติกรรมที่สังเกตได้ในกระบวนการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาขยายความออกมาด้วยเหตุผลก็เพื่อให้เป็นข้อเปรียบเทียบ ตัวอย่างเช่น เราทราบว่าความเร็วที่อากาศเป่าบนแผ่นเรียบที่ร้อนทำให้มีผลกระทบต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน เป็นต้น และมีผลกระทบทำให้เกิดการระบายความร้อนโดยตรง ตัวอย่างเช่น ถ้าเพิ่มอัตราเร็วเป็นสองเท่า อัตราการถ่ายเทความร้อนจะเป็นสองเท่าหรือไม่? มักสงสัยว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนอาจจะแตกต่างกัน ถ้าเราระบายความร้อนด้วยน้ำแทนที่จะใช้อากาศ โดยภาพรวมที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไป สิ่งหนึ่งอาจจะกำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาว่าขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางความร้อนของของไหล ความร้อนจำเพาะ ความหนาแน่น

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่มีความแม่นยำเพื่อใช้ทดสอบการป้อนความร้อนให้เพลเทียร์
2. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของแผ่นเพลเทียร์ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน
3. เพื่อศึกษาการถ่ายเทความร้อนจากเพลเทียร์โดยใช้แสงอุลมิเนียมระบายความร้อน ทำการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์แล้วทำการวิเคราะห์ผลทางความร้อน

3. อุปกรณ์และวิธีการ

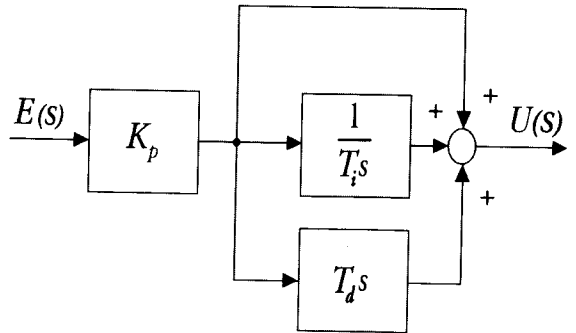
การทดลองแผ่กระจายความร้อนเพื่อหาอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยธรรมชาติหรืออิสระเพื่อได้มาซึ่งแรงดันไฟฟ้าโดยป้อนพลังงานความร้อนจากฮีตเตอร์ให้แผ่นเพลเทียร์ที่อุณหภูมิ 40-100 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบ 2 กรณี คือ แผ่นเดียว และสองแผ่นวาง

ในตำแหน่งต่างๆกัน รอยงคระทั้งอุณหภูมิที่ป้อนเกิดการนำความร้อนและการพาความร้อนนี้ จึงจะบันทึกผลทำการวัดอุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อน 3 จุด สถานที่ทดลอง อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส

3.1 การหาฟังก์ชันถ่ายโอนกระบวนการ

ตัวควบคุมที่ไอดีตามโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2 สามารถทำการเขียนฟังก์ชันถ่ายโอนของตัวควบคุมได้ตามสมการที่ (2)

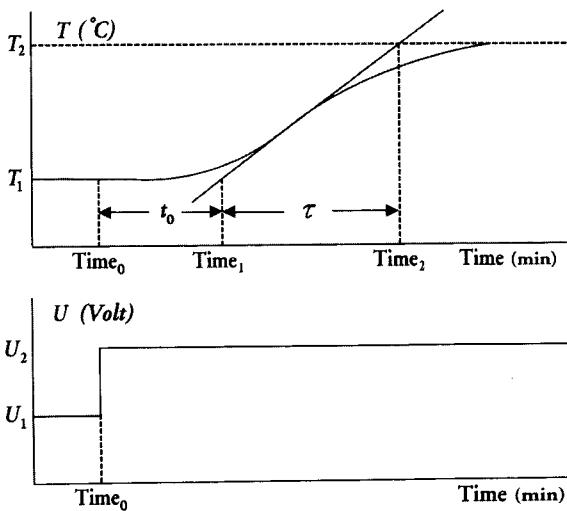
$$G_c(x) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (2)$$



รูปที่ 2 โครงสร้างตัวควบคุมที่ไอดี

รูปแบบของการตอบสนองของระบบอันดับหนึ่ง (first order system) รวมกับเวลาล่าช้าในการขนถ่าย (transportation lag, t_0) มีลักษณะคล้ายตัว s ซึ่งเรียกว่าเส้นโค้งปฏิกิริยาของกระบวนการ (process reaction curve) เขียนได้ด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนดังนี้คือ

$$T(s) = \frac{Ke^{-t_0 s}}{\tau s + 1} U(s) \quad (3)$$



รูปที่ 3 การหาฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการ ด้วยวิธีป้อนสัญญาณอินพุตแบบขั้นบันได

สำหรับวิธีการหาฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการป้อนความร้อน สามารถทำได้โดยใช้วิธีป้อนสัญญาณอินพุตแบบขั้นบันไดให้กระบวนการ โดยวิธีการคือการป้อนสัญญาณแรงดันควบคุม $U(s)$ ให้กระบวนการและวัดอุณหภูมิของกระบวนการป้อนความร้อน $T(s)$ จากนั้นจะได้พารามิเตอร์ของกระบวนการป้อนความร้อนตามสมการที่ (3) ดังนี้

$$K = \frac{T_2 - T_1}{U_2 - U_1} \quad (4)$$

$$\tau = T = \text{Time}_2 - \text{Time}_1, \quad t_0 = L = \text{Time}_1 - \text{Time}_0$$

สำหรับการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมที่เหมาะสม จะใช้วิธีป้อนสัญญาณอินพุตแบบขั้นบันได ให้กับกระบวนการซึ่งถูกแนะนำโดย Ziegler-Nichols [8] และตารางการหาค่าพารามิเตอร์ พีไอดีที่เหมาะสมแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การหาค่าพีไอดีด้วยวิธี Ziegler-Nichols

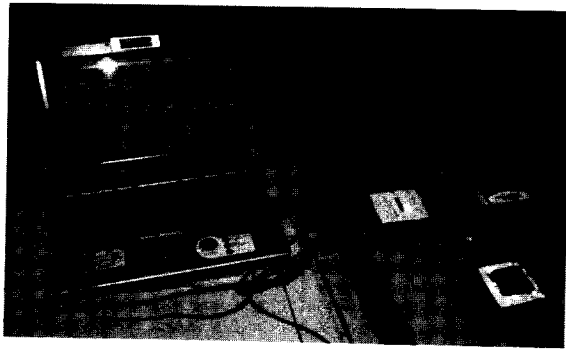
Type	K_p	T_i	T_d
P	$T/(K.L)$	∞	0
PI	$0.9T/(K.L)$	$L/0.3$	0
PID	$1.2T/(K.L)$	$2L$	$0.5L$

3.2 การออกแบบระบบควบคุมด้วย LabVIEW

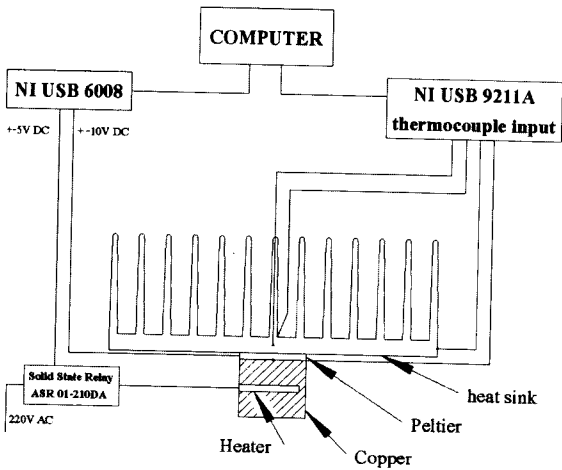
เนื่องจากการทดลองการผลิตไฟฟ้าด้วยแผ่นเพลเทียร์มีความเกี่ยวข้องเนื่องกับการป้อนความร้อน ต้องใช้ระบบควบคุมที่แม่นยำก็เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยออกมาถูกต้องเป็นไปตามข้อเท็จจริงมากที่สุด จึงเลือกที่จะใช้โปรแกรมแลบวิว (Labview) ในการควบคุมฮีตเตอร์ ทำความร้อนป้อนให้กับแผ่นเพลเทียร์โดยเลือกใช้ฟังก์ชันการควบคุมแบบ พีไอดี (PID controller, proportional-integral-derivative controller)[9]

ระบบของโปรแกรมที่เขียนขึ้นในแลบวิวจะรับสัญญาณทางสายยูเอสบี (USB Universal Serial Bus) จาก NI USB 9211A ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณมาจากเทอร์โมคัปเปิล คอมพิวเตอร์รับสัญญาณจะทำการประมวลผลระหว่างอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ กับอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจริง ถ้าอุณหภูมียังไม่ร้อนถึงที่กำหนด คอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าโดยใช้ฟังก์ชันพีไอดี แล้วส่งสัญญาณผ่านทางสายยูเอสบีไปยัง NI USB 6008 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณอนาล็อก(Analog)แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 0-5 โวลต์ ไปยังโซลิดสเตตรีเลย์ (SOLID STATE RELAY) ทำหน้าที่ตัด-ต่อ วงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับฮีตเตอร์ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ลักษณะการทำงานของระบบเป็นการควบคุมความร้อนแบบปิด (CLOSE LOOP) ในขณะที่ทำการป้อนความร้อนให้กับเพลเทียร์และต้องระบายความร้อนให้กับอีกด้าน การทดลองนี้จะนำแผงระบายความร้อน ผลิตจากอลูมิเนียม ขนาด 26x20x7 เซนติเมตร มีครีป 13 อัน มีพื้นที่ระบายความร้อน 53 ตารางเซนติเมตร มาใช้ในการทดลองโดยอาศัยหลัก

การนำความร้อนและการพาความร้อนแบบอิสระ สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือจุดประสานเชื่อมต่อระหว่างแผ่นเพลเทียร์กับแผงระบายความร้อนจะต้องทาผิวบางๆ ด้วยซิลิโคนนำความร้อน(Heatsink Compound) เพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อทุกผิวสัมผัส จากกระบวนการจะได้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงออกมา ทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าโดยต่อสายไปยัง NI USB 6008 ที่สามารถรับแรงดันได้ 0-10 โวลต์ จากนั้นจะส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางสายยูเอสบี

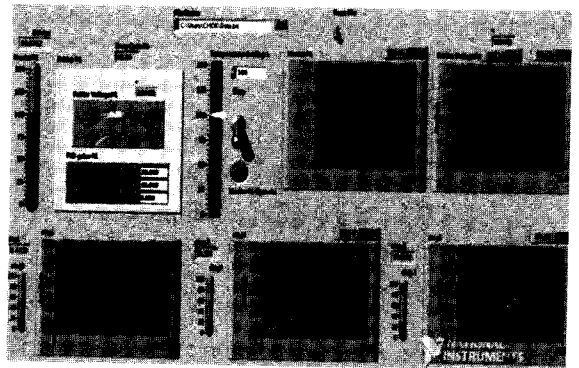


รูปที่ 4 ชุดทดสอบระบบระบายความร้อนในการผลิตไฟฟ้าด้วยแผ่นเพลเทียร์



รูปที่ 5 การควบคุมระบบทดสอบการระบายความร้อนในการผลิตไฟฟ้าด้วยแผ่นเพลเทียร์

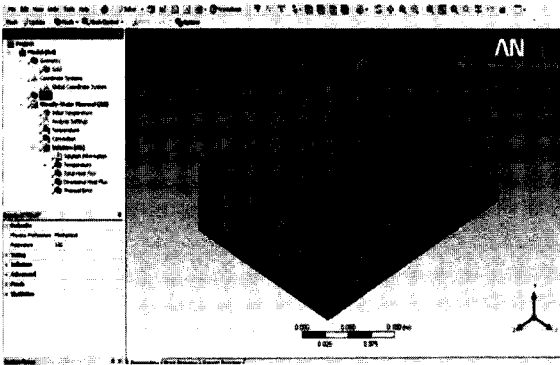
การทำงานของโปรแกรมแลบวิวในคอมพิวเตอร์ยังสามารถวัดผลแสดงผลและบันทึกผลการทดลองโดยคอมพิวเตอร์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น แสดงผลในรูปแบบของกราฟที่สัมพันธ์กับเวลา แสดงผลการตัดต่อสัญญาณในรูปแบบของหลอดไฟ มีสวิตช์เปิดปิดการทำงานเหมือนจริง เป็นต้น ทำให้การทดลองมีความเที่ยงตรงแม่นยำมาก



รูปที่ 6 ลักษณะการแสดงผล ที่เขียนขึ้นบน Front Panel ในโปรแกรมแลบวิว

3.3 วิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนแผงระบายความร้อนด้วย Ansys

โปรแกรม Ansys เป็นโปรแกรมที่ใช้คำนวณผลทางอุณหภูมิจากวัตถุในงานวิศวกรรม ที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ในรูปแบบของโปรแกรมสำเร็จรูป ง่ายต่อการใช้งาน เหมาะสำหรับนักออกแบบ นักวิจัย และวิศวกรในหลายสาขา โปรแกรมมีความสามารถคำนวณได้ทั้งสองมิติและสามมิติ รูปแบบการคำนวณสามารถคำนวณได้ทั้ง การพาความร้อน การนำความร้อน การแผ่รังสีความร้อน รวมไปถึงความถี่คลื่นต่างๆ ทำการกำหนดวัสดุเป็นอลูมิเนียมอัลลอย สร้างเมชชิ้นงาน ป้อนค่าอุณหภูมิความร้อนจากแผ่นเพลเทียร์ ป้อนค่าการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาแบบธรรมชาติ มีค่า $5 \text{ w/m}^2 \cdot \text{c}$

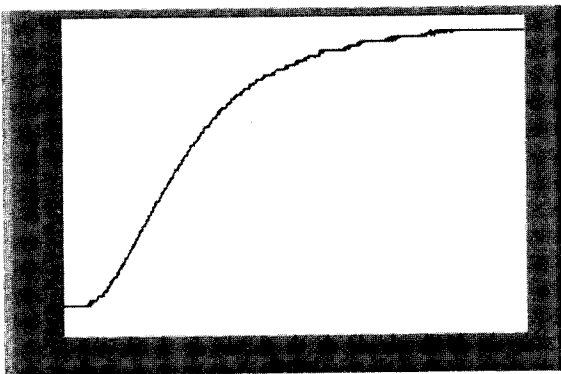


รูปที่ 7 การกำหนด Condition และการสร้างเมชเพื่อวิเคราะห์ผลทางความร้อน

4. ผลการทดลอง

4.1 การหาฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการ

การหาฟังก์ชันถ่ายโอนของกระบวนการ โดยในการทดลองนี้ทำการทดลองในห้องที่มีอุณหภูมิ T (a) 25 °C และเลือกจุดทำงาน ณ ตำแหน่งที่อุณหภูมิของกระบวนการ (T) มีค่าเท่ากับ 24.2 °C



รูปที่ 7 ผลตอบสนองของระบบควบคุมแบบวงเปิด

รูปที่ 7 แสดงผลตอบสนองของระบบควบคุมแบบวงเปิด เมื่อเปลี่ยนแปลงสัญญาณอินพุตอ้างอิงที่ป้อนให้กับกระบวนการไป 10% โดยจากการทดลองได้แบบจำลองของกระบวนการดังนี้

$$T(s) = \frac{19.387e^{-0.3334 s}}{1.8167s + 1} U(s)$$

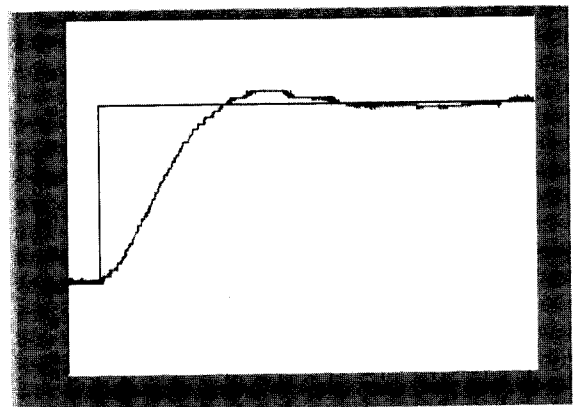
จากสมการที่ 3 พบว่า ณ.จุดการทำงานของกระบวนการนี้มีค่าอัตราขยายของระบบควบคุม 19.387 °C /Volt, - ค่าคงตัวเวลา (TimeConstant) 1.8167 นาที หรือ 109 วินาที และค่าเวลาไร้ผลตอบสนอง 0.3334 หรือ 28 วินาที

4.2 การควบคุมกระบวนการด้วยตัวควบคุมพีไอดีโดยใช้วิธี Ziegler-Nichols

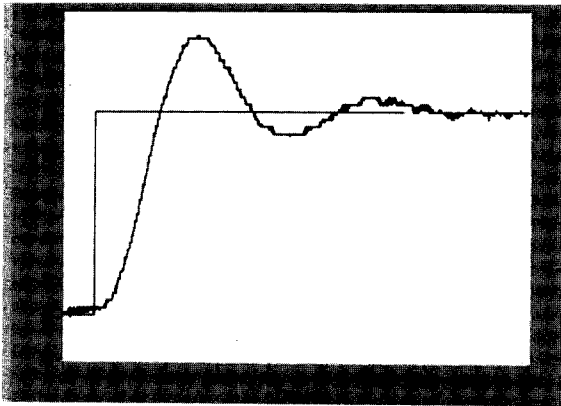
ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ของตัวควบคุม

Type	K _p	T _i	T _d
P	0.249	0	0
PI	0.224	7.000	0
PID	0.298	4.200	1.050

การทดลองผลตอบสนองของระบบควบคุมในสถานะมีโหลดนี้ ใช้แฉงระบายความร้อนทำหน้าที่เป็นโหลดในระบบควบคุม ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 8 และ 9



รูปที่ 8 ผลตอบสนองต่อสัญญาณขั้นบันไดของตัวควบคุมพีไอ



รูปที่ 9 ผลตอบสนองต่อสัญญาณขั้นบันไดของตัวควบคุมพีไอดี

รูปที่ 8 และรูปที่ 9 แสดงผลตอบสนองของระบบควบคุมอุณหภูมิเครื่องจ่ายความร้อนของตัวควบคุมพีไอและพีไอดี เมื่อกำหนดให้สัญญาณอ้างอิงแบบขั้นบันไดเปลี่ยนแปลงไป 10 °C ในสภาวะมีโหลดเป็นแผงระบายความร้อน จากรูปพบว่า ผลตอบสนองของระบบควบคุมที่ใช้ตัวควบคุมพีไอและพีไอดีมีค่าพุ่งเกิน (Percent Overshoot) 7 เปอร์เซ็นต์และ 35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าเวลาเข้าที่ (Settling Time) ประมาณ 900 วินาที และ 600 วินาที ตามลำดับ เห็นได้ว่าในสภาวะมีโหลดนั้นตัวควบคุมแบบพีไอดีจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาควบคุมอุณหภูมิผลตอบสนองของระบบควบคุมได้เหมาะสมกว่าการควบคุมแบบพีไอ

4.3. ผลการทดลองป้อนความร้อนแผ่นเพลทเทียร์

- TH = อุณหภูมิด้านร้อน (°C)
- V1 = แรงดันไฟฟ้าโมดูลที่ 1 (Volt)
- V2 = แรงดันไฟฟ้าโมดูลที่ 2 (Volt)
- VT = แรงดันไฟฟ้ารวม (Volt)
- TC1 = อุณหภูมิด้านเย็น (°C)
- TC2 = อุณหภูมิด้านเย็น (°C)
- TC3 = อุณหภูมิด้านเย็นสองโมดูล (°C)
- α = ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบ็ค

ตารางที่ 3 ผลการทดลองของโมดูลเดี่ยวแบบ ก

TH	TC1	TC2	TC3	DT	α	V1
40	27.20	26.65	26.55	12.80	0.0626	0.801
50	28.45	27.60	27.30	21.55	0.0629	1.356
60	32.45	30.15	30.80	27.55	0.0633	1.743
70	34.20	31.45	32.10	35.80	0.0633	2.267
80	36.10	32.95	33.50	43.90	0.0629	2.761
90	37.55	33.60	34.45	52.45	0.0627	3.291
100	38.35	34.20	34.65	61.65	0.0627	3.866
110	40.25	35.10	36.15	69.75	0.0627	4.375
120	42.60	37.60	37.95	77.40	0.0614	4.757

ตารางที่ 4 ผลการทดลองสองโมดูลแบบ ข

TH	TC1	TC2	TC3	V1	V2
40	26.22	28.43	26.59	0.601	0.632
50	27.12	29.56	27.43	1.061	1.119
60	31.20	32.07	30.85	1.484	1.567
70	33.11	33.56	32.23	2.004	2.107
80	34.52	35.12	33.88	2.381	2.499
90	36.03	35.55	34.79	2.850	2.952
100	37.05	36.13	34.99	3.462	3.640
110	38.55	37.24	36.56	3.753	3.879
120	41.10	39.58	38.53	4.308	4.378

ตารางที่ 5 ผลการทดลองสองโมดูลแบบ ก

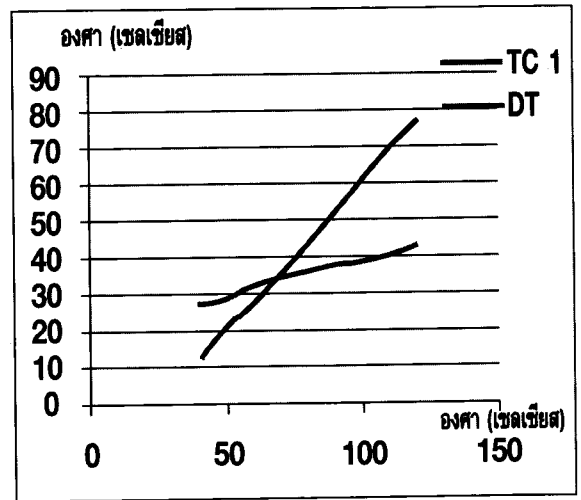
TH	TC1	TC2	TC3	V1	V2
40	27.11	26.54	27.36	0.803	0.822
50	28.43	27.30	28.24	1.259	1.307
60	32.56	30.01	31.97	1.673	1.812
70	34.13	31.32	33.08	2.204	2.302
80	36.21	32.56	34.36	2.581	2.702
90	37.50	33.33	35.67	3.050	3.149
100	38.54	34.07	35.55	3.662	3.835
110	40.32	34.98	37.59	3.953	4.005
120	42.55	37.35	39.03	4.456	4.475

ตารางที่ 7 ผลการทดลองของโมดูลเดี่ยวแบบ ก

โหลด (Ω)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กำลังไฟฟ้า (w)
1	1.09	1.25	1.36
2	.88	1.92	1.68
3	.75	2.4	1.8
4	.65	2.65	1.72
5	.56	3	1.68
6	.51	3.21	1.63
7	.46	3.37	1.55
8	.42	3.51	1.47
9	.39	3.64	1.41
10	.36	3.76	1.35

ตารางที่ 6 ผลการทดลองสองโมดูลแบบ ง

TH	TC1	TC2	TC3	V1	V2
40	27.03	27.34	27.44	0.917	0.924
50	28.24	28.34	28.29	1.347	1.412
60	32.37	31.78	31.86	1.765	1.923
70	33.98	33.11	33.23	2.321	2.403
80	36.02	34.29	34.34	2.701	2.811
90	37.31	35.72	35.58	3.144	3.237
100	38.40	35.48	35.39	3.759	3.942
110	40.24	37.62	37.60	4.055	4.113
120	42.31	39.12	39.08	4.612	4.658



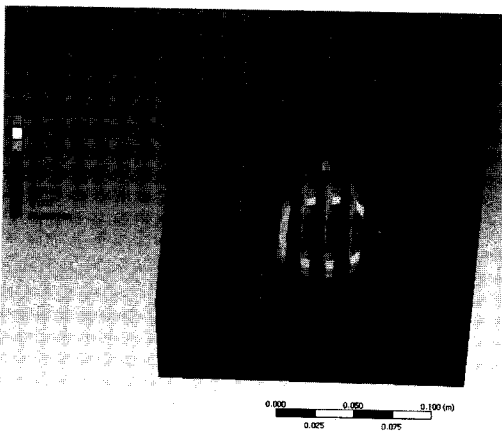
รูปที่ 10 ค่าอุณหภูมิด้านเย็นและผลต่างของอุณหภูมิ ด้านร้อนกับด้านเย็นของโมดูลเดี่ยว

จากผลการทดสอบการระบายความร้อนให้กับแผ่นเพลเทียร์ โดยใช้แผงระบายความร้อนอลูมิเนียมแบบครีป ระบายความร้อนโดยธรรมชาติพบว่าเมื่อวัดแรงดันไฟฟ้าจากโมดูลเดี่ยวแบบ ก จะให้ค่าแรงดันสูงกว่าการต่อขนานในสองโมดูลแบบ ข ค ง

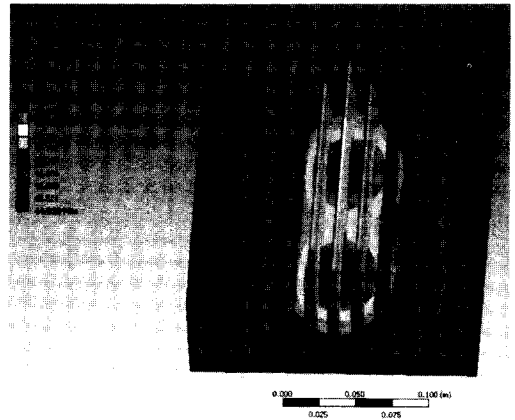
และให้ค่าแรงดันต่ำกว่าเมื่อทำการต่ออนุกรมกัน เมื่อวิเคราะห์การทดลองการระบายความร้อนแบบโมดูล เดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ป้อนให้แก่ระบบการผลิตไฟฟ้ากับค่าสัมประสิทธิ์ซีบีแอนด์ ในช่วงอุณหภูมิ 40-120 องศาเซลเซียส จากตารางที่ 3 พบว่า ช่วงอุณหภูมิ 60 ถึง 70 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดค่าสัมประสิทธิ์ซีบีแอนด์มากที่สุด แล้วจากนั้นพิจารณารูปที่ 10 เป็นการเขียนกราฟของค่าอุณหภูมิด้านเย็น (TC1) และค่าผลต่างของอุณหภูมิด้านร้อนกับด้านเย็น (DT) ทำให้เกิดจุดตัดในเส้นกราฟ เมื่อลากเส้นมายังอุณหภูมิด้านร้อน จะได้ค่าอุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นจุดที่ทำให้เกิดค่าสัมประสิทธิ์ซีบีแอนด์มากที่สุด พิจารณาลักษณะการจัดวางเฉพาะสองโมดูลด้วยกัน แบบ ง จะให้ค่าการผลิตไฟฟ้าสูงกว่าแบบอื่น

จากนั้นทดสอบโดยป้อนโหลดด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้ ที่อุณหภูมิ 68 °C ผลปรากฏว่าค่าความต้านทานมากขึ้น จะทำให้กระแสไฟฟ้าลดลงแต่แรงดันเพิ่มขึ้น ที่ความต้านทาน 3 โอห์ม มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด 1.8 วัตต์

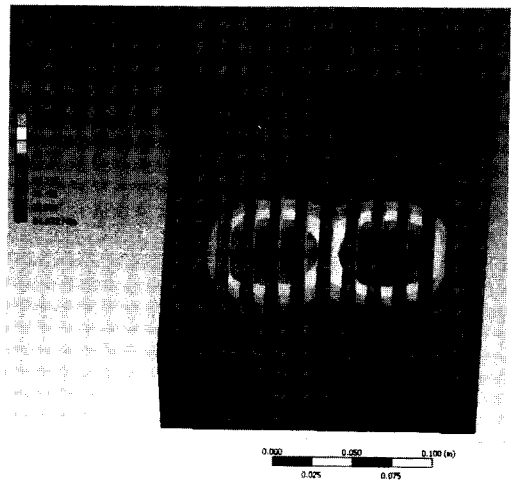
4.2. การสร้างแบบจำลองการถ่ายเทความร้อนแผ่กระจายความร้อนด้วยโปรแกรม Ansys



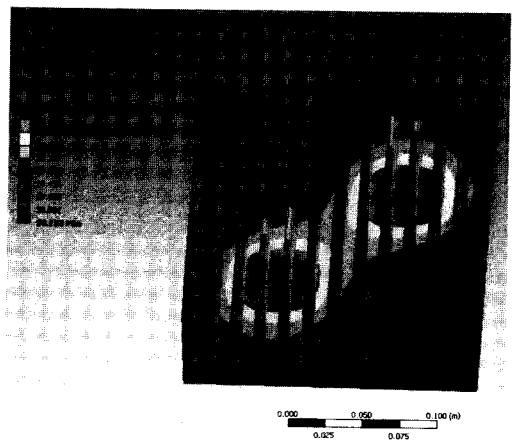
รูปที่ 11 จัควางโมดูลแบบ ก



รูปที่ 12 จัควางโมดูลแบบ ข



รูปที่ 13 จัควางโมดูลแบบ ค



รูปที่ 14 จัควางโมดูลแบบ ง

เมื่อได้ผลการทดสอบจากการทดลองจึงนำมาสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Ansys เพื่อใช้เปรียบเทียบว่าผลการทดลองมีความถูกต้องหรือไม่ และจะสามารถมองภาพของรูปแบบการถ่ายเทความร้อนได้เข้าใจมากขึ้น จากภาพจะแสดงให้เห็นว่า แบบ ก เป็นการระบายความร้อนจากเพลเทียร์โมดูลเดี่ยวที่มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนมากที่สุดเมื่อวางอยู่ ณ ตำแหน่งตรงกลางแผงระบายความร้อน แต่เมื่อเทียบกับสองโมดูลที่ต่ออนุกรม แบบ ข ค และ ง จะให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าต่อไปเป็นการเปรียบเทียบระหว่างสองโมดูลด้วยกัน ในลักษณะการจัดวางแบบ ข ค และ ง จากการทดลองปรากฏว่าแบบ ค สามารถจ่ายแรงดันได้มากกว่าแบบ ข ร้อยละ 11 และแบบ ง สามารถแรงดันไฟฟ้าได้มากกว่าแบบ ข ร้อยละ 17 ค่าฟลักซ์ความร้อนสูงสุด 2.31 KW/m^2 ซึ่งเป็นการจัดวางที่เกิดการระบายความร้อนได้ดีที่สุด

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอการสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่มีความแม่นยำเพื่อใช้ทดสอบการป้อนความร้อนให้เพลเทียร์ มาใช้ในการศึกษาหลักการทำงานของแผ่นเพลเทียร์ ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน ด้วยการถ่ายเทความร้อนจากเพลเทียร์โดยใช้แผงอลูมิเนียมระบายความร้อน แล้วสร้างแบบจำลอง การถ่ายเทความร้อนแผงระบายความร้อนในคอมพิวเตอร์และทำการวิเคราะห์ผลทางความร้อนสามารถที่จะจัดวางตำแหน่งแผ่นเพลเทียร์ ให้เกิดการระบายความร้อนได้มากที่สุดและเป็นแนวทางการปรับปรุงรูปแบบการออกแบบแผงระบายความร้อนรูปแบบอื่นอีกต่อไป เพื่อการผลิตไฟฟ้าที่ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ให้ขอยืม NI USB 6008 จาก ห้องแล็บ ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ของภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จึงขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณัฐ จันทร์ครบ ฉัตรชัย เอี่ยมพรสิน อมร สมเจตน์ เลิศเจริญ และเจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์, “การผลิตไฟฟ้า จากความร้อนเหลือทิ้งของเตาहुงต้มในครัวเรือนด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก”, *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 29*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 9-10 พฤศจิกายน 2549. หน้า 1194-1196.
- [2] Jorge Vilzquez, Miguel A. Sanz-Bobi, Rafael Palacios, *Antonio Arenas, “State of the Art of Thermoelectric Generators Based on Heat Recovered from the Exhaust Gases of Automobiles” *Proceedings of the 7th European Workshop on Thermoelectrics*, Paper #17, Oct 2002, Pamplona, SPAIN.
- [3] Rida Y.Nuwayhid, Alan Shinhadeh, Nesreen Ghaddar. “Devellopment and testing of a domestics woodstove thermoelectric Generator with natural convection cooling”, *Energy Conversion & Management*, Vol. xx, No. x, pp. xxx-xxx., 2004.
- [4] Anders Killander, John C. Bass, 1996, “A Stove-Top Generator For Cold Areas”, *IEEE 15th International Conference on Thermoelectric*, pp.390-393
- [5] Yuri Gurevich, Georgiy Logvinov and Igor Volovichev, “Nonequilibrium Carriers of Charge in Thery of Thermoelectric Phenomena”, *Proceedings of the 22nd International Conference on Thermoelectrics*, pp.464-467.
- [6] Eakburanawat, J. and Boonyaroonate, I., 2005, “Development of a thermoelectric battery charger

with microcontroller-based maximum power point tracking technique”, *Applied Energy*, Vol. 83, issue. 7, pp. 687-704.

[7] Rowe, D.M., “CRC Handbook of Thermoelectric”, New York, CRC Press, 1995.

[8] Jack P. Holman, 1997. Heat transfer, Southern Methodist University, U.S.A., Eighth Edition, McGraw-Hill. Inc, New York, pp 1-30

[9] PID control 2009, http://en.wikipedia.org/wiki/PID_control