

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การสร้างกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงค์มีการวางแผนการดำเนินงานในส่วนต่าง ๆ ซึ่งได้กำหนดแผนการในการดำเนินงานดังนี้

3.1 แผนการดำเนินงาน

การวางแผนดำเนินงานสร้างกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงค์ เริ่มจากการหาข้อมูลเบื้องต้น ศึกษาข้อมูลในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำการออกแบบวงจรโดยรวมของระบบฯ สั่งซื้อจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องนำมาใช้สำหรับสร้างวงจรจริง วัดและทดสอบอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ เพื่อตรวจสอบการทำงานว่าตรงตามคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ หรือไม่ นำอุปกรณ์ที่ทำการวัดและทดสอบแล้วมาประกอบเป็นตู้ขึ้นงาน ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องโดยนำไปตรวจหาโลหะในคอนกรีตที่มีขนาดต่างๆ กัน สุดท้ายคือวิเคราะห์ ปรับปรุงข้อผิดพลาดและสรุปการวิจัยครั้งนี้ แผนการดำเนินงานดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงค์

เดือน กิจกรรม	1-3	4-6	7-8	9-12	13-17	18-19	20-21	22
ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง								
ออกแบบโครงสร้างกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงค์								
ออกแบบส่วนกำเนิดความเย็นด้วยอุปกรณ์เพลเทียร์								
จัดซื้อวัสดุที่ใช้ในการสร้างกล่องเย็นเก็บนมฯ								
สร้างกล่องกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมฯ ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงค์								
ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องและปรับปรุงจุดบกพร่อง								
เก็บข้อมูลจากทดสอบกล่องเย็นเก็บน้ำนมฯ								
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง								
เผยแพร่งานวิจัยและส่งรายงานฉบับสมบูรณ์								—

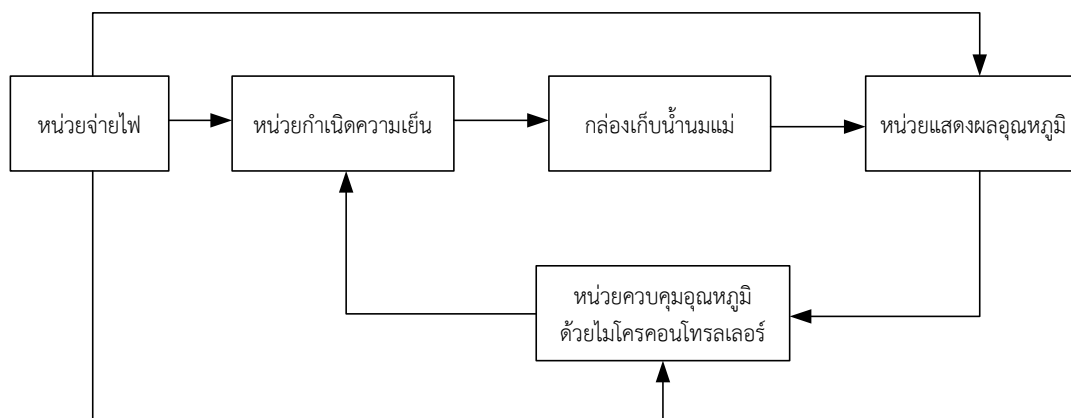
..... แสดงแผนการดำเนินงาน

— แสดงการดำเนินงานจริง

หมายเหตุ การดำเนินงานจริงล่าช้าจากแผนการดำเนินการที่วางไว้ สาเหตุจากปัญหาการสั่งซื้อแผ่นวัสดุแซนวิชแบบริงค์ซึ่งใช้เวลานานไม่สามารถควบคุมได้และในส่วนการสร้างกล่องฯ สาเหตุล่าช้าเนื่องจากการยึดแผ่นวัสดุแซนวิชฯ ต้องใช้เทคนิคพิเศษทำให้ต้องใช้เวลามากกว่าที่กำหนด

3.2 หลักการออกแบบ

การออกแบบกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงผึ้งเริ่มจากการวางแผนผังระบบการทำงานของกล่อง ฯ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1

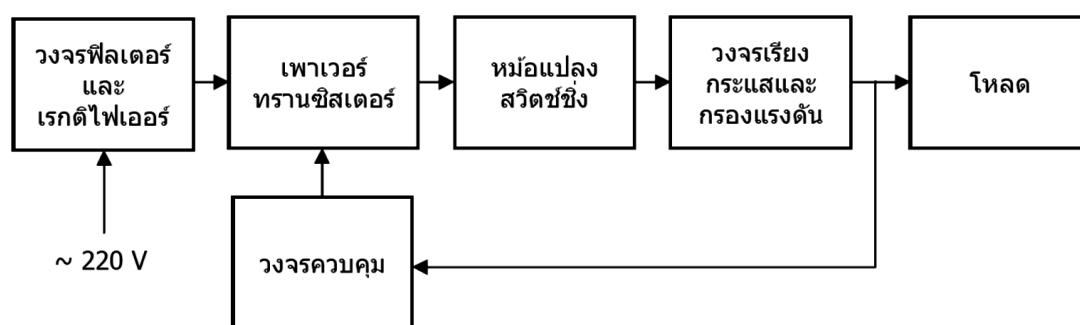


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงผึ้ง

แนวคิดการออกแบบแบ่งเป็น 5 ส่วนตามลักษณะการทำงาน สามารถอธิบายดังต่อไปนี้

3.2.1 หน่วยจ่ายไฟ

หน้าที่ของหน่วยจ่ายไฟคือจ่ายไฟฟ้าให้ส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงผึ้ง องค์ประกอบพื้นฐานหน่วยจ่ายไฟแสดงได้ดังรูปที่ 3.2 หัวใจสำคัญของหน่วยจ่ายไฟอยู่ที่วงจรควบคุมเนื่องจากทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณเอาต์พุตให้มีค่าตามที่ต้องการ

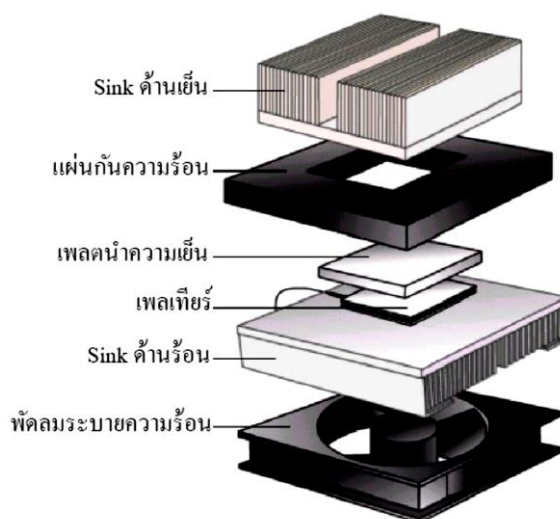


รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของหน่วยวงจรจ่ายไฟ

การทำงานของหน่วยจ่ายไฟเริ่มจากเมื่อมีแรงดันมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ผ่านเข้ามาทางวงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำหน้าที่เป็นเพาเวอร์คอนเวอร์-

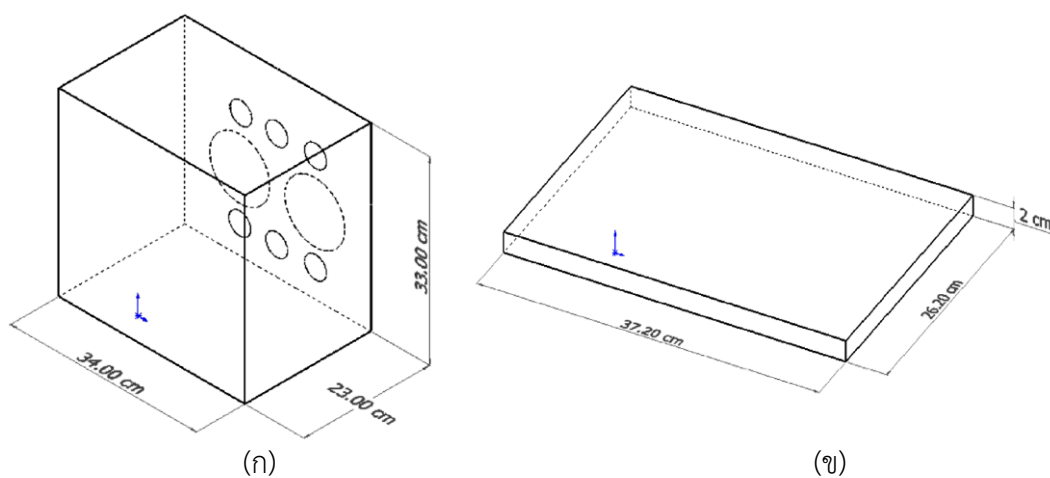
เตอร์โดยการตัดต่อแรงดันเป็นช่วง ๆ ที่ความถี่ประมาณ 20 - 200 กิโลเฮิร์ตซ์ และส่งผ่านสัญญาณที่ได้ไปยังหม้อแปลงสวิตชิงเพื่อลดแรงดัน ที่เอาต์พุตของหม้อแปลงถูกต่อกับวงจร เรียงกระแส และกรองแรงดันเพื่อให้ได้สัญญาณที่เรียบ การคงค่าแรงดันให้มีค่าคงที่ตามต้องการทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันเอาต์พุตกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต มีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ คือ 12 โวลต์ 30 แอมแปร์ ก่อนจ่ายสัญญาณให้ให้โหลดคือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในหน่วยอื่น

3.2.2 หน่วยกำเนิดความเย็น สำหรับกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชซึ่งจะใช้เพลเทียร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีลักษณะเป็นแผ่นทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปความเย็นและความร้อน (ด้านหนึ่งร้อนส่วนอีกด้านเย็น) หลักการออกแบบในหน่วยนี้จะใช้คุณสมบัติด้านกำเนิดความเย็นเพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในกล่องต้นแบบและระบายความร้อนที่เกิดขึ้นอีกด้านของแผ่นผ่านทางแผ่นระบายความร้อนและพัดลมระบายความร้อน คุณสมบัติแผ่นเพลเทียร์ที่นำมาใช้สร้างในงานวิจัยนี้มีขนาด 4x4x0.3 นิ้ว (กว้างxยาวxหนา) การทำงานของแผ่นต้องป้อนอินพุตแรงดัน 12 โวลต์และกระแส 4-6 แอมแปร์ จำนวนชุดกำเนิดความเย็นด้วยแผ่นเพลเทียร์ที่ใช้ในหน่วยกำเนิดความเย็นใช้จำนวน 4 ชุด การประกอบชุดความเย็นมีโครงสร้างดังแสดงได้ในรูปที่ 3.3 ชุดความเย็นด้วยแผ่นเพลเทียร์ที่ประกอบแล้วเสร็จพร้อมจำนวน 4 ชุด



รูปที่ 3.3 การประกอบชุดความเย็นเพลเทียร์

3.2.3 กล่องเก็บน้ำนมแม่ การออกแบบขนาดกล่องเก็บน้ำนมแม่ถูกออกแบบให้มีขนาดความจุภายในที่สามารถบรรจุปริมาณน้ำนมได้เท่ากับ 25 ลิตร [12] (สามารถรองรับการบริโภคของเด็กทารกได้ประมาณ 1 อาทิตย์) ขนาดของกล่องต้นแบบแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 จากรูปที่ 3.4 (ก) สังเกตว่า จะมีการเจาะรูด้านหลังกล่องเพื่อใช้สำหรับยึดติดพัดลม 2 ตัวของชุดทำ

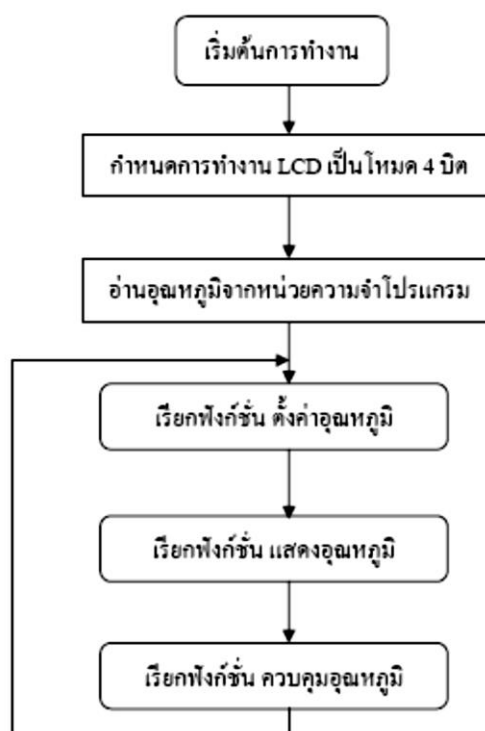


รูปที่ 3.4 (ก) ขนาดภายในกล่อง (ข) ขนาดของฝากล่อง

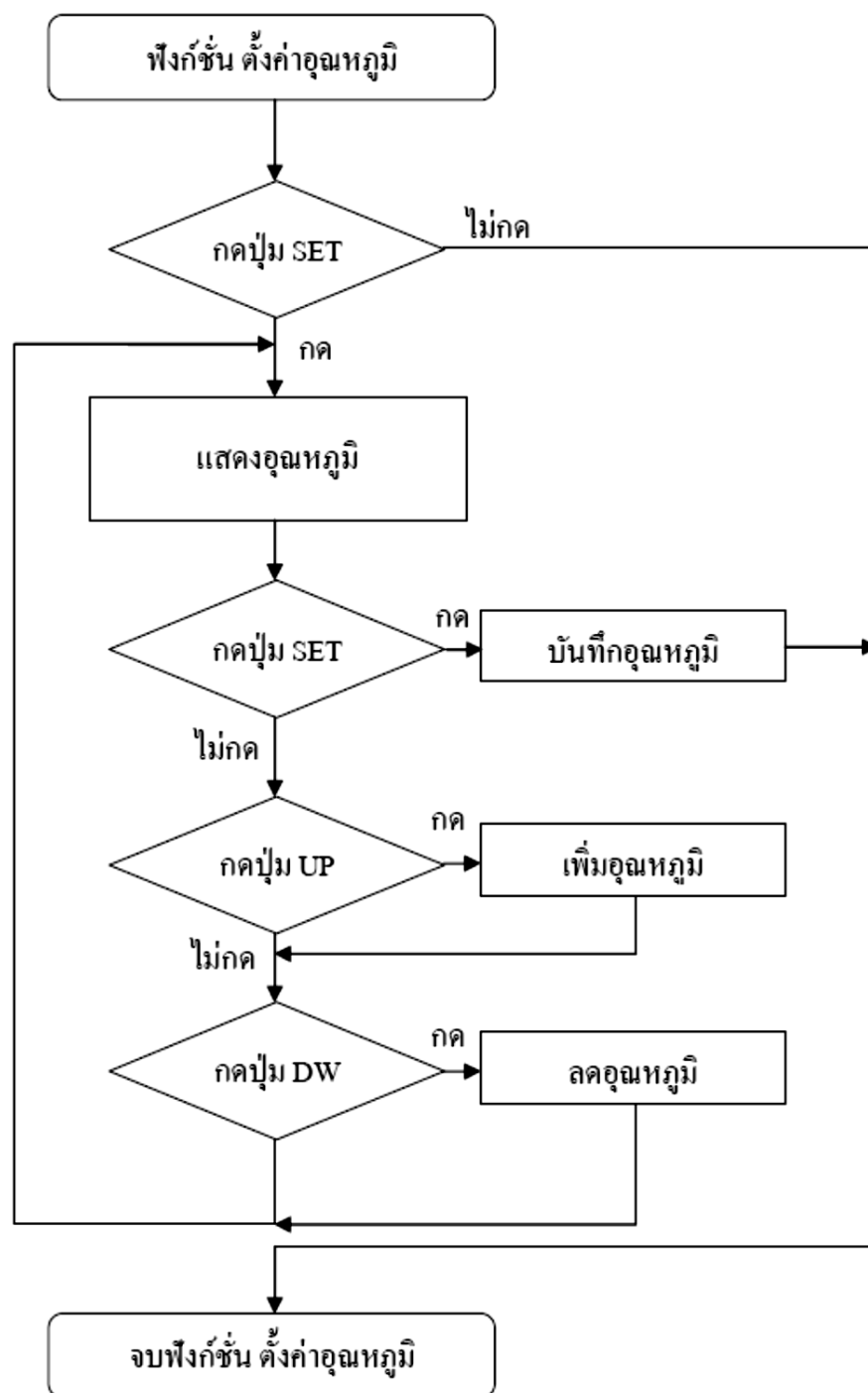
ความเย็นด้วยแผ่นเพลเทียร์ทั้ง 4 ชุด โดยรูวงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร และรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร จำนวน 6 ช่อง เจาะเพื่อกระจายความเย็นภายในกล่อง

3.2.4 หน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ

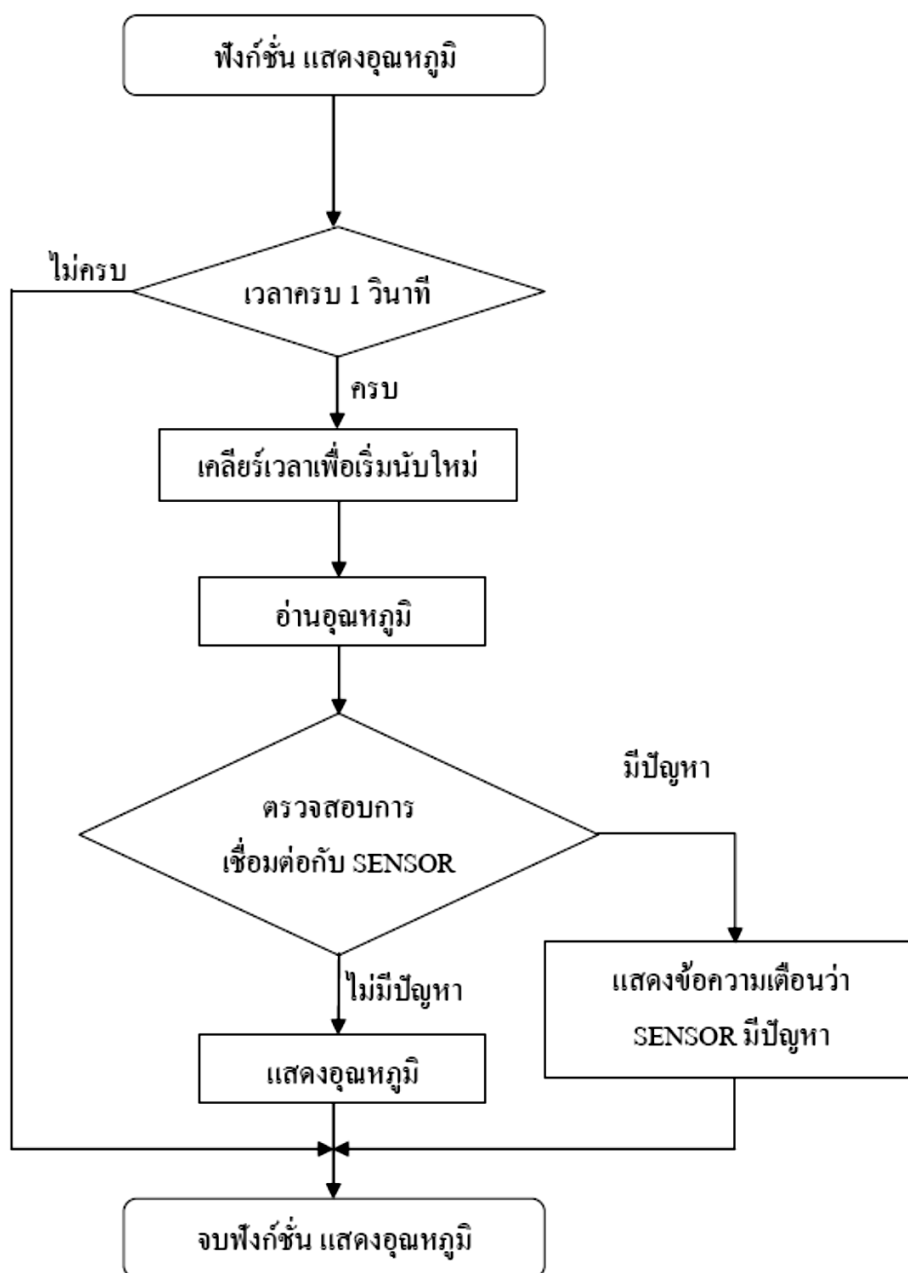
การทำงานของหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิของกล่องเย็นเก็บน้ำนมแม่ ทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิภายในกล่องและส่งข้อมูลไปยังหน่วยควบคุมอุณหภูมิด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมแสดงผลด้วยจอแอลซีดี หลักการทำงานสามารถเขียนในรูปของแผนภูมิสายงาน (Flowchart) แสดงได้ดังรูปที่ 3.5 – 3.8



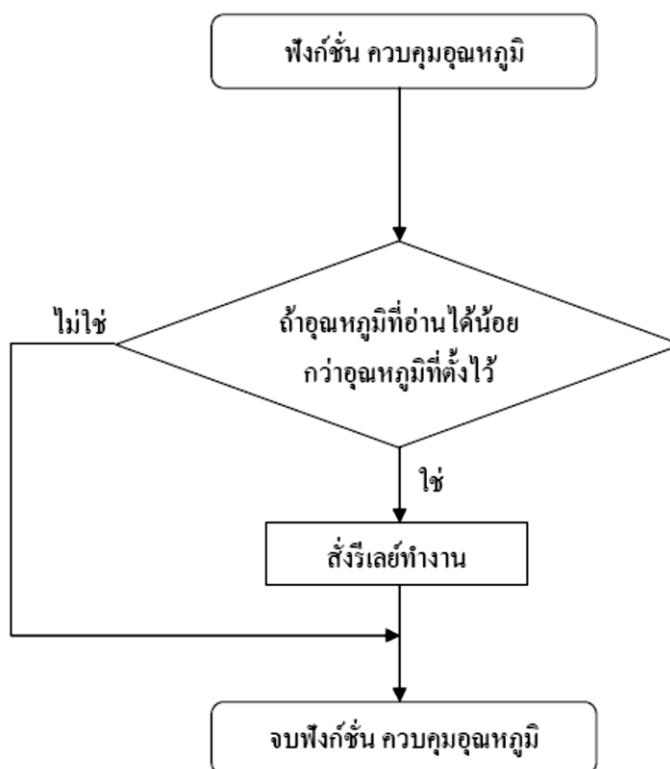
รูปที่ 3.5 แผนภูมิสายงานหลักของหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3.6 แผนภูมิสายงานส่วนตั้งอุณหภูมิของหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3.7 แผนภูมิสายงานส่วนแสดงผลอุณหภูมิของหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3.8 แผนภูมิสายงานส่วนควบคุมอุณหภูมิของหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ

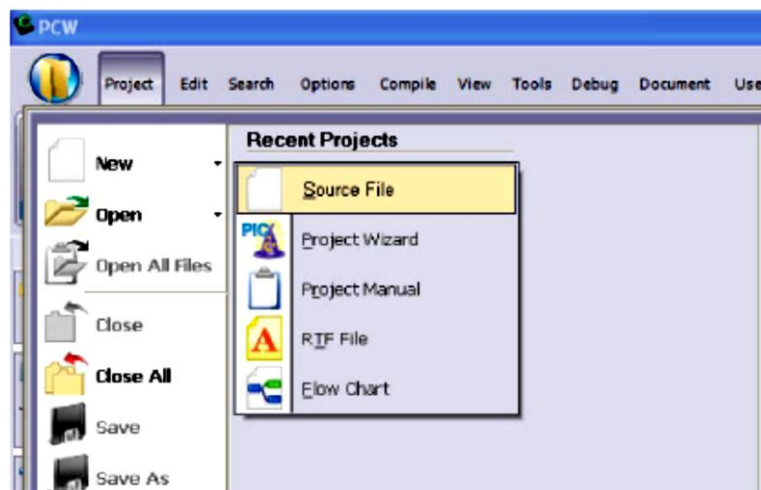
หลังจากทราบแผนภูมิสายงานหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด PIC เพื่อให้หน่วยงานแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิทำงานตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เรียกใช้งานตัวแปลโปรแกรม (Compiler) ชื่อ CCS C ซึ่งเป็นตัวแปลโปรแกรมของโปรแกรมภาษาซีของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เพื่อให้เป็นรหัสเครื่อง (Machine code) ดังแสดงดังรูปที่ 3.9



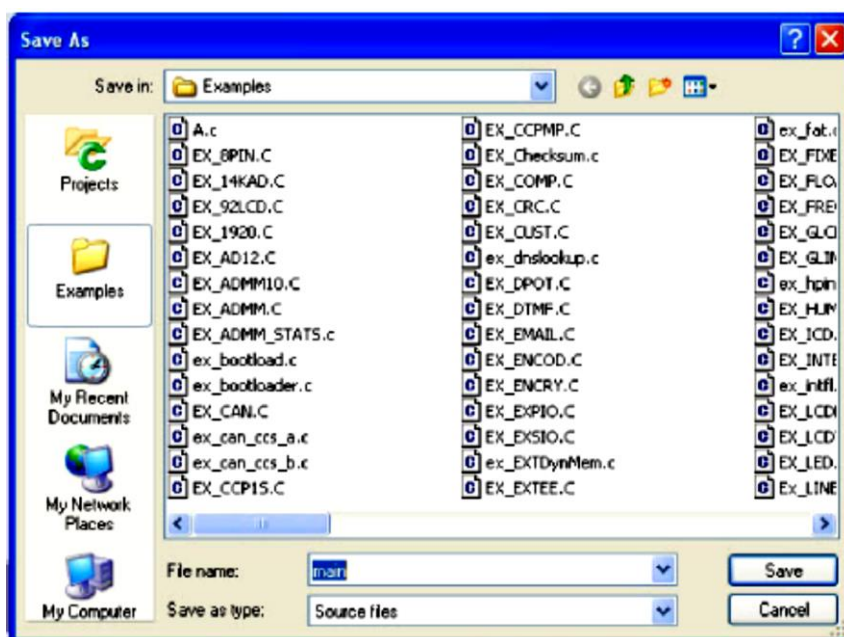
รูปที่ 3.9 ไอคอนตัวแปลโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์บนหน้าเดททอปของจคอมพิวเตอร์

2. ทำการสร้างไฟล์โปรแกรมใหม่ โดยเลือกที่เมนูบาร์ชื่อ Project ตามด้วยเลือกแถบเมนู New และ Source File ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3.10 และนั่นทำการบันทึกไฟล์โค้ดโปรแกรมโดยไฟล์ที่บันทึกต้องเป็นไฟล์นามสกุล *.c



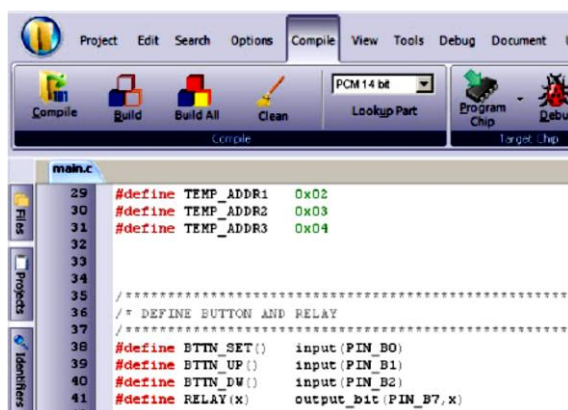
รูปที่ 3.10 การสร้างไฟล์ใหม่จากเมนูตัวแปรโปรแกรม CCS C

3. ตั้งชื่อไฟล์ใหม่ เป็นการตั้งชื่อไฟล์ที่ใช้สำหรับการแปลโปรแกรมตัวอย่าง ตั้งชื่อไฟล์เป็น main.c โดยการกรอกชื่อในช่อง File name จากนั้นกดที่ปุ่มคำสั่ง save แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การตั้งชื่อและบันทึกไฟล์โค้ดโปรแกรม

4) เขียนโค้ดโปรแกรม ขั้นตอนนี้สามารถทำได้เลยในหน้าจอของตัวแปลโปรแกรม ซึ่งไฟล์โค้ดโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมินี้ได้นำเสนอในส่วนภาคผนวกท้ายเล่ม ตัวอย่างหน้าจอการเขียนโค้ดโปรแกรม แสดงได้ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างหน้าต่างการเขียนโค้ดโปรแกรม

(5) การแปลโค้ดโปรแกรม หลังจากเขียนโค้ดโปรแกรมแล้วเสร็จ ขั้นตอนต่อไปคือการแปลโปรแกรม (Compile) เพื่อหาข้อผิดพลาดของโค้ดโปรแกรมที่เขียนและแปลโปรแกรมซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นไฟล์ชื่อที่มีนามสกุล *.hex สำหรับใช้ป้อนให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ต่อไป

3.3 ขั้นตอนการสร้าง

การสร้างกล่องเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชรังผึ้งแบ่งการสร้างออกเป็นส่วนตัว ๆ ได้ดังนี้

3.3.1 หน่วยจ่ายไฟ

ในส่วนแรกการสร้างจะกล่าวถึงหน่วยจ่ายไฟ งานวิจัยนี้เลือกใช้หน่วยจ่ายไฟแบบสวิตชิ่งที่กำเนิดแรงดันและกระแสที่เอาต์พุต มีค่า 12 โวลต์ 30 แอมแปร์ แสดงได้ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 หน่วยจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง

3.3.2 หน่วยกำเนิดความเย็น

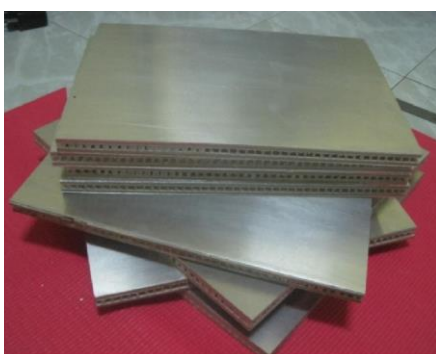
หลังจากทำการออกแบบหน่วยกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์แล้วในหัวข้อย่อก่อนหน้า
จากนั้นทำการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ออกแบบจำนวน 4 ชุด พร้อมใช้งานดังแสดงในรูปที่



รูปที่ 3.14 ภาพหน่วยกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์จำนวน 4 ชุด

3.3.3 กล่องเก็บน้ำนมแม่

ส่วนการสร้างของกล่องต้นแบบสร้างจากวัสดุแผ่นแซนวิชแบบรังผึ้ง (แสดงดังรูปที่ 3.15 (ก)) ประกอบร่วมกับแผ่นอะลูมิเนียมความหนาขนาด 1 มิลลิเมตรทั้งด้านบนและล่างดังแสดงในรูปที่ 3.15 (ข) ทำให้แผ่นมีความหนาประมาณ 14-16 มิลลิเมตรและทำการหุ้มด้วยแผ่นหนังลายหนังช้าง (รูปที่ 3.16(ก)) จากนั้นนำแผ่นที่ประกอบสำเร็จแล้วมาประกอบสร้างตัวกล่องและฝากล่องดังรูปที่ 3.16 (ข) สำหรับรูปที่ 3.16 (ค) เป็นการประกอบแผ่นวัสดุแซนวิชขึ้นรูปกล่องด้วยอะลูมิเนียมฉากและทำการยึดติดกันด้วยรีเวต จากนั้นทำการประกอบฝากล่องเก็บน้ำนมแม่ด้วยบานพับอะลูมิเนียมด้านหลัง ส่วนผาด้านหน้าทำการยึดตัวล็อกฝากล่องแสดงดังรูปที่ 3.17



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.15 (ก) วัสดุแผ่นแซนวิชแบบรังผึ้ง (ข) แผ่นแซนวิชแบบรังผึ้งที่ประกอบร่วมกับแผ่นอะลูมิเนียม



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.16 (ก) แผ่นหนังลายหนังช้าง

(ข) การประกอบกล่องด้วยอะลูมิเนียมฉาก

(ค) กล่องที่ประกอบเสร็จแต่ยังขาดฝาปิดด้านบน



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.17 (ก) การยึดฝากล่องด้วยบานพับอะลูมิเนียม (ข) การติดตั้งล็อกฝากล่อง

3.3.4 หน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ

หัวใจสำคัญของหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิคือไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งได้กล่าวถึงการแล้วในหัวข้อ 3.2 ออกแบบของโปรแกรมเพื่อรองรับให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามที่กำหนด สำหรับในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ จะใช้ชุดแสดงผลและตรวจวัดอุณหภูมิเป็น

โมดูลสำเร็จมาต่อร่วมกับชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำหน้าที่แสดงผล ตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิภายในกล่องเย็นเก็บน้ำนมแม่ หน้าตาของจอแสดงผลแสดงได้ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ชุดแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิที่ยังไม่ได้บรรจุลงกล่อง

งานวิจัยนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC 16F877 ต่อย่างตรวจวัดอุณหภูมิที่พอร์ตอินพุตและวงจรส่วนแสดงผลที่พอร์ตเอาต์พุตของ PIC 16F877 โดยชุดคำสั่งโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงได้ในภาคผนวก

สำหรับขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างคือนำหน่วยต่าง ๆ ที่กล่าวมาประกอบเป็นกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงฝั้ ในส่วนของหน่วยกำเนิดความเย็นจะมีพัดลมและชุดแผงอลูมิเนียมระบายความร้อนพร้อมท่อน้ำหล่อเย็นและพัดลมระบายอากาศมาประกอบรวมด้านนอกดังแสดงในรูปที่ 3.19 และการติดตั้งชุดแสดงผลอุณหภูมิแสดงได้ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.19 กล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชริงฝั้ที่ประกอบชุดแผงอลูมิเนียมระบายความร้อนพร้อมท่อน้ำหล่อเย็นและพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 3.20 กล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชรังผึ้งที่ประกอบชุดควบคุมและแสดงผลอุณหภูมิ

3.4 การทดสอบ

สำหรับการทดสอบในหัวข้อนี้จะเป็นการทดสอบแบบแยกส่วนของกล่องเย็นสำหรับเก็บน้ำนมแม่ด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนแบบแซนวิชรังผึ้งเพื่อตรวจหาประสิทธิภาพและข้อบกพร่องของหน่วยต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 กรณีแต่สำหรับกรณีทดสอบระบบทั้งหมดจะกล่าวถึงในบทที่ 4

3.4.1 การทดสอบหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ

การทดสอบหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิเป็นทดสอบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานงานวิจัยนี้เทียบกับค่าผลการวัดจากเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรด การทดสอบเริ่มจากจ่ายไฟเลี้ยงให้กับหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิ นำหัววัดอุณหภูมิทำการวัดค่าอุณหภูมิในกล่อง จากนั้นนำเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรดทำการวัดค่าในกล่องแล้วทำการเปรียบเทียบค่าทั้งสองถ้าค่าที่ได้แตกต่างกันทำการชดเชยของหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิให้ค่าเท่ากับเครื่องมือวัดด้วยอินฟาเรด แสดงได้ดังรูปที่ 3.21 พบว่าค่าที่อ่านได้จะมีค่าประมาณ 29 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.21 การทดสอบหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิเทียบกับเครื่องมือวัดแบบอินฟาเรด

สำหรับหน่วยแสดงผลและควบคุมอุณหภูมินอกจากทำการทดสอบความถูกต้องในการวัดค่าอุณหภูมิแล้ว ในกรณีถัดมาคือการทดสอบควบคุมการตั้งค่าอุณหภูมิขั้นตอนการทดสอบมีดังต่อไปนี้

- กดปุ่ม SET ที่ตัวเครื่องเพื่อเข้าสู่โหมดตั้งค่าอุณหภูมิที่จอแสดงผลจะปรากฏข้อความว่า Setting Temp: ตามด้วยตัวเลขแสดงอุณหภูมิ เดิมที่ตั้งค่าไว้ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 จอแอลซีดีแสดงผลเมื่อทำการกดปุ่ม SET เพื่อเข้าโหมดตั้งค่าอุณหภูมิ

- จากนั้นกดปุ่ม UP หรือ DOWN เพื่อปรับลดหรือเพิ่มค่าอุณหภูมิที่ต้องการตั้ง
- หลังจากได้ค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ทำการกดปุ่ม SET ซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้เครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิที่ต้องการ หน้าจอจะแสดงข้อความว่า Saving..... Temperature ดังแสดงในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 จอแอลซีดีแสดงผลเมื่อทำการตั้งค่าอุณหภูมิเสร็จสิ้น

จากนั้นทิ้งระยะเวลาให้ชุดทำความเย็นหรือความร้อนทำงานจนได้ค่าอุณหภูมิภายในกล่องตามที่ตั้งค่า ซึ่งผลการทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบการตั้งค่าอุณหภูมิ

ครั้งที่	ค่าอุณหภูมิที่ตั้ง (°C)	ค่าอุณหภูมิที่บันทึกได้ (°C)	ผลการตรวจสอบ
1	5.0	5.0	ถูกต้อง
2	25.5	25.5	ถูกต้อง
3	40.0	40.0	ถูกต้อง
4	70.0	70.0	ถูกต้อง
5	Default (14.0)	14.0	ถูกต้อง

หมายเหตุ การตั้งค่า Default กระทำได้โดยกดปุ่ม UP และ DOWN พร้อมกันประมาณ 5 วินาที ระบบก็จะทำการตั้งค่าอุณหภูมิเท่ากับ 14 องศาเซลเซียส

3.4.2 การทดสอบหน่วยกำเนิดความเย็น

การทดสอบในส่วนนี้เป็นทดสอบถึงประสิทธิภาพการกำเนิดความเย็นของตัวเพลเทียร์ โดยแยกการทดสอบชุดเพลเทียร์ออกเป็น 4 ชุด อีสรระต่อกันค่าที่จะทำการทดสอบประกอบด้วยค่าของกระแสที่ใช้งาน อุณหภูมิด้านสูง-ต่ำและเวลา การต่อชุดกำเนิดความเย็นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ

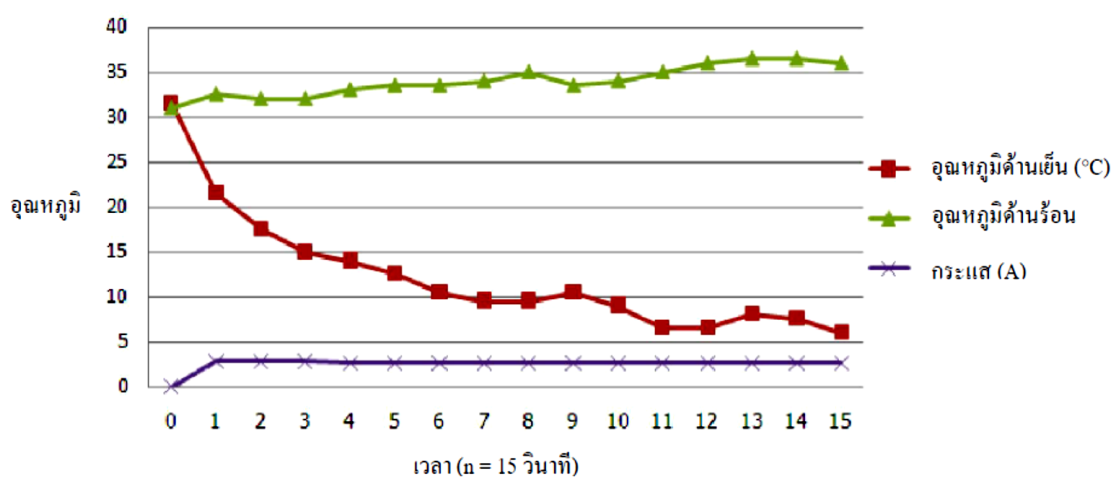
แสดงได้ดังรูปที่ 3.24 การทดสอบเริ่มจากการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับชุดกำเนิดความเย็นจากนั้นทำการบันทึกค่าต่าง ๆ แสดงได้ดังตารางที่ 3.3 – 3.6 และรูปที่ 3.25 - 3.28



รูปที่ 3.24 การต่อวงจรเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์

ตารางที่ 3.3 ผลการวัดจากการทดสอบชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 1

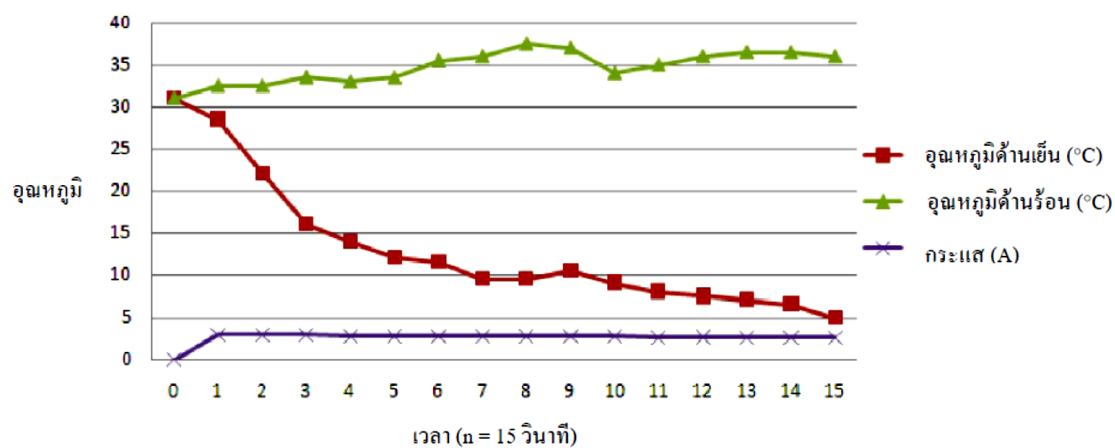
เวลา (n= 15 วินาที)	อุณหภูมิด้านเย็น (°C)	อุณหภูมิด้านร้อน (°C)	กระแส (A)
0	31.5	31.0	0
1	21.5	32.5	2.75
2	17.5	32.0	2.75
3	15.0	32.0	2.77
4	14.0	33.0	2.68
5	12.5	33.5	2.64
6	10.5	33.5	2.60
7	9.5	34.0	2.61
8	9.5	35.0	2.67
9	10.5	33.5	2.65
10	9.0	34.0	2.54
11	6.5	35.0	2.58
12	6.5	36.0	2.62
13	8.0	36.5	2.61
14	7.5	36.5	2.67
15	6	36.0	2.62



รูปที่ 3.25 กราฟแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 1

ตารางที่ 3.4 ผลการวัดจากการทดสอบชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 2

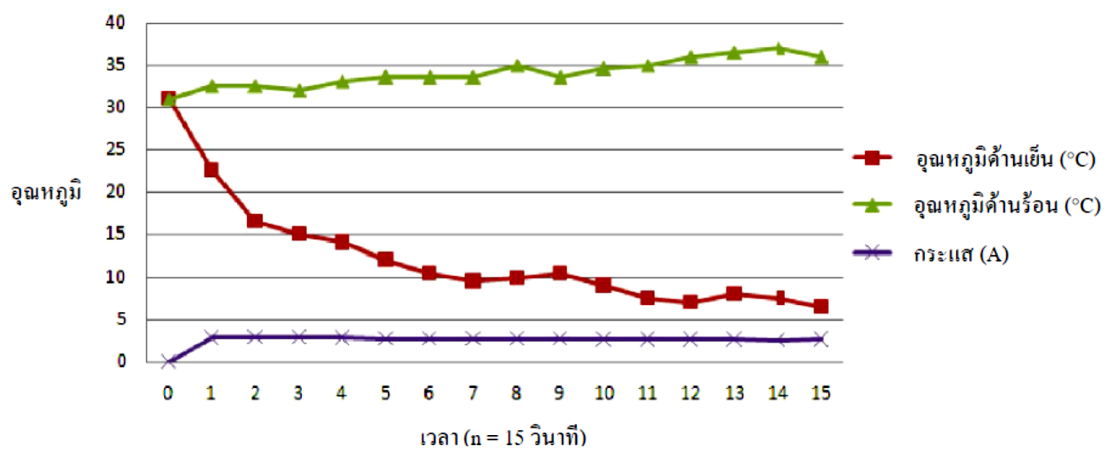
เวลา (n = 15 วินาที)	อุณหภูมิด้านเย็น (°C)	อุณหภูมิด้านร้อน (°C)	กระแส (A)
0	31.0	31.0	0
1	28.5	32.5	2.92
2	22.0	32.5	2.97
3	16.0	33.5	2.92
4	14.0	33.0	2.84
5	12.0	33.5	2.80
6	11.5	35.5	2.80
7	9.5	36.0	2.78
8	9.5	37.5	2.78
9	10.5	37.0	2.75
10	9.0	34.0	2.74
11	8.0	35.0	2.69
12	7.5	36.0	2.72
13	7.0	36.5	2.65
14	6.5	36.5	2.67
15	5.0	36.0	2.62



รูปที่ 3.26 กราฟแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 2

ตารางที่ 3.5 ผลการวัดจากการทดสอบชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 3

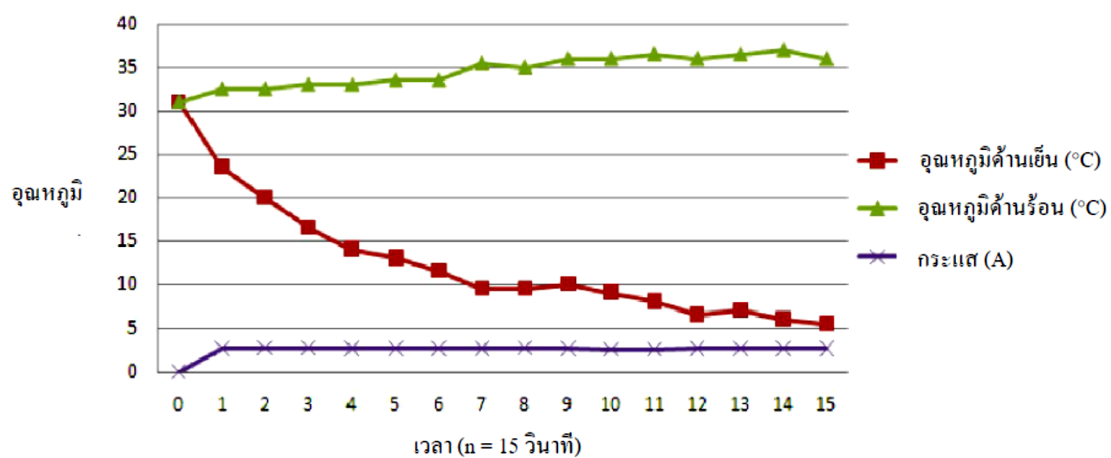
เวลา(n= 15 วินาที)	อุณหภูมิด้านเย็น (°C)	อุณหภูมิด้านร้อน (°C)	กระแส (A)
0	31.0	31.0	0
1	22.5	32.5	2.77
2	16.5	32.5	2.85
3	15.0	32.0	2.87
4	14.0	33.0	2.82
5	12.0	33.5	2.74
6	10.5	33.5	2.70
7	9.5	33.5	2.72
8	10.0	35.0	2.66
9	10.5	33.5	2.68
10	9.0	34.5	2.62
11	7.5	35.0	2.60
12	7.0	36.0	2.62
13	8.0	36.5	2.61
14	7.5	37.0	2.59
15	6.5	36.0	2.62



รูปที่ 3.27 กราฟแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 3

ตารางที่ 3.6 ผลการวัดจากการทดสอบชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 4

เวลา (n = 15 วินาที)	อุณหภูมิด้านเย็น (°C)	อุณหภูมิด้านร้อน (°C)	กระแส (A)
0	31.0	31.0	0
1	23.5	32.5	2.65
2	20.0	32.5	2.68
3	16.5	33.0	2.66
4	14.0	33.0	2.64
5	13.0	33.5	2.64
6	11.5	33.5	2.60
7	9.5	35.5	2.61
8	9.5	35.0	2.67
9	10.0	36.0	2.65
10	9.0	36.0	2.59
11	8.0	36.5	2.58
12	6.5	36.0	2.62
13	7.0	36.5	2.61
14	6.0	37.0	2.65
15	5.5	36.0	2.62



รูปที่ 3.28 กราฟแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกำเนิดความเย็นด้วยเพลเทียร์ตัวที่ 4

ผลการทดสอบพบว่าชุดกำเนิดความเย็นแต่ละชุดจะใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 3 แอมแปร์และใช้เวลาประมาณ 15 วินาทีในการลดอุณหภูมิจาก 31 องศาเซลเซียส ลงมาอยู่อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส