อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตู้แช่ด้วยอาดุยโน่

Freezer Temperature Controller Using Arduino

ธนพนธ์ สุพัฒนกิจกุล และ ถิรพล วงศ์สะอาดสกุล

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนออุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตู้แช่ด้วยอาดุยโน่ (Freezer Temperature Controller Using Arduino : FTC) เพื่อทดแทนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัท (Thermostat) เนื่องจากการควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบโลหะสัมผัส มีค่าผิดพลาดสูง การเปลี่ยนค่าอุปกรณ์และการปรับแต่งค่าไม่สามารถทำได้ ส่งผลให้เกิดปัญหาอุณหภูมิต่ำเกินไปจนสินค้าเป็นน้ำแข็ง ก่อให้เกิดความเสียหาย รวมทั้งเมื่อใช้ไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดความเสียหายต่อโลหะทำให้ไม่สามารถทำงานได้อีกต่อไป เครื่องควบอุณหภูมิ FTC ใช้อาดุยโน่มารับค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ (Realtime) เพื่อนำมาประมวลผลและสั่งงานให้รีเลย์ทำการจ่ายไฟฟ้าให้คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดลองจริงระบบ FTC สามารถรักษาระดับอุณหภูมิไว้ได้ตามที่กำหนด และอุณหภูมิมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.54 เปรียบเทียบกับอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้โทโมสตัท อุณหภูมิไม่ตรงตามความต้องการ และอุณหภูมิมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.33

คำสำคัญ: อาดุยโน่ ตู้แช่ เซนเซอร์อุณหภูมิ รีเลย์ โซลิคสเตตรีเลย์

Abstract

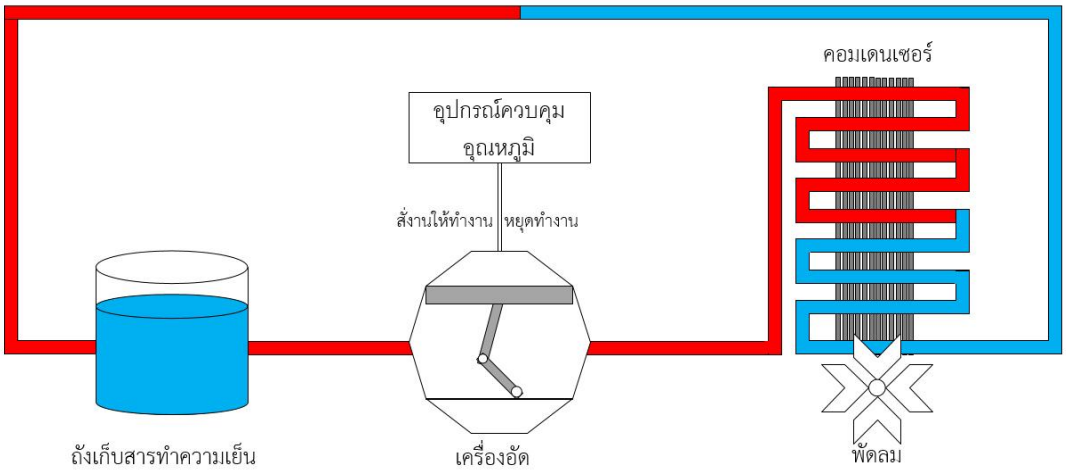
This article presents a Freezer Temperature Controller Using Arduino (FTC) as an alternative for the thermostat. The temperature controlled based on the metal exposure can result in high error, inability to change device settings and the configuration, leading to too low temperature freezing products. As these results, the loss may occur. Besides, the function in a certain period of time will cause metal damage, leading to malfunction. Thus, FTC using Arduino was developed to change and control temperature through sensor's function in real time in order to process and activate a relay to power the compressor for effective performance. The experiment results showed that FTC could keep the temperature level as required. The standard deviation of temperature was 0.54. In constrast, thermostat based temperature controller resulted in undesirable temperature and the standard deviation of temperature was 3.33

Keyword: Arduino, Freezer, Temperature Sensor, Relay, Solid state Relay

บทนำ

ตู้แช่ในปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างมากในตลาดเนื่องจากประเทศไทยมีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น การดับกระหายคลายร้อนโดยการดื่มเครื่องดื่มแช่เย็นซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายทำให้รู้สึกสดชื่น ทำให้ตู้แช่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในร้านสะดวกซื้อ ร้านขายของชำ ร้านอาหาร แต่การผลิตตู้แช่ไม่ได้มีมาตรฐานกำหนดให้ต้องใช้อุปกรณ์การควบคุมอุณหภูมิตามที่กำหนด ส่งผลให้ตู้แช่ในตลาดมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทเป็นจำนวนมากเนื่องจากมีราคาถูกกว่ามาก โดยที่อุปกรณ์ตัวนี้จะใช้หลักการทำงานของโลหะสองชนิดที่มีจุดเดือดที่แตกต่างกันมาเป็นจุดเชื่อมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้มีราคาถูก แต่มีปัญหาคือการปรับอุณหภูมิแบบละเอียดจะไม่สามารถทำได้ เพราะกำหนดจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง ซึ่งบางครั้งผู้ผลิตตั้งไว้สูงเกินไป หรือต่ำเกินไปส่งผลให้ตู้แช่ไม่สามารถทำอุณหภูมิได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ และความเสียหายที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ไปในระยะเวลาหนึ่ง ทำให้เกิดคราบขี้เกลือซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพของโลหะที่ใช้งานมีความผิดปกติ

ภาพที่ 1: วงจรการทำงานของตู้แช่



จากภาพที่ 1 การทำงานของตู้แช่จะประกอบด้วยอุปกรณ์คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ (Condenser) น้ำยาทำความเย็น อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ และท่อทองแดงในการนำน้ำยา โดยการทำงานของตู้แช่ในตลาดจะใช้อุปกรณ์ควบคุมโทโมสตัทในการวัดอุณหภูมิในตู้แช่ซึ่งมีแท่งทองแดงอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งของตู้แช่ซึ่งเป็นจุดที่ใช้กำหนดอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดจากโรงงานทำให้โลหะสองชนิดที่ต่างกันจะสัมผัสกันเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าไหลถึงคอมเพรสเซอร์ให้ทำงานอัดน้ำยาทำความเย็นไปตามท่อทองแดงภายในตู้แช่ เพื่อนำความร้อนภายในตู้แช่ออกมาและไปลดอุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์ (อัครเดช สินธุภัค,2538) กระบวนนี้จะทำวนแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้จากโรงงานโลหะทั้งสองชนิดจะแยกออกจากกันทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ไหล

ผ่าน แต่โลหะจะมีระยะเวลาการหดตัวและคลายตัวอยู่เมื่อใช้ไปนานๆ โลหะจะห่างกันมากขึ้นทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง ส่งผลให้การควบคุมอุณหภูมิไม่ตรงที่กำหนด และสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นไปอย่างสิ้นเปลือง (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม,2555) จากการค้นคว้าพบบทความวิจัยการพัฒนาระบบอาดุยโน่ควบคุมเครื่องปรับอากาศมาประยุกต์ใช้ (ทนงชัย ธราธรและคณะ,2556) อาดุยโน่เรียกข้อมูลจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมินอกห้องมาประมวลผลอุณหภูมิเพื่อสั่งให้รีเลย์ทำงานเปิดกระแสไฟฟ้าให้เครื่องปรับอากาศทำงาน ผลจากการทดลองสามารถรักษาอุณหภูมิได้ดีกว่าระบบควบคุมอุณหภูมิแบบเดิมและประหยัดพลังงานไฟฟ้าเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการนำอาดุยโน่ไปใช้ในการควบคุมตู้แช่ บทความนี้นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาการควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้อาดุยโน่ในการสั่งงานเนื่องจากซอฟต์แวร์เป็นแบบโอเพนซอร์ส (Open Source) ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนของอุปกรณ์และซอฟต์แวร์มีราคาถูก (Margolis,2011) โดยให้มารับค่าเซนเซอร์อุณหภูมิแบบเรียลไทม์และสั่งงานให้รีเลย์ทำงานเพื่อส่งกระแสไฟฟ้าไปให้คอมเพรสเซอร์ทำงาน โดยอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ FTC และบันทึกผลลงเมมโมรี่การ์ดนำไปวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (ธีระพงษ์ กระการดี,ม.ป.ป.)

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการควบคุมอุปกรณ์ทำความเย็น โดยใช้อาดุยโน่ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ รีเลย์ นาฬิกา และส่วนบันทึกข้อมูลเมมโมรี่การ์ด ใช้ในการประมวลผลและสั่งงานตู้แช่ทำงานรักษาอุณหภูมิให้คงที่

2.เพื่อศึกษาระบบการทำงานและแก้ไขปัญหาตู้แช่ที่ควบคุมอุณหภูมิได้แตกต่างกันมากเกินไป

สมมติฐาน

ตู้แช่ที่ได้ใช้งานอุปกรณ์ FTC มีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิได้คงที่และแม่นยำ

ขอบเขตในการวิจัย

ศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิที่มีสามารถในการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่และอุปกรณ์มีราคาถูกสามารถหาเปลี่ยนได้ง่าย

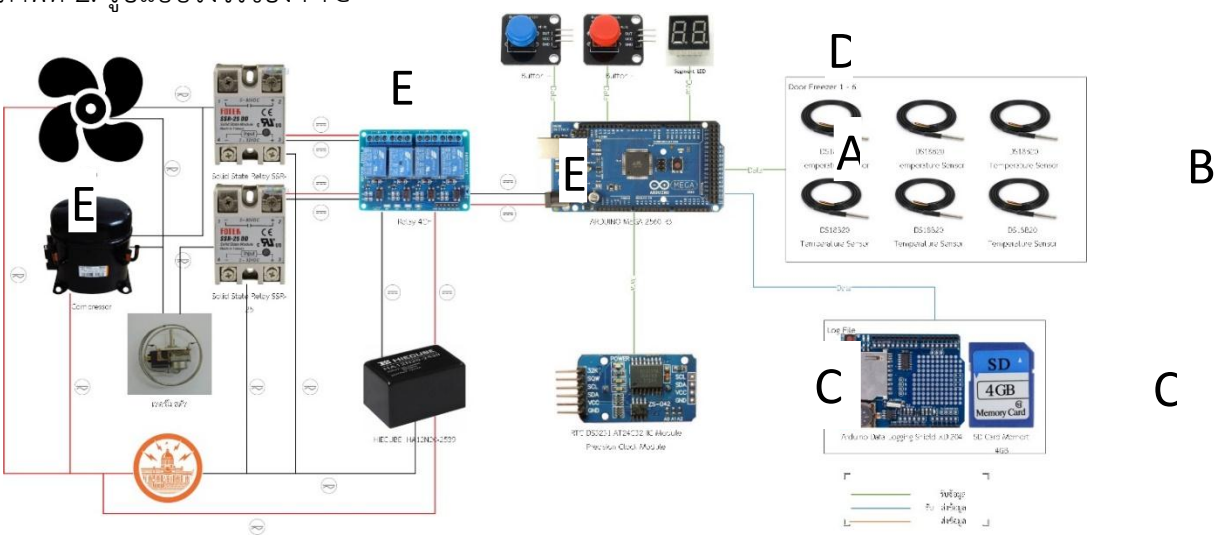
กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรโลหะที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัท จะส่งผลต่อการทำงานของตู้แช่ทำงานได้ไม่ตรงตามอุณหภูมิ ตัวแปรเซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิโดยควบคุมด้วยอาดุยโน่จะส่งผลต่อการทำงานของตู้แช่ได้ดีกว่า

วิธีการวิจัย

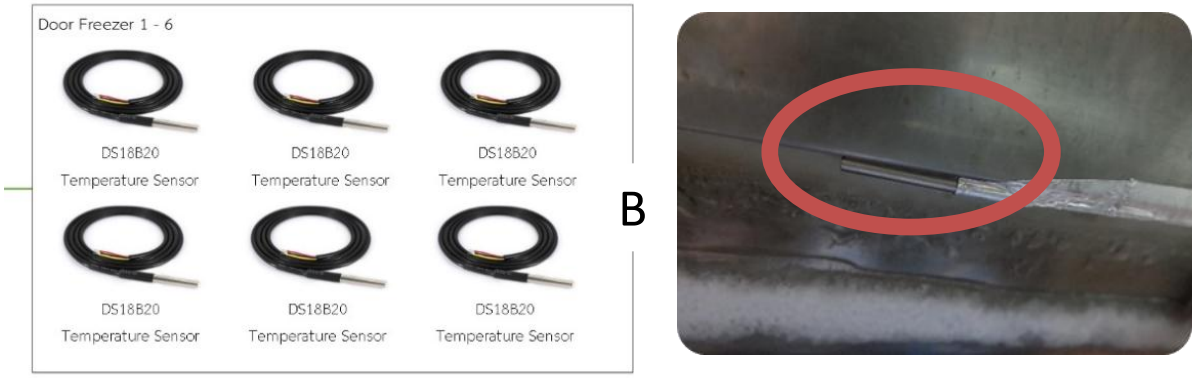
สร้างอุปกรณ์ FTC ขึ้นมาด้วยใช้อาดุยโน่ เมกะ 2650 (Arduino Mega 2650) รับอุณหภูมิจากเซนเซอร์เบอร์ DS18B20 (DS18B20 Temperature Sensor) และสั่งงานให้รีเลย์แบบหน้าสัมผัสทองแดงเปิดการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้ และปิดการทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่ตั้งไว้ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านไปยังโซลิดสเตทรีเลย์ที่ทำหน้าที่ป้องกันไฟฟ้ากระชากไม่ให้อาดุยโน่และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเสียหาย โซลิดสเตทรีเลย์เปิดทำงานกระแสไฟฟ้าสลับจะไหลผ่านไปยังคอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายความร้อนให้ทำงาน และหยุดการทำงานเมื่อโซลิดสเตทรีเลย์ปิด และทำการบันทึกข้อมูลลงในเมมโมรี่การ์ดเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงาน

ภาพที่ 2: รูปแบบวงจรของ FTC

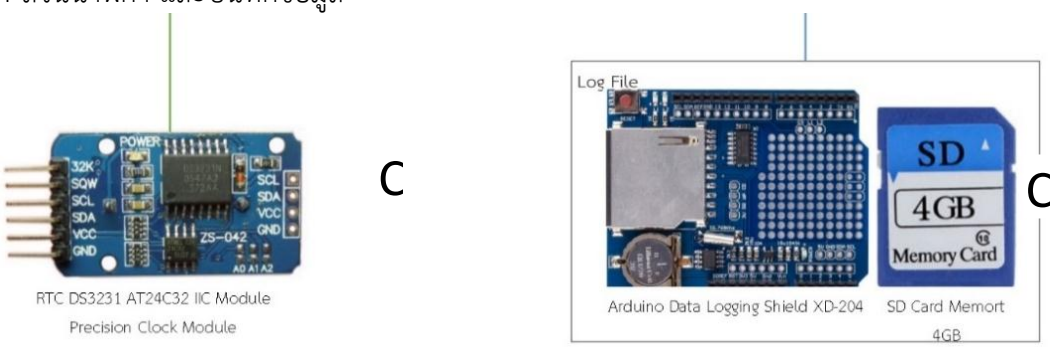


จากภาพที่ 2 หน่วยประมวลคือ A อาดุยโน่ เมกะ 2650 จะเป็นแกนกลางในควบคุมและสั่งงาน โดยมี 4 ส่วนที่ใช้ในการทำงานครั้งนี้ ส่วนที่ 1 ดังภาพที่ 3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิจะถูกติดตั้งไว้ที่แนวประตูทั้ง 6 จุดเพื่อใช้ในการวัดอุณหภูมิแบบองศาเซลเซียส (Degree Celsius, สัญลักษณ์ °C) และส่งค่านี้ให้อาดุยโน่สั่งงานให้ส่วนที่ 2 ดังภาพที่ 4 บันทึกข้อมูลโดยดึงค่าวัน เดือน ปี และเวลา จากนาฬิกาโมดูลเบอร์ AT24C32 ส่งไปตัวอ่านเขียนเมมโมรี่การ์ดบันทึกลงเมมโมรี่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในภายหลัง

ภาพที่ 3 ส่วนเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

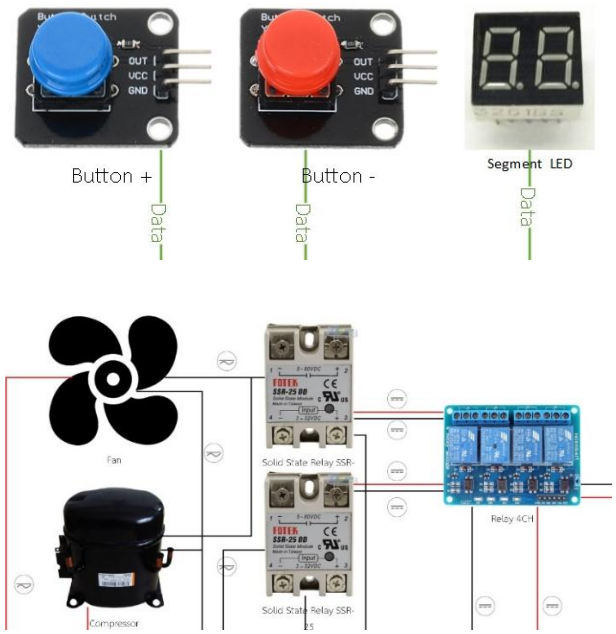


ภาพที่ 4 ส่วนนาฬิกา และบันทึกข้อมูล



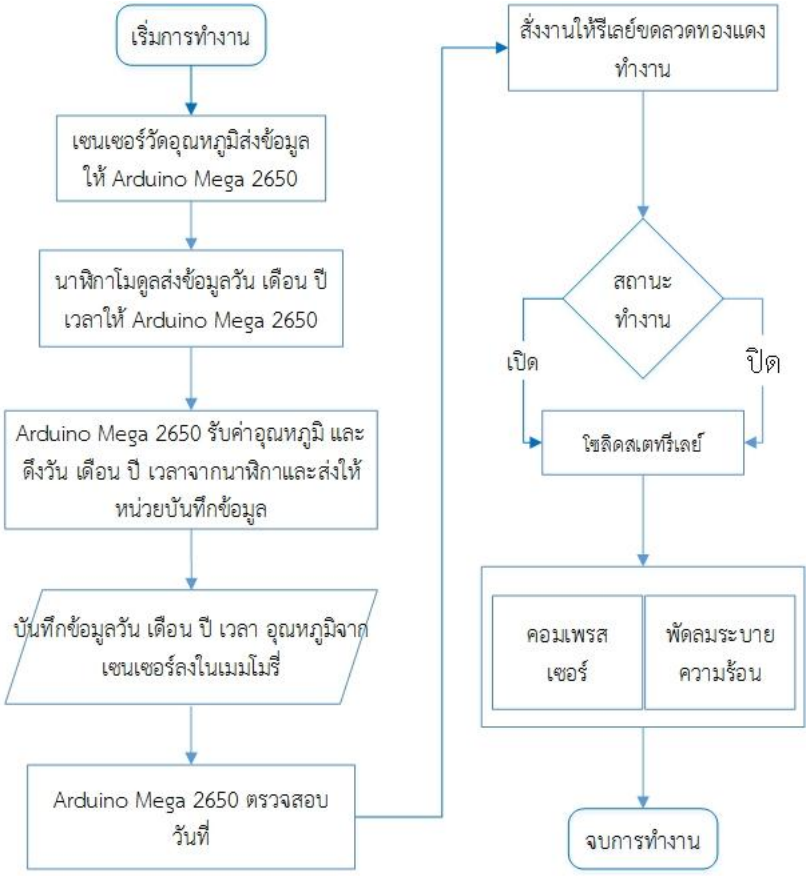
อาดุยโน่บันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วจะนำข้อมูลอุณหภูมิไปเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ โดยผู้ใช้สามารถตั้งอุณหภูมิได้จากส่วนที่ 3 ดังภาพที่ 5 ปุ่มสีแดงเพิ่มอุณหภูมิ ปุ่มสีน้ำเงินลดอุณหภูมิ และตัว 7 Segment จำนวน 2 หลักแสดงค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ว่าสูงกว่าที่ผู้ใช้งานตั้งไว้หรือไม่ ส่วนที่ 4 อาดุยโน่ตรวจสอบวงจรรีเลย์ในรอบการทำงานปัจจุบันมีการเปิดการทำงานหรือไม่ เมื่อตรวจสอบอุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้ง อาดุยโน่จะสั่งงานให้รีเลย์แบบขดลวดทองแดงทำงาน กระแสไฟฟ้าตรงจะส่งไปยังโซลิดสเตทรีเลย์เปิดการทำงานให้กระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านไปยังคอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายความร้อนทำงาน และเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่ผู้ใช้กำหนด รีเลย์แบบขดลวดทองแดงจะหยุดการทำงาน ส่งผลให้โซลิดสเตทรีเลย์ปิดการทำงาน กระแสไฟฟ้าสลับจะไม่ครบวงจรคอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายความร้อนจึงหยุดการทำงาน

ภาพที่ 5 ส่วนปุ่มเพิ่ม-ลดอุณหภูมิ แสดงผล รีเลย์ คอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายความร้อน



เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ FTC และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทให้มีสภาพแวดล้อมเดียวกันจึงทำการทดสอบในช่วงเวลา 0:00 นาฬิกา ถึง 06:00 นาฬิกา เก็บข้อมูลต่อเนื่องนาน 6 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ไม่มีผู้ใช้งานตู้แช่ และช่วงเวลาดังกล่าวเป็นจุดที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทมีปัญหาอุณหภูมิต่ำมากเกินไปจนเป็นน้ำแข็งและมีอุณหภูมิสูงเกินไปทำให้ความเย็นไม่เพียงพอ โดยการเก็บข้อมูลจะใช้รีเลย์ขดลวดทองแดงจากภาพที่ 6 เป็นตัวแบ่งการทำงานระหว่างอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทที่ช่องรีเลย์หมายเลข 1 และอุปกรณ์ FTC ที่ช่องรีเลย์หมายเลขที่ 2 สลับการทำงานกันไป และบันทึกผลอุณหภูมิลงในเมมโมรี่

ภาพที่ 6 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ FTC และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัท

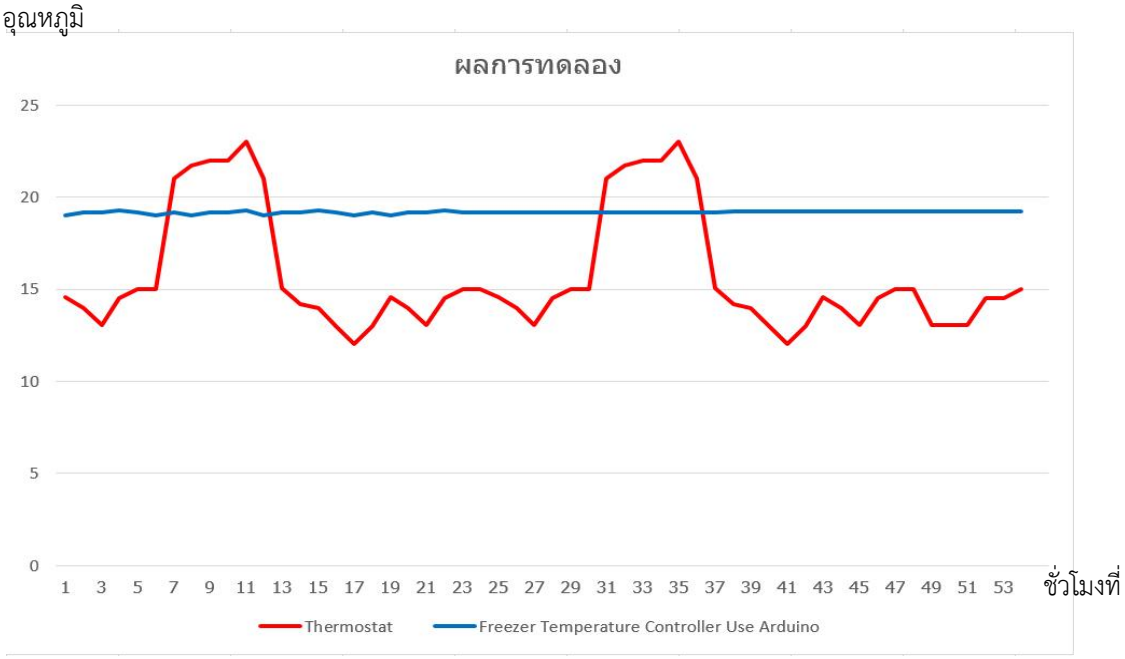


ผลการวิจัย

จากการทดลองอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทกับ FTC เปรียบเทียบข้อมูลในเวลา 00:00 นาฬิกา ถึง 06:00 นาฬิกา หาค่าเฉลี่ยแต่ละชั่วโมงและนำมาเปรียบเทียบกัน 54 ชั่วโมง (9 วัน) โดยวัดจากจุดอุณหภูมิภาพที่ 7 เพราะอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทที่ติดตั้งมากับตู้แช่ได้ติดตั้งแท่งวัดความร้อนไว้ที่ตำแหน่งจุดนี้ เป็นตัวที่นำอุณหภูมิไปยังอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทวิเคราะห์ตัดการทำงาน เพื่อให้สภาพแวดล้อมการวัดอุณหภูมิมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด จึงนำค่าอุณหภูมิจะจุดนี้มาหาค่าประสิทธิภาพระหว่างอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัทกับอุปกรณ์ควบคุม FTC

ภาพที่ 7 ตำแหน่งที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพ

ภาพที่ 8 ผลการทดลอง



จากภาพที่ 8 ผลการทดลองอุปกรณ์ FTC (เส้นสีน้ำเงิน) สามารถรักษาอุณหภูมิได้คงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัท (เส้นสีแดง) โดยค่าอุณหภูมิเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปกรณ์ FTC คือ 0.54 และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัท 3.33 และได้อุปกรณ์ควบคุม FTC สำหรับใช้ในจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย คือ เพิ่มระบบเครือข่ายไร้สายเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ FTC เพื่อทำการตรวจสอบอุณหภูมิ ควบคุม อุณหภูมิ สั่งงานเปิด-ปิดการทำงานโดยสั่งงานได้จากสมาร์ทโฟน (Smartphone) สำหรับนำไปใช้ในการควบคุมอุณหภูมิหรือสามารถแจ้งเตือนความผิดปกติของตู้แช่ และเพิ่มคุณสมบัติให้อุปกรณ์ FTC สามารถรองรับคอมเพรสเซอร์ที่มีมากกว่า 1 ตัว

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2559 พฤศจิกายน 1). **คู่มือจัดการพลังงานไฟฟ้าในโรงงาน**. จำนวน 293 หน้า. แหล่งที่มา www.dip.go.th/th/category/2016-09-17-17-31-47-1/2012-06-13-12-02-31.

ธราธร มั่นแย้ม, ทนงชัย หล้าวัน, และสหพล สิงคะปะ. (2559 พฤศจิกายน 10). **การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนกรณีศึกษาภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.** จำนวน 98 หน้า. แหล่งที่มา industrial.uru.ac.th/dbproject/main/list_project/view.php?id_pro=49&id_author1=55&id_author2=22&id_author3=56&id_author4=0&id_author5=0.

ธีระพงษ์ กระการดี. (2559 พฤศจิกายน 1). **แบบเรียนออนไลน์ วิชาสถิติ รหัสวิชา 3000-1524 บทที่ 3.** จำนวน 1 หน้า สืบค้นจาก www.stvc.ac.th/elearning/stat/csu3.html.

อัครเดช สินธุภัค. (2538). **การทำความเย็น.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.Arduitronics**.** (2559 สิงหาคม 10). **SD Card Module**. จำนวน 1 หน้า แหล่งที่มา: www.arduitronics.comMichael Margolis. (2011). **Anduino Cookbook (2nd.)**. California: O'REILLY.