

เครื่องปรับอากาศIoT โดยใช้หลักการThermoelectric ควบคุมด้วยESP32 IoT air conditioning by principle of Thermoelectric controlled by ESP32

ณัฐพล เครือภูณ¹ อธิคุณ ศิริสุขโขดม² และพรรณทิพา ตรีบุญชร³

นักเรียนโรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย ¹heartskungzaza@gmail.com ²winny202552@gmail.com

³ครูที่ปรึกษาศูนย์เทคโนโลยี โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย kookpuntipa@gmail.com

บทคัดย่อ

ห้องที่ได้รับแสงแดดโดยตรงหรือห้องที่ขาดการกันความร้อนที่ดีจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของห้องสูง ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิของห้องให้เหมาะสมต่อการใช้งานได้ แต่จะส่งผลให้เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานที่สูง ทางผู้จัดทำจึงคิดค้นนวัตกรรมเครื่องปรับอากาศIoTที่สามารถสั่งการผ่านต่างๆผ่านแอปพลิเคชันBlynk โดยใช้หลักการของThermoelectric ที่มีต้นทุนที่ต่ำและสามารถใช้งานไฟจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้โดยตรงโดยไม่ต้องใช้ไฟกระแสสลับ ซึ่งลดอัตราการสูญเสียพลังงานจากการแปลงรูปแบบกระแสไฟ โดยมีThermoelectric TEC1-12706 6แผ่น และใช้Heatsinkในการระบายความร้อนของThermoelectric โดยนำความเย็นออกมาจากด้านเย็นของThermoelectricด้วยHeatsink กับพัดลม12V โดยปรับแรงดันไฟของSwitching40 A ไว้ที่12 V ทดสอบในห้องที่มีขนาด 32 ลูกบาศก์เมตร โดยเป็นห้องที่รับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงและเป็นห้องปิด แต่มีความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ในห้องบางส่วนและมีmicrocontroller ESP32 ในการควบคุมระบบการทำความเย็นและวัดผลที่ได้จากเครื่องปรับอากาศนี้ เครื่องปรับอากาศนี้สามารถสร้างความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดที่เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในห้องมีขนาด 32 ลูกบาศก์เมตร และภายนอกห้องที่เมตรได้ที่ประมาณ 3 องศาเซลเซียส ในตอนกลางวัน และ 2 องศาเซลเซียสในตอนกลางคืนโดยสามารถลดอุณหภูมิของภายในห้องให้ต่ำกว่าภายนอกห้องและในห้องได้ที่ 1.5 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 40 นาทีในช่วงเวลากลางวัน โดยTec1-12706 ทั้ง 6 แผ่นมีอัตราการใช้พลังงานเฉลี่ยประมาณ 354 Watt

คำสำคัญ: microcontroller,ESP32,thermoelectric,เครื่องปรับอากาศ

Abstract

Rooms that are directly exposed to solar radiation or lack adequate thermal insulation generally maintain elevated average temperatures. Conventional air conditioning can be employed to reduce indoor temperatures to more suitable levels; however, such systems result in high energy consumption. To address this limitation, the researchers developed an IoT-based air conditioning system that can be controlled via the Blynk application. The system utilizes the principle of thermoelectric cooling, which is cost-effective and

can be powered directly by solar energy without the need for alternating current, thereby reducing energy losses associated with power conversion. The system integrates six Thermoelectric TEC1-12706 modules equipped with heatsinks to dissipate heat from the hot side of the thermoelectric elements, while the cold side provides cooling through heatsinks in combination with a 12V fan. Power is supplied by a 40A switching power supply regulated at 12V. Performance evaluation was conducted in a closed 32-cubic-meter test room, which was directly exposed to solar radiation but still allowed some external heat transfer. The cooling process and system operation were monitored and controlled using an ESP32 microcontroller. Experimental results indicated that the system achieved a maximum indoor-outdoor temperature differential of approximately 3°C during daytime and 2°C during nighttime. Moreover, the system was capable of lowering the indoor temperature to 1.5°C below the outdoor temperature within 40 minutes at night. The six Thermoelectric TEC1-12706 modules exhibited an average power consumption of approximately 354 watts.

Keywords: microcontroller,ESP32,thermoelectric,air conditioning

1. แนวคิดการออกแบบ

ตัวเครื่องปรับอากาศนี้ใช้Thermoelectricเนื่องจากมีข้อดีที่มีขนาดเล็ก,น้ำหนักเบา,ใช้พลังงานไม่สูงและไม่จำเป็นต้องใช้น้ำยาแอร์ในการทำความเย็น

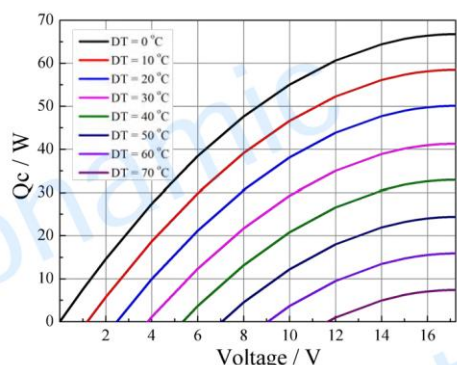
โดยใช้ ESP32 ในการควบคุมความเร็วของพัดลมระบายความร้อนและพัดลมในการกระจายความเย็นไปสู่ในห้องวัดอุณหภูมิภายในห้อง,วัดอุณหภูมิในห้องและอุณหภูมิด้านร้อนของThermoelectric และสามารถปรับอุณหภูมิ,เปิดปิด,ควบคุมความเร็วพัดลมกระจายความเย็น,ดูอุณหภูมิห้องปัจจุบัน,เลือกแหล่งจ่ายไฟหลักของการทำความเย็น,ดูการใช้พลังงาน,ผ่านแอปพลิเคชันBlynkIoT^[3]

พลังงานที่ใช้เป็นไฟกระแสตรง 12 V และ 5 V ซึ่งมีการใช้ Switching สำหรับแปลงกระแสไฟ AC เป็น DC และ Step-down 12 V to 5V สำหรับลดแรงดันไฟจากโซลาร์เซลล์ได้

1.1 Thermoelectric TEC1-12706

Thermoelectric หรือแผ่น peltier สามารถสร้างความเย็นได้เมื่อจ่ายพลังงาน DC กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแผ่น peltier จะทำให้มีด้านเย็นซึ่งเกิดจากการดูดความร้อนจึงทำให้มีอุณหภูมิลดลงและถ่ายเทพลังงานความร้อนไปที่อีกด้านของตัวแผ่น ทำให้เกิดความร้อนสะสมสูงที่ด้านตรงข้ามด้านเย็น โดยหากมีการระบายความร้อนที่ดี จะทำให้ความสามารถในการดูดพลังงานความร้อนในได้มากยิ่งขึ้น ใช้วัสดุเป็นสารกึ่งตัวนำที่มี N (อิเล็กตรอนประจุลบเป็นพาหะนำไฟฟ้า) และ P (มีโฮลประจุบวกเป็นพาหะ) โดยกระแสไฟจะวิ่งสวนกับ N และกระแสไฟฟ้าจะวิ่งทิศเดียวกันกับ P ในแผ่นเพลเทียร์จะมีการต่อแบบอนุกรมภายในแผ่น ซึ่งทำให้ประจุไฟฟ้าพาพลังงานความร้อนไปที่อีกด้าน[1][4] โดยสารกึ่งตัวนำที่มีส่วนประกอบทางเคมีคือ BiSn ใน Tec1-12706

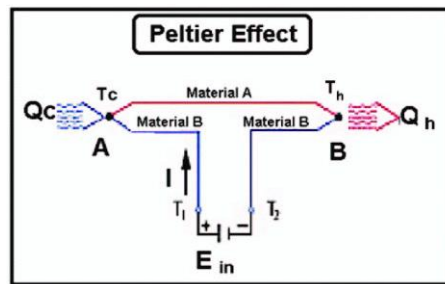
โดย Thermoelectric ที่นำมาใช้งานวิจัยนี้คือ Tec1-12706 SR มีหน้าสัมผัสของแต่ละด้านอยู่ที่ 16 ตารางเซนติเมตร มีความสามารถในการทำความเย็นได้สูงสุดประมาณ 60 W เมื่ออุณหภูมิด้านร้อนมากกว่า 50 องศาเซลเซียสและมีการใช้กระแสไฟ 6 A และแรงดันไฟสูงกว่า 15.5 V และความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างด้านเย็นและด้านร้อนน้อยกว่า 10 องศาเซลเซียส



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทำความเย็นที่แรงดันไฟต่างๆ และ ที่ความแตกต่างของอุณหภูมิด้านร้อนและด้านเย็นของTEC1-12706



รูปที่ 2 Thermoelectric TEC1-12706



รูปที่ 3 ปรากฏการณ์เพลเทียร์

1.2 Microcontroller ESP32 CH9102x

Microcontroller ESP32[2] ใช้แหล่งพลังงานที่มีแรงดันไฟ 5 V มีความสามารถในการควบคุมInput/Output ผ่าน GPIO pin โดยมี Analog to Digital pin(ADC) ความละเอียดในการวัดอยู่ที่ 12 bit (4095ค่า) ที่ 18 pin และ pinในการสร้างสัญญาณแบบPulse width modulation,สามารถกำหนดขา pin สำหรับสร้างสัญญาณแบบ I2C ได้ 1 ช่องสัญญาณ มี UART interfaces ในการอัปโหลดโปรแกรมไปที่บอร์ดและดูค่าต่างๆผ่าน Serial monitor สามารถInput สัญญาณ Digital และ Output แบบ Digital ได้ที่ 26 pin microcontroller ESP32 สามารถเชื่อมต่อWiFi 2.4GHz, Bluetooth และสามารถทำให้เป็นอุปกรณ์ IoTได้ สามารถเขียนโปรแกรมผ่านโปรแกรมArduinoด้วยภาษา C++ ได้



รูปที่ 4 ESP32 CH9102X USB Type C

2. การดำเนินงาน

2.1 วงจร

1. ESP32ต่อเข้ากับโมดูลที่วัดอุณหภูมิ 3 ตัว
2. ESP32ต่อกับบอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ต่อควบคุมพัลส์ 2 ตัว โดยสร้างสัญญาณ Pulse width modulation
3. ESP32ต่อกับ Solid State Relay 2 ตัวเพื่อควบคุมการจ่ายไฟให้กับThermoelectric
4. ESP32ต่อเข้ากับRelayผ่านPin digitalเพื่อเปิด-ปิดการทำงานของพัลส์ในตัวเครื่อง
5. ESP32ต่อเข้ากับ Voltage meter และ Ampere meter
6. มีแหล่งจ่ายไฟ Switching 12 V 40 A ก่อนจะเข้า Relay โดย Relay จะถูกต่อเข้ากับ Thermoelectric โดยตรง
7. Switching ต่อไปที่บอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์และBTS7960โดยควบคุมการทำงานของพัลส์ระบายความร้อน

2.2 การออกแบบ

พลังงานความร้อนที่ออกมาจาก Thermoelectric ระบายด้วย Heatsink ขนาด 6 ท่อทองแดง ออกไปนอกห้องด้วยท่อลมเพื่อระบายความร้อน โดยความร้อนจากภายในห้องจะโดนดูดความร้อนไปที่ Heatsink และ Heatsink จะส่งพลังงานความร้อนไปที่ Thermoelectric เพื่อลดอุณหภูมิภายในห้อง

มีช่องต่อไฟเข้าเป็นไฟกระแสตรง (12-96V) และไฟกระแสสลับ (220V) ภายในเครื่องมีตัวปรับแรงดันไฟให้เป็น 12V เพื่อใช้งานกับ Thermoelectric และปรับเป็น 5V สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ

มี BlynkIoT สำหรับตั้งค่าอุณหภูมิที่และดูอัตราการใช้พลังงาน แสดงผลค่าอุณหภูมิภายนอกห้อง

มี Solid state relay ในการตัดไฟและเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟเป็น กระแสตรงหรือกระแสสลับ

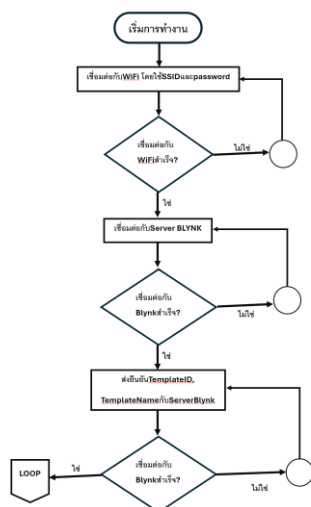
โครงสร้างของเครื่องใช้แผ่น พลาสติกหนา 15 mm เพื่อไม่ให้ความร้อนที่เกิดจากตัวเครื่องเข้ามาสู่ในห้อง



รูปที่ 5 เครื่องปรับอากาศ IoT ด้วยหลักการ Thermoelectric

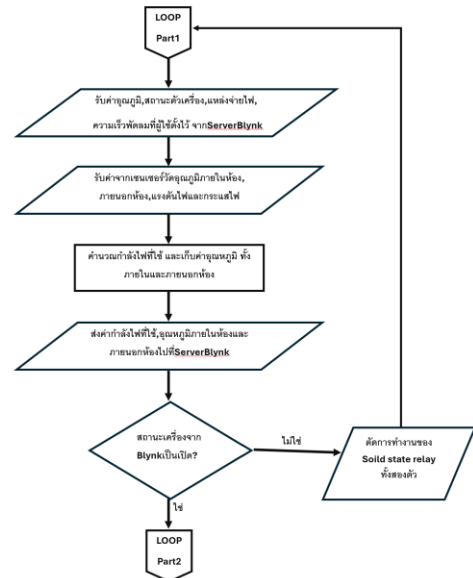
2.3 โปรแกรม

โปรแกรมส่วน Microcontroller ESP32 เริ่มเชื่อมต่อกับ server BLYNK และเชื่อมต่อกับ WiFi ที่ผู้ใช้ตั้งไว้



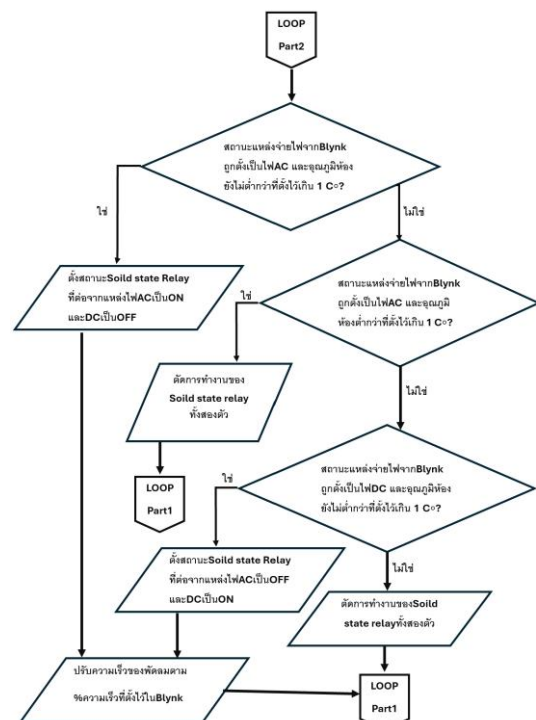
รูปที่ 6 หลักการทำงานของโปรแกรมส่วน Setup

โปรแกรมส่วนการรับค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ความเร็วพัดลม รับค่าจาก เซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในห้องทั้งสามตัว sensor วัดแรงดันไฟและ กระแสไฟ และตรวจสอบสถานะเครื่องที่ผู้ใช้ตั้งหากปิด จะตัดการทำงานของพัดลมและ Solid state relay ทั้งสองตัว



รูปที่ 7 หลักการทำงานของโปรแกรมส่วน Loop ส่วนที่ 1

โปรแกรมส่วนของการเปรียบเทียบหากอุณหภูมิห้องจริง ต่ำกว่า อุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้ง 1 องศาเซลเซียส เครื่องจะสั่งตัดการทำงานของ Thermoelectric และการเลือกแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ จากค่าที่รับจากผู้ใช้ตั้ง ผ่าน BlynkIoT และปรับความเร็วพัดลมตามที่ผู้ใช้ตั้งค่า



รูปที่ 8 หลักการทำงานของโปรแกรมส่วน Loop ส่วนที่ 2



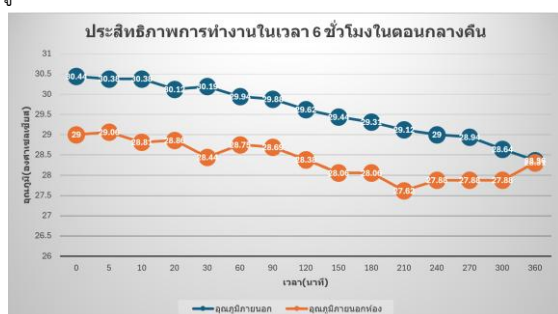
รูปที่ 9 User interface ของแอปพลิเคชัน BlynkIoT เมื่อใช้งานร่วมกับเครื่องปรับอากาศนี้

3. ความสามารถในการทำความเย็นและการใช้พลังงาน

3.1 ประสิทธิภาพในการทำความเย็น

ทดสอบในห้องที่มีขนาด 32 ลูกบาศก์เมตร เป็นห้องปิดและความร้อนที่เกิดขึ้นจาก Thermoelectric โดยห้องมีความร้อนเข้ามามากกว่าปกติทั่วไป ณ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี พื้นที่ทดสอบมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

กราฟแสดงผลการทดสอบ เมื่อทดสอบในตอนกลางคืน เวลา 1.00น. ถึง 7.00 น. ของในวันที่ 14 ก.ค. 2568 ณ โดยวัดผลความแตกต่างของอุณหภูมิภายในห้อง และภายนอกห้อง ในแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ 10 กราฟแสดงทดสอบประสิทธิภาพในตอนกลางคืน

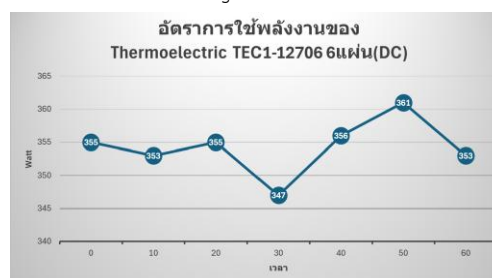
กราฟแสดงผลการทดสอบ เมื่อทดสอบในตอนกลางวัน เวลา 9.30น. ถึง 15.30 น. โดยห้องได้รับแสงแดดจากหน้าต่างใส ของในวันที่ 15 ก.ค. 2568 โดยวัดผลความแตกต่างของอุณหภูมิภายในห้องและภายนอกห้อง ในแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ 11 กราฟแสดงทดสอบประสิทธิภาพในตอนกลางวัน

3.2 การใช้พลังงาน

ทดสอบการใช้งานของตัวแผ่น Thermoelectric 6 แผ่น ทดสอบเป็นเวลา 1 ชั่วโมงใช้ Sensor วัดกระแสไฟ DC และวัดแรงดันไฟ ที่ต่อเข้ากับ ESP32 เพื่อวัดกำลังไฟที่ใช้ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยการใช้พลังงานของสูงสุดของ Thermoelectric ทั้ง 6 แผ่นอยู่ที่ 363 W และมีอัตราการใช้พลังงานต่ำสุดที่ 347 Watt โดยทดสอบในตอนช่วงเช้า (6.30น. – 7.30น.) และอยู่ภายในห้องเดียวกันที่ทดสอบประสิทธิภาพการทำความเย็นก่อนหน้านี้ ซึ่งทดสอบโดยใช้ไฟฟ้าจาก Switching



รูปที่ 12 กราฟแสดงอัตราการใช้พลังงานของ Thermoelectric Tec1-12706 6ตัว เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

4. สรุป

เครื่องปรับอากาศนี้ สามารถลดอุณหภูมิให้กับห้องที่มีขนาด 32 ลูกบาศก์เมตรได้ทั้งในตอนกลางวันและในตอนกลางคืน โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ในการควบคุมการจ่ายไฟและสั่งการผ่าน BlynkIoT ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ไฟกระแสตรงจากโซลาร์เซลล์หรือไฟกระแสสลับได้, ตั้งอุณหภูมิ, เปิด-ปิดตัวเครื่องได้ ปรับอุณหภูมิในห้องปัจจุบันและดูการใช้พลังงานของตัวเครื่อง โดยใช้แผ่น Thermoelectric TEC1-12706SR 6ตัว โดยมีการใช้พลังงานทั้งระบบอยู่ที่ 347 Watt และสามารถลดอุณหภูมิของห้องได้ที่ 1.5 องศาเซลเซียสได้ในเวลา 40 นาที และสามารถสร้างความแตกต่างของอุณหภูมิได้สูงสุดที่ 2 องศาเซลเซียสในตอนกลางคืน โดยประสิทธิภาพต่อพลังงาน (coefficient) ที่ 0.61 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศทั่วไปที่ใช้ระบบ compressor เป็นอย่างมาก

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้สำเร็จได้ด้วยความรู้ความกรุณาของครูที่ปรึกษาครูพรณทิพา ตรีบุณทริกซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ จนกระทั่งโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นวรัตน์ เจริญสุข , "การศึกษาขอบเขตวัสดุของเทอร์โมอิเล็กทริก" , 30 พฤศจิกายน 2563 , <http://www.thaiphysoc.org/article/313/>
- [2] "ESP32 Pinout Reference: Which GPIO pins should you use?" , 30 สิงหาคม 2561, <https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>

- [3] “Blink an LED with ESP32 (with WiFi provisioning and OTA)”
”<https://blynk.io/blueprints/blink-an-led-with-esp32>
- [4] “Thermoelectric effect”, 19 พฤศจิกายน 2568, https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect
- [5] United States Department of Energy, “Thermoelectric Coolers”, <https://www.energy.gov/energysaver/thermoelectric-coolers>
- [6] Chengjun Li, “The on-chip thermoelectric cooler: advances, applications and challenges”, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2709472324000145>
- [7] Susie Maestre, “What is Thermoelectric Cooling?”, <https://www.circuitbread.com/ee-faq/what-is-thermoelectric-cooling>



ณัฐพล เครือกุนา
นักเรียนโรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย



อธิคุณ ศิริสุขโขม
นักเรียนโรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย



พรณทิพา ดริบณตริก
ครูที่ปรึกษางานวิจัย และหัวหน้าศูนย์เทคโนโลยี
โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย