

Innovative Automatic Clothes Dryer with Sensor Technology  
นวัตกรรมตู้อบผ้าอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีเซ็นเซอร์

Received	24 Aug 21
Reviewed	14 Sep 21
Revised	12 Oct 21
Accepted	19 Oct 21

Satida Sarawan\* and Apisit Phetkhiri

สาธิตา สาระวัน\* และ อภิสิตี เพ็ชรศิริ

Student Electrical Engineering Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok  
นักศึกษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

Sutee Somaket

สุธี โสมาเกต

Advisor Electrical Engineering Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok  
อาจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

\*Corresponding Author. +666-227-9617, E-mail: SATIDA-SA@rmutp.ac.th

\*ผู้รับผิดชอบประสานงาน โทรศัพท์. 062-227-9617 อีเมล: SATIDA-SA@rmutp.ac.th

## Abstract

This paper presents development of a clothes dryer for use in the residence. The purpose is to fix the problem of clothes not drying due to weather conditions, inappropriate place for drying clothes and to increase convenience for users. The system has important equipment. Temperature and humidity controller Arduino Uno R3, heating coil, temperature sensor, humidity sensor. Steps to use the fabric that has been spun and hung in the dryer. Close the tumble dryer to start using it. Then the heating coil and the temperature and humidity sensor will start working immediately. When the temperature inside the oven is higher than 60 degrees Celsius, the automatic control will be on-off by using a relay to cut-off the circuit of the heating coil. Fan motor to reduce the temperature inside the tumble dryer. When the internal temperature drops to 50 degrees Celsius, the heating coil will work again. At the same time, if the humidity sensor inside the dryer measures the humidity below 40 percent, the system will stop the heating coil immediately as the laundry is completely dry. For testing and benchmarking, it took 53 to 85 minutes to complete the drying process. The average power consumption for drying clothes was 0.95 to 1.27 kilowatts per dryer and the satisfaction survey was at the highest level of satisfaction among the 20 samples with an average of 4.42/5. From the experiment, the dryer can save costs. solve problems and know the duration of the finished drying.

**Keywords:** Temperature and humidity control system, Heating coil, Temperature sensor, Humidity sensor

## บทคัดย่อ

คณะผู้จัดทำได้สร้าง ตู้อบผ้าภายในที่พักอาศัย มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาผ้าไม่แห้งเนื่องจากฝนตก สถานที่ไม่เหมาะสมในการตากผ้า และเพื่อลดระยะเวลาในการตากผ้า ซึ่งระบบที่นำเสนอมีอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้ ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น Arduino Uno R3, ขดลวดความร้อน, ตัวตรวจจับอุณหภูมิ, ตัวตรวจจับความชื้น เครื่องอบผ้ามีหลักการทำงานดังนี้ ให้นำผ้าที่ปั่นหมาดแล้วเท่านั้นเข้ามาแขวนในตู้อบผ้า ทำการปิดตู้อบผ้าแล้วเปิดเครื่องเพื่อเริ่มใช้งาน ขด

ลดความร้อน และตัวตรวจอุณหภูมิและความชื้นจะเริ่มทำงานทันที เมื่อภายในตู้อบผ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส การควบคุมแบบอัตโนมัติ จะเป็นแบบ เปิด-ปิด โดยใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์ตัด-ต่อวงจรของขดลวดความร้อน และมอเตอร์พัดลม เพื่อลดอุณหภูมิภายในตู้ เมื่ออุณหภูมิภายในตู้ลดลงถึง 50 องศาเซลเซียส ขดลวดความร้อนจะทำงานอีกครั้ง ในขณะเดียวกันเมื่อตัวตรวจรู้ความชื้นภายในตู้พบว่าค่าความชื้นได้ต่ำกว่าร้อยละ 40 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะหยุดการทำงานของขดลวดความร้อนทันทีเนื่องจากผ้าได้แห้งสมบูรณ์แล้ว จากการทดสอบพบว่าใช้เวลา 53 ถึง 85 นาที ในการอบผ้าเสร็จ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบผ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.95 ถึง 1.27 กิโลวัตต์ ต่อการอบผ้า 1 ครั้ง และแบบสำรวจให้ความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.42/5 จากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน จากผลการทดลองดังกล่าวตู้อบผ้าสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย แก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และทราบถึงระยะเวลาในการอบผ้าเสร็จ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น

**คำสำคัญ:** ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ขดลวดความร้อน ตัวตรวจรู้อุณหภูมิ ตัวตรวจรู้ความชื้น

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บ่อยครั้งที่พบผ้าเปียกชื้นผ้ามีกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ สาเหตุของการเกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์เนื่องมาจากการตากผ้าที่ไม่มีแดด จึงทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียมีจำนวนมากกว่าในสภาวะที่มีแดด อันเนื่องจากฝนตก และสถานที่พักอาศัยไม่เอื้ออำนวยมีพื้นที่ในการตากผ้าอย่างจำกัด เช่น หอพัก อาคารคอนโดมิเนียม แพลต ตึกแถว เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าว จึงเป็นที่มาของปริญาณานิพนธ์ ตู้อบผ้าภายในที่พักอาศัย ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวมา และยังสามารถลดเวลาในการตากผ้า ใช้แรงงานง่าย สิ่งแวดล้อม ดังนั้นคณะผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างตู้อบผ้าภายในที่พักอาศัยขึ้นโดยใช้ การควบคุมแบบอัตโนมัติ จะเป็นแบบ เปิด-ปิด โดยใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์ตัด-ต่อวงจรของขดลวดความร้อน และมอเตอร์พัดลม เพื่อทดสอบหาระยะเวลาในการอบผ้า และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อการอบผ้าในแต่ละครั้งเพื่อพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้น และสามารถนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสร้างตู้อบผ้าใช้งานภายในที่พักอาศัย
- 1.2.2 เพื่อออกแบบโปรแกรมควบคุมอุณหภูมิและแสดงค่าร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้อบผ้า
- 1.2.3 เพื่อทดสอบระยะเวลาการอบผ้าเทียบกับร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ ของผ้าโพลีเอสเตอร์ (Polyester) และผ้าคอตตอน (Cotton) โดยมีการทดสอบแยกผ้าหนากับผ้าบาง

1.2.4 เพื่อให้ทราบปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อการอบผ้าแต่ละครั้งของผ้าโพลีเอสเตอร์ และผ้าคอตตอน โดยมีการทดสอบแยกผ้าหนากับผ้าบาง

### 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.3.1 ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าบาง จะใช้เวลาในการอบผ้าเสร็จน้อยกว่าผ้าคอตตอนในชนิดผ้าเดียวกัน
- 1.3.2 ตู้อบผ้าภายในที่พักอาศัยใช้เวลาทำให้ผ้าแห้งน้อยกว่าการตากผ้าแบบปกติ

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 ตัวตรวจรู้อุณหภูมิภายในตู้อบผ้า สำหรับควบคุมอุณหภูมิขดลวดความร้อน ให้ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส
- 1.4.2 ควบคุมความชื้นภายในตู้ให้ต่ำกว่าร้อยละ 40 ของความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเป็นค่าบอกสถานะของผ้าแห้ง
- 1.4.3 ตัวตรวจรู้ความชื้นวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์สำหรับวัดค่าความชื้นของผ้าและสั่งให้ระบบหยุดการทำงานเมื่อผ้าแห้ง
- 1.4.4 ใช้ขดลวดความร้อนร่วมกับพัดลม ในการกระจายลมร้อนภายในตู้อบผ้า
- 1.4.5 ผ้าที่ใช้สำหรับทดสอบแต่ละครั้งแยกผ้าหนากับผ้าบาง ชนิดผ้า ผ้าโพลีเอสเตอร์ และผ้าคอตตอน
- 1.4.6 ผ้าที่นำมาใส่ตู้ต้องเป็นผ้าขนาดเท่ากัน
- 1.4.7 อุปกรณ์กำเนิดความร้อนเป็นฮีตเตอร์พัดลม ขนาด 1000 w แรงดันไฟฟ้า 220V AC

**1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ**

- 1.5.1 ผ้าคอตตอนชนิดบางหมายถึง ผ้าคอตตอน 100%
- 1.5.2 ผ้าคอตตอน ชนิดหนาหมายถึง ผ้าคอตตอน ผสมกับโพลีเอสเตอร์ กำหนดเป็นผ้า TC
- 1.5.3 ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดบางหมายถึง ผ้าโพลีเอสเตอร์100%
- 1.5.4 ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดหนาหมายถึง โพลีเอสเตอร์ผสมกับเมทัลลิก (Metallic pants) กำหนดเป็นผ้า วอร์มเทียม

**1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

- 1.6.1 ได้ เสื้อผ้าภายในที่ พักอาศัย ใช้ลด ลวดความร้อนพัดลมทำให้ผ้าแห้ง
- 1.6.2 ควบคุมอุณหภูมิของขดลวดความร้อนพัด ลมภายในตู้อบผ้าให้ความร้อนไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส
- 1.6.3 เป็นอุปกรณ์ต้นแบบของตู้อบผ้า ชนิด แขนงตากภายในที่พักอาศัย
- 1.6.4 ได้ผลการทดสอบค่าร้อยละของความชื้น สัมพัทธ์ที่วัดได้จากผ้าโพลีเอสเตอร์และผ้าคอตตอน แยกผ้า หนากับผ้าบาง
- 1.6.5 ทำให้ทราบผลการทดสอบปริมาณพลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ต่อการอบผ้าแต่ละครั้งของผ้าโพลีเอสเตอร์และ ผ้าคอตตอน โดยมีการทดสอบแยกผ้าหนากับผ้าบาง

**1.7 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**

- 1.7.1 จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยของ สิทธิพล ศรีวิเศษ, คมสันต์ ตีไชยทอง, จิระพงษ์ มาลีลับ, สุพรรณ ยั่งยืน (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับตู้อบผ้าตู้อบผ้าโดยติดตั้ง เบอร์เนอร์อินฟาเรดเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนโดยใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิงติดตั้งอยู่ด้านล่างโดยใช้เทอร์โมสแตสในการควบคุมอุณหภูมิ และมีพัดลมระบายติดตั้งด้านบนผล การทดลองพบว่าวิธีการตากแดดนั้นต้องใช้ระยะเวลา ประมาณ 1-3 ชั่วโมงในการตากแห้งผ้า แต่เมื่อทดสอบโดยใช้เครื่องอบผ้าพบว่าสามารถทำให้ผ้าแห้งได้ในระยะเวลา ประมาณ 15-30 นาทีที่อุณหภูมิอบแห้ง 40-60 องศา เซลเซียส [1]
- 1.7.2 จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยของ บัณฑิต กฤตาคม, ปฏิวัติ วรามิตร, นันทวัฒน์ วีรยุทธ, อ่ำไพศักดิ์ ที บุญมา, โสภณ สีนสร้าง (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ

แบบจำลองการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้ง บอระเพ็ดด้วยลมร้อนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิและ ความเร็วคือ Thermo couple Type-K จากผลการ วิเคราะห์หาแบบจำลองการอบแห้งบอระเพ็ดด้วยลมร้อน โดยใช้แบบจำลองเอมพีริคัลพบว่าแบบจำลองเอมพีริคัล สามารถทำนายอัตราความชื้นได้ดี มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับทำนายอัตราส่วนความชื้นในการอบแห้งบอระเพ็ด ด้วยลมร้อนโดยอุณหภูมิและความเร็วลมในการอบแห้งจาก สมการของเอมพีริคัล นั้นมีความสอดคล้องกับผลการ ทดลองการอบแห้งบอระเพ็ดด้วยลมร้อนมากที่สุด [2]

1.7.3 จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยของ วรินทร์ พูลศรี, ภูรินทร์ อัครกุลธร, กรรณพต แก้วสอน (2560) ได้ ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาวิธีการอบแห้งโดยการเปรียบเทียบ ในรูปแบบการให้ความร้อนเพื่อลดความชื้นโดยใช้กุหลาบสี ขาวและสีแดง นำส่วนที่เป็นกลีบและดอกมาทำเป็นชาด้วยการทำให้แห้งโดยใช้กรรมวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อน เปรียบเทียบกับตู้อบลมร้อนแสงอาทิตย์ พบว่าอัตราการทำให้ แห้งของกลีบดอกกุหลาบด้วยตู้อบลมร้อนอยู่ที่ประมาณ 31g/hr ส่วนตู้อบลมร้อนแสงอาทิตย์มีอัตราการทำให้ แห้งของกลีบดอกกุหลาบอยู่ที่ประมาณ 5g/hr [3]

1.7.4 จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยของ อีรพงศ์ บริรักษ์, พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ, วรลักษณ์ เสถียรรังษฤษฎ์, และ ณรงค์ ภู่ออยู่, 2564 การศึกษาความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ สารมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิสูงขึ้น 10C  $C = Q (3) mt Q = mct (4)$  เมื่อ m คือ มวลของสารมีหน่วยเป็น กรัม (g) หรือ กิโลกรัม (kg) Q คือ ปริมาณความร้อนที่สารได้รับ หรือคาย ออกไป มีหน่วยเป็นแคลอรี (cal) หรือจูล (J) t คือ อุณหภูมิ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (0 C) หรือ เคลวิน (K) [4]

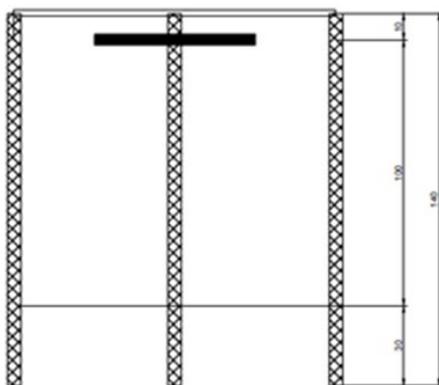
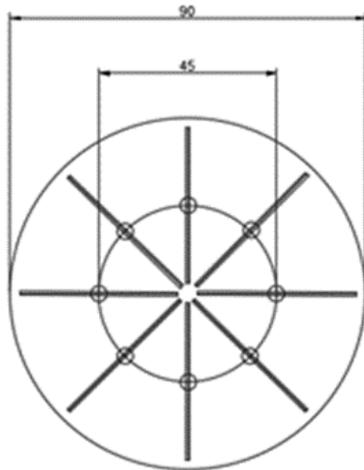
1.7.5 จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยของ อีรพงศ์ บริรักษ์, พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ, วรลักษณ์ เสถียรรังษฤษฎ์, และ ณรงค์ ภู่ออยู่, 2564การศึกษา ความร้อนแฝง (latent heat) คือ ความร้อนที่ได้รับหรือคายออก ในการเปลี่ยน สถานะ เท่านั้น  $L = Q (5) m Q = mL (6)$  เมื่อ m คือ มวลของสาร มีหน่วยเป็น กรัม (g) หรือ กิโลกรัม (kg) Q คือ ปริมาณ ความร้อนที่สารได้รับหรือคาย ออกไป มีหน่วยเป็นแคลอรี (cal) หรือจูล (J) L คือ ความร้อนแฝงจำเพาะ มีหน่วยเป็น แคลอรี ต่อกรัม (cal/g) หรือจูลต่อกิโลกรัม (J/kg) [4]

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในลักษณะใกล้เคียงดังกล่าวจึงนำมาสู่การสร้างตู้อบผ้าภายในที่พักอาศัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาผ้าไม่แห้ง ผ้ามีความอับชื้นเนื่องจากสถานที่ไม่เหมาะสมในการตากผ้า และยังสามารถลดระยะเวลาในการตากผ้าภายใต้สถานที่พักอาศัยที่ไม่เอื้ออำนวย

## 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

### 2.1 การออกแบบโครงสร้างตู้อบผ้า

ภายในที่พักอาศัยผู้จัดทำได้ออกแบบโครงสร้างโดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานของคนทำงาน และคนที่มิพินที่จำกัดในการตากผ้า

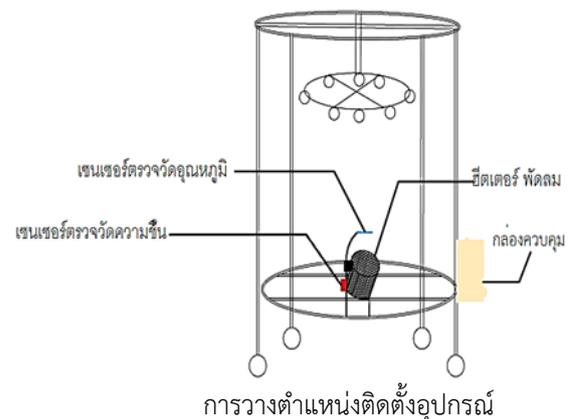


2 โครงสร้างฐานของตู้อบผ้า(มองจากด้านข้าง หน่วยเป็นเซนติเมตร)

ขนาดของตู้อบผ้ามีความกว้างอยู่ที่ 90 เซนติเมตร ขนาดของราวแขวนผ้ามีความกว้างอยู่ที่ 45 เซนติเมตร สามารถแขวนเสื้อผ้าได้ทั้งหมด 8 ตัว ดังรูปที่ 1 การออกแบบความสูงของตู้อบผ้า 140 เซนติเมตร ระยะห่างจากพื้นถึงขดลวดความร้อน 30 เซนติเมตร และระยะห่างจากราวแขวนผ้าถึงขดลวดความร้อน 100 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2 โครงสร้างตู้อบผ้าแบบจริงทำขึ้นจากสแตนเลส มีล้อเลื่อนสามารถเคลื่อนย้ายสะดวก



โครงสร้างตู้อบผ้า(แบบจริง)



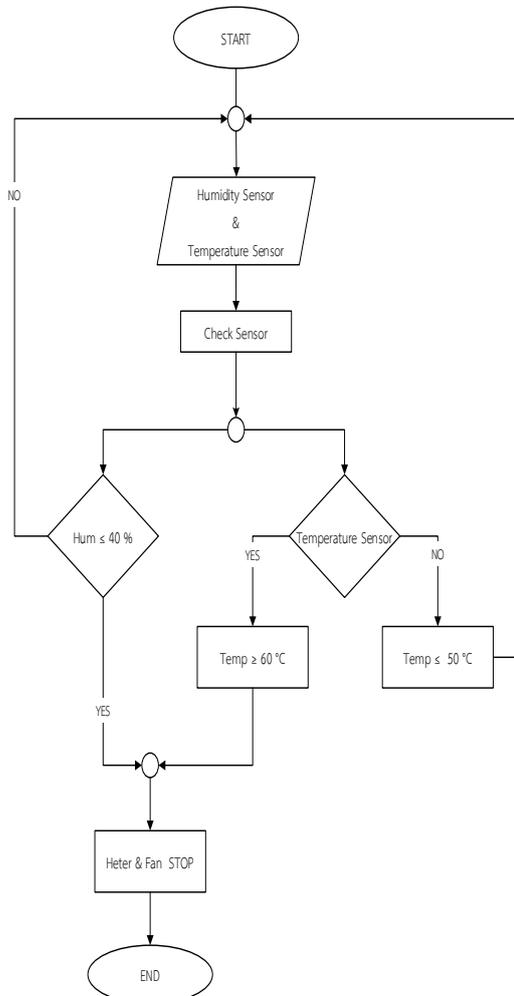
การวางตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์

### 2.2 การติดตั้งอุปกรณ์

การติดตั้งอุปกรณ์นั้นเนื่องจากราวแขวนผ้าสามารถหมุนได้เพื่อสะดวกแก่การนำผ้าเข้ามาแขวนภายในตู้ และผ้าคลุมที่นำมาใช้เป็นผ้าที่สามารถทนความร้อนได้ดี คือผ้าคอตตอนทนความร้อนแห้งสูงกว่า 149 เซลเซียส

และด้านบนของผ้าคลุมมีรูระบายความร้อน ดังรูปที่ 3 การวางตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ของตู้อบผ้าภายในที่พักอาศัยทั้งภายในและภายนอก ดังรูปที่ 4 โดยกำหนดขอบเขตการทำงานดังนี้ ตัวตรวจรู้อุณหภูมิภายในตู้อบผ้า สำหรับควบคุมอุณหภูมิขดลวดความร้อน ให้ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส และตัวตรวจรู้ความชื้น สัมพัทธ์ภายในตู้ให้ต่ำกว่าร้อยละ 40 เพื่อเป็นค่าบอกสถานะของผ้าแห้ง และสั่งให้ระบบหยุดการทำงานเมื่อผ้าแห้ง โดยกำหนดใช้ขดลวดความร้อน ร่วมกับพัดลมในการกระจายลมร้อนภายในตู้อบผ้า ผ้าที่ใช้สำหรับทดสอบแต่ละครั้งแยกผ้าหนากับผ้าบาง

2.3 เงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 5 เงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม

ชนิดผ้าโพลีเอสเตอร์และผ้าคอตตอน โดยผ้าที่นำมา ใส่ตู้จะต้องเป็นผ้าที่ปั่นหามาเท่านั้น 1.เงื่อนไขการออกแบบการทำงานของขดลวดความร้อน ขณะที่เปิดเครื่องเพื่อเริ่มทำงานขดลวดความร้อน พัดลมจะเริ่มทำงานเป็นอันดับแรก 2.เงื่อนไขการออกแบบชุดตรวจจับความชื้น เมื่อขดลวดความร้อน เริ่มทำงาน ตัวตรวจรู้ความชื้น (DHT22) ก็จะเริ่มตรวจจับความชื้นของผ้าและทำการส่งสัญญาณไปยังบอร์ด Arduino เพื่อประมวลผลค่าความชื้นเมื่ออยู่ในสภาวะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ ให้ขดลวดความร้อน หยุดการทำงานเนื่องจากผ้าแห้งสมบูรณ์ 3. เงื่อนไขการออกแบบชุดตรวจจับอุณหภูมิ

เมื่อขดลวดความร้อน เริ่มทำงานตัวตรวจรู้ อุณหภูมิ (DS18B20) ก็จะทำการตรวจวัดอุณหภูมิภายในตู้อบผ้า และทำการส่งสัญญาณไปยังบอร์ด Arduino เพื่อประมวลผลค่าอุณหภูมิภายในตู้เมื่ออยู่ในสภาวะมากกว่าหรือเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส เพื่อสั่งให้ขดลวดความร้อน หยุดการทำงาน โดยไม่คำนึงถึงค่าของความชื้นว่าจะมีค่ากี่เปอร์เซ็นต์ เพื่อ ป้องกันความเสียหายของผ้า 4. เมื่ออุณหภูมิลดลงถึงค่าที่กำหนด 50 องศาเซลเซียส จากนั้นตัวตรวจรู้ความชื้น(DHT22) จะตรวจจับความชื้นของผ้าอีกครั้ง และแสดงผลไปยังบอร์ด Arduino เพื่อประมวลผลค่าความชื้นของผ้าเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่

- เป็นไปตามเงื่อนไข คือ ระบบจะสั่งหยุดการทำงานของขดลวดความร้อน ทันที
- ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข คือ ระบบจะสั่งให้ขดลวดความร้อนทำงานอีกครั้งตามเงื่อนไขการออกแบบโปรแกรม ดังรูปที่ 5

3. ผลการวิจัย

ดำเนินการทดสอบและสรุปผลการทดลองของตู้อบผ้าภายในที่พักอาศัย โดยสรุปค่าเฉลี่ยของการอบผ้า ความชื้นสัมพัทธ์ก่อนอบผ้า ระยะเวลาในการอบผ้า ความชื้นสัมพัทธ์หลังอบผ้าเสร็จ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และค่าไฟฟ้าในการอบผ้า การทดสอบใช้ผ้าทั้งหมด 4 ชนิด ประกอบด้วย

1. ผ้าคอตตอน ชนิดผ้าบาง
2. ผ้าคอตตอน ชนิดผ้าหนา
3. ผ้าโพลีเอสเตอร์ ชนิดผ้าบาง
4. ผ้าโพลีเอสเตอร์ ชนิดผ้าหนา

5. ผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด ก่อนอบผ้าระยะเวลาในการอบผ้าความชื้นสัมพัทธ์หลังอบ  
โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ต่อผ้าแต่ละ ผ้าเสร็จ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนเงิน ทดสอบผ้า  
ชนิด ดังตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของการอบผ้า ความชื้นสัมพัทธ์ จำนวน 10 ครั้ง

ตารางที่ 1 ตารางสรุปค่าเฉลี่ยของการอบผ้า ความชื้นผ้าเสร็จ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนเงิน

ชนิดผ้า	ค่าเฉลี่ยความชื้น ก่อนอบผ้า (% RH)	ค่าเฉลี่ยความชื้น หลังอบผ้าเสร็จ (% RH)	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาอบ ผ้าเสร็จ (นาที)	ค่าเฉลี่ยพลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ (kW-h)
ผ้าคอตตอน ชนิดผ้าบาง	73.81	36.73	68	1.10
ผ้าคอตตอน ชนิดผ้าหนา	74.00	36.64	85	1.27
ผ้าโพลีเอสเตอร์ ชนิดผ้าบาง	72.74	36.42	53	0.95
ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าหนา	75.19	37.28	70	1.12
ผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด	60.08	36.25	61	1.01

สัมพัทธ์ก่อนอบผ้า ระยะเวลาในการอบผ้า ความชื้นหลังอบ พบว่าก่อนอบผ้ามีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย น้อยที่สุดคือผ้าผสมทั้ง 4 ชนิดมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 60.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผ้าโพลีเอสเตอร์ ชนิดผ้าบาง มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 72.74 เปอร์เซ็นต์ ผ้าคอตตอน ชนิดผ้าบางมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 73.81 เปอร์เซ็นต์ ผ้า คอตตอนชนิดผ้าหนามีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 74.00 เปอร์เซ็นต์ และผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าหนาความชื้น สัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 75.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในขณะที่ระบบตัดการทำงานเมื่อมีความชื้น สัมพัทธ์ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ ค้นพบว่าหลังอบผ้าเสร็จมี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยน้อยที่สุดคือผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด มี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 36.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผ้าแห้ง รองลงมาคือผ้าโพลีเอสเตอร์ ชนิดผ้าบางมีความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยที่ 36.42 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ผ้าแห้ง ผ้าคอตตอนชนิด ผ้าหนามีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 36.64 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ ผ้าแห้งผ้าคอตตอนชนิดผ้าบางมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 36.73 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผ้าแห้ง และผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิด ผ้าหนาความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 37.28 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ผ้าแห้งตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาอบผ้าเสร็จ พบว่าผ้าที่ ใช้เวลาอบผ้าเสร็จน้อยที่สุด คือผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าบาง ใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 53 นาที รองลงมาคือผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด ใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 61 นาที ผ้าคอตตอน ชนิดผ้าบาง

ใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 68 นาที ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้า หนาใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 70 นาที และผ้าคอตตอน ชนิดผ้าหนาใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 85 นาทีตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการใช้พลังงาน ไฟฟ้า พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด คือผ้า โพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าบางโดยมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ยที่ 0.95 กิโลวัตต์ รองลงมาคือผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด มี ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 1.01 กิโลวัตต์ ผ้า คอตตอน ชนิดผ้าบางมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 1.10 กิโลวัตต์ ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าหนามีปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ยที่ 1.12 กิโลวัตต์ และผ้าคอตตอนชนิด ผ้าหนามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ยที่ 1.27 กิโลวัตต์ตามลำดับ

เมื่อคิดเป็นค่าไฟฟ้า พบว่าค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าบางคิดเป็นค่าไฟฟ้าต่อการใช้ 1 ครั้ง เฉลี่ยที่ 3.80 บาท รองลงมาคือผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด คิดเป็น ค่าไฟฟ้าต่อการใช้ 1 ครั้งเฉลี่ยที่ 4.04 บาท ผ้าคอตตอน ชนิดผ้าบางคิดเป็นค่าไฟฟ้าต่อการใช้ 1 ครั้งเฉลี่ยที่ 4.40 บาท ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าหนาคิดเป็นค่าไฟฟ้าต่อการใช้ 1 ครั้งเฉลี่ยที่ 4.48 บาท และผ้าคอตตอนชนิดผ้าหนาคิด เป็นค่าไฟฟ้าต่อการใช้ 1 ครั้งเฉลี่ยที่ 5.08 บาทตามลำดับ (กำหนดค่าไฟฟ้าที่ 1 Unit = 4 บาท)

**4. อภิปรายผลและสรุป**

**4.1 สรุปผล**

จากการทดสอบตู้อบผ้าภายในที่פקอกาศัยโดยทำการทดลองอบผ้า 4 ชนิดได้แก่ 1. ผ้าคอตตอนชนิดผ้าบาง 2. ผ้าคอตตอนชนิดผ้าหนา 3. ผ้าโพลีเอสเตอร์ ชนิดผ้าบาง 4. ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าหนา 5. ผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด พบว่าผ้าที่ใช้เวลาอบผ้าเสร็จน้อยที่สุด คือผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าบางใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 53 นาที รองลงมาคือผ้าผสมทั้ง 4 ชนิด ใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 61 นาที ผ้าคอตตอนชนิดผ้าบางใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 68 นาที ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดผ้าหนาใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 70 นาที และผ้าคอตตอนชนิดผ้าหนาใช้เวลาอบผ้าเสร็จเฉลี่ยที่ 85 นาที ตามลำดับ และจากการทดลองใช้จริงของกลุ่ม นักศึกษา และกลุ่มบุคคลทั่วไป ณ มิตรอนันต์ คอนโด 116/12 ซอยบางขุนนนท์ 12 แขวงบางขุนนนท์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700 เมื่อคะแนนเต็ม 5 คะแนนพบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.42 (SD = 0.43) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาในรายละเอียด พบว่าด้านหลักการทํางานหรือวิธีการใช้งาน มีระดับความพึงพอใจสูงสุดเป็นอันดับ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.90 (SD = 0.31) รองลงมาอันดับ 2 คือด้านประโยชน์และความคุ้มค่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.75 (SD = 0.44) และด้านผลลัพธ์ที่ได้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.70 (SD = 0.47) ตามลำดับ

**4.2 อภิปรายผล**

จากการพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ตู้อบผ้าภายในที่פקอกาศัย สามารถทํางานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งานจริง สามารถลดภาระงานได้ดี ทำให้ผู้ใช้งานมีเวลาพักผ่อนเพิ่มขึ้น และมีเวลาร่วมกิจกรรมกับครอบครัวที่เพิ่มขึ้นทำให้กลุ่มเป้าหมายและครอบครัวมีความสุขทางกายและสุขภาวะทางจิตที่ดีขึ้น ตู้อบผ้าภายในที่פקอกาศัยมีความสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สิทธิพล ศรีวิเศษ, คมสันต์ ติไชยทอง, จิระพงษ์ มาลีลัษ, สุพรรณม ยังยืน (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับตู้อบผ้าโดยติดตั้งเบอร์เนอร์อินฟาเรดเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนโดยใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิงติดตั้งอยู่ด้านล่างเมื่อทดสอบโดยใช้เครื่องอบผ้าพบว่าสามารถทำให้ผ้าแห้งได้ในระยะเวลาประมาณ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 40-60 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ งานวิจัย

ของ บัณฑิต กฤตาคม, ปฏิวัติ วรามิตร, นันทวัฒน์ วีรยุทธ, อำไพศักดิ์ ทิบุญมา, โสภณ ลินสร้าง(2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งบอระเพ็ดด้วยลมร้อนภายใต้อุณหภูมิอบแห้ง 50-70 องศาเซลเซียส และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรินธร พูลศรี, ภูรินทร์ อัครกุลธร, กรรณพต แก้วสอน (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาวิธีการอบแห้งโดยการเปรียบเทียบในรูปแบบการให้ความร้อนเพื่อลดความชื้นโดยใช้กุหลาบสีขาวและสีแดง นำส่วนที่เป็นกลีบและดอกมาทำเป็นชาด้วยการทำให้แห้งโดยใช้กรรมวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อน เปรียบเทียบกับตู้อบพลังแสงอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้ตู้อบผ้าภายในที่פקอกาศัยจึงนับเป็นนวัตกรรมใหม่ที่ใช้งานได้ง่าย สามารถใช้กับที่פקอกาศัยทุกประเภท และเหมาะสมกับชีวิตที่เร่งรีบในปัจจุบัน

**4.3 ข้อเสนอแนะ**

4.3.1 การปรับตำแหน่งติดตั้งตัวตรวจรู้ความชื้นให้อยู่บริเวณด้านล่างของผ้าคือตำแหน่งที่ให้ผลลัพธ์ดีที่สุดสำหรับตัวตรวจรู้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้อบผ้า

4.3.2 สามารถติดตั้งตัวตรวจรู้ (sensor) ป้องกันการทำงาน เมื่อสถานการณ์ลิมิตปิดผ้าคลุมตู้อบผ้า เพื่อป้องกันการทํางานที่ไม่ได้ประสิทธิภาพ

4.3.3 สามารถเพิ่มเงื่อนไขการใช้งานให้สามารถใช้งานได้ 2 รูปแบบ คือ 1.สามารถใช้งานในรูปแบบตู้อบผ้า 2.สามารถใช้งานในรูปแบบราวตากผ้า ในกรณีที่ต้องการตากด้วยแสงแดด

4.3.4 การนำปัจจัยในเรื่องอากาศอัตราการไหลของอากาศ (Air Flow Rate) มาเป็นปัจจัยหนึ่งในการพิจารณา ที่ให้งานสมบูรณ์ขึ้น

4.3.5 สามารถใช้ขดลวดความร้อนพดลที่มีกำลังวัตต์มากกว่า 1,000 วัตต์ เมื่อต้องการลดระยะเวลาในการอบผ้า

4.3.6 สามารถติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า(electric motor) ที่ราวแขวนผ้าเพื่อทำการหมุนผ้าทำให้ผ้าได้รับความร้อนเท่า ๆ กันทุกตัว

4.3.7 สามารถสร้างบริเวณส่วนบนตู้อบผ้าให้เป็นลักษณะรูปทรงโดมเพื่อให้ลมจากขดลวดความร้อน พดลมหมุนเวียนได้ทั่วถึงทั้งตู้อบผ้าส่งผลให้ผ้าแห้งเร็วขึ้นและใช้พลังงานน้อยลง

4.3.8 โครงสร้างของตู้อบผ้าควรถอดประกอบได้ เพื่อสะดวกในการจัดเก็บ และขนย้าย

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] สิทธิพล ศรีวิเศษ, คมสันต์ ตีไชยทอง, จิระพงษ์ มาลีลับ, สุพรรณ ยั่งยืน: การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรม เครื่องกลแห่งประเทศไทย. ตู้อบผ้า. [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงวันที่ 2563 ตุลาคม 15];62(33): [หน้า1-9]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.tsme.org/me-nett/me-nett2019/fullpaper/ETM/ETM012.pdf>.
- [2] บัณฑิต กฤตาคม, ปฏิวัติ วรามิตร, นันทวัฒน์ วีรยุทธ, อำไพศักดิ์ ทิบุญมา, โสภณ สิ้นสร้าง, แบบจำลองการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งบอระเพ็ดด้วยลมร้อน. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. [อินเทอร์เน็ต] 2554. [เข้าถึงวันที่ 2563 ตุลาคม 15];54(1) (หน้า60-68). เข้าถึงได้จาก: <http://web.eng.ubu.ac.th/2556/1.Paper%20No.1.pdf>.
- [3] วรินทร์ พูลศรี, ภูรินทร์ อัครกุลธร, กรรณพต แก้วสอน, 2560. การศึกษาวิธีการอบแห้งในการทำชาภูหลาย. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. [อินเทอร์เน็ต] 2560. [เข้าถึงวันที่ 2563 ตุลาคม 16]; 60(16) (หน้า1-9). เข้าถึงได้จาก: <http://www.crdc.kmutt.ac.th/Data%202018/CRDC11/data/425-428.pdf>.
- [4] อีรพงศ์ บริรักษ์, พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ, วรลักษณ์ เสถียร รั้งสถุขภู, และณรงค์ ภูอยู่, 2564: ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2561. [เข้าถึงวันที่ 2564 ตุลาคม 11]; (หน้า186). เข้าถึงได้จาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/download/247285/168474/>
- [5] ชินวัจน์ งามวรรณกร, สุทัศน์ รุ่งระวีวรรณ, อมรเทพ มณีเนียม: การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ภายในโรงงานขนาดย่อม ด้วยเทคโนโลยีไร้สายผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง IOT. [อินเทอร์เน็ต]. 2561 [เข้าถึงวันที่2563 ตุลาคม 17]; 61(33):[หน้า1-36]. เข้าถึงได้จาก: <https://wb.yru.ac.th/bitstream/yr95/1/3.pdf>.