# เครื่องฟอกอากาศราคาประหยัดขนาดเล็ก ควบคุมโดยสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์

# SMALL LOW-COST AIR PURIFIER CONTROLLED BY AN ANDROID SMARTPHONE


ธวัชชัย แสนหาญ[1] จันนุสรณ์ ดีแก่[2]
ชัยพร ปานยินดี[3]
Thawatchai Sanhan[1] Januson Dikae[2]
Chaiyaporn Panyindee[3]

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ นครปฐม 73170 [1 ถึง 3]
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Rattanakosin,
Nakhon Pathom 73170 Thailand [1 to 3]

*Corresponding E-mail : thawatchaicpe08@gmail.com*

Received Date April 1, 2020
Revised Date September 5, 2021
Accepted Date October 1, 2021

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครื่องฟอกอากาศ (Air Purifier) มีราคาค่อนข้างสูง คณะผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงออกแบบเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กที่ควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนซึ่งมีต้นทุนต่ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนของเครื่องฟอกอากาศ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงการใช้งานเครื่องฟอกอากาศอย่างทั่วถึง อีกทั้งสามารถเป็นต้นแบบในการผลิตใช้งานเองในประเทศ โดยทดลองประยุกต์ใช้วงจรทวีแรงดันที่ทำหน้าที่ช่วยในการฟอกอากาศร่วมกับระบบพัดลมแบบ 2 ระดับ ที่ควบคุมการไหลของอากาศผ่านแผ่นกรองอนุภาคขนาดเล็กตั้งแต่ 0.1 ไมครอนขึ้นไป ซึ่งระบบที่นำเสนอนี้สามารถสั่งการควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ จากการทดลองในห้องที่มีขนาด 3.15 และ 7.8 ตารางเมตร โดยจำลองสถานการณ์ฝุ่นสูงสุดที่ 300 AQI ซึ่งผลการวิจัยสรุปว่า ระบบที่นำเสนอสามารถลดปริมาณฝุ่นได้ใกล้เคียงกับเครื่องฟอกอากาศในรุ่นเดียวกัน ขณะที่ต้นทุนถูกกว่า และในอนาคตอาจเพิ่มฟังก์ชันการตั้งเวลาเปิด–ปิด เพื่อง่ายต่อการใช้งาน

**คำสำคัญ:** เครื่องฟอกอากาศ วงจรทวีแรงดัน ไฟฟ้าประจุลบ วิจัย

## Abstract

Since air purifiers are currently expensive, this research presents a small low-cost air purifier that is controlled via a smartphone by applying a voltage multiplier and a 2-level fan system that is used to control the airflow through the filter, which helps clean the air of particles as small as 0.1 microns. In addition, the proposed system can also be controlled via an application on the Android operating system. The results of an experiment in a closed room with a size of 3.15 and 7.8 square meters that simulated the maximum dust situation at an AQI value of 300 showed that the proposed system can reduce the amount of dust with a level of effectiveness similar to that of an air purifier of the same model, while the cost of the proposed system is lower. In the future, the scheduled On-Off function may be added to this low-cost air purifier for easy-to-use.

**Keywords:** Air purifier, Voltage Multiplier, Anion, Research

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันฝุ่นกลายเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย ซึ่งฝุ่นเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การเผาไหม้ การคมนาคมขนส่ง การผลิตไฟฟ้า อุตสาหกรรมการผลิต รวมถึงการรวมตัวกันของก๊าซอื่น ๆ ในบรรยากาศ โดยเฉพาะก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide: SO2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen dioxide: NO2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO) ฯลฯ มลพิษฝุ่นเหล่านี้อาจไม่ส่งผลกระทบให้เห็นในระยะเริ่มต้น แต่เมื่อได้รับในปริมาณมากและสะสมติดต่อกันเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดอาการผิดปกติของร่างกายในภายหลัง ซึ่งแบ่งได้เป็นผลกระทบทางระบบทางเดินหายใจและผลกระทบทางผิวหนัง เช่น เกิดโรคภูมิแพ้ โรคปอดเรื้อรัง เกิดอาการไอ จาม มีผื่นคันตามตัว ปวดแสบปวดร้อน ฯลฯ ปัจจุบันเครื่องฟอกอากาศยังคงเป็นการตอบโจทย์ ซึ่งฝุ่นละอองที่อยู่ในอากาศจะถูกดูดผ่านเข้าเครื่องไปยังแผ่นกรองอากาศ แผ่นกรองอากาศทำหน้าที่ในการดักจับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 0.1-0.3 ไมครอน เพราะเหตุนี้เครื่องฟอกอากาศจึงเป็นที่นิยมและถูกวางขายมีให้เลือกตามท้องตลาดเป็นจำนวนมาก

การเปรียบเทียบราคาและขนาดการใช้งานของเครื่องฟอกอากาศที่มีขายตามท้องตลาด เช่น Philips รุ่น AC2887 หนัก 7.7 กิโลกรัม ขนาด 35.9 x 24 x 55.8 เซนติเมตร ราคา 16,990 บาท [1] Thompsom รุ่น Airpur Series2 หนัก 8.5 กิโลกรัม ขนาด 35 x 19 x 64 เซนติเมตร ราคา 5,995 บาท [2] Xiaomi รุ่น Mi Air Purifier Pro หนัก 9.7 กิโลกรัม ขนาด 26 x 26 x 73.5 เซนติเมตร ราคา 8,990 บาท [3] จากที่ยกตัวอย่างมาพบว่า เครื่องฟอกอากาศราคาค่อนข้างแพงอันเนื่องมาจากเครื่องหมายทางการค้า ลิขสิทธิ์การนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ ทำให้ราคาสูง ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาดังกล่าวจึงประยุกต์ใช้วัสดุ

อุปกรณ์แบบกึ่งสำเร็จรูป ประกอบไปด้วย วงจรทวีแรงดัน วงจรเรียงกระแส NodeMCU ESP8266 เซนเซอร์วัดฝุ่น Sharp GP2Y1010AU0F รีเลย์ โมดูลปรับรอบมอเตอร์ ประดิษฐ์ออกแบบมาเป็นเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กต้นทุนต่ำเพื่อตอบโจทย์สังคมยุคดิจิทัลและอำนวยความสะดวกสบาย เครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอนี้ควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยสามารถปรับระดับความแรงพัดลมได้ 2 ระดับ มีฟังก์ชันแสดงสถานะฝุ่นเป็นรูปภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ ได้แก่ สีเขียวอากาศดี สีเหลืองอากาศปานกลาง สีส้มอากาศแย่สำหรับคนแพ้ง่าย สีแดงอากาศแย่ สีม่วงอากาศแย่มาก สีน้ำตาลอากาศที่เป็นอันตราย เครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กที่นำเสนอจึงง่ายต่อการควบคุม เพิ่มความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

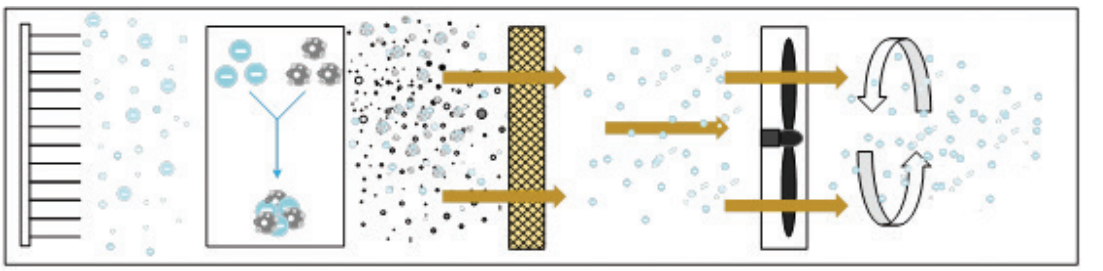
2.1 เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาของผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจและโรคภูมิแพ้

2.2 เพื่อลดต้นทุนการนำเข้าของเครื่องฟอกอากาศที่มีราคาแพง และเป็นต้นแบบในการผลิตใช้งานเองในประเทศ

## 3. การทบทวนวรรณกรรม

### 3.1 หลักการทำงานของเครื่องฟอกอากาศ

เครื่องฟอกอากาศอาศัยหลักการเดียวกับพัดลมดูดอากาศ ซึ่งประกอบไปด้วยใบพัดและมอเตอร์ แต่ที่แตกต่างกันคือ เครื่องฟอกอากาศมีแผ่นกรองที่ช่วยในการกรองดักสิ่งสกปรกในอากาศ จากภาพที่ 1 คือ หลักการทำงานของเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอ โดยจะมีกระบวนการทำงานเริ่มต้นจากวงจรทวีแรงดัน ทำหน้าที่สร้างไฟฟ้าแรงดันสูงเพื่อทำการปล่อยไฟฟ้าประจุลบ เมื่อไฟฟ้าประจุลบมาเจอกับฝุ่นละอองในอากาศที่เป็นประจุบวกจะเกิดแรงดึงดูด ทำให้ฝุ่นนั้นมีมวลและตกลงสู่พื้น เครื่องฟอกอากาศมีหน้าที่ดูดสิ่งสกปรกเข้าไปในตัวเครื่องผ่านแผ่นกรองเพื่อดักจับสิ่งแปลกปลอม กรองฝุ่น แล้วปล่อยอากาศบริสุทธิ์ออกมาแทน



**ภาพที่ 1** หลักการทำงานของเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอ

### 3.2 วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier)

วงจรทวีแรงดันสามารถเพิ่มยอดสัญญาณให้มีระดับสูงขึ้น เช่น มีค่าที่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า 3 เท่า หรือมากกว่านี้ ขึ้นอยู่กับการต่อวงจรเพิ่มชุดของตัวไดโอดและตัวเก็บประจุ เครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอนี้จึงนำวงจรทวีแรงดันเข้ามาช่วยในการปล่อยอนุภาคไอออนลบ ซึ่งปกติฝุ่นมีสถานะอนุภาคเป็นบวก อนุภาคลบกับบวกจะรวมตัวกันทำให้ฝุ่นมีน้ำหนักและตกลงสู่พื้น

### 3.3 NodeMCU ESP8266

ESP8266 เป็นชื่อเรียกของชิปโมดูล ESP8266 สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐานเทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สาย (Wi-Fi) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีจำนวนขาพอร์ตรับเข้า (Input) และส่งออก (Output) มากพอสำหรับการนำไปใช้งานจริงต่อกับเซนเซอร์ได้ทั้งแบบดิจิทัล (Digital) และแอนะล็อก (Analog) ใช้ควบคุมเครื่องฟอกอากาศผ่านสัญญาณเทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สายซึ่งถูกเขียนด้วยภาษาซี (C)

### 3.4 เซนเซอร์วัดฝุ่น Sharp GP2Y1010AU0F

เซนเซอร์ตรวจจับอนุภาคขนาดเล็กเป็นเซนเซอร์ของชาร์ป ถูกใช้เพื่อตรวจวัดคุณภาพฝุ่น เช่น ฝุ่นละอองหรือควันในอากาศที่ใช้พลังงานต่ำ โดยให้สัญญาณแบบแอนะล็อก ผู้วิจัยได้นำมาใช้ประโยชน์ในการส่งค่าเข้ามาที่ NodeMCU ESP8266 คำนวณปริมาณฝุ่นเพื่อตรวจวัดหาระดับฝุ่น จากนั้นส่งไปที่แอปพลิเคชันเพื่อแสดงสถานะบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

### 3.5 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่นิยมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เสมือนกับสวิตช์ และยังใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อตัดกระแสไฟฟ้า ในโครงงานนี้ทางผู้วิจัยเลือกใช้เป็นโมดูลรีเลย์ 4 ช่อง สำหรับควบคุมสวิตช์เปิด-ปิดเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอ

### 3.6 ภาษาจาวา (Java Programming Language)

จาวาเป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุชั้นสูง (Object Oriented Programming) ใช้เพื่อเขียนสั่งงานและควบคุมการทำงานของเครื่องฟอกอากาศให้ทำงานตามที่ผู้ใช้สั่งการ

### 3.7 โปรแกรมอาดุยโน่ (Arduino Program)

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเขียนโค้ดแบบ Open Source ทางงานวิจัยนี้ใช้เพื่อเขียนโค้ดลงบน NodeMCU ESP8266 ด้วยภาษาซีในการควบคุมเครื่องฟอกอากาศ และแสดงค่าระดับฝุ่นผ่านแอปพลิเคชัน

### 3.8 โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ (Android Studio Program)

แอนดรอยด์สตูดิโอเป็นไอดีอี (IDE) ไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมแอนดรอยด์โดยเฉพาะ มีจียูไอ (GUI) ที่ช่วยให้สามารถดูตัวอย่าง (preview) ตัวแอปพลิเคชัน มุมมองที่แตกต่างกันบนสมาร์ตโฟนแต่ละรุ่น และสามารถแสดงผลได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการเปิดใช้งานแอปพลิเคชันบนอีมูเลเตอร์ (Emulator) ในงานวิจัยใช้ออกแบบหน้าเพจแอปพลิเคชันเข้าสู่ระบบและหน้าควบคุม

### 3.9 การเปรียบเทียบเครื่องฟอกอากาศตามท้องตลาด

จากการสำรวจเครื่องฟอกอากาศตามท้องตลาดทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Philips รุ่น AC2887 Thompson รุ่น Airpur Series2 และ Xiaomi รุ่น Mi Air Purifier Pro พบว่าเครื่องฟอกอากาศมีราคาค่อนข้างแพง และแต่ละรุ่นมีน้ำหนักการใช้งานในพื้นที่ห้องที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถสรุปผลดังตารางที่ 1 ได้ดังนี้

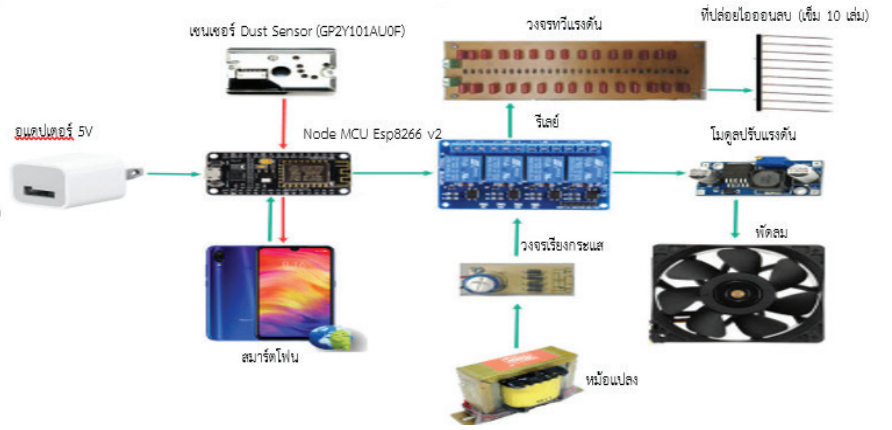
**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบเครื่องฟอกอากาศตามท้องตลาด

| ชื่อเครื่องฟอกอากาศ | รุ่น | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ขนาดเครื่อง (เซนติเมตร) | ราคา (บาท) |
|---|---|---|---|---|
| Philips [1] | AC2887 | 7.7 | 35.9 x 24 x 55.8 | 16,990 |
| Thompson [2] | Airpur Series2 | 8.5 | 35 x 19 x 64 | 5,995 |
| Xiaomi [3] | Mi Air Purifier Pro | 9.7 | 26 x 26 x 73.5 | 8,990 |

## 4. วิธีการศึกษา

### 4.1 ระบบการทำงาน

เครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์ได้ออกแบบมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษในห้องขนาดเล็ก โดยแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถแสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่นำเสนอ ดังภาพที่ 2

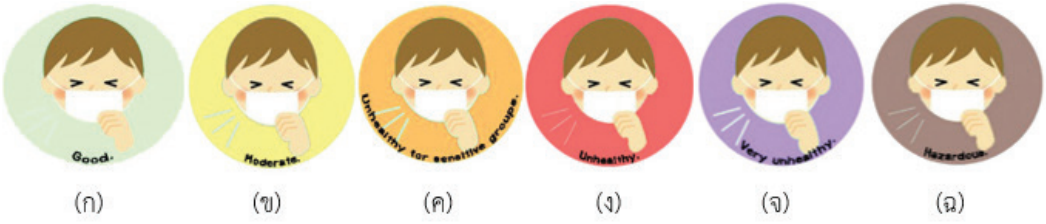



**ภาพที่ 2** ภาพรวมการทำงานของระบบที่นำเสนอ

จากภาพที่ 2 เป็นการทำงานโดยรวมของระบบที่นำเสนอ เมื่อเซนเซอร์วัดค่าฝุ่นได้ เซนเซอร์จะส่งคืนค่าฝุ่นมาคำนวณใน NodeMCU ESP8266 เพื่อหาสถานะฝุ่น จากนั้นส่งไปที่แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อแสดงสถานะบนหน้าแอปพลิเคชัน มีหน้าเข้าสู่ระบบและหน้าควบคุมสามารถสั่งงาน เปิด-ปิดเครื่องฟอกอากาศ ซึ่งควบคุมผ่านรีเลย์ โดยพัดลมปรับได้ 2 ระดับ เครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กที่นำเสนอนี้มีวงจรทวีแรงดันที่ถูกต่อด้วยเข็มจำนวน 10 เล่ม คอยทำหน้าที่ปล่อยประจุลบ

### 4.2 การออกแบบไอคอนสถานะฝุ่น

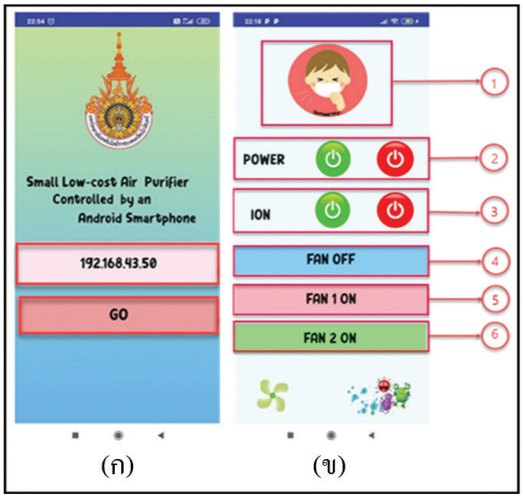
ไอคอนสถานะฝุ่นออกแบบโดยใช้สีเป็นสัญลักษณ์แทนระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือ PM 2.5 ถูกแบ่งออกเป็นสีต่าง ๆ ด้วยกัน 6 สี จากภาพที่ 3 เพื่อแสดงถึงระดับความอันตรายของฝุ่นในแต่ละวัน ได้แก่ ระดับฝุ่น 0-75 สีเขียวแสดงถึงคุณภาพอากาศดี 76-150 สีเหลืองแสดงถึงคุณภาพอากาศปานกลาง 151-300 สีส้มแสดงถึงคุณภาพอากาศแย่สำหรับคนแพ้ง่าย 301-1,050 สีแดงแสดงถึงคุณภาพอากาศแย่ 1,051-3,000 สีม่วงแสดงถึงคุณภาพอากาศแย่มาก 3,001-4,050 สีน้ำตาลแสดงถึงคุณภาพอากาศที่เป็นอันตราย ช่วงของระดับการแบ่งอ้างอิงตาม AQI




**ภาพที่ 3** (ก) สีเขียวอากาศดี (ข) สีเหลืองปานกลาง (ค) สีส้มอากาศแย่สำหรับคนแพ้ง่าย
(ง) สีแดงอากาศแย่ (จ) สีม่วงอากาศแย่มาก (ฉ) สีน้ำตาลอากาศที่เป็นอันตราย

### 4.3 การออกแบบแอปพลิเคชัน

การออกแบบแอปพลิเคชัน คณะผู้วิจัยได้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ การเข้าสู่ระบบ และการควบคุมระบบ สามารถแสดงดังภาพที่ 4




**ภาพที่ 4** (ก) หน้าเข้าสู่ระบบ (ข) หน้าควบคุมเครื่องฟอกอากาศ

จากภาพที่ 4 เป็นหน้าแอปพลิเคชันของเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กเมื่อผู้ใช้เปิดแอปพลิเคชัน จะพบกับหน้าเข้าสู่ระบบเป็นอันดับแรก (ดังภาพ ก) และเมื่อกรอกเลขไอพีที่ให้มากับ NodeMCU ESP8266 จะเข้าสู่หน้าควบคุมเครื่องฟอกอากาศ (ดังภาพ ข) สามารถอธิบายได้ ดังนี้

หมายเลข 1 เป็นการแสดงสถานะฝุ่นผ่านระดับสีต่าง ๆ

หมายเลข 2 ปุ่ม เปิด-ปิด POWER

หมายเลข 3 ปุ่ม เปิด-ปิด ION

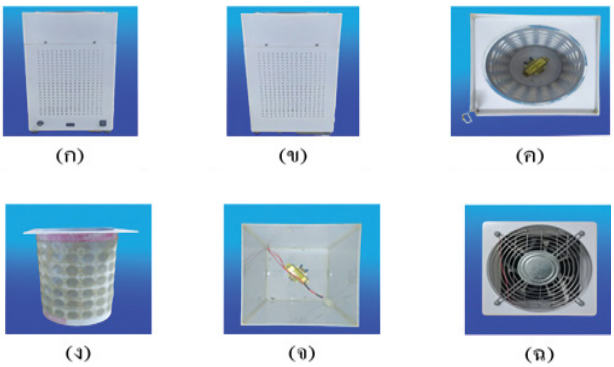
หมายเลข 4 ปุ่มปิด FAN OFF

หมายเลข 5 ปุ่มเปิด FAN 1 ON

หมายเลข 6 ปุ่มเปิด FAN 2 ON

### 4.4 การออกแบบโครงสร้างเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็ก

โครงสร้างเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กนี้ถูกออกแบบตัวเครื่องให้มีขนาดเล็กสามารถยกเคลื่อนย้ายได้ ตัวเครื่องทำด้วยแผ่นอะคริลิกสีขาว ภาพรวมโครงสร้างของเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอ แสดงดังภาพที่ 5

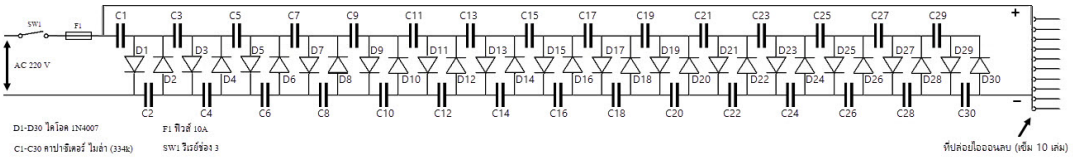



**ภาพที่ 5** (ก) ด้านหน้าเครื่องฟอก (ข) ด้านข้างเครื่องฟอก (ค) ด้านในเครื่องฟอก (ง) ไส้กรองฝุ่น (จ) ช่องใส่ไส้กรอง (ฉ) ด้านบนเครื่องฟอก

จากภาพที่ 5 เครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กตัวเครื่องความสูงอยู่ที่ 40 เซนติเมตร ความกว้างอยู่ที่ 20 เซนติเมตร ตัวเครื่องฟอกอากาศ (รวมไส้กรอง) มีน้ำหนักประมาณ 2.8 กิโลกรัม มีการเจาะรูรอบตัวเครื่องเพื่อช่วยให้ดูดอากาศได้ดีขึ้น และทางผู้วิจัยออกแบบมาให้ช่องใส่ไส้กรองสามารถถอดเปลี่ยนได้

### 4.5 วงจรทวีแรงดัน

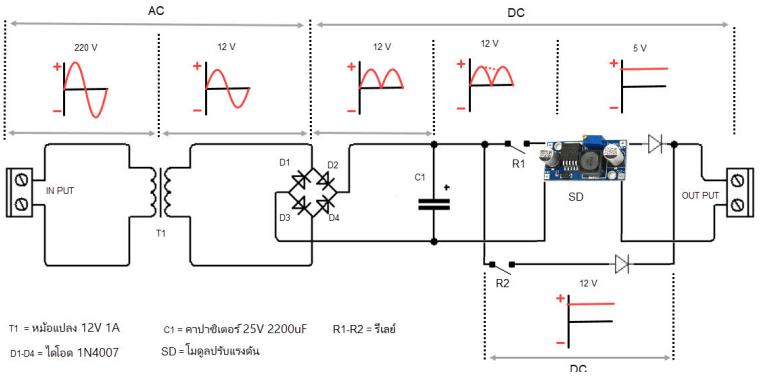
วงจรทวีแรงดันซึ่งทำหน้าที่ในการทวีแรงดันให้มีค่าเพิ่มขึ้น โดยใช้ C1-C30 และ D1-D30 แต่เดิมรับเข้า (Input) อยู่ที่ 220 โวลต์ แต่เมื่อทำการต่อวงจรทำให้การส่งออก (Output) อยู่ที่ 6,600 โวลต์ ในส่วนของการส่งออก (Output) ใช้เข็มปลายแหลมช่วยในการปล่อยประจุลบสู่อากาศทำให้ได้อากาศที่บริสุทธิ์ออกมา แสดงดังภาพที่ 6




**ภาพที่ 6** วงจรทวีแรงดัน

### 4.6 วงจรเรียงกระแส

จากภาพที่ 7 คือ วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ หรือวงจรเรกติไฟเออร์ นำมาใช้เพื่อแปลงแหล่งจ่ายให้กับชุดของพัดลมที่ต้องการไฟฟ้ากระแสตรง และยังสามารถปรับช่องทางการจ่ายกระแสไฟสำหรับพัดลมด้วยการใช้รีเลย์สองช่องทำงานสลับกัน ประโยชน์อื่น ๆ ของวงจรที่ออกแบบนี้คือ ต้นทุนต่ำ

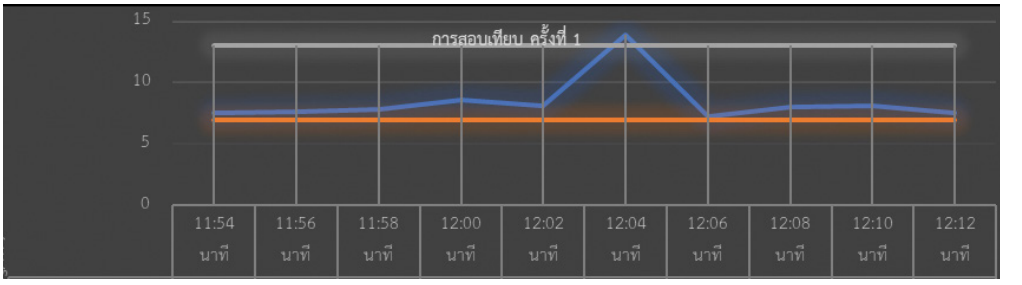



**ภาพที่ 7** วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

## 5. ผลการศึกษา

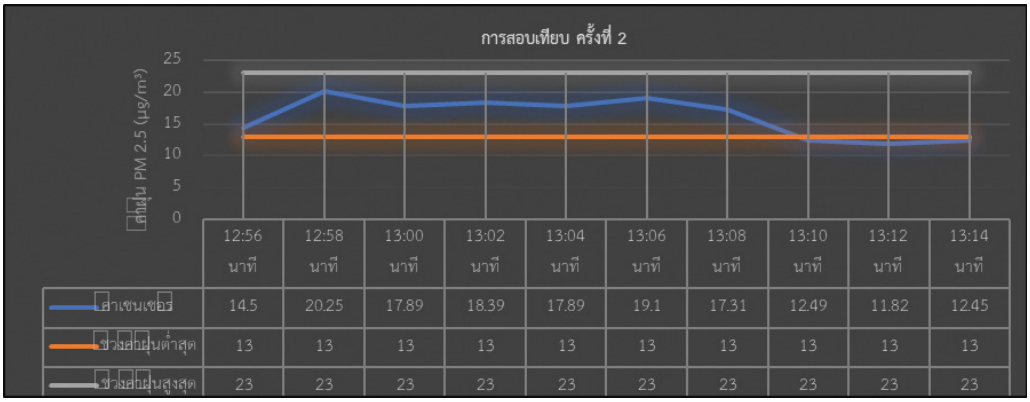
### 5.1 การสอบเทียบ (Calibration)

การสอบเทียบเป็นการเปรียบเทียบค่าของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เราใช้ให้ได้ค่าตามมาตรฐาน การสอบเทียบนั้นจึงเป็นปัจจัยสำคัญของการทดลอง ทั้งนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมือวัดที่จะนำไปใช้งานหรือใช้งานอยู่แล้ว มีค่าที่แม่นยำและเชื่อถือได้ ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการสอบเทียบกับเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro ซึ่งวิธีการสอบเทียบที่นำมาแสดงนี้เป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป และเหตุผลที่เลือกเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro เพราะเป็นรุ่นยอดนิยม คณะผู้วิจัยได้ทำการสอบเทียบ 2 ครั้ง เป็นเวลา 20 นาที ซึ่งสามารถสรุปเป็นกราฟดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9 ดังนี้




**ภาพที่ 8** การสอบเทียบครั้งที่ 1

จากภาพที่ 8 เป็นการสอบเทียบครั้งที่ 1 สามารถสรุปได้ว่าเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro ที่ใช้สอบเทียบค่าฝุ่น PM2.5 ต่ำสุดอยู่ที่ 7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (µg/m³) และสูงสุดอยู่ที่ 13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงดังเส้นสีส้มและเส้นสีเทา ส่วนเซนเซอร์ที่ใช้ทดลองค่าฝุ่น PM2.5 แสดงดังเส้นสีน้ำเงิน มีค่าเฉลี่ยที่วัดได้อยู่ที่ประมาณ 8.45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



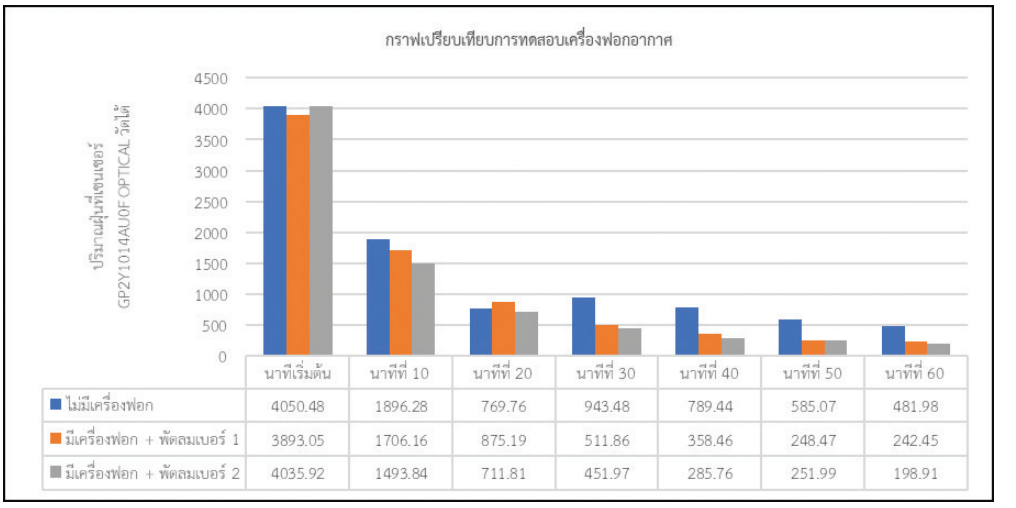

| | 12:56 นาที | 12:58 นาที | 13:00 นาที | 13:02 นาที | 13:04 นาที | 13:06 นาที | 13:08 นาที | 13:10 นาที | 13:12 นาที | 13:14 นาที |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ค่าเซนเซอร์ | 14.5 | 20.25 | 17.89 | 18.39 | 17.89 | 19.1 | 17.31 | 12.49 | 11.82 | 12.45 |
| ช่วงค่าฝุ่นต่ำสุด | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| ช่วงค่าฝุ่นสูงสุด | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |

**ภาพที่ 9** การสอบเทียบครั้งที่ 2

จากภาพที่ 9 เป็นการสอบเทียบครั้งที่ 2 สามารถสรุปได้ว่าเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro ที่ใช้สอบเทียบค่าฝุ่น PM2.5 ต่ำสุดอยู่ที่ 13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสูงสุดอยู่ที่ 23 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงดังเส้นสีส้มและเส้นสีเทา ส่วนเซนเซอร์ที่ใช้ทดลองค่าฝุ่น PM2.5 แสดงดังเส้นสีน้ำเงิน มีค่าเฉลี่ยที่วัดได้อยู่ที่ประมาณ 16.20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากการทดลองสอบเทียบค่าเซนเซอร์ทั้งสองครั้งพบว่า เซนเซอร์ที่นำมาสอบเทียบนั้นสามารถใช้งานได้จริง มีค่าใกล้เคียงกับเซนเซอร์ของเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro

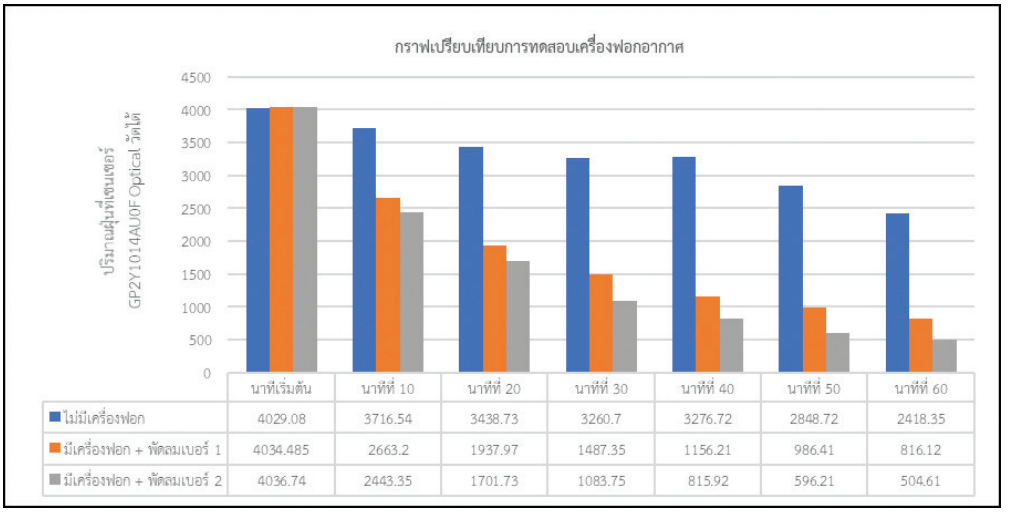
## 5.2 การทดลองเครื่องฟอกอากาศ

การทดลองใช้เครื่องฟอกอากาศได้ทำการทดลองภายในบริเวณ 2 ห้อง ซึ่งเป็นแบบปิด มีพื้นที่ต่างกันคือ ขนาด 3.15 และ 7.8 ตารางเมตร ทางคณะผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์ฝุ่น โดยการจุดธูปให้มีควันในปริมาณ 300 AQI จากนั้นนำเครื่องฟอกอากาศไปเปิดใช้งานในห้อง ซึ่งการทดลองนี้ได้ทดลองความแรงของพัดลม 2 ระดับ คือ ความแรงพัดลมระดับ 1 ความแรงพัดลมระดับ 2 และไม่มีเครื่องฟอกอากาศ จากนั้นทำการวัดฝุ่นทุก ๆ 10 นาที แล้วทำการจดบันทึกผลการทดลอง แสดงดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11 ส่วนภาพที่ 12 เป็นการทดลองเปรียบเทียบเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอกับเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro และทำการหาร้อยละความคลาดเคลื่อน สามารถสรุปได้ดังภาพต่อไปนี้




| | นาทีเริ่มต้น | นาทีที่ 10 | นาทีที่ 20 | นาทีที่ 30 | นาทีที่ 40 | นาทีที่ 50 | นาทีที่ 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ไม่มีเครื่องฟอก | 4050.48 | 1896.28 | 769.76 | 943.48 | 789.44 | 585.07 | 481.98 |
| มีเครื่องฟอก + พัดลมเบอร์ 1 | 3893.05 | 1706.16 | 875.19 | 511.86 | 358.46 | 248.47 | 242.45 |
| มีเครื่องฟอก + พัดลมเบอร์ 2 | 4035.92 | 1493.84 | 711.81 | 451.97 | 285.76 | 251.99 | 198.91 |

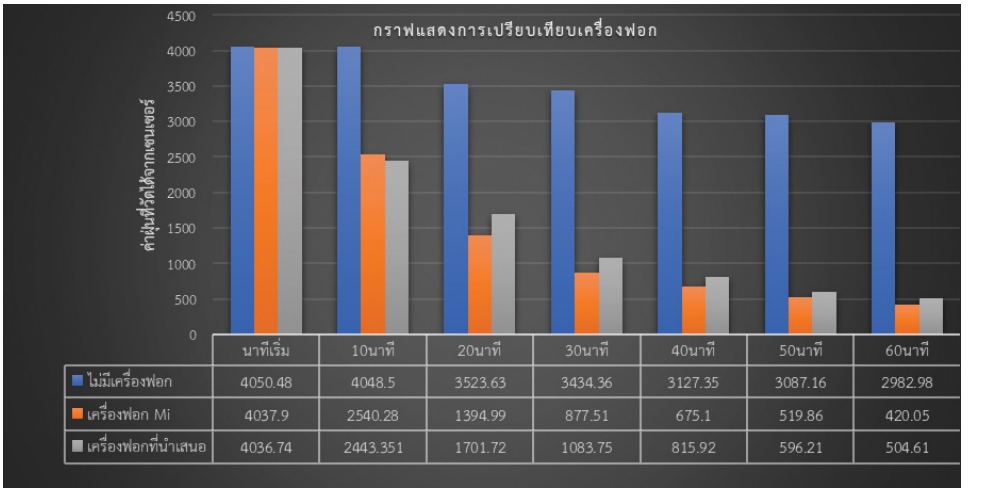
**ภาพที่ 10** กราฟผลทดลองห้องขนาด 3.15 ตารางเมตร




| | นาทีเริ่มต้น | นาทีที่ 10 | นาทีที่ 20 | นาทีที่ 30 | นาทีที่ 40 | นาทีที่ 50 | นาทีที่ 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ไม่มีเครื่องฟอก | 4029.08 | 3716.54 | 3438.73 | 3260.7 | 3276.72 | 2848.72 | 2418.35 |
| มีเครื่องฟอก + พัดลมเบอร์ 1 | 4034.485 | 2663.2 | 1937.97 | 1487.35 | 1156.21 | 986.41 | 816.12 |
| มีเครื่องฟอก + พัดลมเบอร์ 2 | 4036.74 | 2443.35 | 1701.73 | 1083.75 | 815.92 | 596.21 | 504.61 |

**ภาพที่ 11** กราฟผลทดลองห้องขนาด 7.8 ตารางเมตร

จากการทดลองดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11 สามารถสรุปได้ว่าเครื่องฟอกอากาศราคาประหยัดขนาดเล็กควบคุมโดยสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์สามารถใช้งานได้จริง มีค่าฝุ่นลดลงตามลำดับ ซึ่งเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอนั้นเหมาะกับห้องที่มีขนาดเล็ก การทำงานของพัดลมระดับ 2 ทำงานได้ดีกว่าพัดลมระดับ 1 และจากผลการทดลองจากขนาดห้องที่แตกต่างกันทำให้พบว่าขนาดห้องมีผลต่อการฟอกอากาศ ซึ่งห้องที่มีพื้นที่ขนาดเล็กทำการฟอกอากาศได้ดีกว่าห้องที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่




| | นาทีเริ่ม | 10นาที | 20นาที | 30นาที | 40นาที | 50นาที | 60นาที |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ไม่มีเครื่องฟอก | 4050.48 | 4048.5 | 3523.63 | 3434.36 | 3127.35 | 3087.16 | 2982.98 |
| เครื่องฟอก Mi | 4037.9 | 2540.28 | 1394.99 | 877.51 | 675.1 | 519.86 | 420.05 |
| เครื่องฟอกที่นำเสนอ | 4036.74 | 2443.351 | 1701.72 | 1083.75 | 815.92 | 596.21 | 504.61 |

**ภาพที่ 12** กราฟเปรียบเทียบเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอกับเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro

จากการทดลองดังภาพที่ 12 สามารถสรุปได้ว่าเครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอ มีค่าฝุ่นลดลงตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการทำงานได้ใกล้เคียงกับเครื่องฟอกอากาศ Xiaomi Mi Air Purifier Pro ซึ่งมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 5.0

## 6. สรุปผล

ในงานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กต้นทุนต่ำ ที่สามารถควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์ โดยระดับความแรงของพัดลมมี 2 ระดับให้เลือกใช้งาน และสามารถแสดงสถานะฝุ่นผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์ได้ จากการทดลองทำให้พบว่าเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กสามารถใช้งานได้จริง ซึ่งขนาดห้องและระดับพัดลมมีผลต่อการฟอกอากาศ

## 7. การอภิปรายผล

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องฟอกอากาศโดยใช้วงจรทวีแรงดัน และได้ออกแบบโดยมีพัดลมให้เลือกใช้งานถึง 2 ระดับ ตามสมมุติฐานข้างต้นที่ว่าเมื่อไอออนลบถูกปล่อยออกมาจะจับตัวกับฝุ่นที่มีน้ำหนักเบาและถูกดูดผ่านตัวกรอง ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองห้องแบบปิด ระยะเวลาในการทดลองคือ 1 ชั่วโมง โดยการเปิดเครื่องฟอกอากาศกับห้อง 2 ขนาด คือห้องขนาด 3.15 ตารางเมตร และห้องขนาด 7.8 ตารางเมตร โดยการจุดธูปให้มีควันปริมาณ 300 AQI จากนั้นทำการทดลองพร้อมบันทึกผล สามารถสรุปได้ว่า

เครื่องฟอกอากาศที่นำเสนอสามารถใช้งานได้จริงตามสมมุติฐานที่คาดการณ์ไว้ ค่าฝุ่นในห้องขนาด 3.15 ตารางเมตร มีการลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง และห้องขนาด 7.8 ตารางเมตร มีการลดลงเช่นกันแต่ค่อนข้างช้า อันเนื่องมาจากพื้นที่ห้องที่มีขนาดกว้างกว่าห้องแรก และขนาดของเครื่องฟอกอากาศที่ถูกออกแบบใช้งานกับห้องที่มีขนาดเล็ก

## 8. ข้อเสนอแนะ

### 8.1 ข้อเสนอแนะต่องานวิจัย

8.1.1 ควรเพิ่มสถานะการทำงานบนเครื่องฟอกอากาศ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้มองค่าสถานะฝุ่นบนตัวเครื่องฟอกอากาศขณะทำงาน

8.1.2 สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิด เพื่อให้ผู้ใช้งานกำหนดช่วงเวลาการทำงานของเครื่องฟอกอากาศโดยไม่ต้องคำนึงว่าเครื่องฟอกอากาศจะทำงานตลอดเวลา ซึ่งช่วยประหยัดค่าไฟของผู้ใช้งาน

8.1.3 มีฟังก์ชันการทำงานเพิ่ม เช่น โหมดอัตโนมัติ โดยตัวเครื่องจะสามารถวิเคราะห์และทำงานได้เอง

### 8.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร

เครื่องฟอกอากาศราคาประหยัดขนาดเล็กควบคุมโดยสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์ที่ได้นำเสนอในบทความวิชาการนี้ ในเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร การศึกษาเครื่องฟอกอากาศถูกควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนหรือผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ต กำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย การศึกษาดังกล่าวนี้จะเป็นต้นแบบสำหรับการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน

## บรรณานุกรม

*เครื่องกรองอากาศ Xiaomi รุ่น Mi Air Purifier Pro*. (2021, 8 กันยายน). Xiaomi. https://www.mi.com/

*เครื่องฟอกอากาศ Philips รุ่น AC2887*. (2019, 7 ธันวาคม). Philips. https://www.philips.co.th/

*เครื่องฟอกอากาศ Thompson รุ่น Airpur Series2*. (2019, 1 สิงหาคม). Thompson Information Services. https://www.thompson.com/

*ทีมงานอิเล็กทรอนิกส์แฟนคลับ. (2550). รวมวงจร Project แหล่งรวมสารพัดวงจรน่ารู้สำหรับนักประดิษฐ์และนักอิเล็กทรอนิกส์ 2*. สำนักพิมพ์ วรรัตน์ ภัทรอมรกุล.

*ไอคอนสถานะฝุ่น*. (ม.ป.ป.). Sanook. https://www.sanook.com/