

**การออกแบบและสร้างเครื่องกรองอากาศเคลื่อนที่ได้ความเร็ว 3 ระดับแบบอัตโนมัติ
ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์**
**THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF AUTOMATIC 3 SPEED LEVEL MOBILE
AIR FILTER CONTROLLED BY MICROCONTROLLER**

อนุชา ดีผาง, ชัยพร อัดโดดดร* และ ธนัช เอกเกื้อกุล

Anucha Deephang, Chaiporn Addoddorn and Thanut Aekkuerkul

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Northeastern University

Received: 5 June 2022

Accepted: 28 November 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องกรองอากาศเคลื่อนที่ได้ความเร็ว 3 ระดับแบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เบอร์ 1 ความกว้างพัลส์ร้อยละ 20 เบอร์ 2 ความกว้างพัลส์ร้อยละ 40 และเบอร์ 3 ความกว้างพัลส์ร้อยละ 60 เพื่อกรองฝุ่นละออง เชื้อโรค และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนกรองอากาศและหลอดยูวี อุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่น พัดลมดูดอากาศ และไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 โดยออกแบบให้มีการทำงาน 2 โหมด คือ โหมดอัตโนมัติและโหมดควบคุมด้วยมือ โหมดอัตโนมัติจะเริ่มจากรับค่าปริมาณฝุ่นจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นโมดูล GP2Y1010AU0F ที่สามารถตรวจวัดฝุ่นได้ในระดับ PM 2.5 ค่าปริมาณฝุ่นที่วัดได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าปริมาณฝุ่นมาตรฐานที่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย คือ ไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อค่าปริมาณฝุ่นมากกว่า 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พัดลมดูดอากาศและหลอดยูวี จะเริ่มทำงานและจะหยุดเมื่อค่าปริมาณฝุ่นต่ำกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับโหมดควบคุมด้วยมือเครื่องกรองอากาศจะทำงานทันทีที่เปิดสวิตช์ งานวิจัยนี้ใช้วิธีสร้างฝุ่นโดยการจุดธูป จากการทดสอบ จะพบว่า โหมดอัตโนมัติ เครื่องกรองอากาศจะมีปริมาณฝุ่น

* Corresponding author: ชัยพร อัดโดดดร

E-mail: chaiporn.add@neu.ac.th

เหลือ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที เมื่อเทียบกับเครื่องกรองอากาศ Xiaomi จะมีปริมาณฝุ่นเหลือ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที ส่วนโหมดควบคุมด้วยมือ เครื่องกรองอากาศเบอร์ 1 จะมีปริมาณฝุ่นเหลือ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 14 นาที เครื่องกรองอากาศเบอร์ 2 จะมีปริมาณฝุ่นเหลือ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที เครื่องกรองอากาศเบอร์ 3 จะมีปริมาณฝุ่นเหลือ 0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที ทำให้อากาศบริสุทธิ์ปราศจากฝุ่นละออง เชื้อโรค และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อมนุษย์อย่างมาก สามารถใช้งานได้ตามพื้นที่ทั้งในครัวเรือน สถานศึกษา สถานประกอบการ และโรงพยาบาลอีกด้วย

คำสำคัญ: เครื่องกรองอากาศแบบอัตโนมัติ, ความกว้างพัลส์, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents the design and construction of automatic 3 speed level mobile air filter controlled by microcontroller at No.1 with 20% pulse width modulation, No.2 with 40% pulse width modulation and No.3 with 60% pulse width modulation to filter dust, germs and unwanted odors which consists of an air filter and a UV lamp, dust measurement equipment, exhaust fan and the Arduino Mega2560 microcontroller designed to have 2 operating modes: automatic mode and manual mode. For automatic mode: start when the dust content value is received from the GP2Y1010AU0F dust sensor module GP2Y1010AU0F capable of measuring PM 2.5 dust. The measured dust content is compared with the standard dust content that is within the safe range, no more than 25 micrograms per cubic meter when the dust content is more than 25 micrograms per cubic meter, the exhaust fan and UV lamp will start and stop when the dust content is less than 10 micrograms per cubic meter. For manual mode: the air purifier is activated as soon as the switch is turned on. This research uses a method to create dust by burning incense. From the test,

it was found that the automatic mode, air filter will have a dust content of 0 micrograms per cubic meter after 10 minutes, compared to Xiaomi air filter, the dust content is 0 micrograms per cubic meter after 8 minutes, the manual mode, No.1 air filter has dust content of 0 micrograms per cubic meter after 14 minutes, No.2 air filter has a dust content of 0 micrograms per cubic meter after 10 minutes, No.3 air filter has dust content of 0 micrograms per cubic meter after 8 minutes, it cleans the air, free from dust, germs and unwanted odors which is very necessary for human beings, it can be used in areas such as households, educational institutions, establishments and the hospital as well.

Keywords: Automatic air filter, Pulse width modulation, Microcontroller

บทนำ

ปัจจุบันประชาชนใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ภายในอาคาร (Abdullah et al., 2014; Kumar et al., 2019) มากถึงร้อยละ 90 ของเวลาทั้งหมด โอกาสที่จะสัมผัสกับมลพิษภายในอาคารรวมถึงมลพิษจากภายนอกที่รั่วไหลเข้ามาปนเปื้อนอากาศภายในจึงมีมากขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอาคารนั้นไม่มีการระบายหรือการเจือจางมลพิษอย่างเหมาะสมและพอเพียงสิ่งที่ตามมาก็คือผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น การระคายเคืองต่อเยื่อปอด จมูก โรคหอบหืด รวมทั้งส่งผลต่อสภาวะในการทำกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร เกิดความอ่อนเพลีย ขาดสมาธิในการทำงาน ฯลฯ คุณภาพอากาศภายในอาคารจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องใส่ใจ และปัจจุบันสภาพอากาศมีมลพิษทางอากาศที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล และแน่นอนว่าบ้านพักอาศัยที่มนุษย์อยู่ทุกวันนี้หนีไม่พ้นปัญหามลภาวะทางอากาศแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ อีกทั้งเชื้อโรคและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์เป็นจำนวนมาก ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมโดยรอบและกิจกรรมของมนุษย์ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ดังนั้น จำเป็นที่มนุษย์ต้องการอากาศบริสุทธิ์ปราศจากฝุ่นละออง เชื้อโรค และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการใช้เครื่องกรองอากาศ นับตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางการกรองอากาศมาโดยตลอด (โชคชัย วงศ์กำภู, และ บริษัท ชัยมิตร, ม.ป.ป.) เนื่องจากคุณภาพของอากาศนั้น

มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อขบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ แม้แต่ในชีวิตประจำวันของพวกเรา ก็มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการกรองอากาศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น โรงพยาบาล อาคารสำนักงานต่างๆ เป็นต้น ส่วนประกอบของอากาศในปัจจุบันนั้น จะเห็นได้ว่ามีสิ่งปนเปื้อนที่แขวนลอยอยู่ในอากาศเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสร้างขึ้นโดยมนุษย์ รวมทั้งที่เกิดจากขบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เทคโนโลยีการกรองอากาศจึงเข้ามามีบทบาทอย่างมากที่จะช่วยกำจัดสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาและสร้างเครื่องกรองอากาศเคลื่อนที่ได้ความเร็ว 3 ระดับแบบอัตโนมัติ เพื่อทำหน้าที่ดักจับเชื้อโรค แบคทีเรีย ไวรัส ฝุ่นละอองในอากาศ และสามารถใช้งานได้ตามพื้นที่ทั้งในครัวเรือน สถานศึกษา สถานประกอบการ และโรงพยาบาลอีกด้วย

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

1. ระบบการทำงานของเครื่องกรองอากาศ

ระบบการทำงานของเครื่องกรองอากาศสามารถแบ่งออกได้ 5 ระบบหลัก ได้แก่

1.1 Air filters หรือ แผ่นกรองอากาศ ทำหน้าที่ดักจับเชื้อโรค แบคทีเรีย ไวรัส ฝุ่นละอองในอากาศที่ทำให้เกิดภูมิแพ้ Air filters มีประเภทที่ทำมาจากกระดาษ เส้นใยตาข่าย แต่แบบที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ก็คือ แผ่นกรองอากาศแบบ HEPA หรือ High Efficiency Particulate Air เป็นแผ่นกรองที่ผลิตจากเส้นใย Fiberglass ที่ออกแบบมาเพื่อดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 0.3 ไมครอน และมีประสิทธิภาพดักจับฝุ่นละอองได้ไม่น้อยกว่า 99.97% และมีอายุเฉลี่ยในการใช้งานอยู่ที่ 3-5 ปี

1.2 Electrostatic Precipitator (ESP) ระบบกรองอากาศที่ทำงานโดยใช้หลักไฟฟ้าสถิต (ศิธีโรตม์ เกตุแก้ว, 2555; พัทธมน์ ดุรงค์ดำรงชัย และคณะ, 2562) โดยการปล่อยไฟฟ้าประจุลบออกมาเพื่อดักจับฝุ่นละอองในอากาศหรืออนุภาคขนาดเล็กที่เป็นประจุบวกให้เป็นกลุ่มเป็นก้อน ซึ่งจะทำให้มีน้ำหนักมากขึ้นแล้วตกลงสู่พื้นโดยไม่ลอยฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ

1.3 Gas-Phase air filter เป็นระบบที่มีไว้สำหรับกำจัดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ต่างๆ โดยการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติในการดูดซับมลพิษเป็นตัวช่วยในการทำงานของระบบเพื่อช่วยดูดซับกลิ่นไม่พึงประสงค์และก๊าซพิษให้หายไป

1.4 Ozone generator เป็นการนำระบบโอโซนมาใช้กับระบบการกรองอากาศ โดยเชื่อว่าจะช่วยกำจัดอนุภาคของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารระเหยต่างๆ ที่ปนมากับอากาศได้ดี พร้อมทั้งสามารถกำจัดเชื้อโรคบางอย่างได้อีกด้วย แต่เนื่องจากโอโซนค่อนข้างมีผลเสียมากกว่าผลดีต่อร่างกายของมนุษย์จึงไม่ค่อยนิยมใช้กันมากนัก ดังนั้น จึงมักจะใช้เครื่องกรองอากาศประเภทนี้กับพื้นที่ที่ไม่ค่อยมีผู้คนพลุกพล่านมากนัก

1.5 UV Light เป็นระบบที่นำรังสีอัลตราไวโอเลตมาช่วยในการกำจัดเชื้อโรคต่างๆ อย่างเช่น แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา หรือฝุ่นละอองในอากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และก่อให้เกิดภูมิแพ้ได้

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์

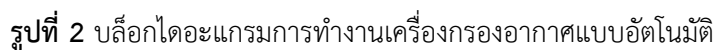
Arduino Mega2560 R3 เป็นบอร์ด Arduino (พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย และคณะ, 2562) ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้ I/O มากกว่า Arduino Uno R3 เช่น งานที่ต้องการรับสัญญาณจาก Sensor หรือควบคุมมอเตอร์ Servo หลากๆ ตัวทำให้ Pin I/O ของบอร์ด Arduino Uno R3 ไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้บอร์ด Mega2560 R3 ยังมีความหน่วยความจำแบบ Flash มากกว่า Arduino Uno R3

ข้อมูลจำเพาะ

- ชิพไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560
- ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่แนะนำ 7-12 โวลต์
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่จำกัด 6-20 โวลต์
- พอร์ต Digital I/O 54 พอร์ต มีพอร์ต PWM 15 พอร์ต
- พอร์ต Analog Input 16 พอร์ต
- กระแสไฟฟ้ายรวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต 40 มิลลิแอมป์
- กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 V 50 มิลลิแอมป์
- พื้นที่โปรแกรมภายใน 256 KB แต่ 8 KB ถูกใช้โดย Bootloader
- พื้นที่แรม 8 กิโลไบต์
- พื้นที่หน่วยความจำถาวร EEPROM 4 กิโลไบต์
- ความถี่คริสตัล 16 เมกะเฮิร์ตซ์



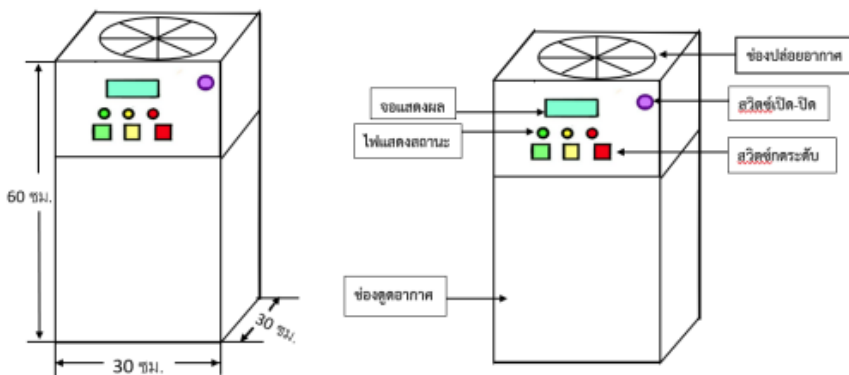
1. บล็อกไดอะแกรมการทำงาน



ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 (2565) ISSN 2287-0083 | Vol.10 Issue.3 (2022) ISSN 2287-0083

คือ ไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (องค์การอนามัยโลกกำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่น 2.5 PM ไว้ไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เมื่อค่าปริมาณฝุ่นมากกว่า 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พัดลมดูดอากาศและหลอดยูวีจะเริ่มทำงานและจะหยุดเมื่อค่าปริมาณฝุ่นต่ำกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในส่วนภาคแสดงผลใช้จอแอลซีดีแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับโหมดควบคุมด้วยมือนั้นเครื่องกรองอากาศจะทำงานทันทีที่เปิดสวิตช์

2. โครงสร้างเครื่องกรองอากาศเคลื่อนที่ได้แบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3 โครงสร้างเครื่องกรองอากาศเคลื่อนที่ได้แบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4 โครงสร้างเครื่องกรองอากาศเคลื่อนที่ได้แบบอัตโนมัติที่ถ่ายจากภาพจริง

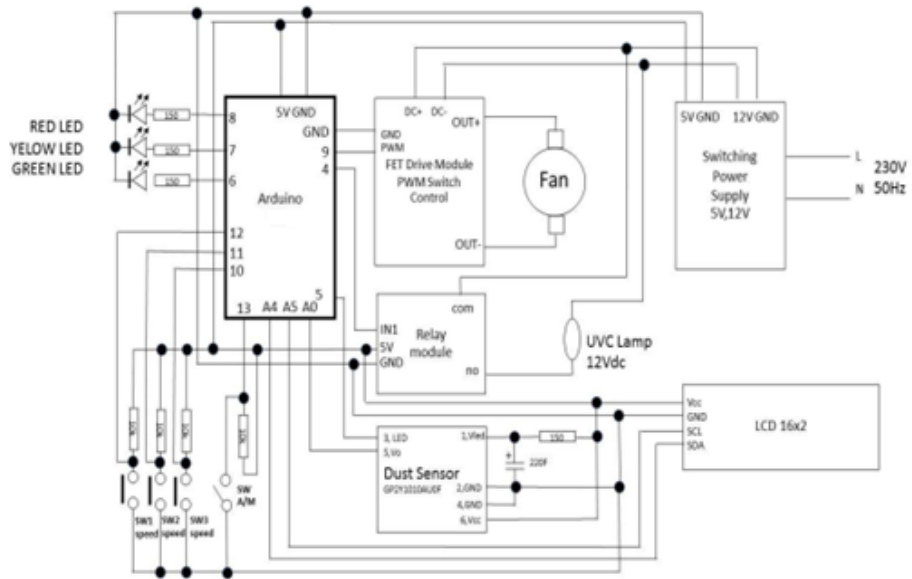
3. ส่วนกรองอากาศและหลอดยูวี

งานวิจัยนี้เลือกใช้ไส้กรองอากาศ Xiaomi รุ่นสีม่วงมีความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียและสิ่งมีชีวิตจุลภาคที่ติดเข้าไปที่แผ่นกรองได้เป็นฟังก์ชันพิเศษเฉพาะแบรนด์ของ Xiaomi ไส้กรองประเภทนี้สำหรับคนที่ใช้เครื่องกรองอากาศของ Xiaomi รุ่นใดก็ตามที่บ้านนั้นมีคนป่วยอาศัยอยู่หรือมีเด็กเล็กที่อาจจะเป็นไข้หวัดได้ง่าย เพราะตัวสารด้านในของฟิลเตอร์นั้นทำมาจากเส้น Polyester ละเอียดเพื่อการกรองฝุ่นระดับ HEPA แล้วยังเป็นเส้นใยที่ผสมสารทำลายความมีชีวิตของแบคทีเรียและไวรัสด้วย เช่น พวกชิงออกไซด์ระดับนาโน เป็นต้น พวกนี้จะเข้าไปทำให้ไวรัสแบคทีเรียตายได้ และไม่สามารถเติบโตเมื่อเข้าไปติดกับฟิลเตอร์ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดโอกาสในการติดโรคกับคนอื่น ๆ เพิ่มเติมได้อีกรอบหนึ่งด้วย ถ้าหากว่าแบคทีเรียติดแล้วมันเติบโตในฟิลเตอร์แล้วพ่นออกมาโอกาสที่คนอื่น ๆ ในบ้านจะติดโรคหรือป่วยก็อาจจะมามากขึ้นได้ ดังนั้น หากมีเด็กเล็กจึงแนะนำให้เลือกรุ่นนี้เป็นมาตรฐานเพื่อเอาไส้กรองนี้ไปใช้กับ Xiaomi Air purifier รุ่นใด ๆ ที่มี (ใช้ได้ทุกรุ่น) นอกจากนี้ฟิลเตอร์สีม่วงนี้ด้านในก็จะมีตัวถ่านกัมมันต์เพื่อเอาไว้ดูดกลิ่นด้วยเช่นเดียวกัน ส่วนการเลือกใช้หลอดยูวีใช้หลอดตะเกียบยูวีซีซี G23 เพราะเป็นรุ่นที่มีสตาร์ทเตอร์ในตัวมีขนาด 25.5X4.3 เซนติเมตร วัสดุแก้วควอตซ์ เวลาที่แนะนำ 30 นาที (โดยประมาณ) พลังงาน 20 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220/50Hz อายุการใช้งาน 8,000 ชั่วโมง ช่วงรังสี 10-20 ตารางเมตร

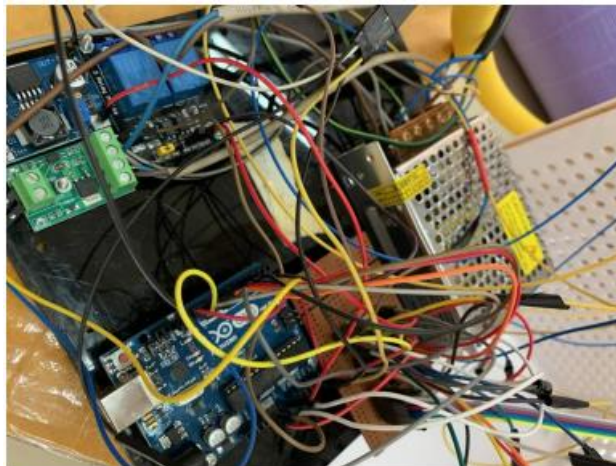
4. อุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่น

GP2Y1010AU0F เป็นหนึ่งในรูปแบบเซ็นเซอร์วัดฝุ่นของชาร์ปที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานในเครื่องกรองอากาศในเชิงพาณิชย์เช่น GP2Y1014AU0F ซึ่งเบอร์ GP2Y1010AU0F เป็นเซ็นเซอร์วัดฝุ่นแบบเดียวกันให้อาชีพพหุทอนาล็อกสามารถใช้ได้กับ Arduino เซ็นเซอร์วัดฝุ่นชาร์ปทำงานบนหลักการของ light scattering ภาพเครื่องตรวจจับมี LED (Light Emitter Diode) ส่งแสงมาที่รูซึ่งมีฝุ่นไหลผ่านเข้ามา (Dust Throught Hole) ที่มุมภายในแพคเกจสี่เหลี่ยม เมื่ออากาศที่มีฝุ่นละอองไหลเข้าไปในห้องเซ็นเซอร์จะกระทบกับแสง LED (Light Emitter Diode) ที่จะตรวจจับโดย Photo detector ฝุ่นมีอยู่ในอากาศมากความเข้มของแสงวัดได้จะมากตาม เซ็นเซอร์ฝุ่นจะแสดงค่าที่ได้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันไปตามความเข้มของแสงที่กระจัดกระจาย ซึ่งจะสอดคล้องกับระดับของฝุ่นละอองในอากาศ ความหนาแน่นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจริง

5. วงจรควบคุมการทำงาน



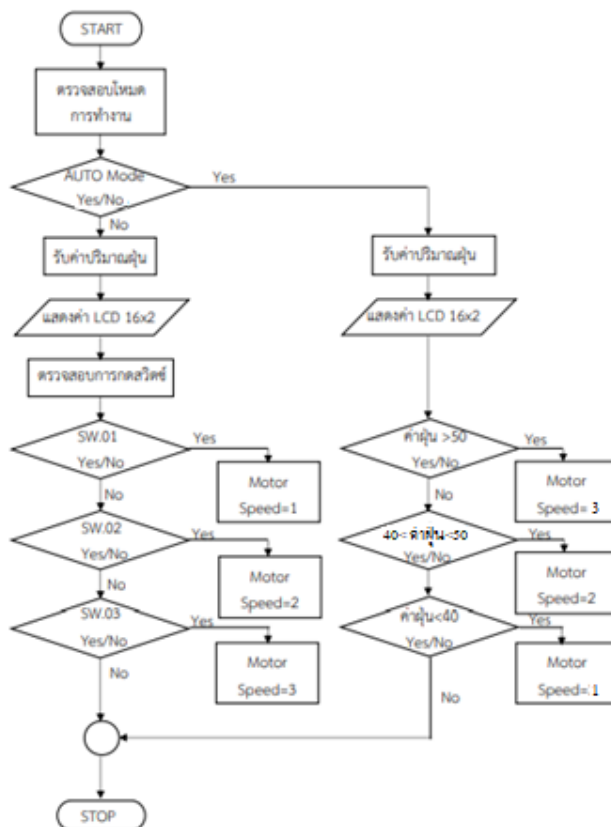
รูปที่ 5 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 6 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติที่ถ่ายจากภาพจริง

จากรูปที่ 5 และ 6 Arduino MEGA2560 R3 จะทำหน้าที่เป็นสมองและออกคำสั่งให้แก่อุปกรณ์ต่างๆ เริ่มด้วยการกดสวิทช์พัลลคมูดอากาศเบอร์ 1 เพื่อดูดอากาศมากรองเอาฝุ่นละอองโดยวงจรขับมอเตอร์พัลลคมูดอากาศจะเป็นโมดูลขับมอเตอร์ L298N ซึ่งจะทำให้หน้าที่ปรับระดับความเร็วของมอเตอร์พัลลคมูดอากาศมี 3 ระดับ ได้แก่ เบอร์ 1 เบอร์ 2 และเบอร์ 3 ต่อมาลมที่ดูดเข้ามาจะผ่านไส้กรองอากาศ Xiaomi และมีหลอด UV เปิดเพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียและลมจะผ่านไปเข้าอุปกรณ์ตรวจจับฝุ่นละอองรุ่น PM2.5 Dust sensor Sharp GP2Y1010AU0F และจะแสดงสถานะผ่านจอ LCD และหลอด LED มีไฟแสดงสถานะเมื่อเครื่องทำงานและมีไฟบอกสถานะของค่าอากาศ 3 สถานะ ได้แก่ สีเขียว สถานะดี (น้อยกว่า 25 ไมโครกรัมต่อตารางเมตร) สีเหลือง สถานะปานกลาง (25 ถึง 75 ไมโครกรัมต่อตารางเมตร) และสีแดง สถานะอันตราย (มากกว่า 75 ไมโครกรัมต่อตารางเมตร)

6. โปรแกรมควบคุมการทำงาน



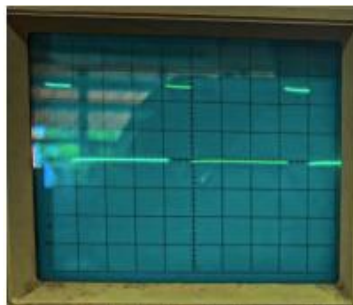
รูปที่ 7 โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องกรองอากาศแบบอัตโนมัติ

จากรูปที่ 7 เมื่อเริ่มต้นใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มตรวจสอบการทำงานของโหมดทั้ง 2 โหมด คือ โหมดอัตโนมัติ และโหมดควบคุมด้วยมือ โดยโหมดอัตโนมัติเมื่อเริ่มการทำงานแล้วเครื่องกรองอากาศจะทำงานอัตโนมัติ และโหมดควบคุมด้วยมือจะทำงานด้วยการควบคุมระดับด้วยการกดสวิตช์ปรับระดับตามเบอร์ 1 เบอร์ 2 และเบอร์ 3 ทั้ง 2 โหมดนี้จะแสดงผลค่าฝุ่นผ่านจอแอลซีดี

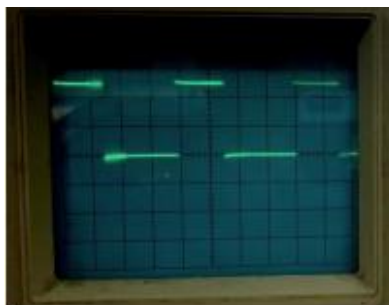
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การทดสอบวัดสัญญาณความกว้างพัลส์

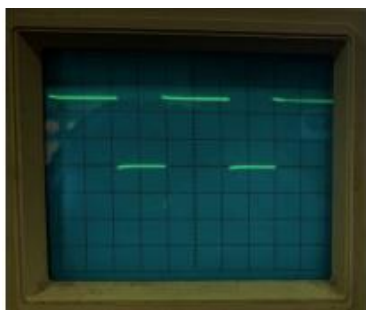
การทดสอบการทำงานของเครื่องกรองอากาศนี้โดยส่งคำสั่งจากสวิตช์เบอร์ต่างๆ ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วใช้ออสซิลโลสโคปรุ่น LG OS-5040A 40 MHz ANALOG OSCILLOSCOPE วัดสัญญาณคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในตัวเครื่องกรองอากาศที่ความกว้างพัลส์ต่างๆ ที่ Volt/Div เท่ากับ 2 V และ Time/Div เท่ากับ 0.5 ms ดังแสดงในรูปที่ 8, 9 และ 10 ดังนี้



รูปที่ 8 สวิตช์เบอร์ 1 ที่ความกว้างพัลส์ 20 ไมโครวินาที



รูปที่ 9 สวิตช์เบอร์ 2 ที่ความกว้างพัลส์ 40 ไมโครวินาที



รูปที่ 10 สวิตช์เบอร์ 3 ที่ความกว้างพัลส์ 60 เปอร์เซ็นต์

2. การทดสอบความเร็วรอบของพัดลม

ทำการกดสวิตช์ตามเบอร์ที่ต้องการ เพื่อหาความเร็วรอบของพัดลม เริ่มจากเบอร์ 1 เบอร์ 2 และ เบอร์ 3 แล้วใช้เครื่องวัดความเร็วรอบวัดหาความเร็วรอบ ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 การทดสอบความเร็วรอบของพัดลม

เบอร์	ความเร็วรอบ (RPM)
1	1,496.4
2	2,132.0
3	2,555.3

3. การทดสอบวัดค่ากระแสและแรงดันของพัดลม

ตารางที่ 2 การทดสอบวัดค่ากระแสและแรงดันของพัดลม

เบอร์	กระแส (A)	แรงดัน (V)
1	1.05	5.08
2	1.82	7.64
3	2.43	9.38

จากการทดสอบ จะพบว่า โหมด Manual เบอร์ 1 จะหมุนด้วยความเร็วรอบ 1,496.4 RPM เบอร์ 2 จะหมุนด้วยความเร็วรอบ 2,132 RPM เบอร์ 3 จะหมุนด้วยความเร็วรอบ 2,555.3 RPM วัดแรงดันของเบอร์ 1 เท่ากับ 5.08 V เบอร์ 2 เท่ากับ 7.64 V เบอร์ 3 เท่ากับ 9.38 V วัดกระแส เบอร์ 1 เท่ากับ 1.05 A เบอร์ 2 เท่ากับ 1.82 A เบอร์ 3 เท่ากับ 2.43 A ส่วน โหมด Auto เมื่อค่าฝุ่น 0-25 จะแสดงผลตามเบอร์ 1 25-75 จะแสดงผลตามเบอร์ 2 มากกว่า 75 จะแสดงผลตามเบอร์ 3 ดังแสดงในตารางที่ 2

4. การทดสอบการทำงานของเครื่องกรองอากาศโหมดควบคุมด้วยมือ



รูปที่ 11 โหมดควบคุมการทำงานด้วยมือ

ทำการนำรูปจุดแล้วตั้งกล้องถ่ายวิดีโอสังเกตการทำงานของเครื่องกรองอากาศและจับเวลาดูการทำงานว่าในแต่ละเบอร์จะใช้เวลานานเท่าไรดังแสดงในรูปที่ 11 ในการวัดปริมาณของค่าฝุ่นจนกระทั่งค่าฝุ่นเป็น $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยใช้โหมดควบคุมด้วยมือ งานวิจัยนี้ใช้วิธีสร้างฝุ่นโดยการจุดธูป จะพบว่า ค่าฝุ่นเริ่มต้นมีปริมาณ $312.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตช์เครื่องกรองอากาศเบอร์ 1 ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 14 นาที ในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตช์เครื่องกรองอากาศเบอร์ 2 ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตช์เครื่องกรองอากาศเบอร์ 3 ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 การทดสอบการทำงานเครื่องกรองอากาศโหมตควบคุมด้วยมือ

เบอร์ 1		เบอร์ 2		เบอร์ 3	
เวลา (นาทิจ)	ค่าฝุ่น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	เวลา (นาทิจ)	ค่าฝุ่น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	เวลา (นาทิจ)	ค่าฝุ่น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
0	312.53	0	309.63	0	302.48
2	210.08	2	259.94	2	220.36
4	198.72	4	135.45	4	105.25
6	153.35	6	79.01	6	64.18
8	135.45	8	24.36	8	0.00
10	110.57	10	0.00	10	0.00
12	56.20	12	0.00	12	0.00
14	0.00	14	0.00	14	0.00

5. การทดสอบการทำงานเครื่องกรองอากาศโหมตอัตโนมัติ



รูปที่ 12 โหมตควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

ทำการนำรูปมาจัดรูปแล้วตั้งกล้องถ่ายวิดีโอสังเกตการทำงานของเครื่องกรองอากาศ และจับเวลาดูการทำงานว่าในแต่ละเบอร์จะใช้เวลานานเท่าไรดังแสดงในรูปที่ 12 ในการวัดปริมาณของค่าฝุ่นจนกระทั่งค่าฝุ่นเป็น $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยใช้โหมตอัตโนมัติ งานวิจัยนี้ใช้วิธีสร้างฝุ่นโดยการจุดธูป จะพบว่า ค่าฝุ่นเริ่มต้นมีปริมาณ $312.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตช์เครื่องกรองอากาศโหมตอัตโนมัติ ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 การทดสอบการทำงานของเครื่องกรองอากาศโหมดอัดโนมัต

เวลา (นาท)	เบอร์	ค่าฝุ่น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
0	3	312.53
2	3	279.84
4	2	99.64
6	1	40.27
10	0	0.00

6. การทดสอบการทำงานของเครื่องกรองอากาศเปรียบเทียบกับที่มีจำหน่ายทั่วไป

ทำการนำรูปมาจุดแล้วตั้งกล้องถ่ายวิดีโอสังเกตการทำงานของเครื่องกรองอากาศ และจับเวลาดูการทำงาน เปรียบเทียบระหว่างเครื่องกรองอากาศที่มีจำหน่ายทั่วไปและเครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้นโดยเลือกใช้โหมดอัดโนมัต งานวิจัยนี้ใช้วิธีสร้างฝุ่นโดยการจุดธูป จะพบว่า เครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้น ในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตซ์เครื่องกรองอากาศ โหมดอัดโนมัต ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ส่วนเครื่องกรองอากาศ Xiaomi ในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตซ์เครื่องกรองอากาศโหมดอัดโนมัต ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที ดังนั้น การเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้นกับเครื่องกรองอากาศ Xiaomi จะพบว่า เครื่องกรองอากาศ Xiaomi ทำการกรองอากาศได้เร็วกว่าเครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 การทดสอบการทำงานของเครื่องกรองอากาศเปรียบเทียบกับที่มีจำหน่ายทั่วไป

เวลา (นาท)	ค่าฝุ่น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	เครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้น	เครื่องกรองอากาศ Xiaomi 3C
0	305.56	300
2	250.08	139
4	191.46	75
6	96.52	21
8	20.27	0.00
10	0.00	0.00

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องกรองอากาศโดยออกแบบให้มีการทำงาน 2 โหมด คือ โหมดอัตโนมัติและโหมดควบคุมด้วยมือ จะพบว่า การทำงานโหมดอัตโนมัติจะเริ่มจากรับค่าปริมาณฝุ่นจากอุปกรณ์ตรวจวัดโมดูล GP2Y1010AU0F ที่สามารถตรวจวัดฝุ่นได้ในระดับ PM 2.5 ค่าปริมาณฝุ่นที่วัดได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าปริมาณฝุ่นมาตรฐานที่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย คือ ไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (องค์การอนามัยโลกกำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่น 2.5 PM ไว้ไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เมื่อค่าปริมาณฝุ่นมากกว่า 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พัดลมดูดอากาศและหลอดยูวีจะเริ่มทำงานและจะหยุดเมื่อค่าปริมาณฝุ่นต่ำกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในส่วนภาคแสดงผลใช้จอแอลซีดีแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับโหมดควบคุมด้วยมือนั้นเครื่องกรองอากาศจะทำงานทันทีที่เปิดสวิตช์ จากการทดสอบการแสดงผลและวงจรต่างๆ ที่ผ่านมาสรุปลได้ว่าเครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ การทำงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีการแสดงผลที่ถูกต้องในการใช้งานและสามารถนำไปใช้กับชิ้นงานได้จริง โดยในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตช์เครื่องกรองอากาศโหมดอัตโนมัติ ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกรองอากาศ Xiaomi ที่มีจำหน่ายทั่วไป ในการทดสอบด้วยการเปิดสวิตช์เครื่องกรองอากาศโหมดอัตโนมัติ ฝุ่นในการทดสอบมีปริมาณฝุ่นเหลือ $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที ดังนั้น การทำงานเครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้นกับเครื่องกรองอากาศ Xiaomi เครื่องกรองอากาศ Xiaomi จะทำการกรองอากาศได้เร็วกว่าเครื่องกรองอากาศที่สร้างขึ้นเพียง 2 นาทีเท่านั้น ทำให้อากาศบริสุทธิ์ ปราศจากฝุ่นละออง เชื้อโรค และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อมนุษย์อย่างมาก และสามารถใช้งานได้ตามพื้นที่ทั้งในครัวเรือน สถานศึกษา สถานประกอบการ และโรงพยาบาลอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย, ชัยพร อัดโดดดร และ กิตติศักดิ์ ดียา. (2562). *การออกแบบและสร้างเครื่องกรองเขม่าควันด้วยสนามไฟฟ้าสถิตที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์*. น. 1525-1534. ใน: การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและระดับนานาชาติ ครั้งที่ 7 CASNIC2019, 16 พฤศจิกายน 2562. วิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย, ขอนแก่น.

- ศิริโรตม์ เกตุแก้ว. (2555). การพัฒนาเครื่องกรองอากาศอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ. *วารสารวิจัย*. 2(5), 58-65.
- โชคชัย วงศ์กำภู และ นิธิชัย ชยางกูร. (ม.ป.ป.) *เทคโนโลยีการกรองอากาศในระบบปรับอากาศ, บทความวิชาการชุดที่ 7*. สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย.
- Abdullah, M. D. A., Leman, A. M., & Abdullah, A. H. (2014). *Air Filtration Study to Improve Indoor Air Quality: Proposed Study*. In: Proceedings of 3rd Scientific Conference on Occupational Safety and Health- Sci-Cosh 2014, 14-17 October, 2014, Johor Bahru, Johor, Malaysia.
<https://www.researchgate.net/publication/303691561>.
- Kumar, B. V., Naveen, M., Kalyan, P., Bhavana, P., & Nikhil, K. (2019). Design and Fabrication of Economical Air Filter. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 3(3), 1091-1095.