



การวิจัยและการออกแบบอุปกรณ์บำบัดไอพิษ จากกระบวนการเชื่อมโลหะ โดยใช้เทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนอย่างยั่งยืน
Research and Design of Toxic Fumes Treatment Device from Metal Welding Processes by Using High-Power Plasma Electric Energy Technology for Sustainable Community Environmental Management

ศิศิโรตม์ เกตุแก้ว^{1*}

Siseerot Ketkaew^{1*}

¹ รองศาสตราจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

¹ Associate Professor, Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University.

* Corresponding author, E-mail: Siseerotketkaew14@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการวิจัยและการออกแบบอุปกรณ์บำบัดไอพิษ จากกระบวนการเชื่อมโลหะ โดยใช้เทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนอย่างยั่งยืน โดยใช้หลักการของสนามไฟฟ้าความเข้มสูงร่วมกับกระบวนการโคโรนาดีสชาร์จ ซึ่งได้นำเทคโนโลยีวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ แบบปรับดิวตี้ไซเคิล และคงค่าความถี่สวิตชิง โดยได้นำระบบผลิตสัญญาณ PWM เป็นตัวสร้างพัลส์ที่สามารถปรับดิวตี้ไซเคิล 20 เปอร์เซ็นต์ 25 เปอร์เซ็นต์ 30 เปอร์เซ็นต์ 35 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ และปรับความถี่สวิตชิงไว้ที่ 5 กิโลเฮิร์ต จากนั้นนำพัลส์ที่ได้ไปใช้ควบคุมการทำงานของเพาเวอร์มอสเฟตเบอร์ IRFP450 เพื่อควบคุมการทำงานของหม้อแปลงแรงดันสูงความถี่สูงเบอร์ TLF4G503F เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าแรงสูง 2.64 กิโลโวลต์ 2.96 กิโลโวลต์ 3.12 กิโลโวลต์ 3.36 กิโลโวลต์ และ 3.68 กิโลโวลต์ โดยใช้โหลดเป็นชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ซึ่งการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าแรงสูง จะส่งผลให้ปริมาณสนามไฟฟ้าความเข้มสูง (พลาสมาความเข้มสูง) และปริมาณประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย โดยเมื่อทำการทดสอบที่ดิวตี้ไซเคิล 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้แรงดันไฟฟ้าแรงสูง 2.64 กิโลโวลต์ จะได้ปริมาณสนามไฟฟ้า 0.1 โวลต์ต่ออนาที่ และปริมาณประจุไฟฟ้า 1.0 กิโลโวลต์ ที่ดิวตี้ไซเคิล 25 เปอร์เซ็นต์ จะได้แรงดันไฟฟ้าแรงสูง 2.96 กิโลโวลต์ จะได้ปริมาณสนามไฟฟ้า 0.2 โวลต์ต่ออนาที่ และปริมาณประจุไฟฟ้า 1.8 กิโลโวลต์ ที่ดิวตี้ไซเคิล 30 เปอร์เซ็นต์ จะได้แรงดันไฟฟ้าแรงสูง 3.12 กิโลโวลต์ จะได้ปริมาณสนามไฟฟ้า 0.3 โวลต์ต่ออนาที่ และปริมาณประจุไฟฟ้า 2.3 กิโลโวลต์ ที่ดิวตี้ไซเคิล 35 เปอร์เซ็นต์ จะได้แรงดันไฟฟ้าแรงสูง 3.36 กิโลโวลต์ จะได้ปริมาณสนามไฟฟ้า 0.4 โวลต์ต่ออนาที่ และปริมาณประจุไฟฟ้า 2.7 กิโลโวลต์ และที่ดิวตี้ไซเคิล 40 เปอร์เซ็นต์ จะได้แรงดันไฟฟ้าแรงสูง 3.68 กิโลโวลต์ จะได้ปริมาณสนามไฟฟ้า 0.5 โวลต์ต่ออนาที่ และปริมาณประจุไฟฟ้า 3.1 กิโลโวลต์ โดยทำการทดสอบกับห้องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า ในสถานประกอบการด้านผลิตชิ้นส่วนโลหะและงานเชื่อมโลหะที่มีขนาดพื้นที่ 200 ลูกบาศก์เมตร ในเวลา 60 นาที จะพบว่าเมื่อทดสอบใช้ปริมาณสนามไฟฟ้า 0.5 โวลต์ต่ออนาที่ และปริมาณประจุไฟฟ้า 3.1 กิโลโวลต์ จะส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละออง PM1.0 ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ปริมาณฝุ่นละออง PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ลดลงได้ ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์การลดฝุ่นละออง PM2.5 เท่ากับ 86.83 เปอร์เซ็นต์ ที่วัดได้จากเครื่องวัดฝุ่นที่ได้มาตรฐาน และ



เปอร์เซ็นต์การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เท่ากับ 60.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโครงการวิจัยนี้สามารถช่วยลดมลภาวะทางอากาศและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ลงได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ไอพิช, เชื่อมโลหะ, พลาสมากำลังสูง

Abstract

This research project presents the research and design of a plasma vapor treatment device for welding fumes, utilizing high-power plasma energy technology for sustainable community environmental management. It employs the principle of a high-intensity electric field combined with a corona discharge process. This utilizes pulsed, high-voltage, high-frequency power generation circuit technology with adjustable duty cycle and constant switching frequency. A PWM signal generator produces pulses with adjustable duty cycles of 20%, 25%, 30%, 35% and 40%, with a switching frequency of 5 kilo-hertz. These pulses are then used to control an Power MOSFET#IRFP450, which in turn controls a high-frequency transformer#TLF4G503F. This generates high voltage outputs of 2.64 kilo-volts, 2.96 kilo-volts, 3.12 kilo-volts, 3.36 kilo-volts and 3.68 kilo-volts, using a high-power plasma energy cell load. Increasing the voltage results in an increased high-intensity electric field (high-intensity plasma) and increased electrical charge. When tested at 20% duty cycle, a high voltage of 2.64 kilo-volts is obtained, with an electric field strength of 0.1 V/min and a charging volume of 1.0 kV. At 25% duty cycle, the high voltage is 2.96 kilo-Volt, with an electric field strength of 0.2 Volts/min and a charging volume of 1.8 kilo-volts. At 30% duty cycle, the high voltage is 3.12 kilo-volts, with an electric field strength of 0.3 Volts/min and a charging volume of 2.3 kilo-volts. At 35% duty cycle, the high voltage is 3.36 kilo-volts, with an electric field strength of 0.4 Volts/min and a charging volume of 2.7 kilo-volts. And at 40% duty cycle, the high voltage is 3.68 kilo-volts, with an electric field strength of 0.5 Volts/min and a charging volume of 3.1 kilo-volts. Testing in an electric welding room of a 200 cubic meter metal parts manufacturing and welding facility for 60 minutes showed that applying an electric field of 0.5 Volts per minute and a charge of 3.1 kilo-volts resulted in a reduction of PM1.0, PM2.5, PM10 particulate matter, and carbon dioxide (CO₂) levels as the testing time increased. The reduction in PM2.5 was 86.83%, as measured by a standard dust monitor and the reduction in carbon dioxide (CO₂) was 60.27%. This research can significantly help reduce air pollution and greenhouse gas emissions.

Keywords: toxic fumes, metal welding, high-power plasma



บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องไอพิษในกระบวนการเชื่อมโลหะมีการผลิตมลพิษต่าง ๆ ออกมาจำนวนมาก ซึ่งอันตรายจากควันเชื่อมนั้น สถาบันความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ (NIOSH) ระบุว่า มีแรงงานมากกว่า 400,000 คน ในสหรัฐอเมริกาที่ทำงานเกี่ยวกับการเชื่อม ซึ่งจากการสำรวจพบว่าแรงงานเหล่านี้มีความเสี่ยงกับโรคระบบทางเดินหายใจ ระบบทางประสาท และระบบสืบพันธุ์ที่รุนแรง โดยมีข้อมูลอ้างอิงจากบทความต่าง ๆ ต่อไปนี้ คือ ในปี 2003 NIOSH ตีพิมพ์เรื่อง “ผลกระทบของการเชื่อมต่อสุขภาพของแรงงาน” จากบทความ “ผลกระทบของการเชื่อมต่อสุขภาพของแรงงาน” จากการสำรวจข้อมูลที่ผ่านมาพบว่า ช่างเชื่อมมีการอาการของโรคหลอดลมอักเสบ ระบายเคืองเยื่อหูทางเดินหายใจ และโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ อีกจำนวนมาก

ซึ่ง The American Federation of State, County, and Municipal Employees (AFSCME) มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอันตรายจากการเชื่อม ซึ่งกล่าวถึงปัญหาด้านสุขภาพและความปลอดภัยของการเชื่อม ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมประสาน การบัดกรี และการตัดโลหะ ควันเชื่อมมีส่วนประกอบอนุภาคของสารที่เล็กมาก ๆ มีก๊าซพิษปนอยู่หลายชนิด เช่น โครเมียม นิกเกิล สารหนู แร่ใยหิน แมงกานีส ซิลิกา เบริลเลียม แคดเมียม ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ โคบอลต์ ทองแดง ตะกั่ว ไอโซน ซีลีเนียม และสังกะสี ซึ่งเป็นสารพิษต่อร่างกาย (Bell,V, 2004)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้วย ม.มหิตล คิดค้นวิธี ‘กำจัดตัวการโลกร้อน’ที่ ‘ต้นตอการผลิต’ (กิตติทัศน์ สุบรรณจ้อย, 2567) กล่าวว่า การให้พลังงานแก่สสารจนเกิดการไอออไนเซชัน และแก๊สเปลี่ยนสภาพกลายเป็นพลาสมา ซึ่งเป็นปรากฏการณ์เดียวกับ “ฟ้าผ่า” สามารถทำลายคาร์บอนไดออกไซด์ และทำให้สรรพสิ่งบนโลก ได้อยู่ในชั้นบรรยากาศที่สะอาดปราศจากมลพิษด้วยหลักการดังกล่าว ได้นำไปสู่งานวิจัยกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านการอาร์คพลาสมา สามารถนำไปสู่การกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม (CO₂ Elimination by Arc Plasma (CEAP) ซึ่งสามารถกำจัดได้ตั้งแต่ “ต้นตอการผลิต” โดยพบว่า การจัดการกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยพลาสมาที่สร้างขึ้นภายใต้ระบบสุญญากาศที่ทำการโดยทั่วไปไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง แต่ด้วยวิธี CEAP จากผลการทดลองในเบื้องต้นพบว่า สามารถทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สลายได้อย่างรวดเร็ว จาก 2,000 ส่วนในล้านส่วน (PPM - Parts Per Million) เหลือเพียง 380 PPM ภายในเวลาเพียง 30 วินาที โดยงานวิจัยนี้ได้รับการตีพิมพ์แล้วในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ “Environmental Chemistry Letter” และอยู่ระหว่างการต่อยอดโดยมุ่งเป้าหมายไปที่การทำให้ทุกโรงงานได้เป็น “โรงงานสีเขียว” (กิตติทัศน์ สุบรรณจ้อย, 2567)

โดยข้อมูลไอพิษข้างต้นนี้ ส่งผลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในชุมชน และสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งมีผลต่อสภาวะโลกร้อนและมีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของประชาชน และมีผลต่อปัจจัยรอบตัวเป็นอย่างมาก จึงทำให้ผู้วิจัยหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้จัดทำกรวิจัยและสร้างอุปกรณ์บำบัดไอพิษเพื่อช่วยลดไอพิษต่าง ๆ เช่น ฝุ่นละออง PM1.0 PM2.5 PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีปริมาณน้อยลง โดยได้นำหลักการของเทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ซึ่งประกอบไปด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ESP (Electrostatic Precipitator) เป็นกระบวนการดักฝุ่นละอองขนาดเล็กด้วยระบบไฟฟ้าสถิตมาใช้งาน โดยฝุ่นละอองจะถูกชาร์จให้มีประจุไฟฟ้าและถูกดูดไปติดกับแผ่นตะแกรงอะลูมิเนียมที่มีประจุไฟฟ้าตรงกันข้ามที่มีการป้อนแรงดันไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการโคโรนาดีสชาร์จ (Corona Discharge) (คือ การคายประจุไฟฟ้าระดับไม่สูงที่ทำให้เกิดการอากาศแตกตัวเป็นพลาสมา) เป็นลักษณะของพลาสมาบาง ๆ ที่ไม่ผลิตปริมาณก๊าซไอโซนที่สูงมากนัก มาช่วยลดก๊าซ



คาร์บอนไดออกไซด์ โดยโครงการวิจัยนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนที่ 1 เป็นการออกแบบและสร้างวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง เพื่อผลิตไฟฟ้าแรงดันสูงไปประยุกต์ใช้จ่ายให้กับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง และส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบสร้างชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง โดยในส่วนของทดสอบจะทำการปรับดิฟฟิวซิวิตี (ปรับช่วงคาบเวลา) ในวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ เพื่อใช้ควบคุมแรงดันไฟฟ้าแรงสูงที่ส่งผลต่อพลังงานพลาสมากำลังสูง (สนามไฟฟ้าความเข้มสูง) ที่จ่ายให้ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ซึ่งในการทดสอบจะทำการเก็บผลในส่วนของการพารามิเตอร์ด้านไฟฟ้า ผลและประสิทธิภาพของปริมาณฝุ่นละอองและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนและหลังจากการใช้อุปกรณ์บำบัดไอพิษต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิจัยการออกแบบและสร้างอุปกรณ์บำบัดไอพิษ และพัฒนาเทคโนโลยีพลาสมาใช้ในการลดฝุ่นละออง PM2.5 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในกระบวนการเชื่อมโลหะ
2. เพื่อวิจัยการออกแบบและสร้างวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ เพื่อควบคุมการจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงแบบพัลส์ไปยังชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง
3. เพื่อวิจัยการออกแบบและสร้างชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ให้เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ที่นำไปใช้งาน

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

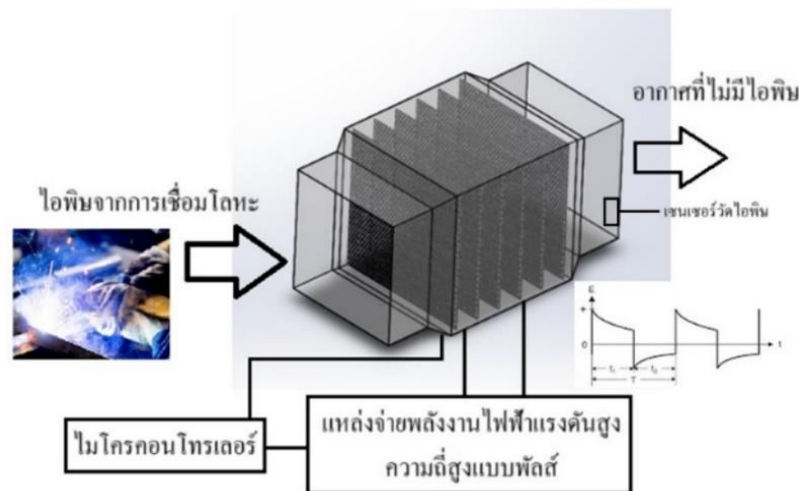
พลาสมาเย็น (cold plasma) เป็นพลาสมาที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถผลิตขึ้นได้ โดยใช้สนามไฟฟ้าในการให้พลังงานแก่อิเล็กตรอน อนุภาคในพลาสมาเย็นจึงประกอบไปด้วย อิเล็กตรอน ไอออน และอนุภาคของก๊าซพลาสมา ที่สำคัญคือ แสง (photon) ครอบคลุมย่านอุวีถึงอินฟราเรด เทคโนโลยีพลาสมาเย็นนั้น ได้รับการศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลายสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานในหลากหลายด้าน ได้แก่ ด้านการเกษตร อาหาร สิ่งแวดล้อม และชีวการแพทย์ เนื่องจากคุณสมบัติความสามารถเฉพาะในการผลิตอนุมูลออกซิเจนและไนโตรเจน (reactive Oxygen Nitrogen species: RONS) ได้โดยตรงด้วยกระบวนการทางไฟฟ้าที่เป็นเอกลักษณ์สำคัญ รวมถึงความสามารถในการมีอันตรกิริยากับเนื้อเยื่อที่มีชีวิต โดยที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมีนัยสำคัญ จากความร้อนส่วนเกิน ดังนั้น ปริมาณพลาสมาเย็น (dosage) ที่จะประยุกต์ใช้งาน จึงมีบทบาทสำคัญในการกำหนดประสิทธิภาพและความปลอดภัยในด้านเกษตร อาหาร สิ่งแวดล้อม และชีวการแพทย์ ซึ่งปริมาณพลาสมาเย็น (dose) โดยทั่วไปอาจจะนิยามให้หน่วยวัดในหน่วยพลังงานเป็น จูลต่อพื้นที่ (J/cm^2) หรือจูลต่อปริมาตร (J/mL) โดยกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (average power) ที่ใช้ผลิตพลาสมาหาได้จาก ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ (instantaneous power) ในหนึ่งคาบของสัญญาณไฟฟ้า โดยกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ คือ ผลคูณระหว่างแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่ตกคร่อมขั้วอิเล็กโทรดที่ใช้ผลิตพลาสมาและกระแสไฟฟ้าชั่วขณะที่ไหลผ่านอิเล็กโทรด (ที่มา : สมาคมฟิสิกส์ไทย./ (2023./18/ตุลาคม)./ ปริมาณพลาสมาเย็นเพื่อการประยุกต์ด้านต่าง ๆ (Plasma dose for diverse application.)/<http://www.thaiphysoc.org/article/414/>)

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} V(t)I(t) dt \quad (1)$$

ดังนั้น พลังงานจากกำลังไฟฟ้าทั้งหมด ที่ประยุกต์จึงหาได้จาก

$$\text{พลังงานพลาสมาเย็น (จูล)} = \text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (วัตต์)} \times \text{เวลา (วินาที)} \quad (2)$$

ความพร้อมด้านเทคโนโลยี และหลักการขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์บำบัดไอพิษ โดยมีโครงสร้างภายในชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ดังภาพที่ 1

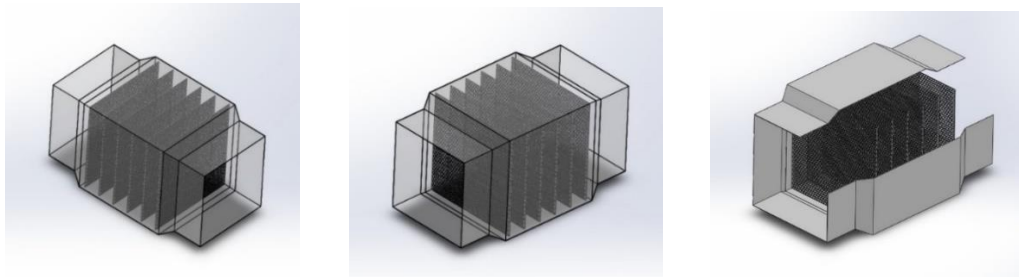


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานและแผนภาพการทดลองของอุปกรณ์บำบัดไอพิษ

แนวทางการออกแบบและการสร้างชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง มีส่วนประกอบดังนี้

ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง จะเป็นการทำให้อากาศบริเวณรอบ ๆ ตะแกรงอะลูมิเนียมเกิดการแตกตัวเป็นพลาสมากำลังสูง โดยการป้อนไฟฟ้าแรงดันสูงให้กับตะแกรงอะลูมิเนียม ซึ่งจะทำให้เกิดพลังงานของพลาสมา ที่มีกำลังสูงบริเวณเซลล์ตาข่ายอะลูมิเนียมที่ขนานกันอยู่ และเมื่ออะตอมหรือโมเลกุลของอากาศผ่านเข้าไปจะทำให้เกิดการแตกตัว โดยหลักการที่ว่าอะตอมหรือโมเลกุลของก๊าซเมื่อได้รับพลังงานเพียงพอจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกไปหนึ่งอิเล็กตรอน ทำให้อะตอมหรือโมเลกุลนั้นจะมีประจุเป็นบวกเช่นนี้ เรียกว่า การไอออนไนซ์ ส่วนกระบวนการที่แยกอิเล็กตรอนออกจากอนุภาคของก๊าซทำให้เกิดไอออนบวกเพิ่มขึ้นเรียกว่า กระบวนการไอออนเซชันและกระบวนการที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากของแข็ง เรียกว่า การปล่อยอิเล็กตรอน ในที่นี้อิเล็กตรอนจะหลุดออกจากอิเล็กโทรด ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้ก๊าซมีสภาพนำไฟฟ้าขึ้นมาได้ และเมื่ออากาศที่มีไอพิษผ่านเข้าไปในชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูงอากาศเหล่านี้ จะหมุนเวียนผ่านแผ่นกรองชั้นต้น ซึ่งทำหน้าที่กรองฝุ่นหรือสิ่งปนเปื้อนที่มีอนุภาคใหญ่ทางด้านหน้า จากนั้นอากาศเหล่านี้จะถูกให้พลังงานพลาสมา กำลังสูง ซึ่งมีความเข้มสูงจนเกิดการแตกตัว ทำให้เกิดพลาสมาเย็นกำลังสูง (ประจุไฟฟ้าและก๊าซไอออน) ซึ่งช่วยสลายไอพิษและก๊าซพิษอื่น ๆ

โดยชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ประกอบด้วย ตะแกรงอะลูมิเนียมขนานกันที่ป้อนแรงดันไฟฟ้าแรงสูงแบบพัลส์ ที่ใช้บำบัดไอพิษ ซึ่งตะแกรงอะลูมิเนียมควรมีความหนาไม่มาก เพื่อลดความต้านทานขณะป้อนไฟฟ้าแรงดันสูง และไม่ให้มีแรงต้านการไหลของอากาศมากจนทำให้เกิดกระแสลมปั่นป่วน และจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดไอพิษลดลง ดังภาพที่ 2



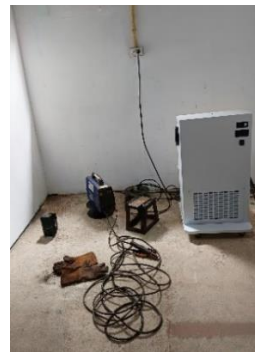
ภาพที่ 2 ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง

แนวทางการออกแบบวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงดันสูงแบบพัลส์ สำหรับจ่ายให้ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง

การออกแบบวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ ได้นำหลักการวงจรพลาสมาแบบคอนเวอร์เตอร์มาใช้งาน โดยใช้ไอซีเป็นตัวสร้างพัลส์วิดมอดูเลชัน ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์สวิตชิงเพื่อใช้ในการนำกระแส สุดท้ายจะผ่านหม้อแปลงสวิตชิงแรงดันสูง ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าแรงสูงสำหรับจ่ายไฟฟ้าไปยังชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง และแรงดันไฟฟ้าแรงสูงสำหรับจ่ายไฟฟ้าไปยังชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ตามที่ต้องการ

วิธีดำเนินการวิจัย

สำรวจพื้นที่ห้องเชื่อมโลหะ ในสถานประกอบการด้านผลิตชิ้นส่วนโลหะและงานเชื่อมโลหะ (ระบบปิด) (ขนาดพื้นที่ 200 ลูกบาศก์เมตร) เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ห้องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าในสถานประกอบการด้านผลิตชิ้นส่วนโลหะและงานเชื่อมโลหะ

ดำเนินการออกแบบและสร้างวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ เพื่อควบคุมการจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงไปยังชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ดังนี้

โครงการวิจัยนี้ได้แบ่งการออกแบบเป็น 5 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ภาคเรกติไฟร์และฟิลเตอร์ด้านอินพุต
2. ภาควงจรคอนเวอร์เตอร์ (วงจรกำลัง)
3. ภาควงจรควบคุมและวงจรขับเกท
4. หม้อแปลงแรงดันสูงความถี่สูง
5. ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง

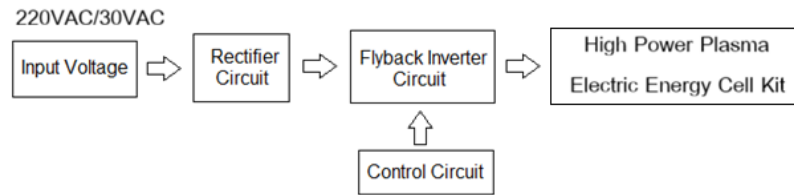


ส่วนของวงจรผลิตพลังงาน
ไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์

ส่วนของอุปกรณ์บำบัดไอพิษ



การออกแบบทั้ง 5 ส่วนนี้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างอุปกรณ์บำบัดไอพื้ช จากกระบวนการเชื่อมโลหะ โดยใช้เทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ซึ่งมีหลักการทำงานโดยรวม ดังบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 บล็อกไดอะแกรมวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูง และชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง

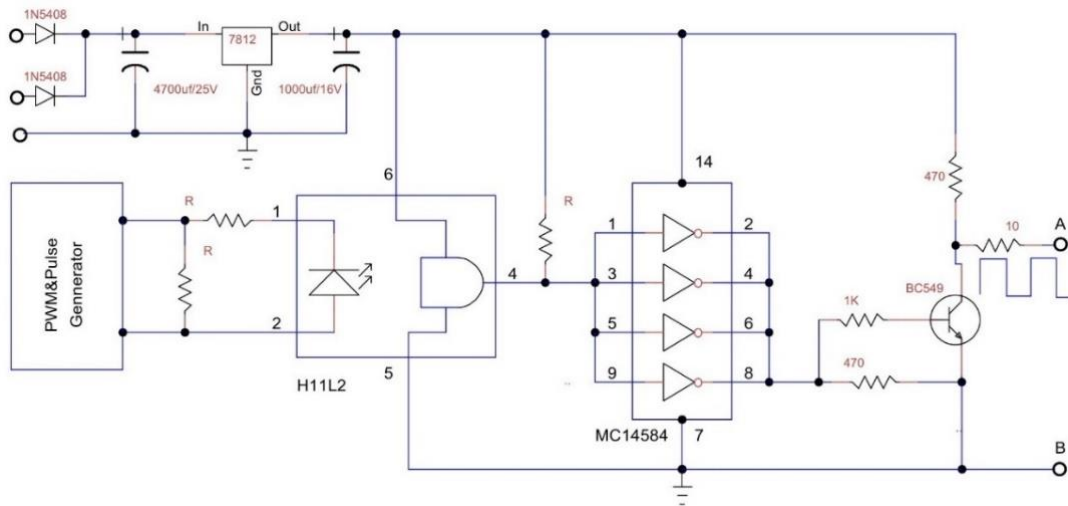
จากภาพที่ 4 เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต เข้าหม้อแปลงไฟฟ้า 220 โวลต์/30 โวลต์ แล้วผ่านวงจรเรกติไฟร์และฟิลเตอร์ ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 42 โวลต์ เพื่อนำไปจ่ายให้กับด้านอินพุตของวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งมีระบบผลิตสัญญาณ PWM โดยค่าความถี่สามารถปรับได้ตั้งแต่ 1 เฮิร์ต ถึง 150 กิโลเฮิร์ต และค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถปรับได้ตั้งแต่ 1 % ถึง 100 % เป็นวงจรควบคุมแบบ PWM (Pulse Width Modulation) ให้กับเพาเวอร์มอสเฟตในวงจรคอนเวอร์เตอร์ เพื่อควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายให้กับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง

ดำเนินการออกแบบวงจรควบคุมโดยใช้ระบบผลิตสัญญาณ PWM และวงจรขับเกท

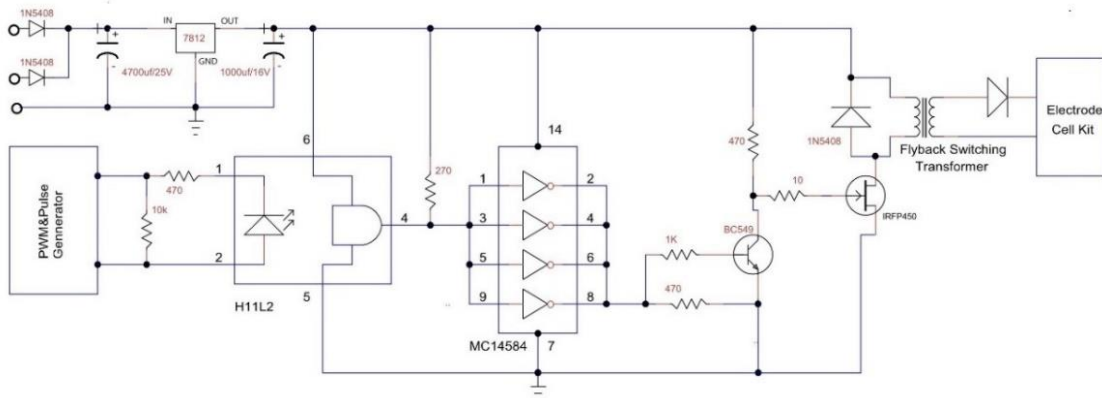
โดยค่าความถี่สามารถปรับได้ตั้งแต่ 1 เฮิร์ต ถึง 150 กิโลเฮิร์ต และค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถปรับได้ตั้งแต่ 1 % ถึง 100 % ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ระบบผลิตสัญญาณ PWM (ที่มา : LZRAWKGTE./ZK-PP1K Dual Mode PWM Signal Generator 1-Channel 1Hz-150KHz PWM Pulse./<https://www.amazon.com/ZK-PP1K-Signal-Generator-1-Channel-1Hz-150KHz/dp/B0G24NM9M3?th=1>)



ภาพที่ 6 ออกแบบและสร้างวงจรขยายสัญญาณ เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเพาเวอร์มอสเฟต



ภาพที่ 7 วงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ เพื่อควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ที่ออกแบบและสร้างขึ้น

หม้อแปลงฟลายแบคแรงดันสูงความถี่สูงที่นำมาใช้งาน

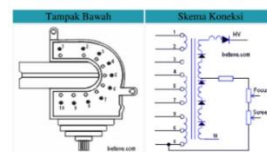
เลือกใช้วงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ และใช้หม้อแปลงฟลายแบคเบอร์ TLF4G503F มาใช้งาน ซึ่งลักษณะเฉพาะของหม้อแปลงมีงานการทำงานที่แรงดันไฟฟ้าอินพุต V_{in} เท่ากับ 0-100 V_{dc} และ V_{out} เท่ากับ 0-10 kV_{dc} โดยที่ระดับไฟฟ้าแรงดันสูงด้านเอาต์พุต สามารถปรับเพิ่มหรือลดได้ โดยอาศัยการปรับค่าความถี่และดิวตี้ไซเคิลของระบบผลิตสัญญาณ PWM

Flyback Tlf 4g 503f Bras Alfa

Flyback Tlf 4g 503f Bras Alfa



Data Travo Flyback TLF4G503F



No. Pin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Function	H	B+90	NC	24	HT	185	GND	AFC	16	ABL

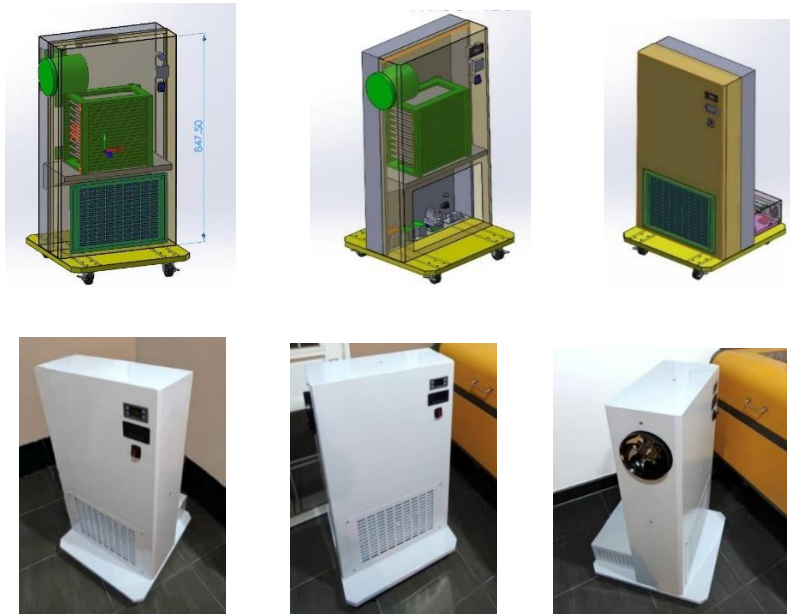
Digunakan Pada TV : Panasonic

Persamaan : TLF15644F1 TLF4N052

ภาพที่ 8 หม้อแปลงฟลายแบคแรงดันสูงความถี่สูงเบอร์ TLF4G503F

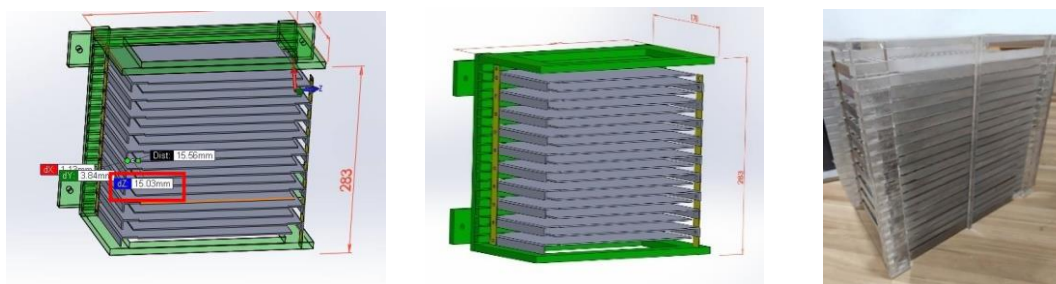


ดำเนินการออกแบบและสร้างโครงสร้างอุปกรณ์บำบัดไอพิษ ให้สามารถรองรับกับวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงดันสูงความถี่สูงแบบพัลส์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุม และระบบอื่นๆ ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 โครงสร้างอุปกรณ์บำบัดไอพิษ ที่ออกแบบและจัดสร้าง

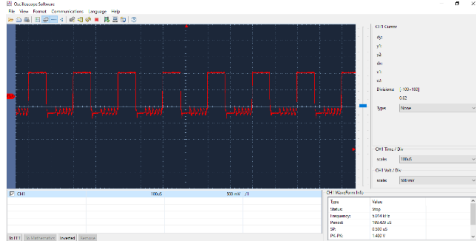
ดำเนินการออกแบบและสร้างโครงภายในเพื่อยึดชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง โดยที่ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ประกอบไปด้วยแผ่นตะแกรงอะลูมิเนียมมีความหนา 1 มิลลิเมตร วางขนานกัน โดยมีระยะห่างกัน 0.9 เซนติเมตร เพื่อใช้บำบัดไอพิษจากกระบวนการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า ดังภาพที่ 10



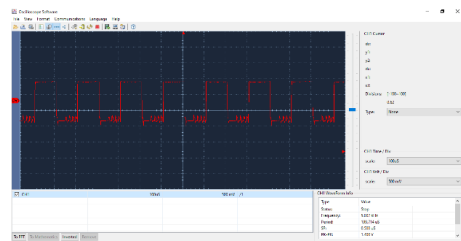
ภาพที่ 10 ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ที่ออกแบบและจัดสร้าง

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบวัตรูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาเกตและขาซอร์สของเพาเวอร์มอสเฟต ของวงจรผลิตแรงดันไฟฟ้าแรงสูง ขณะจ่ายให้กับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง (ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต ที่ดิวตี้ไซเคิล 35 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์) ดังภาพที่ 11



(ก)



(ข)

ภาพที่ 11 สัญญาณ V_{GS} ของเพาเวอร์มอสเฟตของวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ ขณะจ่ายให้กับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง (ก) ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต ที่ดิวตี้ไซเคิล 35 เปอร์เซ็นต์ และ (ข) ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต ที่ดิวตี้ไซเคิล 40 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 11 เป็นสัญญาณ V_{GS} ของเพาเวอร์มอสเฟตเบอร์ IRFP450 ในวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ โดยผลการทดสอบจะเห็นว่ารูปสัญญาณที่ได้เป็นรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต สามารถปรับดิวตี้ไซเคิลได้ตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์ ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะส่งผลทำให้แรงดันไฟฟ้าแรงสูงเพิ่มขึ้น โดยสามารถนำไปควบคุมการความเข้มของสนามไฟฟ้าในชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการดักฝุ่นละออง PM1.0 PM2.5 PM10 และสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เป็นอย่างดี

ผลการทดสอบวัตรูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าแรงสูงด้านเอาต์พุต ของวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ ขณะจ่ายให้กับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง (ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต โดยปรับดิวตี้ไซเคิลตั้งแต่ 35 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์) ดังภาพที่ 12



(ก)



(ข)

ภาพที่ 12 (ก) สัญญาณแรงดันไฟฟ้าแรงสูงด้านเอาต์พุต ($V_{OUT (p-p)}$) 3.36 กิโลโวลต์ ที่ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต ดิวตี้ไซเคิล 35 เปอร์เซ็นต์ และ (ข) สัญญาณแรงดันไฟฟ้าแรงสูงด้านเอาต์พุต ($V_{OUT (p-p)}$) 3.68 กิโลโวลต์ ของหม้อแปลงสวิตชิงแรงดันสูง ที่ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต ดิวตี้ไซเคิล 40 เปอร์เซ็นต์ ขณะต่อของชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง



ภาพที่ 12 เป็นการวัดสัญญาณภาคเอาต์พุต คือ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าแรงสูงเอาต์พุต (V_{OUT}) ของหม้อแปลงสวิตชิงแรงดันสูง โดยผลการทดสอบจะเห็นว่า เมื่อดิวตี้ไซเคิลเพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าแรงสูงเอาต์พุตเพิ่มขึ้นด้วย ขณะที่ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง และส่งผลทำให้การทำงานของอุปกรณ์บำบัดไอพิษจากกระบวนการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ตามลำดับ

ผลการทดสอบปรับความดิวตี้ไซเคิลของวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ โดยคงค่าความถี่ไว้ที่ 5 กิโลเฮิร์ต เพื่อป้องกันกับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบปรับความดิวตี้ไซเคิลของวงจรผลิตแรงดันไฟฟ้าแรงสูง โดยคงค่าความถี่สวิตชิงไว้ที่ 5 กิโลเฮิร์ต เพื่อป้องกันกับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง (ได้เลือกใช้ดิวตี้ไซเคิล 40 % เพื่อป้องกันการเบรกดาวนในชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง)

Duty Cycle (%)	V_{in} (rms) (V)	I_{in} (rms) (A)	P_{IN} (W)	Electric Energy (Wh)	V_{OUT} (kVp)	Electric Charge (kV)	Ozone Gas (PPM)
30	232	0.159	36.8	141	2.64	1.0	0.5
40	232	0.162	37.5	141	2.96	1.8	0.8
50	232	0.165	38.1	141	3.12	2.3	1.0
60	232	0.170	39.2	141	3.36	2.7	1.5
80	232	0.172	39.6	141	3.68	3.1	1.9

ความหมายของพารามิเตอร์ในตารางที่ 1

ดิวตี้ไซเคิล คือ ใช้สำหรับควบคุมแรงดันไฟฟ้าแรงสูงด้านเอาต์พุต (เปอร์เซ็นต์), (%), V_{in} (rms) คือ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้านอินพุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง (โวลต์) (V), I_{in} (rms) คือ กระแสไฟฟ้ากระแสสลับด้านอินพุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง (แอมแปร์) (A), P_{IN} คือ กำลังไฟฟ้า, (วัตต์) (W), Electric Energy คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (วัตต์ชั่วโมง) (Wh), V_{OUT} คือ แรงดันไฟฟ้าแรงสูงด้านเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง (กิโลโวลต์พีค) (kVp), Electric Charge คือ ปริมาณประจุไฟฟ้า (กิโลโวลต์) (kV) และ Ozone Gas คือ ปริมาณก๊าซโอโซน (พีพีเอ็ม), (PPM)

ในตารางที่ 1 เมื่อทำการปรับความดิวตี้ไซเคิลเพิ่มขึ้น โดยคงค่าความถี่สวิตชิงไว้ที่ 5 กิโลเฮิร์ต จะพบว่าค่า I_{in} (rms) กระแสไฟฟ้ากระแสสลับด้านอินพุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง, P_{IN} คือ กำลังไฟฟ้า, V_{OUT} แรงดันไฟฟ้าแรงสูงด้านเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง, Electric Charge ปริมาณประจุไฟฟ้า และ Ozone Gas ปริมาณก๊าซโอโซน มีค่าเพิ่มขึ้น ตามลำดับ



ผลการทดสอบวัดค่าปริมาณฝุ่นละออง PM1.0 ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ปริมาณฝุ่นละออง PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขนาดพื้นที่ 100 ลูกบาศก์เมตร โดยทดสอบที่ห้องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า (ระบบปิด) ของในสถานประกอบการด้านผลิตชิ้นส่วนโลหะและงานเชื่อมโลหะ (เมื่อติดตั้งเซลล์ 40% ความถี่สวิตซ์ 5 กิโลเฮิร์ต) เวลาในการทดสอบ 60 นาที (หมายเหตุ ในเวลาศูนย์นาที เป็นเวลาก่อนเปิดการใช้งานอุปกรณ์บำบัดไอพิช ซึ่งมีค่าปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 PM1.0 PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ดังตารางที่ 2

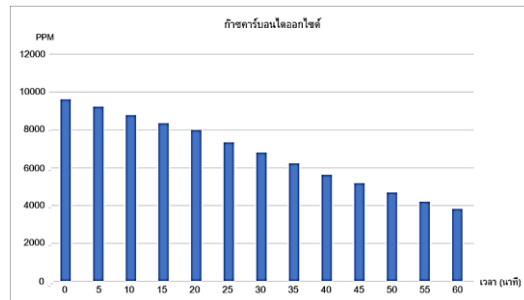
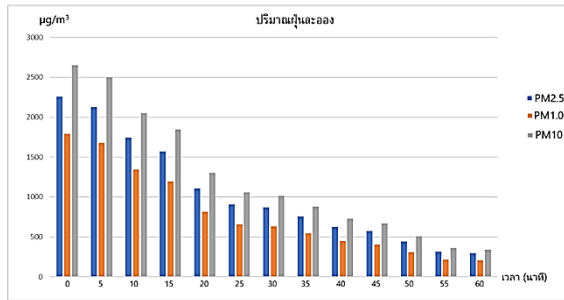
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบวัดค่าปริมาณฝุ่นละออง PM1.0 ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ปริมาณฝุ่นละออง PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เวลา (นาที)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM1.0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (PPM)
0	1,794	2,256	2,650	9,625.88
5	1,680	2,126	2,498	9,234.36
10	1,346	1,745	2,050	8,781.79
15	1,195	1,572	1,847	8,362.52
20	814	1,106	1,299	7,998.61
25	659	909	1,058	7,357.28
30	632	872	1,015	6,812.69
35	545	757	881	6,236.53
40	449	628	731	5,621.75
45	408	574	668	5,174.26
50	307	442	510	4,689.37
55	217	314	362	4,215.62
60	205	297	343	3,823.85

ความหมายของพารามิเตอร์ต่างๆ ของตารางที่ 2

PM1.0 คือ ฝุ่นละออง 1.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM2.5 คือ ฝุ่นละออง 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM10 คือ ฝุ่นละออง 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), CO₂ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พีพีเอ็ม (PPM)

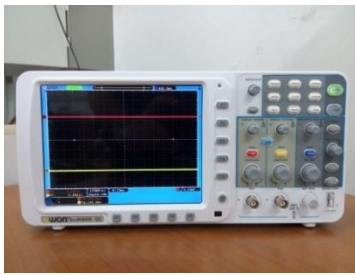
ในตารางที่ 2 ผลการทดสอบจะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์การลดฝุ่นละออง PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) เท่ากับ ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ที่ 0 นาที ลบด้วย ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ที่เวลา 60 นาที เท่ากับ $\{(2,256 - 297) / 2,256\} \times 100$ เท่ากับ 86.83 % และเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ (PPM)) เท่ากับ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เวลา 0 นาที ลบด้วย ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เวลา 60 นาที เท่ากับ $\{(9,625.88 - 3,823.85) / 9,625.88\} \times 100$ เท่ากับ 60.27 % (ทดสอบในขณะที่มีการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า (ระบบปิด))



ภาพที่ 13 กราฟผลการทดสอบวัดปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 PM1.0 และ PM10 และกราฟผลการทดสอบวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในภาพที่ 13 จะเห็นว่าปริมาณฝุ่นละออง PM1.0 ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะลดลงเมื่อเวลาทดสอบเพิ่มขึ้น (ในห้องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า (ระบบปิด) ของในสถานประกอบการด้านผลิตชิ้นส่วนโลหะและงานเชื่อมโลหะ)

เครื่องมือและอุปกรณ์การวิจัยที่ใช้ในการทดสอบ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซและปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ

สรุปและอภิปรายผล

ผลการทดสอบโครงการวิจัย การวิจัยและการออกแบบอุปกรณ์บำบัดไอพิษ จากกระบวนการเชื่อมโลหะ โดยใช้เทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนอย่างยั่งยืน พบว่า อุปกรณ์บำบัดไอพิษจากกระบวนการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นนี้ มีส่วนของวงจรผลิตแรงดันไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ที่สามารถลดฝุ่นละออง PM1.0 PM2.5 PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ลงได้ ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังในภาพที่ 13 และผลการทดสอบในตารางที่ 2 จะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์การลดฝุ่นละออง PM2.5 เท่ากับ 86.83 % และ เปอร์เซ็นต์การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เท่ากับ 60.27 % โดยโครงการวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยีพลาสมา (Plasma) มาใช้กำจัดฝุ่นละออง PM2.5 และมลพิษทางอากาศโดยการปล่อยประจุไฟฟ้า (Cold Plasma) เพื่อสร้าง 'แอกทีฟออกซิเจน' (ก๊าซโอโซน) ที่เข้าไปทำลายโครงสร้างฝุ่นละอองและกลิ่นเหม็น โดยทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic) จะทำให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ซึ่งได้ทำการทดสอบกับห้องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า ในสถานประกอบการด้านผลิตชิ้นส่วนโลหะและงานเชื่อมโลหะที่มีขนาดพื้นที่ 200 ลูกบาศก์เมตร (ระบบปิด) ในเวลา 60 นาที ซึ่งสามารถนำไปใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชน ด้านสิ่งแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศให้ดีขึ้นได้



ข้อเสนอแนะ

ควรมีการทดสอบการใช้กำลังไฟฟ้าโดยรวม และการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้า เพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพของโครงการวิจัยให้สูงขึ้น ซึ่งผู้วิจัยกำลังจะดำเนินการต่อไปและเมื่อใช้อุปกรณ์บำบัดไอพิช เป็นระยะเวลา 3 เดือน ผู้ใช้ควรต้องดำเนินการทำความสะอาดชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง เพื่อให้ใช้อุปกรณ์บำบัดไอพิชมีประสิทธิภาพที่ดีเหมือนเดิม

ตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์บำบัดไอพิช จากกระบวนการเชื่อมโลหะ (ที่มีอยู่) กับอุปกรณ์บำบัดไอพิช (ที่ออกแบบสร้างขึ้น)

ลำดับ	อุปกรณ์บำบัดไอพิช จากกระบวนการเชื่อมโลหะ	ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง ใช้ตักฝุ่นละอองขนาดเล็กๆ PM2.5 และใช้ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ชุดวงจรผลิตพลังงานไฟฟ้าแรงสูงความถี่สูงแบบพัลส์ ให้กับชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมา กำลังสูง
1	อุปกรณ์บำบัดไอพิช (ที่มีอยู่)	ไม่สามารถถอดมาทำความสะอาดได้ ทำให้ต้องซื้อชุดเซลล์เปลี่ยนเมื่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานมากขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง เพราะวัสดุและอุปกรณ์นำเข้าจากต่างประเทศ
2	อุปกรณ์บำบัดไอพิช (ที่ออกแบบสร้างขึ้น)	ชุดเซลล์พลังงานไฟฟ้าพลาสมากำลังสูง สามารถถอดมาทำความสะอาดได้ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ เพราะใช้วัสดุและอุปกรณ์ภายในประเทศ

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบคุณวิจัยงบประมาณแผ่นดิน กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้

ขอขอบคุณผู้บริหารมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้ และขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กิตติทัศน์ สุบรรณจ้อย.(2567)./ม.มหิตลคิดค้นวิธี'กำจัดตัวการโลกร้อน'ที่'ต้นตอการผลิต'

http://www.medi.co.th/news_detail41.php?q_id=4188

วิลาสินี กิ่งก้า.(2025)./อุปกรณ์ดักจับฝุ่นด้วยระบบไฟฟ้าสถิตและพลาสมา นวัตกรรมจากนักวิจัยนิเวศลิษฐ์ที่ดักจับ บำบัดกลิ่น และฆ่าเชื้อโรคในคราวเดียว./ สภาลมหายใจ กรุงเทพฯ.

[/https://www.breathebangkok.org/interview/wilasinee-kingkam/](https://www.breathebangkok.org/interview/wilasinee-kingkam/)

สมาคมฟิสิกส์ไทย.(2023)./ ปริมาณพลาสมาเย็นเพื่อการประยุกต์ด้านต่างๆ (Plasma dose for diverse application.)/<http://www.thaiphysoc.org/article/414/>



Bell,V.(2004)./ Welding fumes, their health risks and hazards./

<http://www.thefabricator.com/article/safety/welding-fume-health-hazards>
Data Travo Flyback TLF4G503F./<https://datasheet4u.com/pdf-down/T/L/F/TLF4G503F-ETC.pdf>

Ketkaew,/S./(2012)./Plasma Ozonizer Using Micro-Converter for Ammonia (NH₃)
Decreasing in Shrimp Food Production./Procedia Engineering 32./148-154./
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1249>

Louis,/ST./(1989)./High Frequency Switching Power Supply./McGraw-Hill.

LZRAWKGTE./ZK-PP1K Dual Mode PWM Signal Generator 1-Channel 1Hz-150KHz
PWM Pulse./<https://www.amazon.com/ZK-PP1K-Signal-Generator-1-Channel-1Hz-150KHz/dp/B0G24NM9M3?th=1>

Ned Mohan, Tore M. Undeland, and William P. Robbins. (1995). Power Electronics. John
Wiley & Sons, INC.TLF4G503F Datasheet.

[/https://datasheet4u.com/datasheets/ETC/TLF4G503F/1402534](https://datasheet4u.com/datasheets/ETC/TLF4G503F/1402534)