

ผลของชนิดก๊าซต่อประสิทธิภาพการผลิตโอโซน ด้วยอิเล็กโทรดตาข่ายแบบซ้อนแกนภายใต้สนามไฟฟ้าแรงดันสูง

Effect of Gas Type on Ozone Generation Efficiency

Using a Coaxial Mesh Electrode under a High-Voltage Electric Field

ชัยพิสิษฐ์ ผิวอ่อน^{1*} เสมอศักดิ์ สุดา¹ วุฒิชัย ขมพลกรัง¹ นงนุช เดชพิทักษ์¹ และ มณีรัตน์ ผดุงศิลป์¹

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 chaipisith.pi@sbt.ac.th samersak5315@gmail.com

Khompolkrang@gmail.com nuchdech19@gmail.com maneeratnci@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของชนิดก๊าซต่อประสิทธิภาพการผลิตโอโซน โดยใช้อิเล็กโทรดทรงกระบอกแบบซ้อนแกนภายในหลอดแก้ว ร่วมกับแหล่งจ่ายแรงดันสูงที่ออกแบบจากวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ควบคุมด้วยไอซี TL494 และเพาเวอร์มอสเฟต TRFP460 ภายใต้เงื่อนไขแรงดันไฟฟ้า 1.12 กิโลโวลต์ ความถี่ 20 กิโลเฮิร์ตซ์ Duty Cycle 20% และอัตราการไหลก๊าซ 30 ลิตรต่อนาที ผลการทดลองพบว่า การใช้ก๊าซออกซิเจนอุตสาหกรรมให้ความเข้มข้นโอโซนสูงถึง 336 มิลลิกรัมต่อลิตรภายใน 5 นาที ในขณะที่ก๊าซอากาศทั่วไปให้เพียง 62.4 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าชนิดของก๊าซมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิตโอโซน ซึ่งผลลัพธ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบผลิตโอโซนที่มีประสิทธิภาพสำหรับงานอุตสาหกรรมได้

คำสำคัญ: โอโซน, ชนิดก๊าซ, วงจรฟลายแบค, แรงดันสูง, อิเล็กโทรดทรงกระบอก

Abstract

This study investigates the effect of gas type on ozone generation efficiency using a coaxial cylindrical electrode placed inside a glass tube. A high-voltage AC power supply was designed based on a flyback converter circuit controlled by a TL494 IC and TRFP460 power MOSFET. The experiment was conducted under a voltage of 1.12 kV, frequency of 20 kHz, 20% duty cycle, and a gas flow rate of 30 L/min. The results showed that industrial oxygen produced an ozone concentration of 336 mg/L within 5 minutes, while ambient air produced only 62.4 mg/L. These findings indicate that gas type significantly affects ozone generation performance and can be used to support the design of high-efficiency ozone generation systems for industrial applications.

Keywords: Ozone generation, Gas type, Flyback converter, High voltage, Cylindrical electrode

1. บทนำ

โอโซนเป็นก๊าซที่มีศักยภาพสูงในการฆ่าเชื้อ กำจัดกลิ่น และบำบัดน้ำ โดยสลายตัวกลับเป็นออกซิเจนโดยไม่ทิ้งสารตกค้าง [1] การผลิตโอโซน ณ จุดใช้งาน (on-site generation) นิยมใช้หลักการโคโรนาดีสชาร์จ (Corona Discharge) ซึ่งต้องการแรงดันไฟฟ้าสูงเพื่อกระตุ้นการแตกตัวของออกซิเจน [2] อิเล็กโทรดและระบบจ่ายไฟจึงมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบผลิตโอโซนโดยใช้อิเล็กโทรดตาข่ายทรงกระบอกแบบวางซ้อน และเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงจากวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ ควบคุมการทำงานด้วยไอซี TL494 และเพาเวอร์มอสเฟต TRFP460 เพื่อศึกษาผลของชนิดก๊าซต่อประสิทธิภาพการผลิตโอโซน

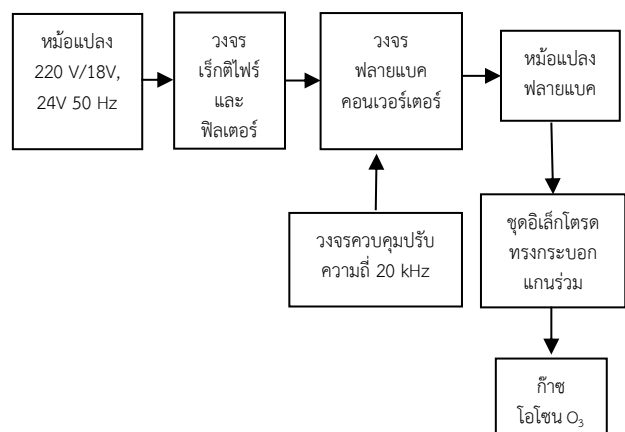
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการเกิดก๊าซโอโซน

บรรยากาศทั่วไปประกอบด้วยไนโตรเจน 79% และออกซิเจน 21% โดยประมาณ [4-6] โอโซน (O_3) คือก๊าซที่เกิดจากการรวมตัวของออกซิเจนโมเลกุล (O_2) กับอะตอมออกซิเจนอิสระ (O) ตามสมการ $O_2 + O \rightarrow O_3$ ซึ่งอยู่ในสถานะไม่เสถียรและสลายตัวได้ง่าย

การผลิตโอโซนด้วยโคโรนาดีสชาร์จอาศัยการแตกตัวของโมเลกุลออกซิเจน (dissociation) โดยใช้พลังงานจากอิเล็กตรอนในสนามไฟฟ้าสูง โดยไม่ถึงระดับที่เกิดการเบรกดาวนของอากาศหรือฉนวนไฟฟ้า ซึ่งจะนำไปสู่ความร้อนและการสลายของโอโซน [4,5] ดังนั้น การควบคุมความเข้มสนามไฟฟ้าให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเป็นหัวใจสำคัญของการผลิตโอโซนอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ทฤษฎีการทำงานแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงแบบสวิตซิง



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงแบบสวิตซิงในการผลิตก๊าซโอโซน

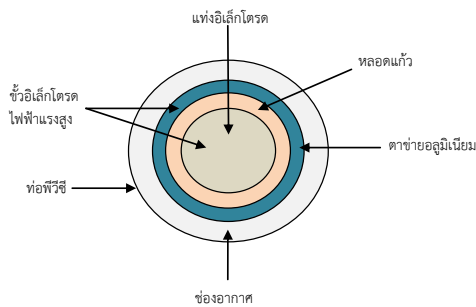
แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงในงานวิจัยนี้ใช้หลักการของวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Flyback Converter) ซึ่งสามารถแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงเพื่อจ่ายให้กับหม้อแปลงฟลายแบค (Flyback Transformer)

การควบคุมวงจรทำโดย IC TL494 ซึ่งทำหน้าที่สร้างสัญญาณพัลส์แบบ PWM (Pulse Width Modulation) เพื่อควบคุมความถี่และหน้าที่ของการสวิตชิง สัญญาณ PWM จะถูกส่งผ่าน IC TLP250 เพื่อแยกกราวด์และขยายสัญญาณ จากนั้นนำไปขับเพาเวอร์มอสเฟต TRFP460 ทำให้สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง 20 kHz ให้กับหม้อแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถสลับปลั๊กไดอะแกรมแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงแบบสวิตชิงในการผลิตก๊าซโอโซนได้ดังรูปที่ 1 [5]

2.3 การออกแบบ

2.3.1 การออกแบบชุดอิเล็กโตรดแบบทรงกระบอกซ้อนกันสามชั้น

ชุดอิเล็กโตรดออกแบบในลักษณะทรงกระบอกซ้อนกันสองชั้น โดยอิเล็กโตรดด้านในเป็นโลหะอลูมิเนียมทรงกระบอกติดตั้งภายในหลอดแก้ว ส่วนอิเล็กโตรดด้านนอกเป็นตาข่ายอลูมิเนียมพันรอบหลอดแก้ว การจัดวางในลักษณะนี้ทำให้เกิดความเครียดสนามไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโตรดทั้งสอง ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์โคโรนาดีซชาร์จภายในหลอดแก้ว ทำให้โมเลกุลออกซิเจน (O₂) แตกตัวและรวมตัวเป็นโอโซน (O₃) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2 โครงสร้างชุดหลอดผลิตก๊าซโอโซน ด้านตามขวาง

ในงานวิจัยนี้จะใช้อิเล็กโตรดแบบทรงกระบอกซ้อนกันสามชั้นซึ่งมีลักษณะโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2 เนื่องจากสามารถสร้างปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนได้สูงและเป็นรูปแบบที่ทนต่อแรงดันของอากาศได้ดี [2,6] โดยมีแก้วทำหน้าที่เป็นไดอิเล็กตริกเพื่อไม่ให้เกิดแรงดันเบรกดาวน์ได้ และแท่งอิเล็กโตรดภายในเลือกใช้เป็นอลูมิเนียม ส่วนอิเล็กโตรดภายนอกเป็นอลูมิเนียมลักษณะแบบตาข่ายทรงกระบอก ซึ่งมีลักษณะแสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 อิเล็กโตรดแบบทรงกระบอกซ้อนกันสามชั้นที่ได้ออกแบบ

2.3.2 การหาสนามไฟฟ้าที่หลอดแก้ว

- เมื่อ r_1 คือ รัศมีอิเล็กโตรดวงในสุด (0.64 cm)
 r_2 คือ รัศมีหลอดแก้ววงกลาง (0.78 cm)
 r_3 คือ รัศมีอิเล็กโตรดวงนอก (0.85 cm)
 l คือ ความยาว (12 cm)

ค่าที่แสดงคือค่าของหลอดแก้วรวมกับค่าของแท่งอิเล็กโตรดด้านในเรียบร้อยแล้ว โดยสามารถหาปริมาตรอากาศภายในหลอดแก้วได้จากสมการ (1) [5,7]

$$V = \pi(r_3 - r_2)^2 \times l \quad (1)$$

แทนค่าจะได้

$$\begin{aligned} V &= \pi(0.85 - 0.78)^2 \times 12 \\ &= 3.14 \times (0.0085^2 - 0.0078^2) \times 0.12 \\ &= 4.302 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \\ &= 4.302 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

ที่ย่านพลังงาน 5.58 kW-h/m³ ถึง 7.73 kW-h/m³ ในอากาศมีออกซิเจน (O₂) อยู่ 21 % จึงใช้ที่ย่านพลังงาน 1.172 - 1.620 kW-h/m³

ที่ย่านพลังงาน 1.172 kW-h/m³

$$\begin{aligned} W &= 1.172 \times 10^3 \times 4.302 \times 10^{-6} \\ &= 0.005041 \text{ Wh} \end{aligned}$$

ที่ย่านพลังงาน 1.620 kW-h/m³

$$\begin{aligned} W &= 1.620 \times 10^3 \times 4.302 \times 10^{-6} \\ &= 0.006969 \text{ Wh} \end{aligned}$$

การหาพลังงานสนามไฟฟ้าที่หลอดแก้วสนามไฟฟ้า (E) สามารถหาได้จากสมการ (2) [1,3,4,5]

$$W = \frac{1}{2} \int_{vol} \epsilon E^2 dV \quad (2)$$

$$\begin{aligned} E_{min} &= \sqrt{\frac{2W}{\epsilon vol}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0.005041}{(8.854 \times 10^{-12})(4.302)}} \\ &= 16.27 \text{ kV / cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{max} &= \sqrt{\frac{2W}{\epsilon vol}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0.006969}{(8.854 \times 10^{-12})(4.302)}} \\ &= 19.129 \text{ kV / cm} \end{aligned}$$

ค่าที่ได้เป็นค่าโดยประมาณ ที่ 16.27 kV/cm - 19.129 kV/cm จะเห็นว่าสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่หลอดแก้วนั้น จะเกิดขึ้นมากหรือเกิดขึ้นน้อย ขึ้นอยู่กับค่าความถี่และระยะห่างระหว่างอิเล็กโตรดทั้งสอง ส่วนค่าที่คำนวณได้นั้นเป็นค่าโดยประมาณจากขนาดของหลอดโอโซน

2.4 เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงให้กับอิเล็กโตรดแบบทรงกระบอกซ้อนกันสามชั้น

เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงในงานวิจัยนี้ออกแบบโดยใช้หลักการของฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Flyback Converter) โดยออกแบบระบบควบคุมการทำงานด้วย IC TL424 เพื่อสร้างสัญญาณพัลส์แบบ PWM (Pulse Width Modulation) ใช้ IC TLP250 ทำหน้าที่แยกกราวด์เพื่อควบคุม

ปลอดภัยของวงจรและส่งผ่านสัญญาณเข้าวงจรขยายสัญญาณด้วย IC CD4049 เพื่อควบคุมการทำงานของเพาเวอร์มอสเฟต TRFP460 การออกแบบวงจรพลาสมาคอนเวอร์เตอร์จะควบคุมการทำงานที่ความถี่ 20 kHz เพื่อควบคุมการจ่ายแรงดันของหม้อแปลงพลาสมาให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงตามที่กำหนด ทั้งนี้ เพื่อกระตุ้นให้อิเล็กโตรดเกิดโคโรนาดีซาร์จที่ใช้ในการผลิตก๊าซโอโซน โดยเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงที่สร้างขึ้น แสดงได้ดังรูปที่ 4

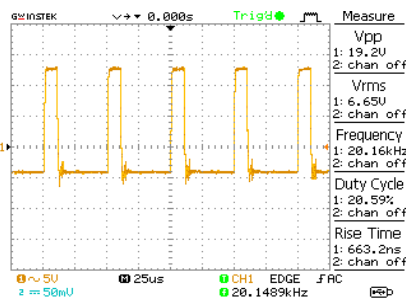


รูปที่ 4 เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงที่สร้างขึ้น

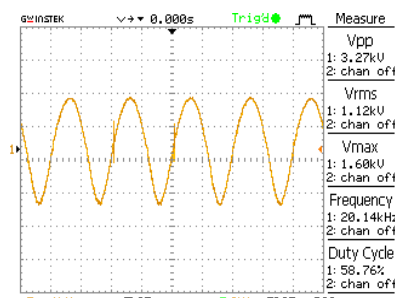
3. ผลการทดสอบและการอภิปราย

3.1 ผลการทดสอบทางไฟฟ้า

3.1.1 การทดสอบวัดสัญญาณภาคควบคุมหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง การวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาเกตและซอร์สของเพาเวอร์มอสเฟต IRFP 460 (V_{GS}) โดยคงค่าความถี่ให้คงที่ 20 kHz

รูปที่ 5 สัญญาณ V_{GS} เพาเวอร์มอสเฟต ที่ Duty = 20% , f = 20 kHz

จากรูปที่ 5 รูป แสดงผลการทดสอบสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาเกตและซอร์ส (V_{GS}) ของเพาเวอร์มอสเฟต จะเห็นว่ารูปสัญญาณที่ได้เป็นรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่ปรับดิวตี้ไซเคิลที่ 20% แต่คงค่าความถี่ไว้ที่ 20kHz ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการควบคุมการนำกระแสไฟฟ้าของเพาเวอร์มอสเฟต ได้ตามที่ต้องการ

รูปที่ 6 สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงด้านเอาต์พุต (V_{out}) ของหม้อแปลงพลาสมา มีค่าเท่ากับ 1.12 kV ขณะต่อโหลด

3.1.2 การทดสอบวัดสัญญาณภาคเอาต์พุตของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงของหม้อแปลงพลาสมา ขณะต่อโหลดทั้งอิเล็กโตรดแบบซ้อนกันร่วมที่ใช้ในการผลิตโอโซน แสดงได้ดังรูปที่ 6

จากการทดสอบข้างต้น สามารถสรุปผลการทดสอบเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงให้กับชุดอิเล็กโตรดแบบซ้อนกันร่วมเพื่อผลิตก๊าซโอโซนได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้าของเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงให้กับชุดอิเล็กโตรดแบบซ้อนกันร่วม โดยทำการปรับดิวตี้ไซเคิล 20% และคงค่าความถี่ 20 kHz

Duty cycle (%)	f (kHz)	V_{in} (rms) (V)	I_{in} (rms) (A)	V_{out} (rms) (V)	I_{out} (rms) (mA)
20 %	20	28	1.18	1.12 kV	1.75

3.2 ผลการทดสอบทางเคมี

การหาความเข้มข้นของโอโซนที่ผลิตจากอิเล็กโตรดสามารถหาความเข้มข้นของโอโซนด้วยวิธีทางเคมี โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีที่เรียกว่าไทเทรชัน (Titration) หลักการคือการเกิดปฏิกิริยาระหว่างก๊าซโอโซนกับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 100 mL ได้สารใหม่เกิดขึ้น จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายที่เป็นตัวรีดิวซ์ คือ โซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) แล้วเติมน้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์สารละลายจะกลายเป็นสีน้ำเงิน ทำการไทเทรตจนสีน้ำเงินจางหายไปกลับมาใสอีกครั้ง แล้วทำการบันทึกค่าปริมาณโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) จะทำให้ได้ปริมาณสารเคมีที่ใช้ไปเพื่อนำไปแทนค่าในสมการ (3) [7] เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นของโอโซน

$$Ozone(mg/L) = \frac{V \times M \times 24000}{mL Sample(KI)} \quad (3)$$

V = ปริมาตรเป็น mL ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน (Standard Sodium thiosulfate titrant, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) ที่ใช้ไทเทรต

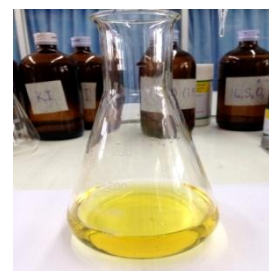
M = ค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน (Standard Sodium thiosulfate titrant, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) = 0.01 M
 $mL Sample(KI)$ = สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide, KI) ที่ยังไม่ผ่านโอโซน ปริมาตร = 100 mL

3.3 กระบวนการทดสอบหาความเข้มข้นของโอโซน

3.3.1 นำสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide, KI) โดยแบ่งมาปริมาณ 100 mL ใส่ในขวดรูปชมพูนขนาด 250 mL แล้วนำไปผ่านก๊าซโอโซนเป็นเวลา 1 นาที ด้วยอากาศทั่วไป รูปที่ 7 (ก) (ข)



(ก) ก่อนผ่านโอโซน



(ข) หลังผ่านโอโซน

รูปที่ 7 (ก) (ข) สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide, KI)

3.3.2 นำสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide, KI) ที่ผ่านโอโซนแล้วนำมาใส่กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) ปริมาณ 5 mL เพื่อปรับค่า pH ให้ต่ำลง รูปที่ 8 (ก) (ข)



(ก) ก่อนใส่กรดซัลฟูริก



(ข) หลังใส่กรดซัลฟูริก

รูปที่ 8 (ก) (ข) กระบอกตวงบรรจุกรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) ปริมาณ 5 mL เพื่อปรับค่า pH ให้ต่ำลง

3.3.3 ทำการไทเทรตสารละลายจากข้อ 3.3.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) ความเข้มข้น 0.01 M จนสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีฟางข้าวจึงใส่น้ำแป้ง (Starch indicator solution) ลงไปเพื่อทำหน้าทีเป็นอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติการไทเทรตที่แน่นอน รูปที่ 9 (ก) (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 9 (ก) ไทเทรตจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟางข้าว (ข) ใส่น้ำแป้งลงไปเพื่อบอกจุดยุติการไทเทรต

3.3.4 ไทเทรตสารละลายต่อน้ำแป้งและสารละลายสีจึงหยุดแล้วทำการบันทึกปริมาณสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) ความเข้มข้น 0.01 M ที่ใช้ไปลงในตารางที่ 2 รูปที่ 10 (ก) (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 10 (ก) การใส่น้ำแป้งลงไปเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติการไทเทรต (ข) หลังทำการไทเทรตแล้วทำการบันทึกปริมาณสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) ที่ใช้ไปลงในตารางที่ 2

3.3.5 ทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อที่ (3.3.1 - 3.3.4) โดยใช้อากาศทั่วไปและออกซิเจนอุตสาหกรรมเพิ่มระยะเวลาเป็น 1,2,3,4 และ 5 นาทีตามลำดับแล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2

3.3.6 นำผลการทดลองที่ได้จากตารางที่ 2 หาความเข้มข้นโอโซนที่ผลิตได้ (mg/L) จากสมการ (3) แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 3

3.4 การหาปริมาณการผลิตก๊าซโอโซนจากอิเล็กโตรดแบบทรงกระบอกซ้อนกันร่วมที่แรงดัน 1.12 kV ความถี่ 20 kHz Duty Cycle 20 % ควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ 30L/min

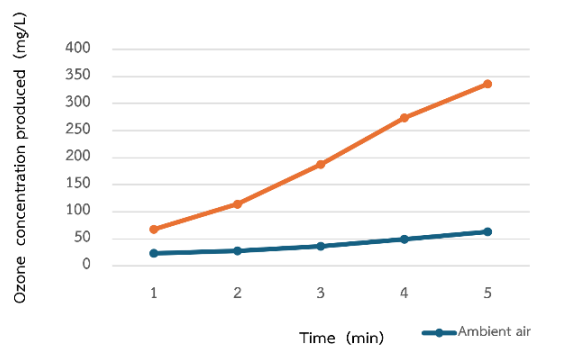
ตารางที่ 2 ปริมาตรของ $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ที่ใช้ในการไทเทรต (mL) เพื่อหาความเข้มข้นของโอโซน ระหว่างอากาศทั่วไปและออกซิเจนอุตสาหกรรม

ระยะเวลาสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ผ่านโอโซน (นาที)	ปริมาตรของ $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ที่ใช้ไป (mL)	
	อากาศทั่วไป	ออกซิเจนอุตสาหกรรม
1	9.5	28
2	11.5	47.5
3	15	78
4	20.5	114
5	26	140

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นโอโซนที่ผลิตได้ mg/L

ระยะเวลาที่ผ่านโอโซน (นาที)	ความเข้มข้นของโอโซนที่ผลิตได้ mg/L				
	1	2	3	4	5
อากาศทั่วไป	22.8	27.6	36	49.2	62.5
ออกซิเจนอุตสาหกรรม	67.2	114	187.2	273.6	336

Effect of Gas Type on Ozone Generation Efficiency
Using a Coaxial Mesh Electrode under a High-Voltage Electric Field



รูปที่ 11 ความเข้มข้นของโอโซนที่ผลิต (mg/L) เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 11 จะเห็นว่าเมื่อช่วงเวลาเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 1, 2, 3, 4, 5 นาที ผลการทดสอบอากาศทั่วไปและออกซิเจนอุตสาหกรรม ความเข้มข้นของโอโซนจะเพิ่มมากขึ้นตามช่วงเวลาจากน้อยไปมาก ในช่วงเวลาเดียวกันจะเห็นว่าก๊าซออกซิเจนอุตสาหกรรมให้ความเข้มข้นของโอโซนออกมามากกว่าอากาศทั่วไปอย่างชัดเจน

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดก๊าซต่อประสิทธิภาพการผลิตโอโซน ซึ่งถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นอิเล็กโตรดทรงกระบอกซ้อนกันร่วมภายในหลอดแก้ว ส่วนเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงแบบสวิตชิง ใช้วงจรพลาสมาคอนเวอร์เตอร์ควบคุมด้วยไอซี TL494 และ

เพาเวอร์มอสเฟต เบอร์ TRF460 เพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันสูงสำหรับกระตุ้นการเกิดโอโซน การทดลองดำเนินการภายใต้เงื่อนไขแรงดันไฟฟ้าประมาณ 1.12 kV ความถี่ 20 kHz และ Duty Cycle 20% โดยควบคุมอัตราการไหลของก๊าซที่ 30 ลิตร/นาที่ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตโอโซนระหว่างก๊าซอากาศทั่วไปกับออกซิเจนอุตสาหกรรม ผลการทดลองพบว่า การใช้ก๊าซออกซิเจนอุตสาหกรรม สามารถผลิตโอโซนได้ที่มีความเข้มข้น 336 mg/L ในขณะที่ก๊าซอากาศทั่วไปให้ความเข้มข้นเพียง 62.4 mg/L ภายในระยะเวลา 5 นาที ผลลัพธ์ชี้ให้เห็นว่าชนิดของก๊าซส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตโอโซนอย่างมีนัยสำคัญ โดยออกซิเจนอุตสาหกรรมให้ผลการผลิตที่ดีกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบผลิตโอโซนที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อตอบโต้ภัยด้านอุตสาหกรรม การบำบัดน้ำเสีย และการควบคุมคุณภาพอากาศในอาคารได้อย่างเหมาะสม

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายเจนวิทย์ ตั้งเจริญวรคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่ให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังที่ให้คำปรึกษา และครูแผนกวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่คอยดูแลและอำนวยความสะดวกในการทดสอบทางเคมี ให้คำแนะนำและคำปรึกษาแก่ผู้จัดทำเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] เสน่ห์ สาธาลัย และวีระเชษฐ์ ชื่นเงิน, “การศึกษาผลของอุณหภูมิภายในแท่งอิเล็กโตรดเพื่อการผลิตโอโซน,” วิศวกรรมสาร มข., ปีที่ 36, หน้า 323-331
- [2] ปิยะพงษ์ สัตยชัย, “การสร้างก๊าซโอโซนโดยการออกแบบแหล่งจ่ายไฟแรงดันสูงของวงจร Fly - back Converter,” ปรินญา นิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [3] S. Arampoon, “Design and Analysis of a Low- Power High-Voltage High-Frequency Ozone Generator using battery and solar cell as a common power supply,” Thesis Master of Engineering in Electrical Engineering, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang
- [4] S. Ketkaew, “Ozone Gas Generation Using High Voltage at High Frequency Electric Field,” UBU Academic Journal, Vol.8 (3), pp. 96-107.
- [5] S. Ketkaew and W. Wongviwat, “A Study of Switching Frequency Changing in Full Bridge Inverter of Ozone Generating Quantity,” Ladkrabang Engineering Journal, Vol. 21 (4), pp 72-76
- [6] C. Sakaree, B. Tangkayan, D. Pomsung and N. Phantuna, “Design Machine with Corona Discharge of wastewater Treatment,” Proceedings of the 5th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2013), 27-29 March 2013, Hua Hin Grand Hotel&Plaza Prachuabkhirikhan, pp. 485-488.

- [7] P. Jongpasert, M. Sudsawas and N. Janpajit, “Deodorizing Shoe-Cabine by Using Ozone,” A Thesis Bachelor of Engineering Program in Electronics Engineering. Southeast Asia University

ประวัติผู้เขียนบทความ



นายชัยพิชิต ฝิวอ่อน

ปัจจุบันรับราชการครู แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

ประวัติการศึกษา ปทส.สาขาวิชาครูเทคนิคไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

ค.อ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

งานวิจัยที่สนใจ การผลิตก๊าซโอโซนเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีเพื่อการเกษตรอัจฉริยะและพลังงานทดแทน



นายเสมอศักดิ์ สุดา

ปัจจุบันรับราชการครู แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

ประวัติการศึกษา ปทส.สาขาวิชาครูเทคนิคไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

งานวิจัยที่สนใจ ระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบสกาตาแก้ปัญหาทางงานอุตสาหกรรม



นายวุฒิชัย ชุมพลรัง

ปัจจุบันรับราชการครู แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

ประวัติการศึกษา

วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออกเฉยเหนือ นครราชสีมา ค.อ.ม.สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยที่สนใจ วิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



นางนงนุช เดตพิทักษ์ ปัจจุบันรับราชการครู

ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

ประวัติการศึกษา ปทส.สาขาวิชาครูเทคนิคไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่สนใจ การวัดและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



นางสาวมนิรัตน์ ผดุงศิลป์

ปัจจุบันรับราชการครู แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

ประวัติการศึกษา วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บัณฑิตวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ (ในพระบรมราชูปถัมภ์) งานวิจัยที่สนใจ อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ตัวควบคุมแบบ PLCพลังงานอัจฉริยะ