

การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงแรงสูงในการสร้างโคโรนา และพลาสมาไอออนไนเซชัน

The Experimental Investigation of Electrical Energy of a High Voltage Transformer for Generating Corona and Plasma Ionizations

วิสูตร อาสนวิจิตร มงคล ไชยวงศ์ อาทิตย์ ยาวุทธิ พานิช อินต๊ะ

กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีการวัดและควบคุมอนุภาคแขวนลอย วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทร 089-755-1985 E-mail: panich.intra@yahoo.com

Visut Asanavijit Mongkol Chaiwong Artit Yawootti Panich Intra

Research Group of Aerosol Measurement and Control Technology, College of Integrated Science and Technology,
Rajamankala University of Technology Lanna, Chiang Mai 50300 Tel. 089-755-1985 E-mail: panich.intra@yahoo.com

บทคัดย่อ

โคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันเป็นหนึ่งในจำนวนเทคนิคทั่วไปที่ใช้ในการสร้างไอออนที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งปรากฏการณ์นี้ถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม เช่น การเคลือบและการตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต การอัดประจุไฟฟ้าสถิตโดยโคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันยังถูกนำไปใช้ในการวัดการแจกแจงขนาดของละอองลอยด้วยการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวเชิงไฟฟ้า โดยปกติแล้วโคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันจะถูกสร้างโดยแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงสูงในการศึกษานี้ได้ทำการทดลองการเกิดปรากฏการณ์โคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันกับขั้วอิเล็กโทรดแบบเข็มโดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงแบบขดลวดขนาด 15 กิโลโวลต์ มีการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า ฮาร์โมนิก เพาเวอร์แฟกเตอร์ขาเข้าด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามาตรฐานและเครื่องบันทึกคุณภาพไฟฟ้าของ Fluke โมเดล 435 ผลการวิจัยพบว่าโคโรนาไอออนไนเซชันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระดับที่ต่ำกว่าพลาสมาไอออนไนเซชันและการเกิดโคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันแต่ละแบบยังขึ้นอยู่กับระดับแรงดันทางไฟฟ้าที่จ่ายใช้ ขั้วอิเล็กโทรดและระยะห่างของขั้วอิเล็กโทรด

Abstract

Corona and plasma ionizations are among the most common techniques to generate high ion concentrations. This phenomenon is widely used in many industrial such as electrostatic coating and precipitation. Electrostatic charging by corona and plasma ionizations is also commonly employed in measuring aerosol size distribution by electrical mobility analysis. Corona and plasma ionization was produced by a high voltage

power supply. In this study, electrical energy analysis of a welding high voltage transformer of 15 kV with needle-to-point electrodes for generating corona and plasma ionization was experimentally investigated. The experiments were analyzed the electric energy input, and harmonic, and power factor by the standard electrical instrument and the power quality recorder (Fluke model 435). It was found from the results that corona ionization was used electrical energy less than plasma ionization, these ionization are also depended on the applied electrical potential and the electrode gap.

1. บทนำ

ไฟฟ้าแรงดันสูง (high voltage) ยานโคโรนา (corona) เป็นปรากฏการณ์ที่ตัวนำมีการถ่ายเทพลังงานให้แก่อากาศแวดล้อมโดยอาจเกิดผลของกำลังสูญเสีย คลื่นรบกวนในระบบสื่อสาร แสง เสียง ก๊าซโอโซน (ozone gas) และปล่อยไอออน (ion generation) เป็นต้น ส่วนยานพลาสมา (plasma) มีระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าสามารถเห็นปรากฏการณ์เบื้องต้นเหมือนกับยานโคโรนา แต่ชัดเจนมากกว่า จนทำให้อากาศแวดล้อมเปลี่ยนแปลงสถานะจากฉนวนเป็นตัวนำ ซึ่งทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถข้ามผ่านขั้วอิเล็กโทรดได้ หรือที่เรียกว่าปรากฏการณ์เบรกดาวน์ [1]

จากที่กล่าวมาในข้างต้น ไฟฟ้าแรงสูงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในทางอุตสาหกรรม เช่น การตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitation) ในการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร [2] เครื่องฟอกอากาศ (electrical air filter) [3] การเผาขยะด้วยความร้อนในยานพลาสมา [4] การสลายอนุภาคทาร์ (Tar removal) ด้วยพลาสมา [5]

นอกจากนี้ยังใช้ในการวัดและคัดแยกขนาดของละอองลอย (size measurement and classification) ด้วยการเคลื่อนตัวเชิงไฟฟ้า (electrical mobility) [6 - 7] สำหรับใส่ประจุให้อนุภาคละอองลอย (aerosol charging) สำหรับเครื่องวิเคราะห์ขนาดและจำนวนอนุภาค [8] ใช้ในเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิตสำหรับการกำจัดฝุ่นละอองจากเตาเผาขยะ [9 - 10] ตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น ไฟฟ้าสูงดันสูงจึงมีความจำเป็นต่อการสร้างโคโรนาและพลาสมาไอออนในเซชันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ดังกล่าว ซึ่งการนำไฟฟ้าแรงสูงไปใช้งานนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ถึงระดับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการประหยัดพลังงานและการจ่ายพลังงานที่เหมาะสม

ดังนั้น การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าในการสร้างไอออนในเซชันที่ระดับต่างๆ จึงมีความสำคัญกับใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงเพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบอุปกรณ์และงานที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์สร้างไอออนในเซชันดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นในบทความวิจัยนี้จึงทำการทดลองการเกิดปรากฏการณ์โคโรนาและพลาสมาไอออนในเซชันกับขั้วอิเล็กโทรดแบบเข็มโดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงแบบขดลวดขนาด 15 กิโลโวลต์ มีการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า ฮาร์มอนิก เพาเวอร์แฟกเตอร์ฯ เข้าด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามาตรฐานและเครื่องบันทึกคุณภาพไฟฟ้า

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในบทความวิจัยนี้ ซึ่งประกอบด้วย สนามไฟฟ้า (electric field) ไอออนในเซชัน (ionization) และโคโรนาดิสชาร์จและพลาสมา (corona discharge and plasma) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 สนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าคือปริมาณซึ่งใช้บรรยายการที่ประจุไฟฟ้าทำให้เกิดแรงกระทำกับอนุภาคมีประจุภายในบริเวณโดยรอบ หน่วยของสนามไฟฟ้าคือ นิวตันต่อคูลอมบ์ หรือโวลต์ต่อเมตร สนามไฟฟ้านั้นประกอบขึ้นจากโฟตอนและมีพลังงานไฟฟ้าเก็บอยู่ ซึ่งขนาดของความหนาแน่นของพลังงานขึ้นกับกำลังสองของความหนาแน่นของสนามในกรณีของไฟฟ้าสถิต สนามไฟฟ้าประกอบขึ้นจากการแลกเปลี่ยนโฟตอนเสมือนระหว่างอนุภาคมีประจุ ส่วนในกรณีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น สนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปพร้อมกับสนามแม่เหล็ก โดยมีการไหลของพลังงานจริง และประกอบขึ้นจากโฟตอนจริง [11] สนามไฟฟ้า E สามารถคำนวณได้จากสัดส่วนของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ขั้วอิเล็กโทรด V กับระยะห่างของขั้วอิเล็กโทรด d คือ

$$E = V / d \quad (1)$$

2.2 ไอออนในเซชัน

อิเล็กตรอน (electron) ชั้นนอกสุดในอะตอมของธาตุจะมีพลังงานต่ำสุด เมื่อได้รับพลังงานจากภายนอก จะทำให้อิเล็กตรอนชั้นนอกสุดของอะตอมเปลี่ยนสถานะจากสถานะที่มีพลังงานต่ำไปสู่สถานะที่มีพลังงานสูง ปรากฏการณ์ที่ทำให้ให้อิเล็กตรอนยังคงอยู่ในอะตอมเราเรียกว่า อิเล็กตรอนถูกกระตุ้น (excitation) แต่ถ้าอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การแตกตัวเป็นไอออน (ionization) คือการแตกตัวเป็นไอออนบวกและอิเล็กตรอน [12]



รูปที่ 1 หม้อแปลงแรงสูงที่ใช้ในการทดสอบ

2.3 โคโรนาดิสชาร์จและพลาสมา

ในบริเวณสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเช่นที่อิเล็กโทรดไฟฟ้าแบบเข็มพบว่าความเข้มของสนามไฟฟ้าจะแตกต่างกันตามแต่ละบริเวณ เมื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วอิเล็กโทรด จะทำให้ความเข้มของสนามไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น เกิดการแตกตัวเป็นไอออนมากขึ้น และสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าในระดับไมโครแอม (uA) ซึ่งกล่าวได้ว่า ค่าระดับแรงดันนี้เป็นเงื่อนไขสำหรับการเกิดการดิสชาร์จแบบประทุทั้งหมด ซึ่งเรียกรวมการดิสชาร์จแบบประทุตัวเองที่เกิดขึ้นก่อนการเบรกดาวนว่า “โคโรนา” และในขณะที่อะตอมเกิดการแตกตัวเป็นไอออนหากสังเกตเห็นการเรืองแสงที่ปลายอิเล็กโทรดไฟฟ้าปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “พลาสมา” [13]

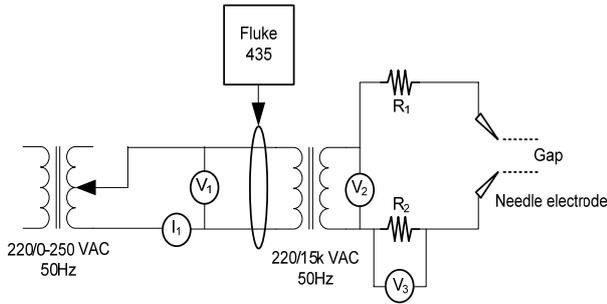
3. อุปกรณ์และระเบียบวิธีการทดลอง

3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง

แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงแบบกระแสสลับ (AC high voltage transformer) แบบ Normal P.F. รุ่น EX230A15N ของบริษัท LECIP ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 ซึ่งมีแรงดันขาออกขนาด 15,000 โวลต์ 30 มิลลิแอมป์ และความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ โดยที่ด้านปฐมภูมิ (primary) ต่อกับชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับค่าได้ (AC voltage regulator) 0 ถึง 250 โวลต์ 50-60 Hz โมเดล SD-8 ของบริษัท STENDAL เมื่อต่อวงจรร่วมกันทางไฟฟ้าแล้วจะสามารถปรับค่าไฟฟ้าแรงดันสูงได้ที่ชุดจ่ายแรงดันแบบปรับค่านี้

3.2 เครื่องวัดและวิเคราะห์ทางไฟฟ้า

เครื่องมือวัดและวิเคราะห์ทางไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย แคลมป์มิเตอร์แบบดิจิตอล (digital clamp meter) ความละเอียด 3 1/2 หลัก การแยกขีด 0.1 แอมแปร์ ของบริษัท KYORITSU โมเดล 2017 เครื่องบันทึกคุณภาพไฟฟ้า (power quality analysis) ของ Fluke 435 สำหรับวัดค่าปริมาณกระแสไฟฟ้าอินพุต กำลังงานอินพุต ฮาร์มอนิก และเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง [13 - 14] ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าแรงสูงใช้เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าแบบดิจิตอล (digital volt meter) ความละเอียด 3 1/2 หลัก การแยกขีด 1 โวลต์ ของบริษัท DIGICON โมเดล DM-815 ร่วมกับการคำนวณด้วยอัตราส่วนหม้อแปลง ส่วนเครื่องมือวัดอื่นๆ ได้แก่ เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอนาล็อก การแยกขีด 1 องศาเซลเซียส เพื่อวัดค่าอุณหภูมิห้องขณะทำการทดลองและเครื่องถ่ายภาพอินฟราเรด บริษัท Fluke โมเดล Ti-30 [15]



รูปที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าของการทดลองนี้

ตารางที่ 1 การหาค่าพลังงานที่หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง

พารามิเตอร์ทางไฟฟ้า	หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง	
	ด้านปฐมภูมิ	ด้านทุติยภูมิ
กระแสไฟฟ้า	แคลมป์มิเตอร์ (I ₁)	จากสมการ (1)
แรงดันไฟฟ้า	โวลต์มิเตอร์ (V ₁)	จากสมการ (2)
ฮาร์มอนิก	Fluke 435	-
เพาเวอร์แฟกเตอร์	Fluke 435	-

ตารางที่ 2 เงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปร	ช่วงที่กำหนด
แรงดันไฟฟ้า	0 ถึง 15,000 กิโลโวลต์
ระยะห่างของขั้วอิเล็กโทรด	10, 15, 20 มม.
ลักษณะของขั้วอิเล็กโทรด	เข็มปลายแหลม
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอิเล็กโทรด	1 มม.
ความถี่	50 เฮิร์ตซ์
ชนิดแก๊ส	อากาศ
อุณหภูมิ	24 องศาเซลเซียส
ความดันบรรยากาศ	1 บาร์

3.3 ระเบียบวิธีการทดลอง

การวิจัยเป็นการหาค่าพลังงานไฟฟ้าในสภาวะเกิดโคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันที่อิเล็กโทรดแบบหัวเข็มทางขดลวดทางทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง โดยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขระหว่างระยะห่างอิเล็กโทรดและการปรับระดับค่าไฟฟ้าแรงสูง ในรูปที่ 3 เป็นแผนภาพวงจรทางไฟฟ้าของการทดลอง อิเล็กโทรดเป็นเส้นลวดเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. ยาว 50 มม. ติดตั้งบนฉนวนไฟฟ้าโดยวางทำมุมตามแนวระดับ 45 องศา ตัวความต้านทาน R₁ ใช้จำกัดกระแสและตัวต้านทาน R₂ ช่วยในการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่อิเล็กโทรด ซึ่งค่ากระแสปฐมภูมิ (I₁) ได้มาจากแคลมป์มิเตอร์ ค่าแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิ (V₁) ได้มาจากโวลต์มิเตอร์ ค่าพลังงาน ฮาร์มอนิกและเพาเวอร์แฟกเตอร์ทางปฐมภูมิได้มาจากเครื่องบันทึกคุณภาพไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าทุติยภูมิ (I₂) คำนวณได้จากสมการที่ (2) และค่าแรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิ (V₂) คำนวณได้จากสมการที่ (3) ซึ่งสามารถสรุปวิธีการหาค่าพลังงานได้ดังแสดงในตารางที่ 1

$$I_2 = \frac{V_3}{R_2} \quad (2)$$

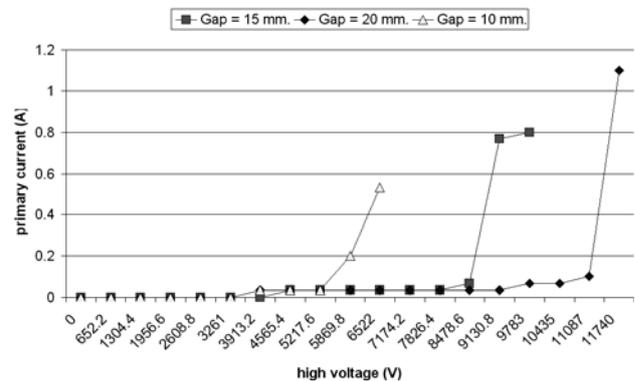
$$V_2 = V_1 \times n \quad (3)$$

เมื่อ V₃ คือแรงดันที่ตัวต้านทาน R₂ และ n คืออัตราส่วนแรงดัน (V₂/V₁) ของหม้อแปลงไฟฟ้าในการทดลองนี้ การทดลองที่ห้องแบบเปิด อุณหภูมิแวดล้อมคงที่ที่ 24 องศาเซลเซียส โดยเริ่มที่การปรับค่าไฟฟ้าแรงสูงด้วยการปรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าของหม้อแปลงแรงสูง จากนั้นบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงแรงสูงที่ทำให้เกิดโคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันที่ระยะห่างอิเล็กโทรดเข็มค่า 10, 15 และ 20 มม. สำหรับเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

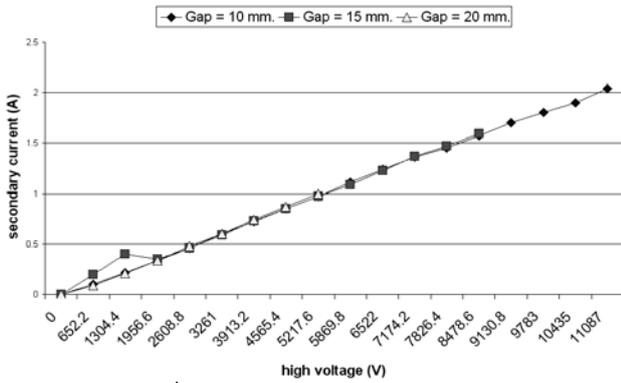
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลกระทบไฟฟ้าทางปฐมภูมิและทุติยภูมิของหม้อแปลงแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งพบว่ากราฟวางตำแหน่งระหว่างอิเล็กโทรดช่วงสั้น 10 มม. ส่งผลให้เกิดการเบรกดาวนในระดับแรงดันประมาณ 5,500 โวลต์ โดยมีค่าน้อยกว่าแรงดันเบรกดาวนของตำแหน่งอิเล็กโทรดช่วงยาว 20 มม. ที่มีค่าประมาณ 11,500 โวลต์ ส่วนกระแสไฟฟ้าทางด้านแรงสูงทำการบันทึกถึงระดับที่มีการเบรกดาวนเท่านั้นเพื่อป้องกันอันตรายจากการจ่ายกระแสเกินพิกัดที่จะเกิดแก่หม้อแปลงแรงสูง โดยพบว่ามีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น ตามรูปที่ 4 และด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงแรงสูงมีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงโคโรนาไอออนไนเซชันที่อิเล็กโทรดระยะ 10 มม. 15 มม. และ 20 มม. เทียบกับช่วงที่เกิดพลาสมาไอออนไนเซชัน คิดเป็น 6.25 %, 8.69% และ 9.09% ตามลำดับ

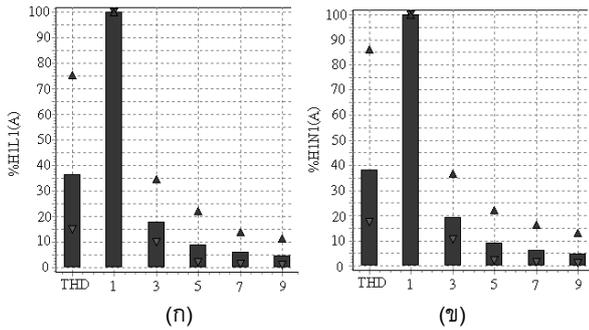
ค่าฮาร์มอนิกของขดลวดทางปฐมภูมิหม้อแปลงไฟฟ้าในย่านโคโรนาไอออนไนเซชันที่สายมีไฟ (line) ในรูปที่ 5 (ก) และที่สายนิวทรัล (neutral) ในรูปที่ 5 (ข) พบว่ามีค่าฮาร์มอนิกโดยรวม (THD) ไม่เกิน 40% ของฮาร์มอนิกมูลฐานโดยฮาร์มอนิกลำดับ 3 มีค่ามากที่สุด และเมื่อทำการเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าให้เปลี่ยนจากช่วงโคโรนาเป็นช่วงพลาสมาไอออนไนเซชันพบว่าค่าฮาร์มอนิกรวมที่สายมีไฟ (line) ในรูปที่ 6 (ก) และที่สายนิวทรัล (neutral) ในรูปที่ 6 (ข) มีค่าลดลง ซึ่งอาจเกิดจากผลการเกิดแรงดันเบรกดาวนที่ขั้วอิเล็กโทรดเข็ม และเมื่อพิจารณาฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 ในช่วงที่ปรับแรงดันไฟสูงเพิ่มขึ้นเพื่อให้เปลี่ยนจากช่วงโคโรนาเป็นพลาสมาไอออนไนเซชันตามรูปที่ 7 พบว่า



รูปที่ 3 กระแสไฟฟ้าด้านขดลวดปฐมภูมิ

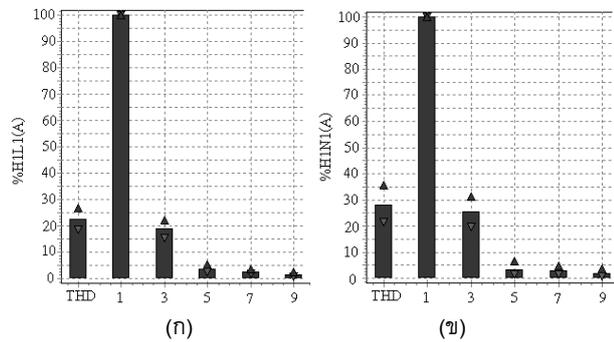


รูปที่ 4 กระแสไฟฟ้าต้านขดลวดทุติยภูมิ



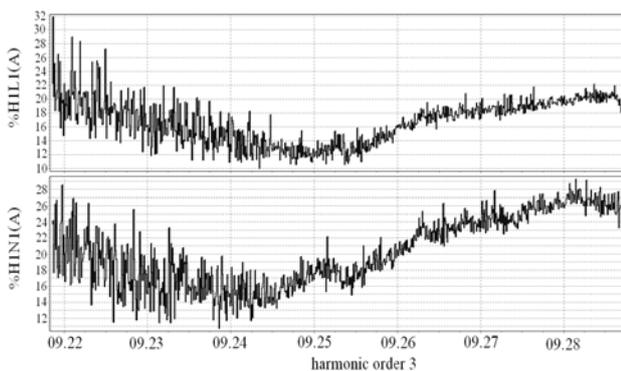
รูปที่ 5 ค่ากระแสฮาร์มอนิกต้านปฐมภูมิในช่วงโคโรนาไอออนไนเซชัน

- (ก) กระแสฮาร์มอนิกที่สายมีไฟ
- (ข) กระแสฮาร์มอนิกที่สายนิวตรอล



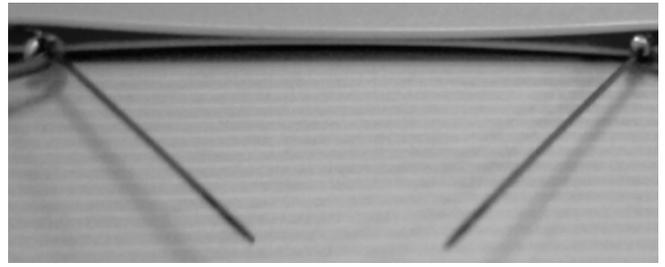
รูปที่ 6 ค่ากระแสฮาร์มอนิกต้านปฐมภูมิในช่วงพลาสมาไอออนไนเซชัน

- (ก) กระแสฮาร์มอนิกที่สายมีไฟ
- (ข) กระแสฮาร์มอนิกที่สายนิวตรอล

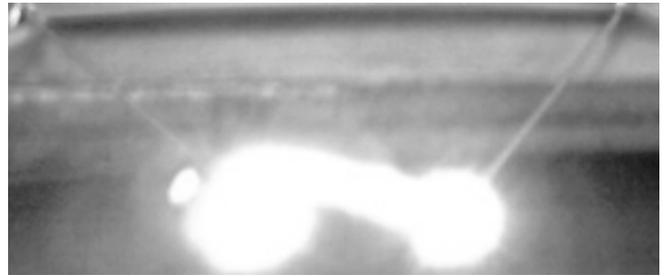


รูปที่ 7 ฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 ในช่วงโคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชัน

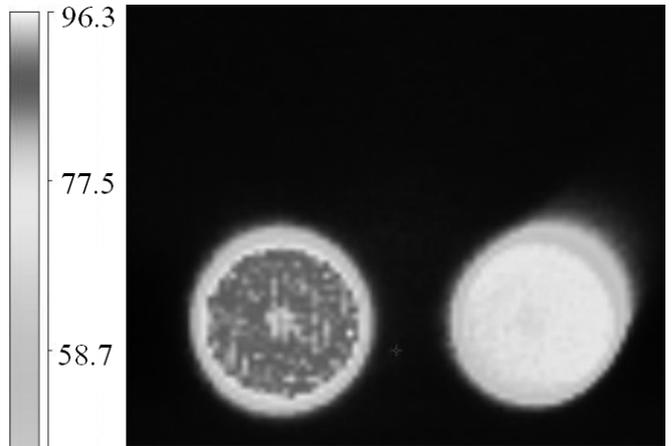
- (บน) ฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 ที่สายมีไฟ
- (ล่าง) ฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 ที่สายนิวตรอล



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 8 อิเล็กโทรดแบบเข็มและภาพถ่ายอินฟราเรด

- (ก) อิเล็กโทรดแบบเข็ม
- (ข) สภาวะการเกิดเบรกดาวน์
- (ค) ภาพถ่ายอินฟราเรดขณะเกิดการเบรกดาวน์

ค่าฮาร์มอนิกที่สายมีไฟในรูปที่ 7 (บน) และที่สายนิวตรอลในรูปที่ 7 (ล่าง) ในช่วงโคโรนามีการแกว่งในช่วงกว้างมากกว่าในช่วงพลาสมาที่มีการแกว่งน้อยกว่า และขณะที่เกิดการเบรกดาวน์ที่ปลายอิเล็กโทรดเข็มตามรูปที่ 8 (ข) มีการบันทึกภาพอินฟราเรด ในรูปที่ 8 (ค) โดยพบว่ามีค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ระดับ 96.3 องศาเซลเซียส สำหรับค่าเพาเวอร์แพ็คเกจจอร์ไม่สามารถอ่านค่าได้จากเครื่องบันทึกเนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ใช้กำลังไฟฟ้าต้านปฐมภูมิขณะทำการทดลองในปริมาณที่น้อยกว่าที่เครื่องจะสามารถบันทึกค่าได้

ในช่วงที่เกิดการเบรกดาวน์ที่ขั้วอิเล็กโทรดสังเกตเห็นเครื่องวัดแรงดันเริ่มแสดงค่าเปลี่ยนแปลงตามปรากฏการเบรกดาวน์ ซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากผลการเบรกดาวน์สร้างความถี่แฝงเข้ามาในวงจร ส่งผลให้เครื่องวัดแรงดันอ่านค่าผิดพลาด หากต้องการศึกษายานพลาสมา

ไอออนไนเซชันขณะที่มีการเบรกตัวนำที่อิเล็กโทรด ควรหาเครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับความถี่รบกวนดังกล่าว

5. สรุปผลการวิจัย

ในบทความวิจัยนี้ได้ทำการทดลองการเกิดปรากฏการณ์โคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันกับขั้วอิเล็กโทรดแบบเข็มโดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงแบบขดลวดขนาด 15 กิโลโวลต์ โดยทำการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า ฮาร์โมนิก เพาเวอร์แฟกเตอร์เข้าด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามาตรฐานและเครื่องบันทึกคุณภาพไฟฟ้า ในการศึกษานี้ได้สร้างไฟฟ้าแรงสูงเพื่อให้เกิดโคโรนาและพลาสมาไอออนไนเซชันที่อิเล็กโทรดแบบเข็มแล้วทำการวัดพลังงานไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่าในช่วงการเกิดโคโรนาไอออนไนเซชันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่น้อยกว่าช่วงพลาสมาไอออนไนเซชันไม่ถึง 10 % และในการประยุกต์ใช้งานไฟฟ้าแรงสูงในย่านโคโรนาไอออนไนเซชัน เช่นในเครื่องฟอกอากาศ การแพร่กระจายของผงหมึกในเครื่องถ่ายเอกสาร หรือเครื่องตกตะกอนอนุภาคแขวนลอยในอากาศ เป็นต้น จะใช้กำลังงานไฟฟ้าในระดับต่ำ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผลการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรมภายใต้โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สวทช. ภาคเหนือ รหัสโครงการ MT-RD-2553-02 และศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

7. เอกสารอ้างอิง

1. อำนาจ สุขศรี, เอกสารการสอน “แนะนำโคโรนา”, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, <http://eestaff.kku.ac.th:80/~amnart/main/main.html>, กุมภาพันธ์ 2553.
2. Satomi et al, “Electrostatic Copying Machine”, United States Patent, 4,187,204, Feb. 5, 1980.
3. Manfred R. Burger, “Air Purification Electrostatic Charcoal Filter and Method”, United States Patent, 4,244,710, Jan. 13, 1981.
4. ปรีญ คงระพันธ์, “การพัฒนาหัวเผาพลาสมาความร้อนสำหรับการกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์” เอกสารวิทยานิพนธ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551.

5. ภาสกร อินถาสาน, “การสลายน้ำมันดินเบาโดยวิธีทางพลาสมา”, เอกสารวิทยานิพนธ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551.
6. Intra, P. and Tippayawong, N., “An overview of differential mobility analyzers for size classification of nanometer-sized aerosol particles”, Songklanakarin Journal of Science and Technology, Vol. 30, No. 2, pp. 243 – 256, 2008.
7. Intra, P. and Tippayawong, N., “An overview of aerosol particle sensors for size distribution measurement”, Maejo International Journal of Science and Technology, Vol.1, No. 2, pp. 120 – 136, 2007.
8. Intra, P. and Tippayawong, N., “Progress in unipolar corona discharger designs for airborne particle charging: A literature review”, Journal of Electrostatics, Vol. 67, No.4, pp. 605 – 615, 2009.
9. พานิช อินต๊ะ ประวิทย์ ลีเหมือดภัย และ นคร ทิพย์าวงศ์, “ทฤษฎีและการออกแบบเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิตสำหรับการกำจัดอนุภาคแขวนลอยจากเตาเผาชีวมวล”, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 5, พิษณุโลก, 29 เมษายน – 1 พฤษภาคม 2552.
10. Intra, P., Limueadphai, P. and Tippayawong, N., “Removal of Exhaust Particulate Matter from Biomass Furnace using a Multiple-Tube Electrostatic Trap”, World Renewable Energy Congress 2009 – Asia, BITEC, Bangkok, Thailand, 19 – 22 May, 2009.
11. วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, “สนามไฟฟ้า”, <http://th.wikipedia.org/>, กุมภาพันธ์ 2553.
12. วิเชียร เบญจวัฒนาผล, “วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, สำนักพิมพ์ดวงกมลสมัย 2538.
13. ชรินทร์ มณีวรรณ วิเชษฐ ทิพย์ประเสริฐและอาทิตย์ ยาวุฑฒิ, “การตรวจวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าในอาคารด้วยภาพถ่ายความร้อน”, วนิชาการมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ครั้งที่ 4 “วิถีวิจัย-นวัตกรรมเพื่อชีวิต”, หน้า 482, 2551.
14. วิเชษฐ ทิพย์ประเสริฐ อาทิตย์ ยาวุฑฒิ และชรินทร์ มณีวรรณ, “การตรวจวิเคราะห์คุณภาพระบบไฟฟ้าสำหรับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า EENET2008, ม.เทคโนโลยีราชมงคล, หน้า 290, 2551 .
15. Fluke 43B, “Power Quality Analyzer”, Application Guide, April 2001