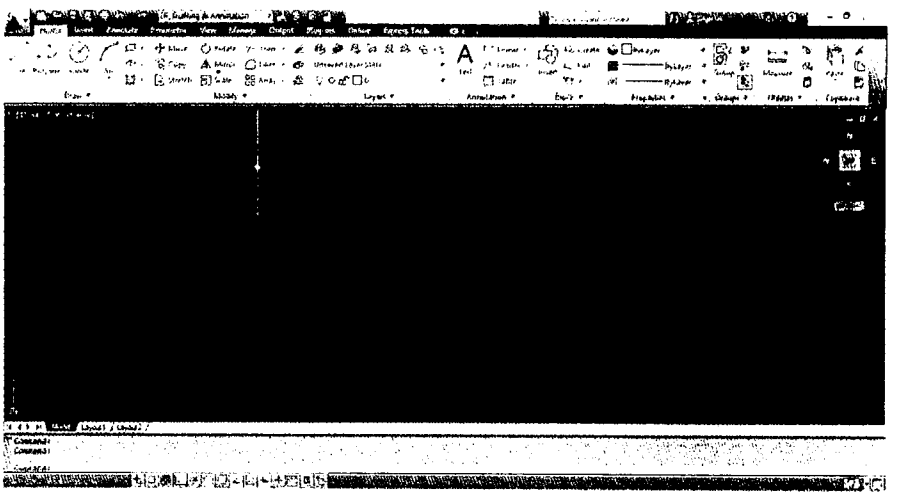
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรม AUTOCAD ที่ใช้ในการวาดรูป

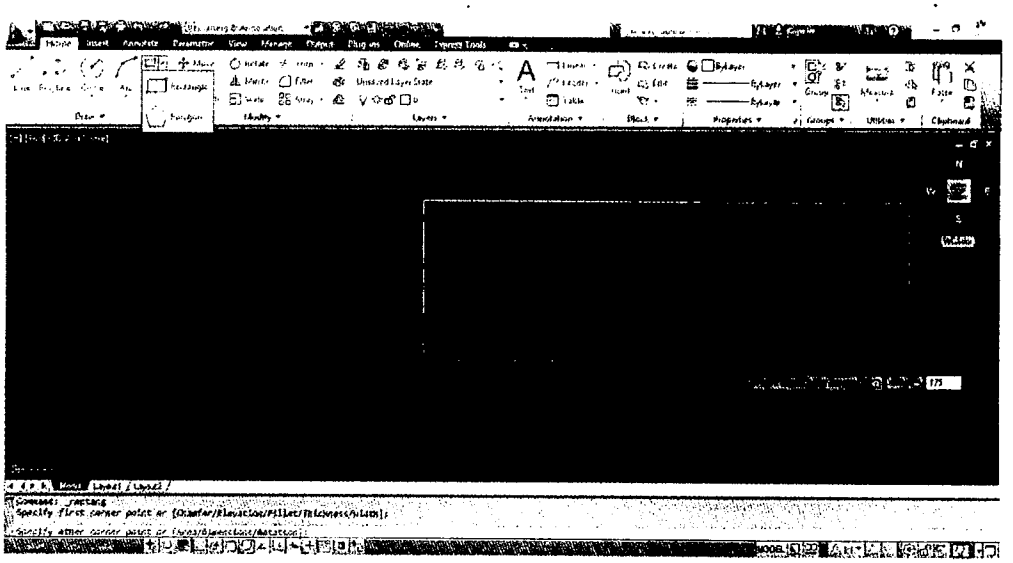
ในภาคผนวก ก นี้จะเป็นการนำเสนอตัวอย่างการวาดภาพโดยใช้โปรแกรม AutoCAD โปรแกรม AutoCAD คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบ เขียนแบบและผลิตงานออกแบบที่เกี่ยวข้องได้ในเกือบทุกประเภท เป็นโปรแกรมที่ใช้กันอย่างกว้างขวางและจะเห็นได้ชัดในการนำไปใช้งานออกแบบทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรม งานสำรวจ ตกแต่งภายใน แผนที่ ตลอดจนงานออกแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องกล ฯลฯ โดยภาพที่ ก.1 แสดงส่วนเริ่มต้นการวาดภาพของโปรแกรม AutoCAD



ภาพที่ ก.1 ส่วนเริ่มต้นการวาดภาพโดยโปรแกรม AutoCAD

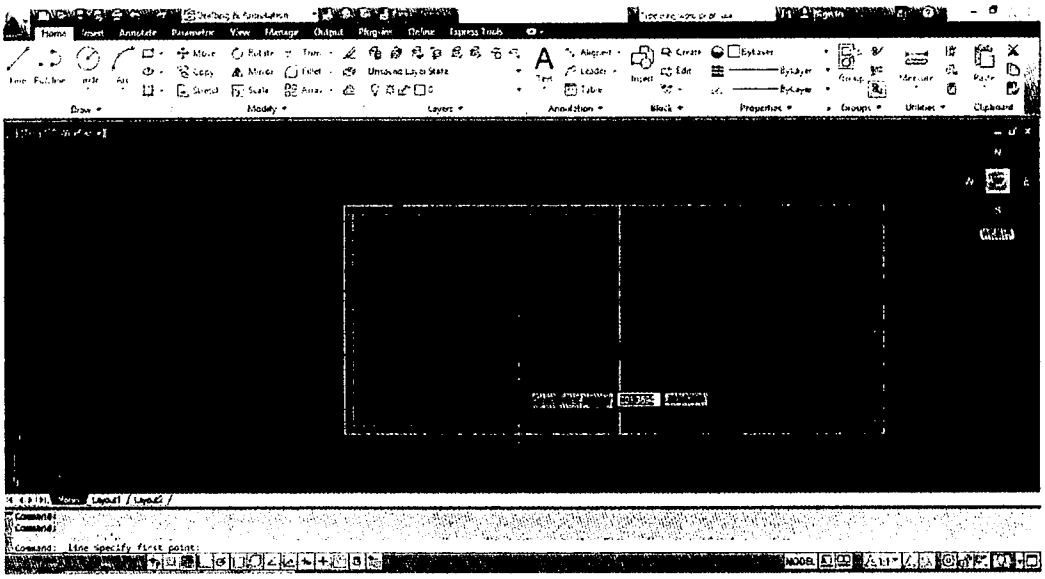
1. ขั้นตอนการวาดภาพและกำหนดขนาดของเส้น

วาดรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้คำสั่ง Rectangle ลากเป็นรูปสี่เหลี่ยม กำหนดความยาวที่ 400 mm แล้วกด Tab ความกว้าง 175 mm แล้วกด Enter แสดงดังภาพที่ ก.2



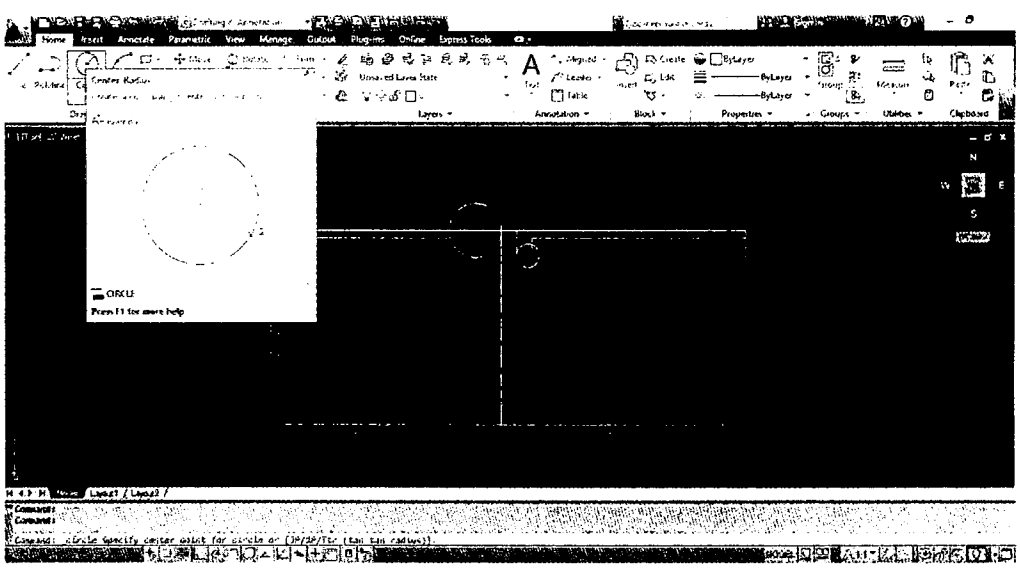
ภาพที่ ก.2 ขั้นตอนการวาดรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้คำสั่ง Rectangle

วาดโดยใช้คำสั่ง Line เป็นการวาดเส้นตรง โดยการคลิกที่จุดที่ต้องการจะวาดแล้วดึงไปทิศทางที่ต้องการ และกำหนดความยาว จากนั้นกด Tab เพื่อกำหนดองศา แสดงดังภาพที่ ก.3



ภาพที่ ก.3 ขั้นตอนการวาดโดยใช้คำสั่ง Line

วาดภาพโดยใช้คำสั่ง Circle เป็นการวาดภาพวงกลม โดยการคลิกที่คำสั่ง Circle แล้วคลิกตำแหน่งที่จะวาด จากนั้นกำหนดรัศมี กด Enter แสดงดังภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.4 ขั้นตอนการวาดโดยใช้คำสั่ง Circle

2. การตัดเส้นที่ไม่ต้องการหลังวาดภาพเสร็จ

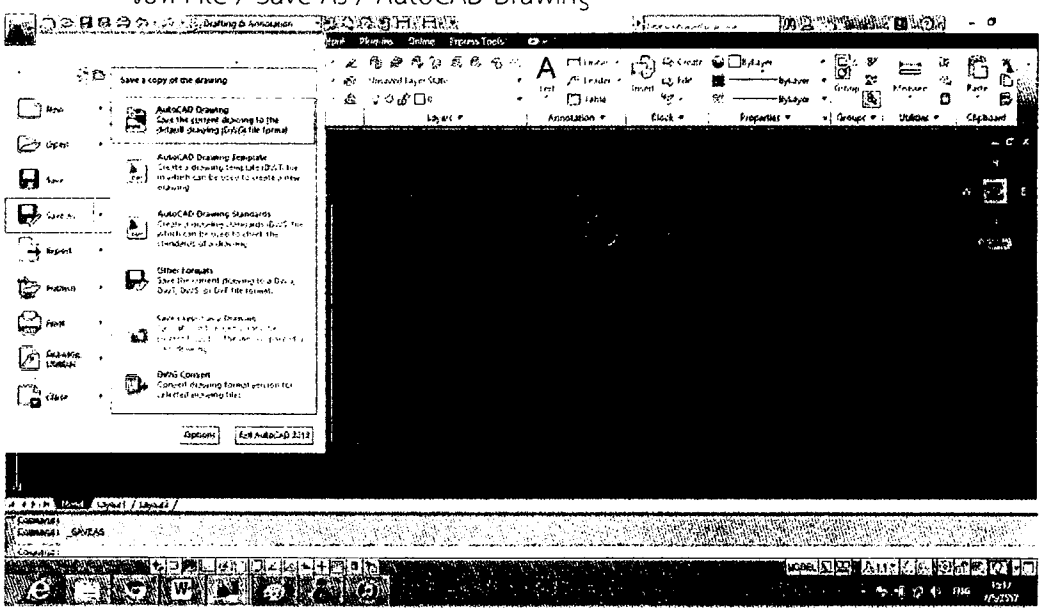
การตัดเส้นที่ไม่ต้องการโดยใช้คำสั่ง Trim โดยการคลิกซ้ายที่เส้นทั้งหมดแล้วคลิกขวาหนึ่งครั้ง จากนั้นให้คลิกซ้ายที่เส้นที่ไม่ต้องการเส้นส่วนนั้นจะหายไป จะเหลือแต่เพียงภาพที่ต้องการ แสดงดังภาพที่ ก.5

ภาพที่ ก.5 ขั้นตอนการตัดเส้นที่ไม่ต้องการโดยใช้คำสั่ง Trim

จะเห็นได้ว่าการวาดภาพชิ้นงานในแบบต่างจะเป็นภาพสองมิติ จะเห็นได้ว่าวาดแค่ ครึ่งเดียวคือเป็นภาพที่สมมาตรกันไม่จำเป็นต้องวาดเต็มรูป

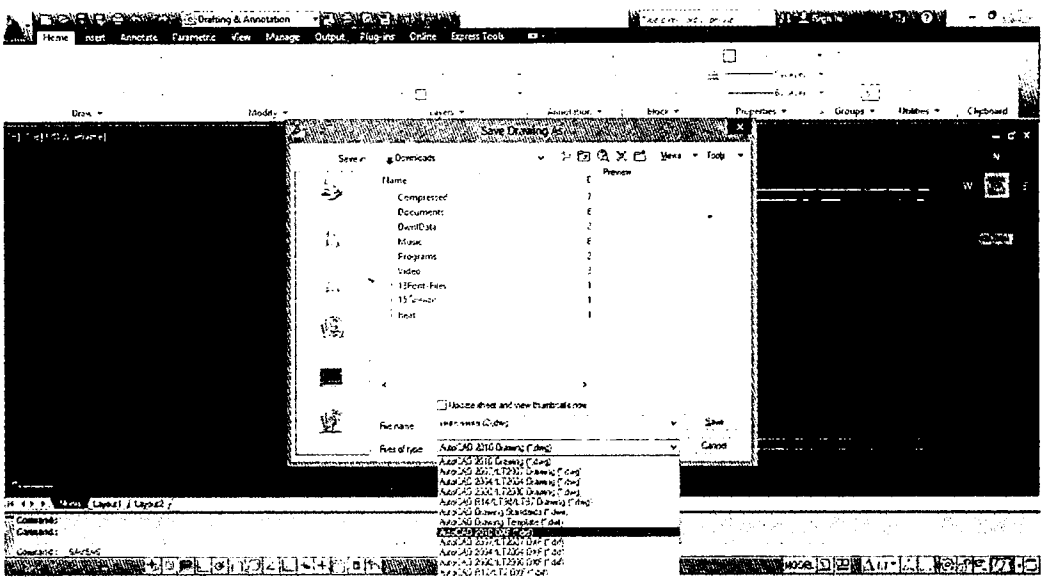
3. การบันทึกรูปเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ไปที่ File / Save As / AutoCAD Drawing



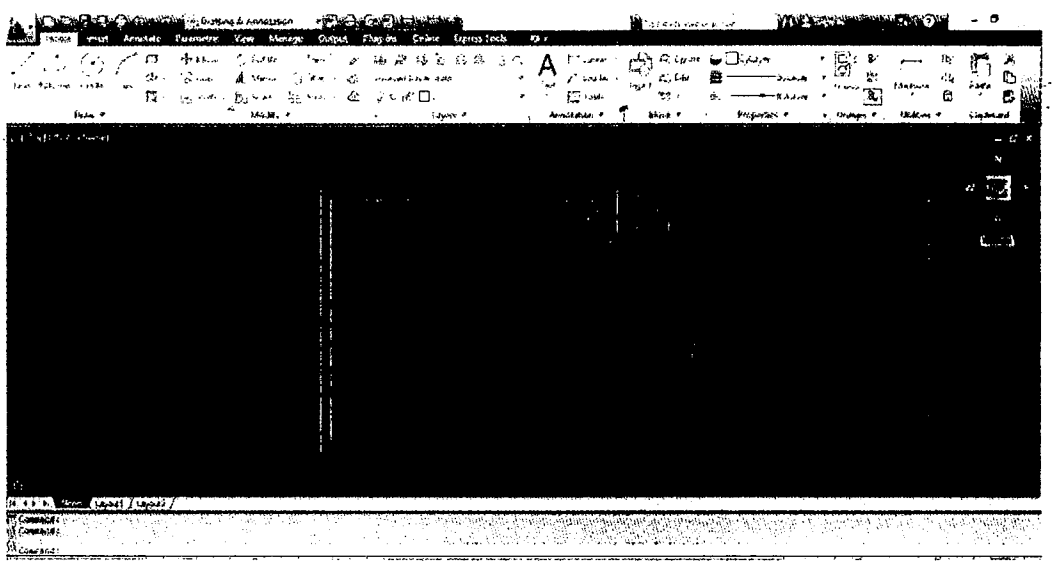
ภาพที่ ก.6 ขั้นตอนการบันทึกรูปเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ทำการบันทึกโดยการตั้งชื่อภาพ เปลี่ยน Files of type ให้เป็นนามสกุล .dxf เพื่อที่จะสามารถนำไป Import เข้ากับโปรแกรม COMSOL Multiphysics ได้ แสดงดังภาพที่ ก.7

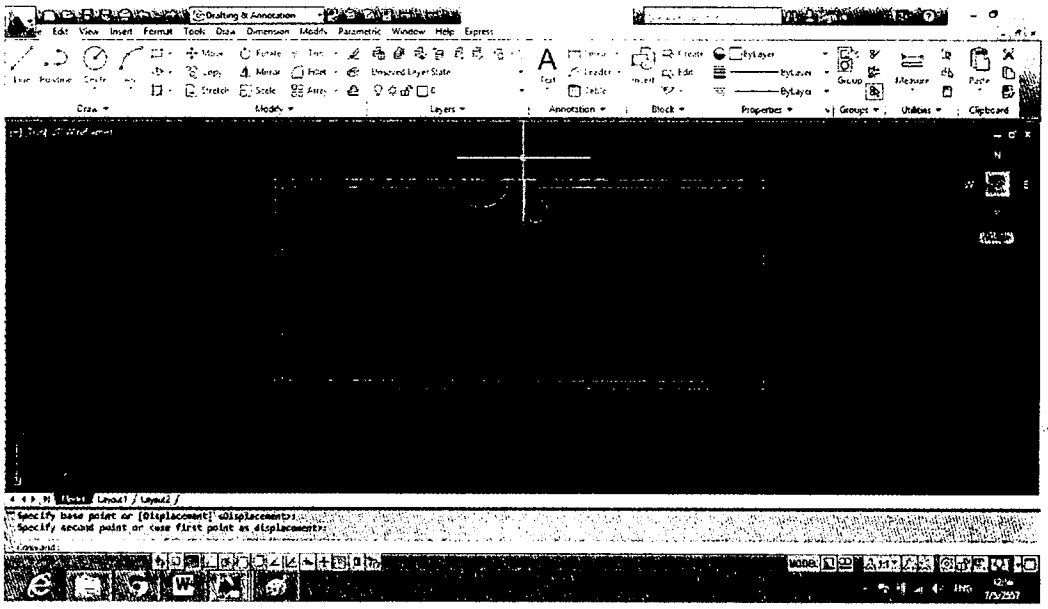


ภาพที่ ก.7 ขั้นตอนการตั้งชื่อภาพและเปลี่ยนเป็นให้เป็นสกุล .dxf

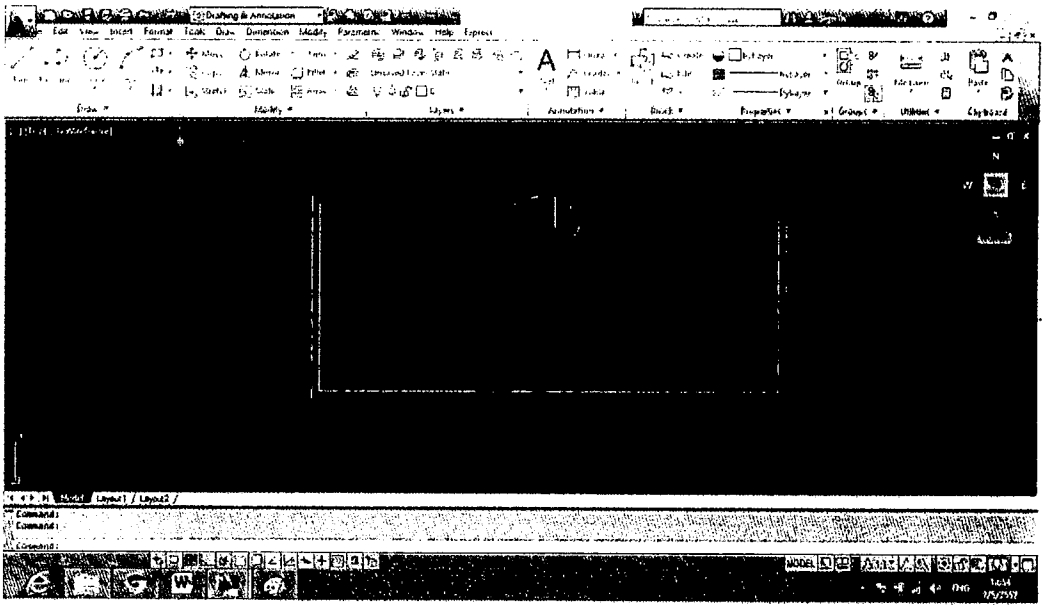
ภาพอิเล็กโทรดต่างๆ ตามกรณีที่ศึกษาทั้ง 3 แบบ ที่วาดเสร็จเรียบร้อยแล้วมีดังต่อไปนี้



ภาพที่ ก.8 ตัวอย่างการวาดรูปชิ้นงานที่มีลักษณะอิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลท
กับอิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลท



ภาพที่ ก.9 ตัวอย่างการวาดรูปชิ้นงานที่มีลักษณะอิเล็กโทรดแบบทรงกลม
กับแผ่นอิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลท



ภาพที่ ก.10 ตัวอย่างการวาดรูปชิ้นงานที่มีลักษณะอิเล็กโทรดแบบปลายแหลม
กับอิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลท

ภาคผนวก ข
งานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่

ภูชิต ถึงสุข และโสภา แซ่เฮ้ง. 2557. การศึกษาผลของสนามไฟฟ้าที่มีต่อเขม่าควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล. ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมเครือข่ายวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 (EENET 2014), ณ โรงแรมมารีไทม์ ปาร์ค แอนสปารีสอร์ท จังหวัดกระบี่. วันที่ 26 – 27 มีนาคม 2557, 185 – 188 น.

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๖

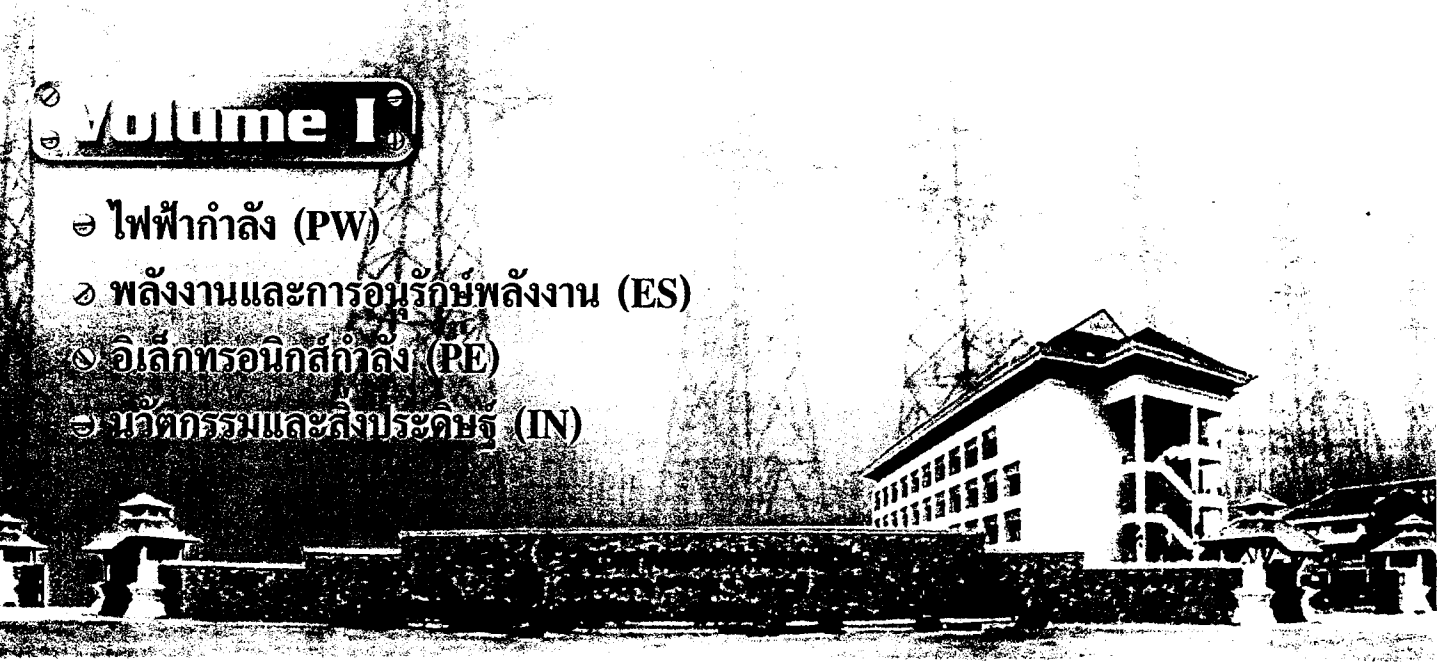
6th Electrical Engineering Network 2014 of Rajamangala University of Technology Conference

นวัตกรรมวิจัยแห่งเทคโนโลยี ตอบสนองเออีซีด้านโครงข่ายพลังงาน

Technology Research Innovation for Responding to the Energy Network of AEC

Volume I

- ไฟฟ้ากำลัง (PW)
- พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน (ES)
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)
- นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (IN)



๒๖ - ๒๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

ณ มารีไทม์ ปาร์คแอนสปารีสอร์ท จังหวัดกระบี่

ดำเนินการโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

Proceedings of the 6th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2014 (EENET 2014)

การศึกษาผลของสนามไฟฟ้าที่มีต่อเขม่าควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล

The Study Results of Electric Field on The Soot from burning of Biomas Fuels

ภูชิต ถึงสุข [1] และโสภา แซ่เฮ้ง [1]

[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

96 ม.3 ถ.พุทธมณฑล สาย 5 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170 โทรศัพท์: 0-2889-4585 ต่อ 2660 E-mail: poochit.tue@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับการศึกษาผลของสนามไฟฟ้าที่มีต่อเขม่าควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล โดยจำลองสนามไฟฟ้าแบบสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย และสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง จากแหล่งจ่ายแรงดันสูงกระแสสลับพิกัดแรงดัน 0 – 100 kV ทำการทดลองในสภาวะอากาศปิด บทความนี้ได้ทำการศึกษาโดยใช้วัตถุทดสอบเป็นกล่องอะคริลิกใสที่มีความสูง 25 cm ยาว 40 cm กว้าง 25 cm หนา 0.5 cm ใช้อิเล็กโตรดเป็นสแตนเลส จากผลการทดลองจะพบว่าปริมาณของสนามไฟฟ้าไม่เพียงพอที่จะทำปฏิกิริยากับเขม่าควันต้องเพิ่มปริมาณสนามไฟฟ้าโดยการเพิ่มอิเล็กโตรดให้เหมาะสม

คำสำคัญ: ชีวมวล,สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ,สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย,สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง

Abstract

This paper present about the study methods of electric field on the soot from burning of biomas fuels. These simulation of electric field from uniform field, slightly nonuniform field, highly nonuniform field using alternating current(ac) high voltage in the range of 0 – 100 kV .The simulation under weather conditions vacuity.The study of this paper uses acrylic box that has diameter tall of 25 cm, length of 40 cm,width of 25 cm, and thickness of 0.5 cm. It also uses electrode Stanless Steel. The results show that which the electric field are relate to reaction on the soot from burning of biomas fuels.The electric field must in addition electrode properly

Keywords: uniform field, slightly nonuniform field, highly nonuniform field

1. บทนำ

ในปัจจุบันการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีการคิดค้นพลังงานทดแทนเพื่อนำมาใช้แทนพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลที่หมดไป ปัจจุบันได้มีการคิดค้นพลังงานทางเลือกอีกหนึ่งทางคือการใช้เชื้อเพลิงที่เหลือจากการเกษตร มาเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้แทนน้ำมัน ซึ่งได้มีการนำมาทดลองใช้งาน สามารถใช้งานได้จริง แต่สิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ คือ เขม่าควัน ผงหรือฝุ่นละอองที่ปะปนมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เหลือจากการเกษตรยังไม่สามารถนำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้หรือแยกว่ามีสิ่งอื่นปะปนมาหรือไม่นอกจากแก๊สที่เหลือจากกระบวนการเผาไหม้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงผลของสนามไฟฟ้า (Electric Field) ที่มีต่อเขม่าควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล

2. ทฤษฎี

2.1 สนามไฟฟ้า [1,2,]

สนามไฟฟ้าเกิดจากอำนาจของประจุที่มีอยู่ในรูปแบบต่างกัน โดยรอบๆประจุไฟฟ้ามีอะไรสิ่งหนึ่งที่เมื่อนำเอาประจุอื่นเข้ามาในบริเวณนั้น ทำให้เกิดแรงกระทำต่อประจุที่นำเข้ามา สิ่งที่เกิดจากประจุนั้นเรียกว่าสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (uniform field) สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย (slightly nonuniform field) และสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง (highly nonuniform field)

สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (uniform field) เมื่อทำการป้อนแรงดันให้กับอิเล็กโตรด สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอจะเกิดการเบรกดาวน์หรือสปาร์คทันทีที่ความเครียดสนามไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโตรด (ซึ่งเท่ากันทุกจุด) ถึงค่าที่กำหนดค่าหนึ่งโดยประมาณ และกระแสเพิ่มขึ้นอย่างมากในทันทีทันใด

สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ (nonuniform field) อิเล็กโตรดแบบนี้ความเครียดสนามไฟฟ้าแต่ละจุดมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของจุดนั้นความแตกต่างกันณ จุดต่างๆ จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะแห่งเรขาคณิตของอิเล็กโตรด ที่มีสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอมากหรือน้อยความเครียดสนามไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จาก

$$E_{max} = \frac{U}{d\eta *} \quad (1)$$

เมื่อ E_{max} คือ ความเครียดสนามไฟฟ้าสูงสุดระหว่างอิเล็กโตรด

U คือ แรงดันที่ป้อนเข้าระหว่างอิเล็กโตรด

d คือ ระยะห่างระหว่างอิเล็กโตรด

$\eta *$ คือ แฟคเตอร์ของสนามไฟฟ้า

2.2 การเผาไหม้ [2,3]

การเผาไหม้ คือ ปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งเชื้อเพลิงได้รวมตัวกับออกซิเจน จากอากาศและปล่อยพลังงานความร้อนและแสงสว่างการเผาไหม้จะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

1 เชื้อเพลิง (fuel) ซึ่งจะอยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส

2 ออกซิเจน (oxygen) ซึ่งจะมีอยู่ในอากาศประมาณ21%โดยปริมาณ

3 ความร้อน (heat) พอเพียงที่จะติดไฟได้

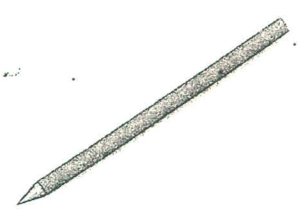
3. การออกแบบวัตถุทดสอบ (Test object)

3.1 การออกแบบอิเล็กโทรด [2,3]

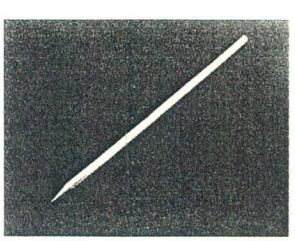
การออกแบบสร้างอิเล็กโทรดในการทดลองของงานวิจัย จะใช้อิเล็กโทรดในการทดลองด้วยกัน 3 ลักษณะ ตามลักษณะของสนามไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภท คือ อิเล็กโทรดแบบปลายแหลม อิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลท และอิเล็กโทรดแบบทรงกลม โดยใช้สแตนเลสเป็นวัสดุในการสร้างอิเล็กโทรด

3.1.1 การออกแบบอิเล็กโทรดปลายแหลม

ออกแบบอิเล็กโทรดปลายแหลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 250 มิลลิเมตร โดยวัสดุที่ใช้เป็นสแตนเลส ดังรูปที่ 1 ก และ ข



(ก) รูปอิเล็กโทรดปลายแหลมที่ออกแบบ

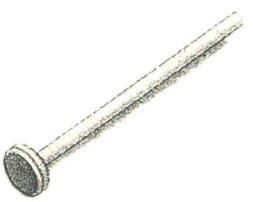


(ข) รูปอิเล็กโทรดปลายแหลมที่ทำขึ้นตามที่ออกแบบ

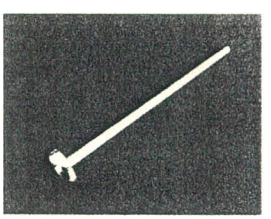
รูปที่ 1 อิเล็กโทรดปลายแหลมที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2 การออกแบบอิเล็กโทรดแบบเพลท

ออกแบบอิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลท ขนาดความกว้าง 35 มิลลิเมตร และความยาว 35 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร วัสดุที่ใช้เป็นสแตนเลส ดังรูปที่ 2 ก และ ข



(ก) รูปอิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลทที่ออกแบบ

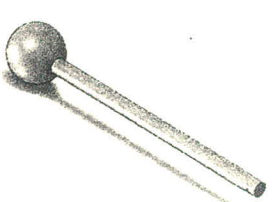


(ข) รูปอิเล็กโทรดแบบแผ่นเพลทที่ทำขึ้นตามที่ออกแบบ

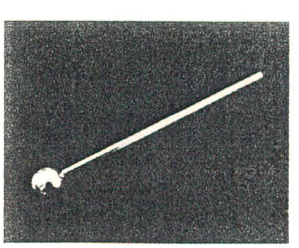
รูปที่ 2 อิเล็กโทรดแบบเพลทที่ใช้ในการทดลอง

3.1.3 การออกแบบอิเล็กโทรดแบบทรงกลม

ออกแบบอิเล็กโทรดแบบทรงกลม เป็นทรงกลมแบบเกลี้ยง เส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร วัสดุที่ใช้เป็นสแตนเลส ดังรูปที่ 3 ก และ ข



(ก) รูปอิเล็กโทรดแบบทรงกลมที่ออกแบบ

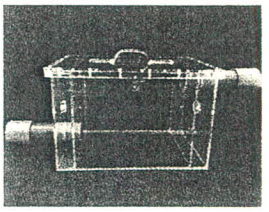


(ข) รูปอิเล็กโทรดแบบทรงกลมที่ทำขึ้นตามที่ออกแบบ

รูปที่ 3 อิเล็กโทรดทรงกลมที่ใช้ในการทดลอง

3.2 การออกแบบวัตถุทดสอบ

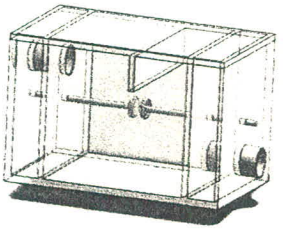
การออกแบบตัวชิ้นงานสำหรับทดสอบโดยจำลองสภาพเป็นพื้นที่ปิดนั้น วัสดุที่ใช้เป็นตัวชิ้นงานคือแผ่นอะคริลิคชนิดโปร่งแสง ขนาดความหนา 5 มิลลิเมตรกว้าง 250 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร สูง 250 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4



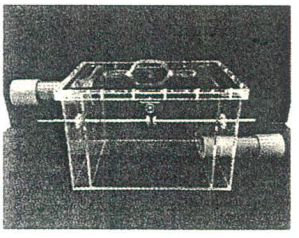
รูปที่ 4 การจำลองสภาพอากาศปิด

3.2.1 การออกแบบวัตถุทดสอบสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

การจำลองสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (uniform field) จำลองโดยใช้อิเล็กโทรดแบบเพลทกับเพลทดังรูปที่ 5 ก และ ข



(ก) รูปจำลองสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอที่ออกแบบ

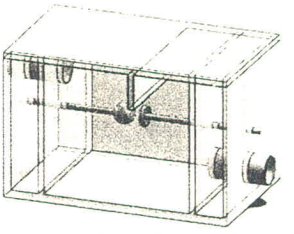


(ข) รูปจำลองสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอที่สร้างขึ้นจริง

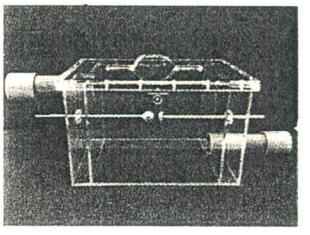
รูปที่ 5 รูปลักษณะการจำลองสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

3.2.2 การออกแบบวัตถุทดสอบสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย

การจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย(slightly nonuniform field) จำลองโดยอิเล็กโทรดทรงกลมกับเพลทดังรูปที่ 6 ก และ ข



(ก) รูปจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อยที่ออกแบบ

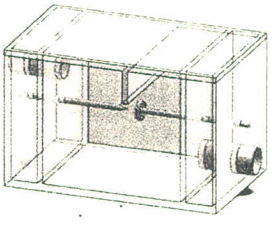


(ข) รูปจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อยที่สร้างขึ้นจริง

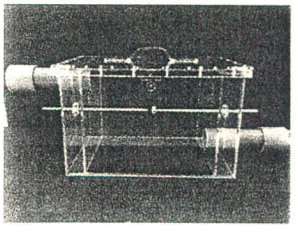
รูปที่ 6 รูปลักษณะการจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย

3.2.3 การออกแบบวัตถุทดสอบสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง

การจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง (highly nonuniform field) จำลองโดยอิเล็กโทรดปลายแหลมกับเพลทดังรูปที่ 7 ก และ ข



(ก) รูปจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูงที่ออกแบบ



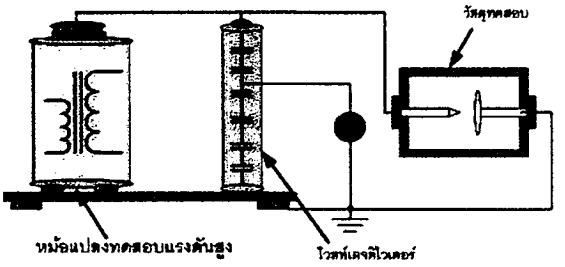
(ข) รูปจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูงที่สร้างขึ้นจริง

รูปที่ 7 รูปลักษณะการจำลองสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอสูง

4. การทดสอบหาค่าแรงดันเบรกดาวน์ [2,3,4]

กระบวนการทดสอบจะเป็นการทดสอบการเกิดเบรกดาวน์ภายในกล่องอะคริลิคซึ่งจำลองให้อากาศข้างในเป็นสภาวะอากาศปิด จากนั้นขึ้นแรงดันไฟฟ้าไปเรื่อยๆเพื่อดูระดับแรงดันที่ทำให้เกิดการเบรกดาวน์ ก่อนที่จะนำไปทดสอบผลของสนามไฟฟ้าที่มีต่อเขม่าควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งจะมีวงจรการทดสอบดังรูปที่ 8 ประกอบไป

ด้วย หม้อแปลงทดสอบแรงดันสูง โวลท์เตจดิไวเดอร์ และวัสดุทดสอบ ดังรูป



รูปที่ 8 วงจรการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทำการต่อวงจรดังรูปที่ 8 จากนั้นจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ทำการทดสอบเบรกดาวน์ โดยเพิ่มแรงดันขึ้นครั้งละ 1kV จนกระทั่งเกิดการเบรกดาวน์ บันทึกค่าทำซ้ำเดิมทั้งหมด 5 ครั้ง บันทึกผล และหาค่าเฉลี่ย

2. เปลี่ยนอุปกรณ์ทดสอบในวงจร ตามข้อ 3.2 แล้วทำการทดสอบตามข้อ

4.2 ผลการทดสอบการเบรกดาวน์

ตารางที่ 1 ค่าแรงดันเบรกดาวน์ของวัตถุทดสอบที่ระยะ 1 เซนติเมตร

ประเภทของอิเล็กโตรด	1 เซนติเมตร					
	ครั้งที่ 1 (kV)	ครั้งที่ 2 (kV)	ครั้งที่ 3 (kV)	ครั้งที่ 4 (kV)	ครั้งที่ 5 (kV)	ค่าเฉลี่ย (kV)
เพลท-เพลท	9.36	9.45	9.22	9.74	9.21	9.40
กลม-เพลท	10.12	10.21	11.15	11.06	10.25	10.56
แหลม-เพลท	11.62	14.42	12.23	12.56	12.31	12.63

ตารางที่ 2 ค่าแรงดันเบรกดาวน์ของวัตถุทดสอบที่ระยะ 2 เซนติเมตร

ประเภทของอิเล็กโตรด	2 เซนติเมตร					
	ครั้งที่ 1 (kV)	ครั้งที่ 2 (kV)	ครั้งที่ 3 (kV)	ครั้งที่ 4 (kV)	ครั้งที่ 5 (kV)	ค่าเฉลี่ย (kV)
เพลท-เพลท	20.15	20.22	20.37	20.23	20.23	20.24
กลม-เพลท	21.33	21.29	21.24	21.19	21.23	21.26
แหลม-เพลท	25.32	24.15	23.55	23.44	23.23	23.94

ผลการทดสอบที่ได้นี้ทดสอบที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศ 756 มม.ปรอท ความชื้นสัมพัทธ์ 76 %

4.3 ผลการทดสอบผลของสนามไฟฟ้า

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบผลของสนามไฟฟ้าที่มีต่อเขม่าควัน 100 ,และ 200 กรัม ที่ระยะแกป 1 เซนติเมตร แรงดันไฟฟ้า 75 % ของค่าเฉลี่ย(kV)

ประเภทของอิเล็กโตรด	ผลการทดสอบ	
	100 กรัม	200 กรัม
เพลท-เพลท	เบรกดาวน์	เบรกดาวน์
กลม-เพลท	เบรกดาวน์	เบรกดาวน์
แหลม-เพลท	เบรกดาวน์	เบรกดาวน์

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบผลของสนามไฟฟ้าที่มีต่อเขม่าควัน 100 ,และ 200 กรัม ที่ระยะแกป 2 เซนติเมตร แรงดันไฟฟ้า 75 % ของค่าเฉลี่ย(kV)

ประเภทของอิเล็กโตรด	ผลการทดสอบ	
	100 กรัม	200 กรัม
เพลท-เพลท	เบรกดาวน์	เบรกดาวน์
กลม-เพลท	เบรกดาวน์	เบรกดาวน์
แหลม-เพลท	เบรกดาวน์	เบรกดาวน์

จากผลการทดสอบโดยการขึ้นแรงดันทดสอบไว้ที่ 75% ของค่าเฉลี่ยจากตารางที่ 1 และ 2 แล้วทำการป้อนเขม่าควันที่ได้จากการเผาไหมเชื้อเพลิงชีวมวลผลที่ได้คือ เมื่อป้อนเข้าไปแล้วเกิดจะเกิดการเบรกดาวน์ในทุกกรณีที่ได้จำลอง ไม่สามารถทำการทดลองอื่นๆต่อได้

5. สรุป

จากผลการทดลองไม่สามารถเห็นผลของสนามไฟฟ้าได้อย่างอย่างชัดเจน ทีมงานผู้วิจัยต้องไปวางแผนการทดลองใหม่ในเรื่องของปริมาณของสนามไฟฟ้าที่ไม่สามารถวัดได้ ขนาดของแรงดันไฟฟ้า และระยะแก็ปที่ทดลองพบว่าใช้แรงดันไฟฟ้าในการทดสอบสูงมากซึ่งจะเกิดอันตรายมากกว่าที่ทดลองแล้วเห็นผลของสนามไฟฟ้า ตลอดจนจำนวนของหัวอิเล็กโตรดที่เหมาะสม ว่าใช้อิเล็กโตรดเพียงหัวเดียวเหมาะสมสำหรับการทดลองนี้หรือไม่ ทางทีมงานวิจัยได้จำลองสนามไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่ไม่ได้นำผลการจำลองมาใส่ไว้ในบทความนี้ เพราะติดเรื่องการ ตั้งค่า boundary เพื่อจำลองสภาวะอากาศปิด

7. กิตติกรรมประกาศ

. ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

[1] สำรวย สังข์สะอาด, "วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง," ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

[2] นรเศรษฐ พัฒนเดช, "High Voltage Insulation maintenance, Examination and Diagnosis," เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชา Selected Topics in High Voltage Engineering, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.

[3] นรเศรษฐ พัฒนเดช, "วัสดุวิศวกรรมไฟฟ้า เล่ม1," 2550.

[4] ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล, "High Voltage Engineering," เอกสารประกอบ การเรียนการสอนรายวิชา High Voltage Engineering, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง