

ศึกษาวิธีการวิเคราะห์รูปคลื่นสัญญาณจากการตรวจจับดิซชาร์จบางส่วน (PD detector)

The Analysis Partial Discharge detector by Examination for Solve-problem

ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว และ ผศ.ศรีศักดิ์ น้อยไร่ภูมิ

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ
1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ : 0-2913-2424 ต่อ 150

E-mail: Supawudn_p_g@hotmail.com , Srisakk@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้ สืบเนื่องจากการวิเคราะห์หาค่าดิซชาร์จบางส่วนโดยการใช้เครื่องมือตรวจวัดหาค่าดิซชาร์จบางส่วน ที่สั่งซื้อนำเข้าจากต่างประเทศหลากหลายรุ่นหลายยี่ห้อผู้ผลิต โดยมากการตรวจจับสัญญาณดิซชาร์จบางส่วน (PD) นั้น ส่วนใหญ่จะทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณในลักษณะวงกลมหรือวงรี โดยรูปการตรวจจับสัญญาณในลักษณะนี้เรียกว่ารูปสัญญาณอีลิปส์ โดยการนำผลการวัดมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่เครื่องตรวจจับสัญญาณไม่สามารถบ่งบอกพฤติกรรม และแยกแยะลักษณะการเกิดดิซชาร์จบางส่วนที่เกิดในลักษณะใดสาเหตุของปัญหาของการเกิดสัญญาณดิซชาร์จบางส่วนที่ตรวจจับ ซึ่งในทางการวิเคราะห์สาเหตุหรือลักษณะของการเกิดมีสาเหตุในการเกิดในทางไฟฟ้าแรงสูงหลายประการ ซึ่งโดยการวิเคราะห์ผลอย่างละเอียดจากรูปคลื่นสัญญาณอีลิปส์ แล้วจะสามารถบ่งบอกได้ว่าลักษณะสนามไฟฟ้าแรงสูงแบบโคโรนาที่เกิดขึ้นเกิดจากสาเหตุของสนามไฟฟ้าแบบโคโรนาใดและค่าสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเป็นผลพวงอันเนื่องมาจากอะไรได้ ซึ่งผลการวัดนั้นมิได้บ่งบอกไว้ว่าเป็นลักษณะสนามไฟฟ้าชนิดใด เพียงแต่จะบอกว่าค่าดิซชาร์จบางส่วนที่วัดในแต่ละค่านั้นมีค่าเกินกว่าพิกัดที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่เท่านั้น ดังนั้นผลที่อ่านได้จะยังสามารถนำมาวิเคราะห์การเกิดสนามไฟฟ้าอย่างละเอียดในลักษณะต่างๆ จากรูปคลื่นสัญญาณอีลิปส์ที่ตรวจจับในลักษณะกราฟ โดยในบทความวิชาการนี้จะได้หยิบยกเหตุผลและตัวอย่างการวัดเชิงวิเคราะห์กราฟในลักษณะต่างๆ มากล่าวต่อไป เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างแท้จริง

คำสำคัญ : ดิซชาร์จบางส่วน, สนามไฟฟ้าแรงสูง, โคโรนาดิซชาร์จ

Abstract

This academic article is process from the analysis of partial discharge by using the tool to measure the partial discharge which is import from oversea that has several brand name of manufacturer. Most of the measurement of partial discharge, it would be measure the wave in the cycle or oval form. This signal wave measurement is called Elite Signal by using the measurement result to analyze. Most of the wave measurement could not classified the action and clarify the character of partial discharge that how it is happen. The cause of problem that the measurement of partial discharge which has analyzes the cause or the character that causes the high electric voltage. From the particular analyze about Elite signal wave form, it would be able to identify that the character of High Voltage Field in the Corona style that had happen, it is cause of which kind of Electric Field. And the Electric Field Value is the result from whatever. The result of measurement is not identifying the type of Electric Field. It's just told about the amount of partial discharge that each has the amount over the standard or not. So that the result it still could be able to analyze the cause of Electric Field in the details which is in the form of Elite signal wave that could

measure in the graph. From this academic article has take the reason and example of graph analyze measurement in difference form to solve the real problem.

Keyword: Partial discharge ,Electric Field , Corona Discharge

1. ทฤษฎีเบื้องต้นของการเกิดดิซชาร์จบางส่วน

ดิซชาร์จบางส่วน หรือ พาร์เชียลดิซชาร์จ คือ ดิซชาร์จเบรคดาวน์ที่ไม่สมบูรณ์พลังงานที่ทำให้เกิดดิซชาร์จนั้นไม่มากพอที่จะทำให้ฉนวนเปลี่ยนสภาพไปเป็นสภาพนำไฟฟ้าได้ตลอดแนวอเล็กโตรดจึงเรียกว่า ดิซชาร์จบางส่วน เพราะฉนวนของอเล็กโตรดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน ซึ่งอาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ยังเป็นฉนวนที่สมบูรณ์มั่นคงอยู่ Kreuger ได้ให้คำอธิบายไว้ว่า “ ดิซชาร์จบางส่วนเป็นดิซชาร์จทางไฟฟ้าที่ไม่เชื่อมโยงถึงกันระหว่างอเล็กโตรด ”

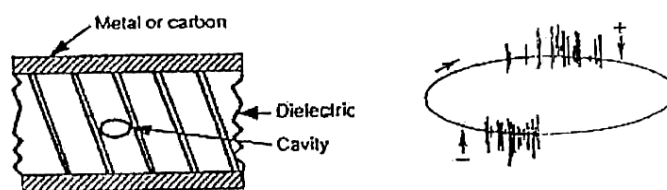
ดิซชาร์จบางส่วนจะเกิดขึ้นในระบบฉนวนที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอสูง หรือฉนวนที่มีความไม่สม่ำเสมอ หรือไม่เนื้อเดียวกัน หรือมีสิ่งเจือปน ซึ่งทำให้ความเครียดสนามไฟฟ้าบางจุดในฉนวนมีค่าสูงกว่าค่าความเครียดสนามไฟฟ้าวิกฤติ แต่ไม่อาจทำให้เกิดเบรคดาวน์โดยสมบูรณ์ได้ หากแต่เกิดเพียงบางส่วนเท่านั้น และยังสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในสนามไฟฟ้ากระแสสลับและสนามไฟฟ้ากระแสตรงภายใต้สนามไฟฟ้ากระแสสลับ ดิซชาร์จจะเกิดขึ้นซ้ำๆ ซ้ำๆ ไซเคิลของแรงดัน โดยปกติจะเกิดขึ้นขณะที่แรงดันที่ป้อนเพิ่มขึ้นจากศูนย์ไปสู่ค่ายอด ดังนั้นดิซชาร์จบางส่วนอาจแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

(1) โครน่าดิซชาร์จ (Corona Discharge) เกิดจากการที่สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ บนตัวนำที่มีลักษณะแหลมคมหรือมีขอบคม ที่อยู่ในอากาศหรือก๊าซที่มีความดันปกติเมื่อความเครียดของสนามไฟฟ้ามีค่าสูงเกินค่าวิกฤติ (Critical)

(2) ดิซชาร์จตามผิว (Surface Discharge) เกิดขึ้นระหว่างผิวของตัวนำไฟฟ้ากับผิวของวัสดุฉนวนและเกิดได้เมื่อค่าคาปาซิเตอร์ตามผิวมีค่าสูงและแรงดันที่ป้อนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น discharge ประเภทนี้จึงเกิดกับไฟฟ้ากระแสสลับและกรณีแรงดันกระชอก (Impulse Voltage) เท่านั้น ตัวอย่างการเกิด Surface Discharge เช่นที่ปลายเคเบิลบริเวณที่ปกคลุมฉนวนออก

(3) ดิซชาร์จภายใน (Internal Discharge) เกิดขึ้นได้ภายในวัสดุทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีฟองอากาศอยู่ภายใน ฉนวนที่มีสิ่งเจือปนอยู่จะเป็นเหตุให้เกิดก๊าซขึ้นหลังจากการเกิดเบรคดาวน์ครั้งแรก ฉนวนที่มีฟองอากาศหรือมีสิ่งเจือปนอยู่ภายในก็จะเกิดดิซชาร์จขึ้นได้ดังกล่าว และจะเป็นเหตุให้อายุการใช้งานของฉนวนสั้นลงการจำแนกชนิดของดิซชาร์จบางส่วนในสายเคเบิลสามารถแยกออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

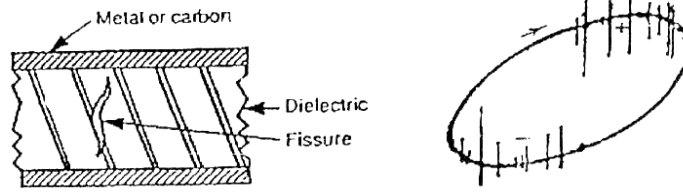
1.1 การดิซชาร์จที่เกิดจากโพรงอากาศ (Cavity) ภายในไดอิเล็กตริก โพรงอากาศชนิดนี้มักจะพบในฉนวนแข็งมีสาเหตุมาจากกระบวนการผลิต เช่นการหล่อ การหุ้มการดิซชาร์จชนิดนี้จะเกิดขึ้นก่อนค่าแรงดันสูงสุด (Voltage Peak) และจะหยุดการดิซชาร์จเมื่อถึงค่าแรงดันสูงสุด ทั้งไซเคิลบวกและลบของแรงดันรูปไซน์ ตำแหน่งของการดิซชาร์จที่แสดงโดยออกสซิด โลสโคปมีลักษณะเป็นเส้นตั้งฉากบนรูปวงรีในช่วงที่แสดงผลของการดิซชาร์จบางส่วน ขนาดของการดิซชาร์จจะขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนของโพรงอากาศ การดิซชาร์จชนิดนี้มีผลกระทบจากแรงดันและช่วงเวลาน้อยมาก กล่าวคือเมื่อแรงดันและช่วงเวลาเพิ่มขึ้นขนาดของการดิซชาร์จบางส่วนจะไม่เปลี่ยนไปมาก จากการทดสอบที่แรงดันเริ่มต้น (Withstand) และช่วงเวลาที่กำหนด ($\cong 10$ นาที)



ก) โพรงอากาศที่เกิดขึ้นในไดอิเล็กตริก ข) ตำแหน่งของ PD บนฐานเวลารูปวงรี

รูปที่ 1 การดิซชาร์จบางส่วนที่เกิดขึ้นจากโพรงอากาศ

1.2. การดิสชาร์จที่เกิดจากรอยแตก (Fissure) ภายในไดอิเล็กตริก การดิสชาร์จชนิดนี้โดยมากจะพบมากในไดอิเล็กตริกที่มีความยืดหยุ่น เช่น เทอร์โมพลาสติกที่รอยแตกที่เกิดขึ้นจะมีทิศทางเดียวกันกับสนามไฟฟ้า สาเหตุโดยทั่วไปจะเกิดจากสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นในไดอิเล็กตริกและฟองหรือโพรงอากาศที่เกิดใกล้ๆ กัน และขยายตัวรวมกัน ปรากฏการณ์นี้จะพบบ่อยในสายเคเบิลที่ใช้งานไประยะหนึ่งแล้ว การดิสชาร์จชนิดนี้จะเกิดขึ้นในระหว่างค่าแรงดันสูงสุด (Voltage Peak) โดยจะเกิดขึ้นก่อนและหลังค่าแรงดันสูงสุดเล็กน้อย ทั้งไซเคิลบวกและลบของแรงดันรูปคลื่นไซน์ ค่าของการดิสชาร์จบางส่วนนอกจากจะขึ้นอยู่กับแรงดันและช่วงเวลาแล้วยังขึ้นอยู่กับขนาดของรอยแตกด้วย ถ้าหากรอยแตกมีขนาดใหญ่ ขนาดของการดิสชาร์จจะมีมาก แต่เมื่อแรงดันสูงมากขึ้นในช่วงเวลา ≈ 30 นาที ขนาดของการดิสชาร์จจะค่อยๆ ลดลง

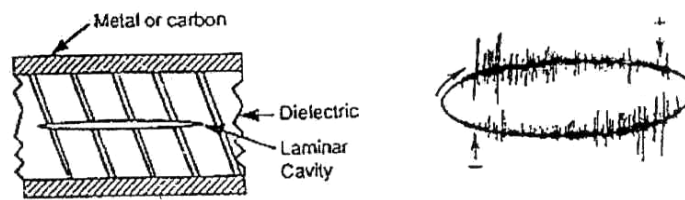


ก) รอยแตกภายในไดอิเล็กตริก

ข) ตำแหน่งของ PD บนฐานเวลาที่เกิดจากรอยแตก

รูปที่ 2 การดิสชาร์จบางส่วนที่เกิดจากรอยแตก

1.3. การดิสชาร์จที่เกิดจากเศษวัสดุและสิ่งเจือปน (Resin and Contaminants) ภายในไดอิเล็กตริกเศษวัสดุและสิ่งเจือปนนี้โดยมากจะมีสาเหตุมาจากกระบวนการผลิต เศษวัสดุ (Resin) จะหมายถึง เศษวัสดุที่ใช้ทำฉนวนที่เกิดการไหม้และตกค้างจากกระบวนการผลิต เช่น เซมิคอนดักเตอร์ที่ไหม้หรือเศษใยไฟเบอร์ ส่วนสิ่งเจือปน (Contaminants) จะหมายถึงสิ่งเจือปนภายนอก ได้แก่ ฝุ่นละออง เศษผงต่างๆ เศษวัสดุและสิ่งเจือปนจะเข้าไปแทรกอยู่ในไดอิเล็กตริก การดิสชาร์จชนิดนี้ยังรวมไปถึงส่วนที่ขรุขระและตำหนิของไดอิเล็กตริกด้วย การดิสชาร์จชนิดนี้จะเกิดขึ้นในระหว่างค่าแรงดันสูงสุด คล้ายกับชนิดที่ 2 แต่จะเกิดหลังค่าแรงดันสูงสุดไปเล็กน้อยจะมีการดิสชาร์จเพิ่มมากขึ้น การดิสชาร์จจะเกิดทั้งไซเคิลบวกและลบ แรงดันรูปคลื่น โดยก่อนที่จะถึงค่าแรงดันสูงสุดของการดิสชาร์จจะน้อยกว่าหลังค่าแรงดันสูงสุด



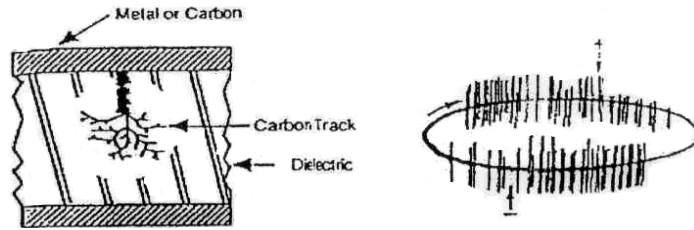
ก) เศษวัสดุที่ปนเปื้อนไดอิเล็กตริก

ข) ตำแหน่งของ PD บนฐานเวลาที่ผิด

รูปที่ 3 แสดงการดิสชาร์จบางส่วนที่เกิดจากเศษวัสดุและสิ่งเจือปน

1.4. การดิสชาร์จที่เกิดจากการขยายตัวของคาร์บอนแทรค (Carbon Track) การดิสชาร์จชนิดนี้จะเกิดในสารอินทรีย์ (Organic) ที่มีคาร์บอนและองค์ประกอบของวัสดุที่ใช้ทำฉนวน เช่น ครอสลิงก์โพลีเอทีลีน และโพลีเมอร์ต่างๆ สาเหตุโดยทั่วไปเกิดจากการที่ไดอิเล็กตริกมีความเครียดสนามไฟฟ้าสูงมากทำให้เกิดรอยแตกเป็นเส้นเล็กๆ (Treeing) ภายในไดอิเล็กตริก การ

ดิสชาร์จชนิดนี้จะเกิดขึ้นที่แรงดันต่ำจนถึงแรงดันสูง โดยเฉพาะก่อนที่จะถึงค่าสูงสุด ขนาดของการดิสชาร์จจะมีปริมาณมาก ทั้งไซเคิลบวกและลบของแรงดันรูปคลื่นไซน์ ขนาดของการดิสชาร์จจะขึ้นอยู่กับขนาดของคาร์บอนแทรค โดยทั่วไปการดิสชาร์จชนิดนี้จะเกิดขึ้นทุกค่าของแรงดัน ยกเว้นค่าแรงดันเท่ากับศูนย์หรือไม่มีกรดิสชาร์จ ขนาดของดิสชาร์จจะมีขนาดใหญ่และเกือบจะเท่ากันในทุกๆตำแหน่ง แรงดันและช่วงเวลามีผลต่อการขยายตัวของรอยแตกและขนาดของการดิสชาร์จ ที่แรงดันสูงมากๆ จะทำให้ขนาดของการดิสชาร์จเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยที่ขนาดของการดิสชาร์จจะไม่คงที่ การทดสอบที่ซ้ำๆ จะทำให้ขนาดของคาร์บอนแทรคขยายตัวใหญ่ขึ้น

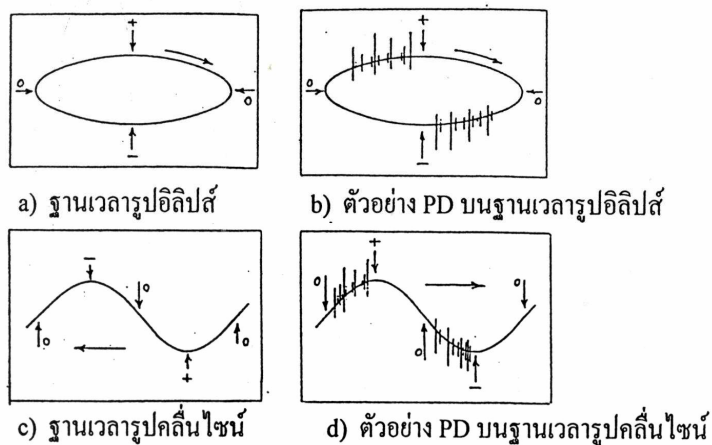


ก) คาร์บอนแทรคภายในไดอิเล็กตริก ข) ตำแหน่งของ PD บนฐานเวลารูปวงรี

รูปที่ 4 แสดงการดิสชาร์จบางส่วนที่เกิดจากการขยายตัวของคาร์บอนแทรค

2. การแสดงผลดิสชาร์จบางส่วน : Partial discharge

การวัดค่า PD อาจวัดด้วยมิเตอร์ความถี่สูงออกมาเป็น micro-volte (V) picocoulomb (pC) ได้ แต่จะทราบเพียงขนาดของ PD เท่านั้น วิธีที่นิยมใช้แสดงผลวัด PD ในปัจจุบัน คือ การแสดงผลบนจอออสซิลโลสโคป ซึ่งอาจแสดงได้ 2 แบบ คือ ให้รูปพัลส์ของ PD ปรากฏบนฐานเวลารูปอิลิปส์ ซึ่งมีเครื่องหมายแสดงตำแหน่งยอดบวก ยอดลบ และตำแหน่งศูนย์ของรูปแรงดันทดสอบ ดังรูปที่ 6.7 a, b หรือแสดงในรูปคลื่นพัลส์ PD ปรากฏบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ดังรูปที่ 6.7 c, d การแสดง PD บนฐานเวลารูปคลื่นไซน์มีผลดีที่วัดขนาดได้ถูกต้อง และสังเกตตำแหน่งที่เกิดได้แน่นอน การแสดงบนฐานเวลารูปอิลิปส์มีข้อดี คือ แยกได้ว่า PD เกิดจากสาเหตุอะไร



a) ฐานเวลารูปอิลิปส์ b) ตัวอย่าง PD บนฐานเวลารูปอิลิปส์
c) ฐานเวลารูปคลื่นไซน์ d) ตัวอย่าง PD บนฐานเวลารูปคลื่นไซน์

รูปที่ 5 การแสดงผลของ PD

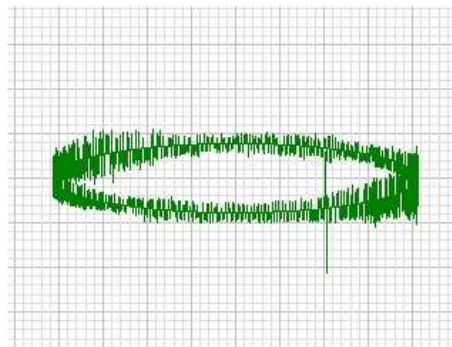
3. ตัวอย่างผลการทดสอบที่วิเคราะห์จากการตรวจจับดิซชาร์จบางส่วนที่สายเคเบิลแรงดันสูง XLPE

สารฉนวนที่ใช้ในการทดสอบด้วยขั้วต่อสายเคเบิลแรงดันสูง โดยประยุกต์ใช้ฉนวนก๊าซ 2 ชนิด คือ ฉนวนอากาศปกติ กับ ฉนวนก๊าซ SF₆ โดยทดสอบตัวอย่างที่ขนาดสายเคเบิลแรงดันสูง XLPE จำนวน 3 ขนาด ดังนี้ 240 ,185 ,150 sq.mm. ผลดังนี้

ตัวอย่างผลการทดสอบที่สายเคเบิลแรงดันสูง XLPE ขนาด 240 sq.mm

- สารฉนวนก๊าซ คือ อากาศปกติที่แรงดันในกระบอก 1.8 bar

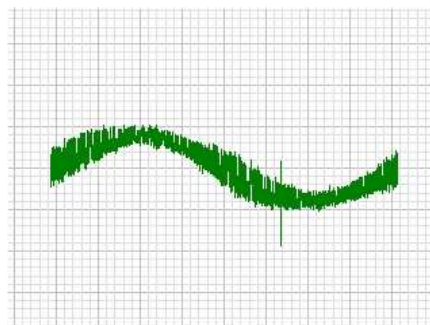
ตัวอย่างผลการวัดค่าดิซชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปวงรี เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 5.77 kV ตำแหน่งมุม 135 กับ 225 องศา มีค่า 8.14 pc



PD Detector 1 - 3/15/2008 4:23:29 PM

Discharge = 8.14 pC, Voltage = 5.77 kV

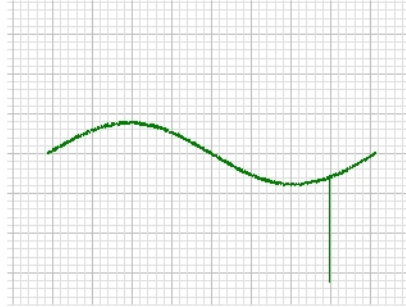
ตัวอย่างผลการวัดค่าดิซชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 5.82 kV ตำแหน่งก่อนพีกของไซส์เคลือบ มีค่า 8.32 pc



PD Detector 1 - 3/15/2008 4:23:32 PM

Discharge = 8.32 pC, Voltage = 5.82 kV

ตัวอย่างผลการวัดค่าดิซชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 5.82 kV ตำแหน่ง 310 องศา ของไซส์เคลือบ มีค่า 102.33 pc

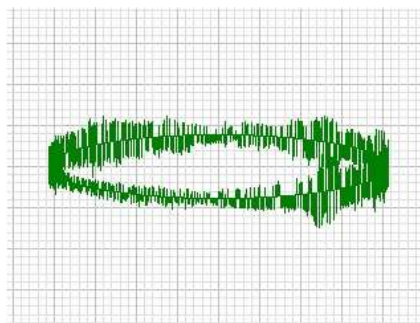


PD Detector 1 - 3/15/2008 5:00:40 PM

Discharge = 102.33 pC, Voltage = 3.00 kV

- ฉนวนก๊าซ คือ SF₆ ที่แรงดันในกระบอก 1.8 bar

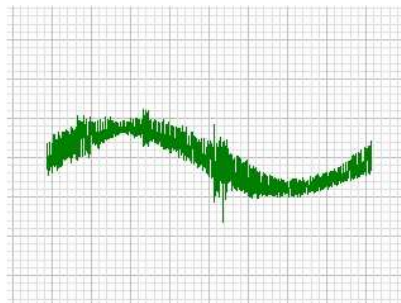
ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปวงรี เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 3.85 kV ตำแหน่งมุม 230 องศา มีค่า 4.63 pc



PD Detector 1 - 3/15/2008 5:14:36 PM

Discharge = 4.63 pC, Voltage = 3.85 kV

ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 5.74 kV ตำแหน่งก่อนพีคของไซเคิลลบ มีค่า 4.67 pc



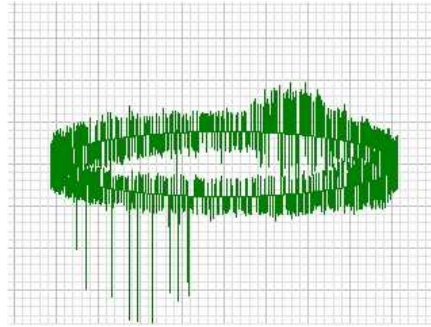
PD Detector 1 - 3/15/2008 5:14:58 PM

Discharge = 4.67 pC, Voltage = 5.74 kV

ตัวอย่างผลการทดสอบที่สายเคเบิลแรงดันสูง XLPE ขนาด 185 sq.mm.

- ฉนวนก๊าซ คือ อากาศปกติที่แรงดันในกระบอก 1.8 bar

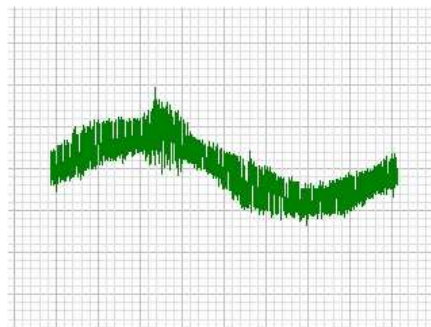
ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปวงรี เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 3.06 kV ตำแหน่งมุม 310 องศา มีค่า 8.87 pc



PD Detector 1 - 3/15/2008 6:14:10 AM

Discharge = 8.87 pC, Voltage = 3.06 kV

ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 2.97 kV ตำแหน่งพีคของไซเคิล
บวก มีค่า 9.19 pc

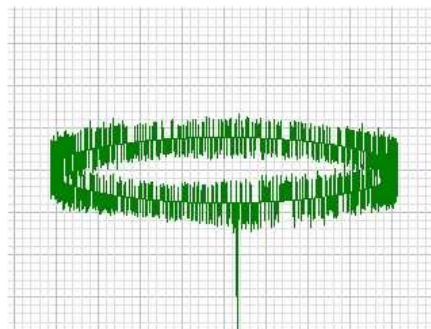


PD Detector 1 - 3/15/2008 6:14:52 AM

Discharge = 9.19 pC, Voltage = 2.97 kV

- ฉนวนก๊าซ คือ SF₆ ก๊าซที่แรงดันในกระบอก 1.8 bar

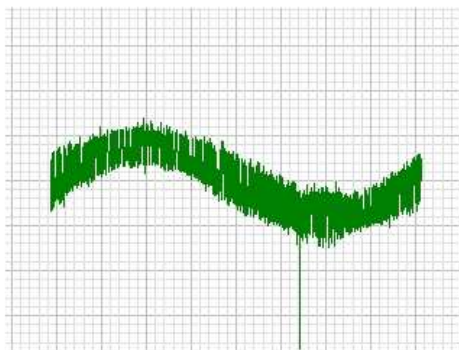
ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปวงรี เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 18.07 kV ตำแหน่งมุม 265 องศา มีค่า
14.35 pc



PD Detector 1 - 3/15/2008 7:21:35 AM

Discharge = 14.35 pC, Voltage = 18.07 kV

ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 18.03 kV ตำแหน่งก่อนพีคของไซ
เคิลลบ มีค่า 15.27 pc



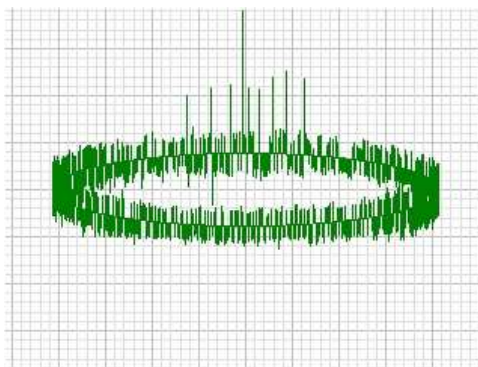
PD Detector 1 - 3/15/2008 7:22:01 AM

Discharge = 15.27 pC, Voltage = 18.03 kV

ตัวอย่างผลการทดสอบที่สายเคเบิลแรงดันสูง XLPE ขนาด 150 sq.mm.

- ฉนวนก๊าซ คือ อากาศปกติที่แรงดันในกระบอก 1.8 bar

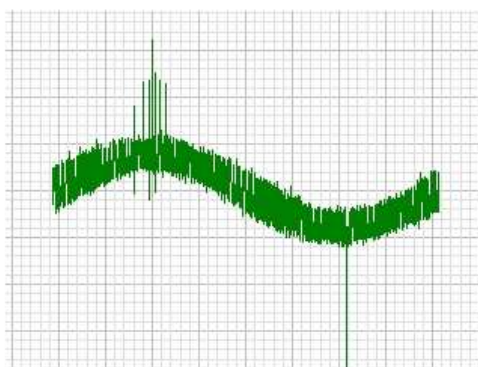
ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปวงรี เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 6.89 kV ตำแหน่งมุม 90 องศา มีค่า 8.63 pc



PD Detector 1 - 3/15/2008 10:51:20 AM

Discharge = 8.63 pC, Voltage = 6.89 kV

ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 7.02 kV ตำแหน่งพีกของไซเคิลบวกและลบ มีค่า 9.84 pc

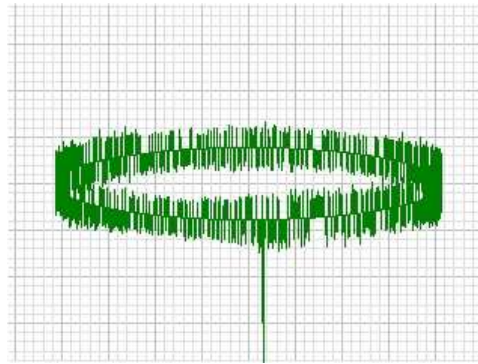


PD Detector 1 - 3/15/2008 10:51:23 AM

Discharge = 9.84 pC, Voltage = 7.02 kV

- ฉนวนก๊าซ คือ SF₆ ก๊าซที่แรงดันในกระบอก 1.8 bar

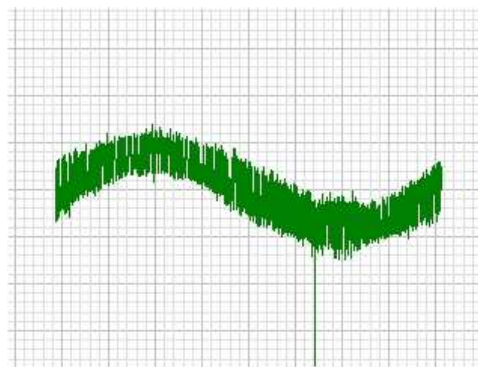
ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปวงรี เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 18.07 kV ตำแหน่งมุม 265 องศา มีค่า 14.35 pc



PD Detector 1 - 3/15/2008 7:21:35 AM

Discharge = 14.35 pC, Voltage = 18.07 kV

ตัวอย่างผลการวัดค่าดิสชาร์จบางส่วนบนฐานเวลารูปคลื่นไซน์ เริ่มเกิด PD ที่แรงดัน 18.03 kV ตำแหน่งก่อนพีคของ
ไซเคิลลบ มีค่า 15.27 pC



PD Detector 1 - 3/15/2008 7:22:01 AM

Discharge = 15.27 pC, Voltage = 18.03 kV

4. เอกสารอ้างอิง

- [1] IEC Standard Publication No.60270, Third edition, "High-Voltage test techniques Partial Discharge Measurements" 2000.
- [2] IEC Standard Publication No. 60502-2, Second edition, "Partial Discharge Measurements"
- [3] สำรวย สังข์สะอาด :วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มกราคม 2547.
- [4] สุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว และ สมเกียรติ ทองแก้ว “ การศึกษาและวิเคราะห์ห้ออกแบบสร้างขั้วต่อสายเคเบิลใต้ดินแรงดันสูง XLPE พิกัด 24 kV สำหรับทดสอบหาค่าดิสชาร์จบางส่วนโดยประยุกต์ใช้ก๊าซ SF6 เป็นสารฉนวน” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 31,29-31 ตุลาคม 2551,PW 76
- [5] สุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว :วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง , สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ ,กรุงเทพฯ 2551, ISBN 978-974-0667-91-9