



บทที่ 1

บทนำทั่วไป

1.1 บทนำ

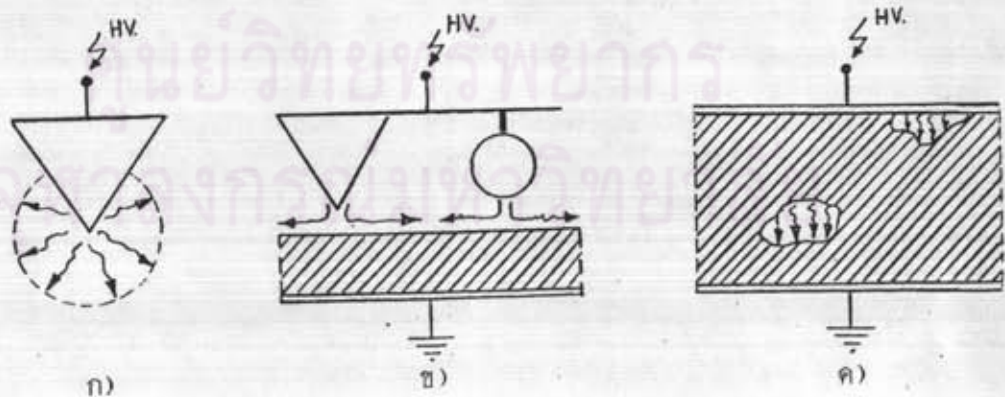
ดีสชาร์จบางส่วน (Partial Discharge = PD) เป็นดีสชาร์จทางไฟฟ้าที่ไม่เชื่อมต่อกันระหว่างขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า [1] โดยเกิดการเกิดสปาร์กในเนื้อฉนวนเพียงบางส่วนหรือบริเวณที่มีความเครียดสนามไฟฟ้าสูงกว่าค่าความเครียดสนามไฟฟ้าวิกฤต

ดีสชาร์จบางส่วนอาจแบ่งตามลักษณะที่เกิดขึ้นได้ 3 แบบคือ [1,2]

1) โคโรนาดีสชาร์จ เกิดขึ้นในอากาศตรงบริเวณรอบๆ อิเล็กโทรดปลายแหลมหรือขอบคมที่มีความเครียดสนามไฟฟ้าสูงกว่าบริเวณอื่น ทำให้อากาศรอบๆ บริเวณนั้นเกิดไอออนในเซชันดังรูปที่ 1.1 ก)

2) ดีสชาร์จตามผิว เกิดขึ้นบริเวณผิวของฉนวนที่มีส่วนของสนามไฟฟ้าในแนวเดียวกับผิวและมีความเครียดสนามไฟฟ้าสูง ดังรูปที่ 1.1 ข)

3) ดีสชาร์จภายใน เกิดขึ้นในเนื้อฉนวนที่มีความคงทนได้อิเล็กตริกต่ำหรือมีความเครียดสนามไฟฟ้าสูงกว่าบริเวณอื่น จึงทำให้เนื้อฉนวนส่วนนี้เกิดเบรกดาวน์ก่อน ดีสชาร์จภายในเกิดขึ้นเนื่องจากมีโพรงอากาศ หรือสิ่งแปลกปลอมในเนื้อฉนวนที่เป็นของแข็งและของเหลว ตัวอย่างของดีสชาร์จภายในแสดงดังรูปที่ 1.1 ค)



รูปที่ 1.1 ดีสชาร์จบางส่วนแบบต่างๆ

ก) โคโรนาดีสชาร์จ

ข) ดีสชาร์จตามผิว

ค) ดีสชาร์จภายใน

ดีสชาร์จบางส่วนอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น แสง เสียงรบกวน ความร้อน การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานสูญเสียในฉนวนและกระแสรั่วที่ขั้วสายของอุปกรณ์ เป็นต้น [1] ผลของดีสชาร์จบางส่วน หรือ PD อาจก่อให้เกิดคลื่นรบกวนวิทยุ (Radio Interference Voltage = RIV) เข้าไปรบกวนระบบสื่อสารได้ และในกรณีที่ PD นั้นเกิดขึ้นภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง ผลอันนี้จะไปทำลายระบบการฉนวน ทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพเร็วขึ้น อายุการใช้งานของอุปกรณ์จะสั้นลงและนำไปสู่การเบรกดาวน์ของฉนวนในที่สุด ดังนั้นเราจึงถือเอา PD เป็นแฟกเตอร์สำคัญที่จะบอกถึงคุณภาพการฉนวนของอุปกรณ์ [2] การออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงจึงต้องป้องกันหรือหลีกเลี่ยงมิให้มี PD เกิดขึ้น โดยการออกแบบลักษณะอุปกรณ์ให้มีความเครียดสนามไฟฟ้าต่ำกว่าค่าวิกฤต หรือเลือกใช้เทคนิคการฉนวนที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือผลิตอาจมี PD เกิดขึ้นได้โดยมิได้ตั้งใจ ซึ่งอาจเกิดจากความบกพร่องของระบบการฉนวนในระหว่างการผลิต หรือคุณภาพของฉนวนไม่ได้ตามที่กำหนด จึงต้องมีการวัดหรือตรวจจับ PD ก่อนนำอุปกรณ์ไปใช้งานว่ามี PD เกินกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนดไว้หรือไม่ โดยการวัดด้วยเครื่องตรวจจับดีสชาร์จบางส่วน

เครื่องตรวจจับดีสชาร์จบางส่วน เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับวัดค่าดีสชาร์จบางส่วนในอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งจัดเป็นวิธีการทดสอบคุณสมบัติการฉนวนของอุปกรณ์แบบไม่ทำลาย และเป็นข้อกำหนดที่สำคัญของมาตรฐานการทดสอบในปัจจุบัน

1.2 ที่มาของปัญหา

ปัจจุบันมีโรงงานภายในประเทศผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงได้แล้วหลายชนิด เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า เคเบิล ลูกถ้วยฉนวน สวิตช์เกียร์ เป็นต้น ซึ่งต้องตรวจสอบวัดค่าดีสชาร์จบางส่วนตามที่มาตรฐานกำหนด การไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้ในระบบส่งจ่ายต้องมีการตรวจวัด PD หลังซ่อมบำรุง ความต้องการด้านบุคลากรและการพัฒนาเทคโนโลยีในด้านนี้มากขึ้น เครื่องตรวจจับ PD ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศราคาก็แพงมาก ทางหน่วยปฏิบัติการวิจัยไฟฟ้าแรงสูง จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาออกแบบและสร้างเครื่องตรวจจับดีสชาร์จบางส่วนขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนด้านเงินทุนวิจัยจากทุนรัชดาภิเษกสมโภช

1.3 ประวัติการศึกษาวิจัยการวัดดีสชาร์จบางส่วน

กล่าวได้ว่ามนุษย์รู้จักดีสชาร์จบางส่วนที่เกิดขึ้นภายในฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงหรือบริเวณรอบๆ ตัวมานานกว่า 80 ปีแล้ว [1] ในที่นี้จะจำกัดเฉพาะเรื่องการวัด

หรือตรวจจับ PD โดยการวัดกระแสพัลส์ที่ชั่วสายของอุปกรณ์ การพัฒนาออกแบบและสร้าง เครื่องตรวจจับ PD แต่ละชนิดในระยะเริ่มแรก (ประมาณปี ค.ศ. 1935 ถึง 1964) สรุปไว้ในภาคผนวกที่ 1 [1] เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับการวัด PD ที่สำคัญคือ สัญญาณรบกวนจากภายนอก ดังนั้นในราวปี ค.ศ. 1951 B. Koske ได้นำมิเตอร์กึ่งค่ายอด (Quasi-peak RIV meter) ที่ใช้ในการวัด RIV ซึ่งเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในขณะนั้นมาใช้วัด PD ภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงชนิดต่างๆ โดยการวัด PD ในหน่วย "ไมโครโวลต์" การวัด PD แบบนี้จะไม่มีปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวน [3] และยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน เช่น การวัด PD ภายในหม้อแปลงไฟฟ้าตามมาตรฐาน NEMA (NEMA Publ. No. 107 และ NEMA Publ. No. TR.1) แต่อย่างไรก็ตามการวัดแบบนี้ปริมาณที่วัดได้จะมีคุณสมบัติตามลักษณะการตอบสนองการได้ยินของหูมนุษย์ [3] ดังนั้นค่า PD ที่วัดได้โดยมิเตอร์กึ่งค่ายอด จึงไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า PD ที่เกิดขึ้นที่อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง ด้วยเหตุนี้การวัด PD โดยใช้เครื่องตรวจจับ PD จึงเป็นที่นิยมใช้มากกว่ามิเตอร์กึ่งค่ายอด และประกอบกับในปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เจริญรุดหน้าไปมาก จึงได้มีการนำกรรมวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการลดหรือแยกแยะ PD ออกจากสัญญาณรบกวนต่างๆ [3,4]

ในประเทศไทย ได้มีรายงานเกี่ยวกับการพัฒนาออกแบบ และสร้างเครื่องตรวจจับ PD ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2525 โดยการออกแบบและประกอบสร้างมิเตอร์กึ่งค่ายอดเพื่อใช้วัด PD ในเทอมของคลื่นรบกวนวิทยุ [5] นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2527 ได้มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาการเกิดดีสชาร์จบางส่วนในอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง [2]

1.4 วัตถุประสงค์และขอบข่ายของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้าง เครื่องตรวจจับดีสชาร์จบางส่วนที่มีความสามารถตรวจจับ PD ภายในของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงได้หลายชนิด โดยการออกแบบให้เครื่องตรวจจับ PD เป็นแบบแถบกว้าง ซึ่งมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEC [6,7,8,9,10,11] และมีความไวได้สูงถึง 1 พิโคคูลอมป์ สำหรับวัสดุทดสอบทั่วไป เช่น ตัวเก็บประจุ ปลอกฉนวนนำสาย เป็นต้น และน้อยกว่า 5 พิโคคูลอมป์ สำหรับการวัด PD ในเคเบิล

หลังจากการประกอบสร้างเสร็จและตรวจสอบคุณสมบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐานเรียบร้อยแล้ว จะนำเครื่องตรวจจับ PD นี้ไปทดลองใช้งานจริง โดยใช้วัด PD ของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูง เช่น ตัวเก็บประจุ หม้อแปลงไฟฟ้า และเคเบิลแรงสูง เพื่อตรวจสอบขีดความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องที่ออกแบบสร้างขึ้น