งานวิจัยนี้เป็นการสร้างและศึกษาเครื่องมือลดทอนแรงดันไฟฟ้าแรงสูงกระแสตรง ชนิดตัวต้านทานฟิล์มบางขนาด 80 กิโลโวลต์ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานทุติยภูมิ โดยเครื่องมือนี้ประกอบด้วย ตัวต้านทานฟิล์มบางทั้งในส่วนภาคแรงดันสูงและภาคแรงดันต่ำที่คัดเลือกมาโดยเฉพาะ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงทางอุณหภูมิต่ำ เครื่องมือนี้ประกอบไปด้วยส่วนขั้วไฟฟ้าที่ทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิมและออกแบบให้ลักษณะรูปแบบของสนามไฟฟ้าที่ผ่านขั้วไฟฟ้าเป็นแบบสม่ำเสมอ ส่วนการฉนวนนั้นออกแบบโดยใช้ฉนวนที่มีค่าสภาพต้านทานสูงเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วไหล โดยเลือกใช้ฉนวนแข็งชนิด PTFE (Polytetrà-fluoroethylene) และ nylon 6.6 สำหรับตัวต้านทานฟิล์มบางในส่วนภาคแรงดันสูงมีขนาด 100 MΩ ต่ออันดับกันในลักษณะรูปแบบเกลียว (helix) และมีส่วนกำบัง (shielding) เพื่อป้องกันสิ่งรบกวนจากภายนอก ส่วนภาคแรงดันต่ำมีขนาด 10 kΩ บรรจุอยู่ในส่วนที่ป้องกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและคลื่นความถี่วิทยุ และมีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินสำหรับป้องกันเครื่องมือวัด อัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าในนามตัวเลข (nominal ratio value) มีค่า 10000:1 มีค่าแรงดันไฟฟ้าขาออก 10 โวลต์ การประเมินผลการทดสอบต่างๆ เช่น สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของตัวต้านทานฟิล์มบาง (temperature coefficient) อัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันต่ำโดยการวัดค่าความต้านทาน (resistance method) สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนลดทอนแรงดันต่อแรงดันไฟฟ้า (voltage coefficient of ratios) การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากความร้อน (self-heating) เวลาที่อัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าเริ่มคงที่ (time to constant of ratios) และความเสถียรทางเวลาของอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้า (stability of ratios) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิในส่วนภาคแรงดันสูงมีค่า 2.79 ppm/°C และค่าสัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิในส่วนภาคแรงดันต่ำมีค่า 2.55 ppm/°C ซึ่งเป็นผลมาจากค่าความต้านทานที่แปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ เป็นผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้ามีค่า -0.24 ppm/°C ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนลดทอนแรงดันต่อแรงดันไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และขนาดของค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้ามีค่า 0.00107 kV^{-1} ในช่วงของแรงดันไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ ถึง 80 กิโลโวลต์ ศึกษาอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าที่แรงดันต่ำ โดยการวัดค่าความต้านทานแบบทีละตัวได้ค่าอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้ามีค่า 10001.21:1 และเมื่อเปรียบเทียบผลการวัดค่าความต้านทานแบบต่ออนุกรมและขนานนั้น ค่าอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าที่ได้คลาดเคลื่อนไป 0.0005 % การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากความร้อน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าสูงสุดมีค่า 0.04 สำหรับเวลาที่อัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้าเริ่มคงที่เนื่องจากการบ่ม (aging) มีค่าอยู่ในช่วง 5-10 นาที สำหรับผลการวัดที่ถูกต้องของเครื่องมือลดทอนแรงดันไฟฟ้าในช่วงเริ่มต้น และความเสถียรทางเวลาของอัตราส่วนลดทอนแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเริ่มต้น แล้วเริ่มมีค่าคงที่ประมาณ 2 ppm ต่อ 5 เดือน อย่างไรก็ตามช่วงระยะเวลาในการเก็บผลนั้นมีระยะเวลาสั้น โดยทั่วไปแล้วการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ควรมีระยะเวลามากกว่าสองปีเพื่อดูแนวโน้มที่เกิดขึ้น

Abstract

214948

This research is a construction and study of DC high voltage divider (thin film resistor type) as a secondary standard. The measuring divider uses the selected especially thin film resistors in the high voltage arm and low voltage arm have a low temperature coefficient. The measuring divider consists of stainless steel electrode is designed to the uniformly electric field pattern. The measuring divider is designed to use insulation with a high resistivity to prevent leakage current. The insulations PTFE (Polytetra-fluoroethylene) and nylon 6.6 are selected. The high voltage arm consists of 100 thin film resistors of 1 MΩ arranged in a resistor helix, each resistor have a shielding for protection electromagnetic interference. For the low voltage arm consists of one resistor of 10 kΩ arranged in a shielding box and have an over voltage protection for measuring unit. The nominal divider ratios are 10000:1 (10 V output). The analysis and evaluation of the measurement results such as, temperature coefficient, resistance method, voltage coefficient of ratios, self-heating, time to constant of ratios and stability of ratios. The measured result show that the temperature coefficient of high voltage arm is 2.79 ppm/°C and the temperature coefficient of low voltage arm is 2.55 ppm/°C, which is due to the dependency of resistance on temperature. The temperature coefficients of divider ratios are -0.24 ppm/°C. The voltage coefficient of ratios has an increasing trend for range 10 kV to 80 kV. The magnitude of voltage coefficient is 0.00107 kV^{-1}. The study of divider ratios by measured each resistor at low voltage is 10001.21:1 and compared the results by series-parallel connection method, the divider ratios have an error 0.0005%. For, the self-heating, the maximum change of division ratios is 0.04. The time to constant of ratios due to aging is 5-10 minutes, for the initialize of the measuring result. The stability of ratios of measuring divider is increasing for initial, then the divider ratios are beginning constant about 2 ppm per 5 months. However, the period of data collecting is short. The normal practice for data collecting period should be longer than two years.