หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำทั่วไป

1.1 บทนำ

ในช่วงระยะ 10 ปี ที่แล้วมาการพัฒนาอุตสาหกรรมไฟฟ้าแรงสูงในประเทศไทยได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้โรงงานอุตสาหกรรมภายในประเทศสามารถผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นเอง เพื่อเป็นส่วนช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้น ดังนั้นความต้องการในด้านเทคนิคไฟฟ้าแรงสูงจึงได้เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ในปัจจุบันการพัฒนาการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงอยู่ในย่านแรงดันสูงขั้นต้น คือ ระดับแรงดันของระบบจำหน่ายสูงถึง 36 กิโลโวลต์ เช่น ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้า สายเคเบิล หม้อแปลงไฟฟ้า สวิตช์ตัดตอน และวัสดุฉนวน เป็นต้น และคาดว่าการพัฒนานี้จะมีแนวโน้มไปสู่ระบบแรงดันสูงขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้

โดยหลักการการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไฟฟ้าแรงสูงเหล่านี้ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดหรือมาตรฐาน กล่าวคือ จะต้องมีคุณลักษณะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ฉะนั้น เพื่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่าอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ เมื่อนำไปใช้งานจะมีความคงทนต่อแรงดันไฟฟ้าได้ ไม่เป็นเหตุให้เกิดผิดพร่องขึ้นในระบบอันเนื่องมาจากความล้มเหลวของการฉนวน จึงจำเป็นจะต้องทำการทดสอบอุปกรณ์เหล่านั้นก่อนนำไปใช้งาน การทดสอบด้วยแรงดันกระแสสลับความถี่กำลัง เป็นการทดสอบที่มาตรฐานกำหนด แรงดันทดสอบอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับระบบแรงดันที่อุปกรณ์เหล่านั้นใช้งาน ดังตัวอย่างแรงดันทดสอบที่มาตรฐาน IEC กำหนดไว้ดังนี้ [1] คือ

ตารางที่ 1.1 แรงดันทดสอบกระแสสลับความถี่กำลังระยะสั้น 1 นาที

ระบบแรงดันสูงสุด (kV_{rms})	3.6	7.2	12	17.5	24	36	52
แรงดันทดสอบความถี่กำลังระยะสั้น (kV_{rms})	10	20	28	38	50	70	95

จากตารางระบุแรงดันทดสอบในตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่า มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ตัวจ่ายที่มีแรงดันสูงกว่าแรงดันระบบที่จะนำเอาอุปกรณ์ไปติดตั้งถึง 2-3 เท่า การสร้างแรงดันสูงดังกล่าวสามารถทำได้โดยอาศัยหม้อแปลงทดสอบนั่นเอง หม้อแปลงทดสอบเป็นหม้อแปลงแรงดันสูงที่สามารถปรับแรงดันได้ตั้งแต่ค่าต่ำๆ จนถึงค่าที่ต้องการใช้ทดสอบวัสดุฉนวนหรืออุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ในระบบส่งจ่ายแรงสูง ใช้ศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับแรงสูง วิจัยปัญหาความเปรอะเปื้อนบนลูกถ้วยฉนวน หาคุณลักษณะของลูกถ้วยที่สภาวะบรรยากาศต่างๆ ใช้ศึกษาการเกิดดีสชาร์จในวัสดุฉนวน ก๊าซเหลวและแข็ง หรือผสมกัน

หม้อแปลงทดสอบแรงดันสูงมักจะเป็นเฟสเดียว ซึ่งมีกำลังไฟฟ้าต่ำเมื่อเทียบกับหม้อแปลงที่ใช้ในการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า แรงดันทางด้านจ่ายออกเป็นแรงดันสูงอาจปรับได้โดยปรับแรงดันทางด้านที่ป้อนเข้าด้วยหม้อแปลงปรับแรงดัน (Regulator)

1.2 ที่มาของปัญหา

หม้อแปลงทดสอบไฟฟ้าแรงสูงเป็นอุปกรณ์หลักที่จำเป็นสำหรับจ่ายแรงดันทดสอบ การทดสอบในสนามที่อุปกรณ์และระบบไฟฟ้าติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เช่น สถานีจ่ายไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จำเป็นต้องใช้ตัวจ่ายแรงดันสูงที่มีน้ำหนักเบา เพื่อให้สะดวกแก่การขนย้าย ในกรณีเช่นนี้หม้อแปลงทดสอบแบบก๊าซอัดความดันจะเหมาะมาก ด้วยเหตุนี้การไฟฟ้าต่างๆ จึงได้สั่งซื้อหม้อแปลงชนิดนี้มาจากต่างประเทศ ความจำเป็นต้องใช้มีอยู่ เทคโนโลยีเกี่ยวกับก๊าซ SF_6 [2] ก็มีมากพอ โรงงานอุตสาหกรรมหม้อแปลงก็มีอยู่แล้วเช่นนี้ จึงสมควรที่จะได้ศึกษาพัฒนาออกแบบสร้างหม้อแปลงทดสอบฉนวนด้วยก๊าซ SF_6 ขึ้นใช้เองภายในประเทศ ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเงินตราสั่งซื้อนำเข้า และเป็นพื้นฐานของการพัฒนาส่งเสริมอุตสาหกรรมอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงได้เป็นอย่างดี

จากการที่ได้มีการใช้ก๊าซ SF_6 เป็นฉนวนและดับอาร์กในเซอร์คิตเบรกเกอร์ และเป็นฉนวนในระบบ GIS ได้ประสบผลสำเร็จอย่างดียิ่ง ทำให้เกิดการวิจัยที่จะนำก๊าซ SF_6 มาเป็นฉนวนแทนน้ำมันในหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันมีบางบริษัทในต่างประเทศได้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังฉนวนด้วยก๊าซ SF_6 ออกมาเป็นอุตสาหกรรมเชิงการค้าแล้ว [8]

ข้อดีของหม้อแปลงฉนวนด้วยก๊าซ SF_6 คือ น้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับหม้อแปลงแบบน้ำมัน จึงสะดวกแก่การขนย้ายและติดตั้ง มีพลังงานสูญเปล่าน้อย ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก และ

ที่สำคัญก็คือ ฉนวนก๊าซ SF_6 ไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ ไม่ช่วยให้ไฟติด จึงเป็นฉนวนที่ให้ความปลอดภัยสูง

จากตารางระบุแรงดันในตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบจำหน่ายไม่เกิน 52 kV จะทดสอบด้วยแรงดันความถี่กำลังระยะสั้นไม่เกิน 95 kV และส่วนมากใช้กระแสทดสอบประมาณ 0.1 ถึง 0.5 A ซึ่งจะได้กล่าวในบทต่อไป ด้วยเหตุผลในแง่วิศวกรรมจึงวิจัยสร้างหม้อแปลงทดสอบฉนวนด้วยก๊าซ SF_6 ขนาด 100 kV และมีกำลังไฟฟ้า 10 kVA ซึ่งจะมีกระแสที่กำหนดเท่ากับ 0.1 A แต่เนื่องจากการทดสอบด้วยแรงดันความถี่กำลังระยะสั้น ใช้เวลาในการทดสอบเพียง 1 นาที ดังนั้นหม้อแปลงทดสอบสามารถใช้เกินกำลังได้มากขึ้น โดยอุณหภูมิของขดลวดไม่สูงเกินอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของฉนวน

1.3 ขอบเขตและวิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยแรกเกี่ยวกับการสร้างหม้อแปลงทดสอบแรงดันสูงในประเทศไทย เป็นผลงานของ คุณพรเทพ ธัญญพงศ์ชัย [15] ซึ่งเป็นการออกแบบและสร้างหม้อแปลงทดสอบแรงดันสูงขนาด 100 kV กำลังไฟฟ้า 5 kVA แบบถังเหล็ก โดยใช้กระดาษและน้ำมันเป็นฉนวน ซึ่งยังมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก รวมทั้งใช้ปลอกฉนวนนำสายไฟฟ้าแรงสูงแบบธรรมดา ดังนั้นจึงใช้ฝาถังเป็นเบกกาไลท์แทน เพื่อลดความเครียดสนามไฟฟ้าบริเวณขอบถัง ฝาถังจึงไม่แข็งแรงเท่าที่ควร แต่สำหรับหม้อแปลงทดสอบขนาด 100 kV 10 kVA ที่ประกอบสร้างในงานวิจัยนี้จะใช้ฟิล์มโปลีเอสเตอร์และก๊าซ SF_6 เป็นฉนวน และเป็นแบบตัวถังเหล็ก รวมทั้งใช้ปลอกฉนวนนำสายไฟฟ้าแรงสูงแบบคอนเดนเซอร์ที่ออกแบบและประกอบสร้างเอง โดยใช้ฟิล์มโปลีเอสเตอร์และก๊าซ SF_6 เป็นฉนวนอีกเช่นกัน ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาของหม้อแปลงทดสอบแบบน้ำมันดังได้กล่าวแล้วข้างต้น

ปัจจุบันมีบางบริษัทในต่างประเทศได้ผลิตหม้อแปลงทดสอบที่ใช้ก๊าซ SF_6 เป็นฉนวนสำหรับใช้ทดสอบการฉนวนของระบบ GIS มีขนาดแรงดันสูงถึง 1000 kV และมีกำลังไฟฟ้า 1000 kVA [25]

ขอบเขตและวิธีดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหม้อแปลงน้ำมัน แบบแห้งและแบบใช้ฉนวนด้วยก๊าซ SF_6

2) ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการฉนวน ความเครียดสนามไฟฟ้าระหว่างฟิล์มโปลีเอสเตอร์กับก๊าซ SF_6 แรงดันกระจายของขดลวดและขนาดความดันก๊าซที่จะใช้ในการระบายความร้อนของหม้อแปลง

3) ออกแบบแกนแม่เหล็ก ขดลวดพร้อมฉนวน ปลอกฉนวนนำสายแบบคอนเดนเซอร์ และตัวถังเหล็กของหม้อแปลงทดสอบขนาด 100 kV 10 kVA

4) ประกอบสร้างหม้อแปลงในข้อ 3) โดยทำการประกอบสร้าง กระบวนการสุญญากาศและอบด้วยความร้อน แล้วบรรจุก๊าซ SF_6 ตามความดันที่ได้ออกแบบไว้ที่โรงงานหม้อแปลงไฟฟ้าศิริวิวัฒน์ จำกัด

5) ทดสอบลักษณะสมบัติการใช้งานตามมาตรฐานกำหนด IEC Standard Publ. No.76-1976

6) วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบในข้อ 5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย