หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันได้เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม ในด้านเศรษฐกิจรัฐมีนโยบายส่งเสริมเร่งรัดพัฒนาอุตสาหกรรมทุกสาขา ด้านสังคมรัฐมุ่งให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ให้มีไฟฟ้าใช้กันทั่วถึงทุกตำบล ทำให้การไฟฟ้าต้องเพิ่มกำลังผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการ แต่ที่ตั้งของโรงไฟฟ้ามักจะอยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชน หรือศูนย์กลางผู้ใช้ไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องส่งพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบแรงดันสูง โดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าอันเป็นอุปกรณ์สำคัญในการแปลงแรงดันไฟฟ้า จากค่าต่ำเป็นค่าสูงที่ต้นทาง และลดแรงดันไฟฟ้าที่ปลายทางให้เหมาะสมกับระบบไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการ

ชนิดของหม้อแปลงหากแบ่งตามลักษณะที่ใช้งานจะแบ่งเป็นหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังที่ใช้ในระบบสายส่ง และหม้อแปลงที่ใช้ระบบจำหน่ายโดยแบ่งตามเกณฑ์ขนาดของหม้อแปลงเป็นสำคัญ อย่างไรก็ดีหม้อแปลงไฟฟ้าอาจแบ่งตามแบบชนิดของฉนวนเป็นหม้อแปลงแบบแห้งและหม้อแปลงแบบน้ำมัน หม้อแปลงแบบแห้งนี้ฉนวนอาจเป็นอากาศ ก๊าซอัดความดัน หรือแบบสารสังเคราะห์ที่เรียกว่า คาสต์เรซิน (cast resin)

1.2 ที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการสร้างอาคารใหญ่ ๆ กันมากขึ้นสำหรับเป็นที่อยู่อาศัย สำนักงานธุรกิจการค้าต่าง ๆ ซึ่งถือเป็นแหล่งรวมของคนจำนวนมากและมีความต้องการความปลอดภัยสูง ฉะนั้นหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญสำหรับจ่ายพลังงานให้กับระบบไฟฟ้าของอาคารเหล่านั้นจึงจำเป็นต้องมีความปลอดภัยสูงไม่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้น

ฉนวนหลักของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กันมาเป็นเวลานานก็คือน้ำมันหม้อแปลง แต่น้ำมันหม้อแปลงติดไฟได้ จึงทำให้เกิดเพลิงไหม้รุนแรงถ้าหากเกิดระเบิดขึ้น ดังนั้นหม้อแปลงแบบน้ำมันที่จะติดตั้งภายในอาคาร จึงจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงหรือบุผนังห้องด้วยวัสดุกันไฟ เพื่อกั้นหม้อแปลงจากห้องหรืออุปกรณ์อื่น ๆ การติดตั้งแบบนี้ทำให้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงและใช้เนื้อที่มากขึ้น จึงมีการคิดค้นหาฉนวนเหลวชนิดอื่นที่ไม่ติดไฟมาทดแทนน้ำมันหม้อแปลง เช่นฉนวนอาสคาเรล (Askarel) เคยนิยมใช้อยู่ระยะหนึ่ง โดยผู้ผลิตเชื่อว่าเป็นฉนวนเหลวที่ไม่ติดไฟ ไม่เกิดกรดและตะกอน ในขณะอาร์กไม่เกิดก๊าซที่ติดไฟ แต่ต่อมาพบว่าเมื่อเกิดอาร์กฉนวนอาสคาเรลเกิดกรดเกลือ ซึ่งเป็นพิษและกัดกร่อนฉนวนกระดาษ ฉะนั้นในปัจจุบันจึงเลิกใช้อาสคาเรลเป็นฉนวนในหม้อแปลง มีหม้อแปลงอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอาคารดังกล่าวเป็นหม้อแปลงแบบแห้งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับ คือหม้อแปลงที่ใช้คาสต์เรซินเป็นฉนวน แต่หม้อแปลงชนิดนี้มีน้ำหนักมากและมีความต้องการที่ว่างมากในการติดตั้ง วิศวกรจึงได้พยายามศึกษาวิจัยเพื่อสร้างหม้อแปลงที่ให้ความปลอดภัยสูงและมีน้ำหนักเบา เช่นใช้ก๊าซอัดความดันเป็นฉนวน

ในช่วงระยะสิบกว่าปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาใช้ก๊าซ SF_6 (Sulphur Hexafluoride) เป็นฉนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ และสถานีจ่ายไฟย่อยแบบถังโลหะ (GIS = Gas Insulated Substation) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้เกิดการค้นคว้าในการใช้ก๊าซ SF_6 มาเป็นฉนวนแทนน้ำมันในหม้อแปลงไฟฟ้าเพราะก๊าซ SF_6 เป็นก๊าซที่ไม่มีพิษไม่ติดไฟมีคุณสมบัติที่ดีในด้านการฉนวนและประสิทธิภาพการระบายความร้อน จึงใช้เป็นตัวกลางในการระบายความร้อนของหม้อแปลงชนิดฉนวนด้วยก๊าซ ทำให้มั่นใจได้ว่าจะไม่ติดไฟ เหมาะสำหรับติดตั้งในอาคารที่ซึ่งต้องการความปลอดภัยสูง

1.3 ผลงานของหม้อแปลงที่ใช้ก๊าซ SF_6 เป็นฉนวนที่มีมาแล้ว

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซ SF_6 เป็นฉนวน ได้มีการผลิตออกมาจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่นอย่างเช่น บริษัทมิตซูบิชิ ผลิตหม้อแปลงฉนวนก๊าซ SF_6 ขนาดตั้งแต่ 500 kVA ถึง 40,000 kVA ขนาดแรงดันได้สูงถึง 132 kV ได้ตั้งแต่ปี 2526 [1] ส่วนระบบระบายความร้อนภายในหม้อแปลง ถ้าเป็นหม้อแปลงขนาดต่ำกว่า 5,000 kVA จะใช้วิธีระบายความร้อนโดยธรรมชาติ (natural-air-cooled) ถ้าขนาดของหม้อแปลงตั้งแต่ 5,000 kVA ถึง 20,000 kVA จะใช้ตัวเป่าช่วยหมุนเวียนก๊าซภายในหม้อแปลง ส่วนการระบายความร้อนสู่บรรยากาศยังคงใช้วิธีธรรมชาติ

ถ้าเป็นหม้อแปลงขนาด 20,000 kVA ขึ้นไป จะใช้ทั้งตัวเป่าช่วยหมุนเวียนก๊าซภายในหม้อแปลง แล้วยังใช้พัดลมช่วยเป่าในการระบายความร้อนสู่ภายนอกอีกด้วย สำหรับอุณหภูมิเพิ่มของหม้อแปลงจะอยู่ในช่วง 70-80 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของมาตรฐานที่ใช้ในการผลิต

ในประเทศไทยได้มีการพัฒนาสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าฉนวนด้วยก๊าซ SF_6 ตัวแรกขึ้นที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นหม้อแปลงทดสอบขนาด 100 kV 10 kVA ซึ่งสำเร็จทดลองใช้งานได้ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2529 [20]

1.4 วัตถุประสงค์และขอบข่ายของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็เพื่อพัฒนาออกแบบสร้างต้นแบบหม้อแปลงที่ใช้ในอาคารที่ให้ความปลอดภัยสูง เป็นก๊าซที่ไม่ติดไฟ คือใช้ก๊าซ SF_6 เป็นฉนวน ขนาดของหม้อแปลงพิจารณาจากที่ใช้กันมากในอาคารขนาดใหญ่ปานกลางทั่วไป เช่น ศูนย์การค้า ธนาคาร โรงพยาบาล อาคารชุด เป็นต้น ซึ่งมีระบบแรงดัน 12 kV ฉะนั้นขนาดหม้อแปลงที่ต้องการออกแบบสร้างจะเป็นหม้อแปลงฉนวนก๊าซ SF_6 3 เฟส 50 Hz 500 kVA 12,000 V/400 V เริ่มต้นด้วยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหม้อแปลงแบบน้ำมันและแบบแห้งที่ใช้ก๊าซ SF_6 เป็นฉนวน ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการฉนวน ขนาดความดันก๊าซที่ใช้ การระบายความร้อนของหม้อแปลง ออกแบบและสร้างเสร็จแล้วทำการทดสอบตามมาตรฐาน IEC Standard Publ. No. 76-1976 Power Transformers [11] เปรียบเทียบคุณลักษณะทางเทคนิคของหม้อแปลงนี้กับหม้อแปลงแบบน้ำมันที่มีขนาดเดียวกัน