หน่วยที่ 8

การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน

หัวข้อเรื่อง (Topics)

1. อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายแรงต่ำ
2. อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายแรงสูง
3. อุปกรณ์ตัดตอนในระบบจำหน่ายแรงสูง

แนวคิดสำคัญ (Main Idea)

อุปกรณ์ป้องกันใช้สำหรับตัดวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ อันเนื่องมาจากสภาวะผิดปกติ (Fault) ของระบบไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากสภาวะดังกล่าว หรือใช้สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าในการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า ตัวอย่างอุปกรณ์ เช่น แอลทีสวิตช์ (Low Voltagc Fuse Switch) ฟิวส์ป้องกันแรงสูง (Drop Out Fuse Cut out) และรีโคลสเซอร์ (Recloser) หรืออุปกรณ์ตัดตอน เช่น โหลดเบรกสวิตช์ (Lowd Break Switch) แอร์เบรกสวิตช์ (Air Break Switch)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

1. บอกความหมายของอุปกรณ์ป้องกันได้
2. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันแรงต่ำได้
3. บอกความหมายของอุปกรณ์ป้องกันแรงสูงได้
4. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันแรงสูงได้
5. บอกความหมายของอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูงได้
6. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูงได้
7. นำอุปกรณ์ป้องกันไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง
8. นำอุปกรณ์ตัดตอนไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

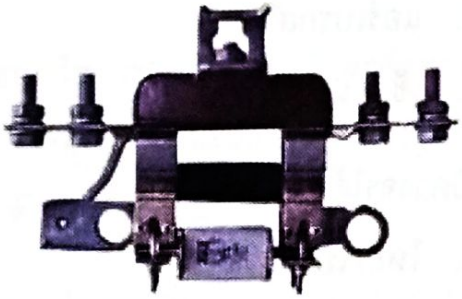
สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน
2. ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน

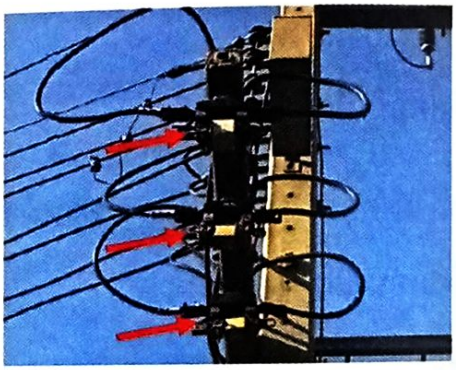
อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายแรงต่ำ

อุปกรณ์ป้องกันแรงต่ำมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด ซึ่งทั้ง 2 ชนิดมีคุณสมบัติและลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน แต่การใช้ประโยชน์อย่างเดียวกัน คือ ป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับระบบไฟฟ้าแรงต่ำจากเหตุอันใดก็แล้วแต่ ซึ่งมีอุปกรณ์ดังนี้

1. ฟิวส์แรงต่ำ (Low Voltage Fuse Switch) หรือ แอลทีสวิตช์ มีหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันความผิดปกติ เนื่องมาจากกระแสไหลเกินในระบบจำหน่ายแรงต่ำ การต่อจะต่อจากด้านเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้า แล้วจ่ายกระแสไฟฟ้ากับผู้ใช้ตามหมู่บ้านหรือชุมชน ตัวอย่างฟิวส์แรงต่ำและการติดตั้ง ดังรูปที่ 8.1 และรูปที่ 8.2

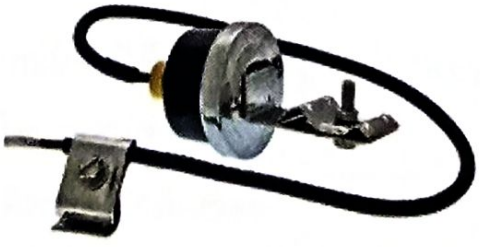


รูปที่ 8.1 ฟิวส์แรงต่ำ

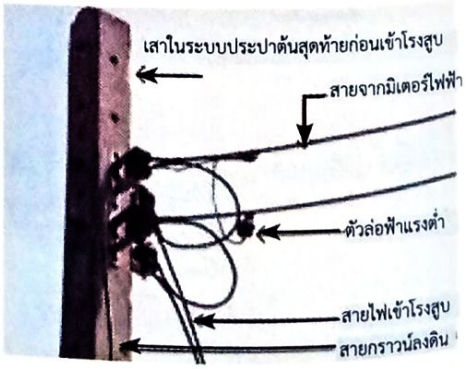


รูปที่ 8.2 ลักษณะการติดตั้งฟิวส์แรงต่ำ

2. ล่อฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Arrester) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งจุดประสงค์เพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินพิกัดจากฟ้าผ่า ใช้ในระบบจำหน่ายแรงต่ำ 1 เฟส 2 สาย , ระบบ 1 เฟส 3 สาย หรือ 3 เฟส 4 สาย ซึ่งการติดตั้งล่อฟ้าแรงต่ำ จะติดตั้งใกล้กับหม้อแปลง ปลายสายของสายแรงต่ำที่มีความยาวมากกว่า 200 เมตร ทุกระยะไม่เกิน 100 เมตร ที่สายระบบจำหน่ายแรงต่ำและย่านที่มีฟ้าผ่ารุนแรงและบ่อย ต้องทำการติดตั้งเพิ่มขึ้นตามความเหมาะสม ตัวอย่างล่อฟ้าแรงต่ำ และการติดตั้ง ดังรูปที่ 8.3 และรูปที่ 8.4



รูปที่ 8.3 ล่อฟ้าแรงต่ำ

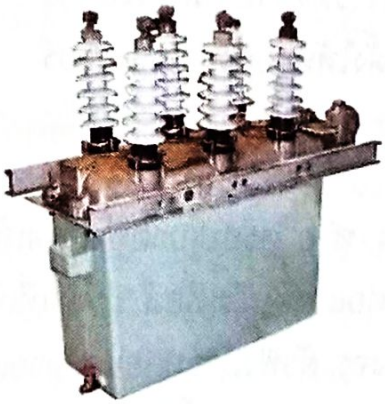


รูปที่ 8.4 ลักษณะการติดตั้งล่อฟ้าแรงต่ำ

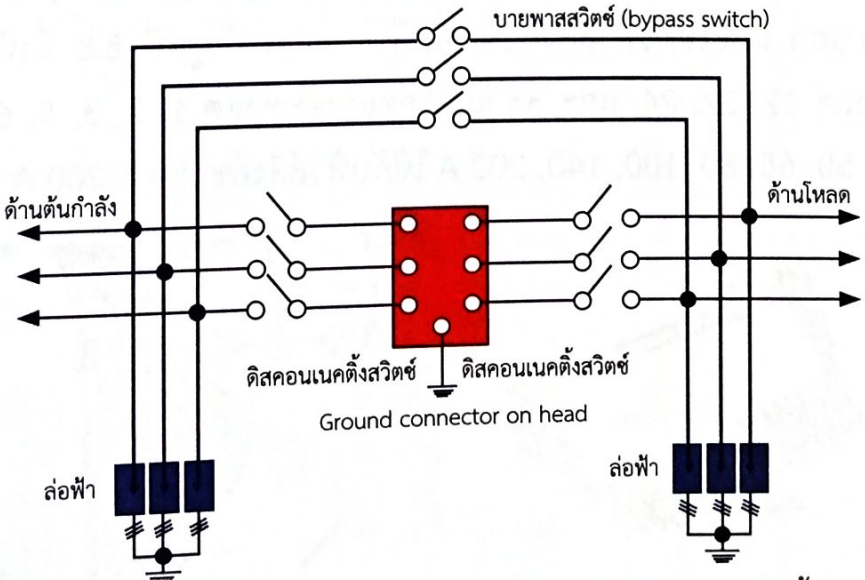
อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายแรงสูง

อุปกรณ์ป้องกันในระบบแรงสูง มีด้วยกันอยู่หลายชนิด ซึ่งในแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไป แต่ใช้ประโยชน์อย่างเดียวกันคือ ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับระบบไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งมีอุปกรณ์ดังนี้

1. รีโคลสเซอร์ (Recloser) เป็นอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายแรงสูง ทำงานโดยอัตโนมัติ หากเกิดกระแสเกินขึ้น สามารถตรวจจับกระแสเกินพิกัดแล้วตัดออกทันทีหรือให้หน่วงเวลาในการตัดกระแสเกินก็ได้ หลังจากนั้นจะปิดวงจรกลับเข้าเอง และยังกำหนดจำนวนครั้งได้ โดยสามารถเปิด - ปิดวงจรหรือการทริป (trip) ได้สูงสุด 4 ครั้ง เมื่อครบตามจำนวนที่ตั้งไว้ รีโคลสเซอร์จะทำการเปิดวงจรค้างไว้โดยไม่ปิดอีก ในลักษณะนี้เราเรียกว่า ล็อกเอาต์ (Lock out) การติดตั้งรีโคลสเซอร์ ส่วนใหญ่จะทำการติดตั้งในระบบจำหน่ายที่เกิดปัญหาฟอลต์แบบชั่วคราวหลายครั้ง โดยทำการติดตั้งในสายเมนหรือสายแยกที่ห่างจากสถานีเปลี่ยนแรงดัน มากกว่า 10 กิโลเมตรขึ้นไป ตัวอย่างของรีโคลสเซอร์ ดังรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5 รีโคลสเซอร์



รูปที่ 8.6 การป้องกันรีโคลศเซอร์โดยการต่อบายพาสสวิตช์และการติดตั้งล่อฟ้า

เด็กควรรู้

รีโคลสเซอร์สามารถกำหนดการทริป (trip) ได้ถึง 4 ครั้ง แต่ไม่จำเป็นต้องตั้งให้ทริปจำนวน 4 ครั้งเสมอไป

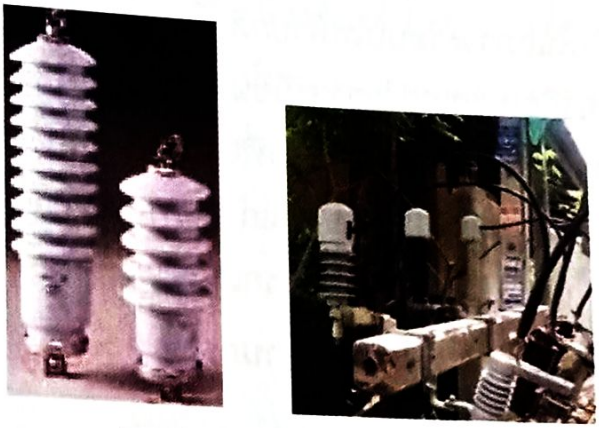
2. เซ็กชั่นนัลไลเซอร์ (Sectionalizer) คืออุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายแรงสูง โดยจะใช้งานร่วมกับรีโคลสเซอร์ ซึ่งจะตัดเฉพาะกระแสโหลด ไม่สามารถตัดกระแสฟอลต์ได้ แต่เซ็กชั่นนัลไลเซอร์จะนับจำนวนครั้งที่รีโคลสเซอร์ทำการเปิดวงจรในระหว่างเกิดการฟอลต์ ของวงจรที่อยู่หลังเซ็กชั่นนัลไลเซอร์เมื่อนับครบตามจำนวนครั้งที่ตั้งไว้ ก็จะเปิดวงจรค้างไว้ แต่รีโคลสเซอร์สามารถปิดวงจรได้อีกอย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับส่วนอื่น เพราะฉะนั้นการตั้งจำนวนครั้งในการเปิดวงจรของเซ็กชั่นนัลไลเซอร์ต้องตั้งให้น้อยกว่ารีโคลสเซอร์

รูปที่ 8.7 เซ็กชั่นนัลไลเซอร์

3. ฟิวส์ตัดตอนแรงสูง หรือ ดรอปเอาต์ฟิวส์คัตเอ้าต์ (Dropoutfuse cut out) มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความคงทนต่อแรงดันอิมพัลส์ มีหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรในระบบไฟฟ้าแรงสูง หากเกิดการลัดวงจร ตัวฟิวส์จะหลอมละลายและเกิดการอาร์ก โดยใช้ความร้อนจากเปลวไฟก๊าซที่เกิดขึ้นภายในสิ่งห่อหุ้ม พร้อมทั้งดันตัวออกสู่ภายนอก และขับส่วนของตัวฟิวส์ออกจากกันที่ส่วนล่าง แล้วระยะห่างก็จะมากพอที่จะไม่เกิดการอาร์กอีก ปัจจุบันนิยมใช้แบบชนิดที่ตัวฟิวส์อยู่ในกระบอก และใช้ตัวฟิวส์ลิงก์ชนิดที่ใส่ในกระบอกดังรูปที่ 8.8 ซึ่งฟิวส์ตัดตอนแรงสูงมีขนาดแรงดันตั้งแต่ 12, 22, 24, และ 33 kV พิกัดแรงดันตั้งแต่ 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 140, 200 A ใช้กับฟิวส์ลิงค์ขนาด 6-200 A

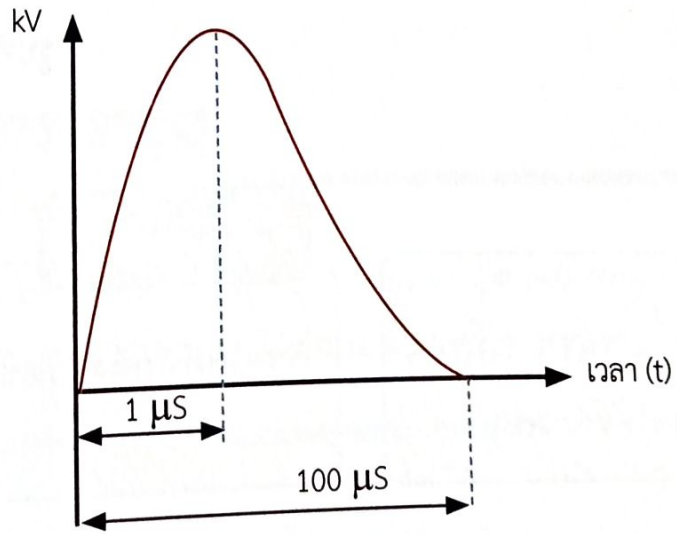
รูปที่ 8.8 ฟิวส์ตัดตอนแรงสูงและการใช้งาน

4. ล่อฟ้าแรงสูง (High Voltage Lighting Arrestor) หรือกับดักฟ้าผ่า เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้สำหรับการป้องกัน หรือบรรเทาความเสียหายของระบบและอุปกรณ์จากฟ้าผ่า ซึ่งหากเกิดฟ้าผ่าจะมีพลังงานสูงถึงประมาณ 3,000 กิโลวัตต์ แรงดันไฟฟ้ามากกว่า 125 ล้านโวลต์ หรือเกิดจากการสับปลดสวิตช์ของระบบการส่งจ่าย ซึ่งจะติดตั้งในตำแหน่งดังเช่น ชุดหม้อแปลง ปลายสายเคเบิลซึ่งติดตั้งต่อจากสายอากาศระบบแรงสูง ที่อุปกรณ์ของระบบจำหน่าย ตัวอย่างล่อฟ้าแรงสูงและการติดตั้งดังรูป



รูปที่ 8.9 ล่อฟ้าแรงสูงและการติดตั้ง

หากฟ้าผ่าลงตรง ๆ หรือบริเวณใกล้เคียง จะทำให้เกิดแรงดันไฟเกิน (Over Voltage) ในระบบจำหน่าย 500 kV/μs , 50 kV โดยประมาณ ลักษณะเป็นคลื่นวิ่ง ความเร็ว 300 เมตร/μs คลื่นจะวิ่งจากจุดใดจุดหนึ่งบนสายไฟฟ้า เริ่มจากค่าศูนย์ถึงค่าสูงสุด ใช้เวลา 1 μs และจะลดลงภายใน 100 μs ด้วยเหตุนี้ จึงต้องติดตั้งล่อฟ้า บริเวณตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดกับอุปกรณ์ป้องกันและไม่ควรติดตั้งล่อฟ้าห่างจากอุปกรณ์ป้องกันเกิน 300 เมตร เพราะคลื่นดังกล่าวจะผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า ก่อนที่จะผ่านล่อฟ้า ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวชำรุดเสียหายได้ทันที ระบบจำหน่ายแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำการติดตั้งล่อฟ้าแรงสูงเพิ่มเติมทุก ๆ ระยะ 5 – 10 กิโลเมตร เพื่อลดปัญหาไฟฟ้าดับเนื่องจากการเกิดฟ้าผ่า



รูปที่ 8.10 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเกินพิกัดกับเวลาเมื่อฟ้าผ่า

ชนิดของอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง

อุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัดต่อในการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าในระบบจำหน่าย เพื่อให้เกิดความปลอดภัยก่อนทำการปฏิบัติงาน ในการตรวจซ่อม การบำรุงรักษา ไปจนถึงการตัดตอนโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดสภาวะที่ผิดปกติ ซึ่งมีอุปกรณ์ดังนี้

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงสูง (High Voltage Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปลดวงจรหรือสับในสภาวะระบบไฟฟ้าปกติ ยังสามารถใช้ในการเปิดวงจร เมื่อเกิดฟอลต์โดยอัตโนมัติได้อีกด้วย เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงสูงมีชิ้นส่วนพิเศษเพื่อการดับอาร์กในเวลาที่สั้นที่สุด นั่นคือคุณลักษณะพิเศษของอุปกรณ์ดังกล่าว การที่จะใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติ ต้องมีอุปกรณ์อื่นประกอบเข้าไปด้วย ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับรีเลย์ป้องกันกลไกการทำงาน อินเตอร์รัพเตอร์ หรือตัวตัดกระแสร่วม เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงสูงมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด

1) เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงสูงขนาดปานกลาง จะใช้กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับขนาดตั้งแต่ 1.5 - 3.45 kV

2) เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงสูง จะใช้กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับตั้งแต่ 3.45 kV ขึ้นไป

ซึ่งประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงสูง จะเรียกชื่อตามประเภทของตัวกลางที่ใช้ในการดับอาร์ก ได้แก่

1.1 แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Air Circuit Breaker) หรือ ACB ตัวตัดการไหลของกระแส โดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการดับอาร์ก มีขนาดแรงดันตั้งแต่ 2.4, 4.6, 7.2 และ 13.8 kV โดยมีพิกัดกระแสต่อเนื่องตั้งแต่ 1,200 - 3,000 A ตัวอย่างแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ดังรูปที่ 8.11

รูปที่ 8.11 แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์

คำถาม

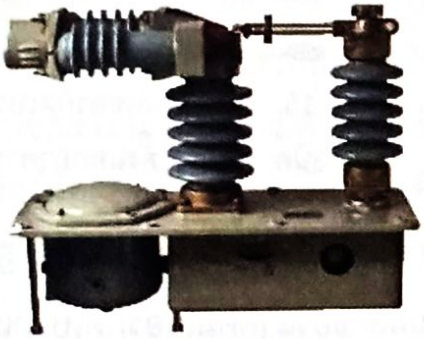
อุปกรณ์ตัดตอนแรงสูงชนิดใด ไม่มีตัวดับอาร์ก เปิด – ปิดวงจรได้ทีละเฟส

คำตอบ

ดิสคอนเน็กติ้งสวิตช์ (Disconnecting switch)

1.2 แอร์บลาสต์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Air Blast Circuit Breaker) หรือเรียกว่า ABB ใช้ลมอัดแรงดันให้สูงและพ่นเข้าไปดับอาร์ก มีหลักการทำงาน ดังนี้ อากาศจะถูกอัดจากถังอัดอากาศให้ผ่านไปยังท่อภายในเสาแนวตั้ง สู่ตัวตัดกระแสจนเต็ม เมื่อมีความดันคงที่ ก็จะพ่นอากาศออกเมื่อได้รับสัญญาณการทริป สลักจะถูกปลดออก ทำให้หน้าสัมผัสแต่ละข้างแยกออกจากกัน เป็นอิสระด้วยแรงกลเมื่อเกิดการทริปวาล์วพ่นอากาศจะเปิด ทำให้อากาศความดันสูงจากถังวิ่งผ่านหน้าสัมผัสไปทำการดับอาร์กและพ่นออกสู่บรรยากาศ แอร์บลาสต์เซอร์กิดเบรกเกอร์มีขนาดแรงดัน 121 - 362 kV พิกัดกระแสต่อเนื่องตั้งแต่ 1,600 - 3,000 A ดังรูป ที่ 8.12

1.3 ออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Oil Circuit Breaker) หรือที่เรียกว่า OCB ดับอาร์กโดยอาศัยน้ำมัน สามารถใช้ได้กับแรงดันสูงสุด 420 kV ออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่นิยมใช้งานโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ



รูปที่ 8.12 แอร์บลาสต์เซอร์กิตเบรกเกอร์

รูปที่ 8.13 มินิมัมออยลเซอร์กิตเบรกเกอร์

1) มินิมัมออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Minimum Oil Breaker) เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ทำงานโดยอาศัยลูกสูบทำงานด้านสปริง เพื่ออัดน้ำมันให้ฉีดได้อย่างแรง โดยน้ำมันที่ฉีดจะไปตัดกระแสที่อาร์ก มีขนาดตั้งแต่ 2.5, 4.16, 7.2, 13.8, 14.4, 34.5,46 และ 69 kV ดังรูปที่ 8.13

เด็กควรรู้

มินิมัมออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Minimum Oil Breaker) เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้น้ำมันน้อยมากประมาณ 1/10 ของบัลก์ออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์

2) *บัลก์ออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Bulk Oil Circuit Breaker)* เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดที่ใช้น้ำมันมากมีขนาดใหญ่ โดยตัวตัดกระแสไฟฟ้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะอยู่ภายในถังเหล็กบรรจุน้ำมัน ขนาดแรงดันไม่เกิน 36 - 132 kV เป็นชนิดถังเดี่ยวสามารถใช้ติดตั้งทั้งภายในอาคารและนอกอาคาร ดังรูปที่ 8.14 ถ้าต้องการแรงดันสูงและพิกัดในการตัดกระแสสูง ถังน้ำมันในการดับอาร์กมักจะแยกออกเป็น 3 ถัง ดังรูปที่ 8.15

รูปที่ 8.14 บัลก์ออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดถังเดี่ยวติดตั้งนอกอาคาร

รูปที่ 8.15 บัลก์ออยล์เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด 3 ถัง ติดตั้งนอกอาคาร

1.4 แวคคั่มเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Vacuum Circuit Brcaker) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า VCB จะใช้หลักการดับอาร์กด้วยสุญญากาศ หน้าสัมผัส ของแวคคั่มเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะถูกบรรจุในห้องสุญญากาศที่ปิดแน่น ซึ่งจะไม่เกิดความสกปรกและที่สำคัญ สิ่งแปลกปลอมเข้าไปไม่ได้ โดยสามารถสับหรือปลดวงจร ได้รวดเร็วกว่าแบบอื่น คือ ระยะหน้าสัมผัสของแวคคั่มเซอร์กิตเบรกเกอร์ สามารถทำให้แคบกว่าปกติได้ จึงทำให้การสับหรือปลดวงจรรวดเร็วกว่าแบบอื่น มีขนาดแรงดันสูงสุด 168 kV และ 3.15 kA เท่านั้น มีทั้งแบบใช้ในอาคารและนอกอาคารตัวอย่างแวคคั่มเซอร์กิตเบรกเกอร์ ดังรูปที่ 8.16

รูปที่ 8.16 แวคคั่มเซอร์กิตเบรกเกอร์

คำถาม

ลักษณะเด่นของแวคคั่มเซอร์กิตเบรกเกอร์คืออะไร

คำตอบ

สามารถสับหรือปลดวงจรได้รวดเร็วกว่าอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูงแบบอื่น คือ ระยะหน้าสัมผัสของแวคคั่มเซอร์กิตเบรกเกอร์ สามารถปรับให้แคบกว่าปกติได้ จึงทำให้การสับหรือปลดวงจร รวดเร็วกว่าแบบอื่น

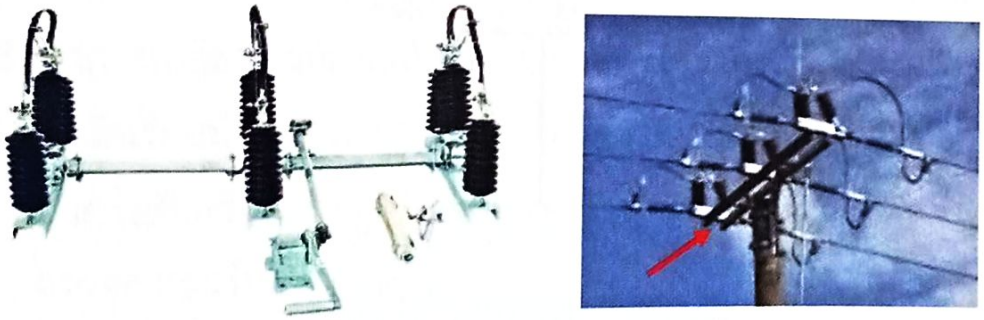
1.5 ก๊าซ SF6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Gas SF Circuit Brcaker)

หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า GCB ใช้ก๊าซ SF6 เป็นตัวดับอาร์ก ซึ่งเป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และที่สำคัญไม่ติดไฟ ปัจจุบันก๊าซ SF6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กระบอกสูบแบบเป่า หรือเรียกว่า ซิงเกิลเพรสเซอร์ (Single pressurc) และความดันคู่ หรือเรียกว่าทูเพรสเซอร์ (Two Pressure) ก๊าซ SF6 เซอร์กิตเบรกเกอร์มีขนาดตั้งแต่ 7.2, 12.5, 22, 33, 72.5, 145, 245, 300, 525 และ 800 kV ขนาดสูงสุด 1,500 kV ดังรูปที่ 8.17

รูปที่ 8.17 ก๊าซ SF6 เซอร์กิตเบรกเกอร์

1.6 ดิสคอนเน็กติ้งสวิตช์ (Disconnecting Switch)

หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สวิตช์ตัดตอนแรงสูง มีลักษณะเป็นสวิตช์ใบมีด เปิด - ปิด วงจร จะเปิดปิดวงจรได้ทีละเฟส โดยใช้ไม้ชักฟิวส์ในขณะไม่มีโหลด ไม่มีตัวดับอาร์ก ใช้เป็นสวิตช์ตัดตอนก่อนเข้าและออกจากรีโคลสเซอร์ หรือเป็นสวิตช์ตัดตอนในสถานีเปลี่ยนแรงดันและก่อนเข้าสายเคเบิลแรงสูง โดยจะติดตั้งในสายเมน เพื่อใช้เป็นสวิตช์เชื่อมต่อระหว่างฟีดเดอร์บนกับล่างหรือบริเวณข้างถนน ตัวอย่างดิสคอนเน็กติ้งสวิตช์



รูปที่ 8.18 การติดตั้งดิสคอนเน็กติ้งสวิตช์และการติดตั้ง

สรุปเนื้อหาสำคัญ (แผนผังมโนทัศน์)