

Mục 3.Đặc tính kỹ thuật chống sét van 18kV và phụ kiện

I. PHẠM VI ĐIỀU CHỈNH VÀ ĐỐI TƯỢNG ÁP DỤNG

1. Phạm vi điều chỉnh

Quy cách kỹ thuật này quy định về yêu cầu kỹ thuật đối với chống sét van cho cấp điện áp 22kV lắp đặt cho trạm biến áp/thiết bị đóng cắt phân phối trong Tổng Công ty Điện lực TP.HCM.

Quy cách kỹ thuật này quy định cho việc lắp đặt chống sét van giữa pha – đất, đối với phương pháp lắp đặt khác như pha – pha cần tính toán lại các điều kiện để lựa chọn chống sét van cho phù hợp.

Quy cách kỹ thuật này áp dụng cho chống sét van để bảo vệ cho các đối tượng như MBA, biến dòng điện, biến điện áp, thanh cái v.v. và chỉ áp dụng cho chống sét van có vỏ cách điện bằng vật liệu polymer.

2. Đối tượng áp dụng:

Quy cách kỹ thuật này áp dụng đối với các đơn vị trực thuộc Tổng Công ty Điện lực TP.HCM.

II. THUẬT NGỮ VÀ CHỮ VIẾT TẮT:

Trong tiêu chuẩn này, các thuật ngữ và chữ viết tắt dưới đây được hiểu như sau:

- 1. EVN:** Tập đoàn Điện lực Việt Nam.
- 2. IEC (International Electrotechnical Commission):** Ủy ban kỹ thuật điện Quốc tế.
- 3. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers):** Viện các kỹ sư điện và điện tử Hoa Kỳ.
- 4. ISO (International Organization for Standardization):** Tổ chức tiêu chuẩn hóa Quốc tế.
- 5. MC:** Máy cắt điện.
- 6. DCL:** Dao cách ly.
- 7. DTĐ:** Dao tiếp địa.
- 8. TBA:** Trạm biến áp
- 9. CSV:** Chống sét van
- 10. Điện áp danh định của hệ thống điện (Nominal voltage of a system):** Là giá trị điện áp thích hợp được dùng để định rõ hoặc nhận dạng một hệ thống điện.
- 11. Điện áp cao nhất đối với thiết bị (Highest voltage for equipment):** là trị số cao nhất của điện áp pha - pha, theo đó cách điện và các đặc tính liên quan khác của thiết bị được thiết kế đảm bảo điện áp này và những tiêu chuẩn tương ứng.

- 12.** Tần số định mức (rated frequency): Tần số tại đó thiết bị được thiết kế để làm việc
- 13.** Chồng sét van không khe hở ôxit kim loại (metal-oxide surge arrester without gaps): Là loại chồng sét van có gắn các điện trở phi tuyến ôxit kim loại mà không tích hợp các khe phóng điện.
- 14.** Vỏ chồng sét van (housing arrester): Bộ phận cách điện bên ngoài của chồng sét van có nhiệm vụ cung cấp khoảng cách, dòng rò cần thiết và bảo vệ các bộ phận bên trong với môi trường.
- 15.** Chồng sét van vỏ polymer (polymer-housed arrester): Chồng sét van có vỏ bằng vật liệu polymer.
- 17.** Cấp chịu đựng xung sét cơ bản của cách điện (BIL): Là một cấp cách điện xác định bằng kV của giá trị đỉnh của một xung sét tiêu chuẩn.
- 18.** Distribution class arrester: Theo định nghĩa của IEC là dùng cho cấp điện áp nhỏ hơn 52kV
- Chú thích 1: Chồng sét van phân phối có thể có dòng phóng điện danh định I_n 10 kA.
- Chú thích 2: Chồng sét van phân phối được phân loại là "Cấp phân phối DH", "Cấp phân phối DM" và "Cấp phân phối DL".
- 19.** Station class arrester: Theo định nghĩa của IEC là được sử dụng trong trạm biến áp để bảo vệ thiết bị do quá điện áp, đặc biệt là không chỉ sử dụng trong các hệ thống có điện áp lớn hơn 52 kV.
- Chú thích 1: Chồng sét van trạm có thể có dòng phóng điện danh định I_n 10 kA.
 - Chú thích 2: Chồng sét van trạm được phân loại là "Cấp trạm SH", "Cấp trạm SM" và "Cấp trạm SL".
- 20.** MO resistor: Là một phần của chồng sét van, có đặc tính dòng điện và điện áp là không tuyến tính, điện trở giảm thấp khi quá áp, điện trở rất cao tại điện áp tần số công nghiệp định mức.
- 21.** Điện áp định mức của chồng sét (*Rated Voltage - U_r*)
- Điện áp định mức của chồng sét là giá trị hiệu dụng cho phép tối đa của điện áp tần số công nghiệp đặt vào hai cực chồng sét mà tại đó chồng sét được thiết kế để vận hành đúng các điều kiện được thiết lập trong các thí nghiệm chu kỳ làm việc (Operating duty test).
- Mặc dù các thử nghiệm là khác nhau giữa IEC và ANSI, trong thực tế các định mức được xác định bởi các nhà sản xuất khác nhau và thông thường $U_r \approx 1,25 U_{cov}$.
- 22.** Điện áp làm việc liên tục U_c của chồng sét (Continuous Operating Voltage – COV hay MCOV theo tiêu chuẩn IEEE): Là giá trị hiệu dụng của điện áp ở tần số công nghiệp tối đa được thiết kế có thể đặt lâu dài trên 2 cực của chồng sét.

23. Quá điện áp tạm thời (Temporary Overvoltage – TOV).

Quá điện áp do thao tác hoặc do tình trạng làm việc không bình thường của lưới điện duy trì với thời gian có giới hạn.

Hệ số quá điện áp tạm thời ($T = U_{TOV}/U_{Cov}$): là tỷ số giữa quá điện áp tạm thời và điện áp làm việc liên tục, trong một số trường hợp là điện áp định mức U_r).

24. Dòng điện quy chuẩn I_{ref} (Reference Current)

Dòng điện quy chuẩn là giá trị đỉnh của thành phần điện trở dòng điện tần số công nghiệp được sử dụng để xác định điện áp quy chuẩn của chống sét. Dòng điện quy chuẩn phải đủ lớn để có thể bỏ qua các ảnh hưởng của điện dung tản của chống sét tại giá trị điện áp quy chuẩn đo được và được quy định bởi nhà sản xuất. Theo IEC60099-4 thì dòng điện quy chuẩn cho phép khi đặt điện áp xoay chiều tần số công nghiệp vào 2 cực của chống sét là tương đương với mật độ dòng điện khoảng $(0,05 \text{ mA}-1,0 \text{ mA})/\text{cm}^2$ của tiết diện đĩa MOV.

25. Điện áp quy chuẩn U_{ref} (Reference Voltage)

Điện áp quy chuẩn là giá trị đỉnh của điện áp tần số công nghiệp chia cho $\sqrt{2}$ được sử dụng cho chống sét để đạt dòng điện quy chuẩn. Điện áp quy chuẩn của một tổ hợp nhiều chống sét ghép lại là tổng số của các điện áp quy chuẩn thành phần.

26. Dòng điện liên tục (continuous current I_c): Dòng điện chạy qua chống sét van khi đang mang điện, có thể gọi là dòng dò chống sét van.

27. Điện áp dư (Residual voltage – U_{res}): Giá trị điện áp đỉnh xuất hiện trong quá trình CSV phóng dòng điện sét, giá trị của điện áp dư phụ thuộc vào dạng sóng của chống sét và giá trị của dòng điện.

28. Mức chịu đựng điện áp xung (Lightning impulse protective level, dạng xung 8/20 μ , tại dòng 10kA U_{pl}): Điện áp chịu đựng lớn nhất của CSV tại dòng điện phóng (discharge current) định mức. Tương ứng với điện áp dư U_{res} tại dòng phóng định mức I_n .

29. Mức chịu đựng điện áp xung thao tác (Switching impulse protective level - U_{ps}): Điện áp chịu đựng lớn nhất đối với xung thao tác. Tương ứng với điện áp dư U_{res} tại dòng phóng định mức I_n .

30. Xung dòng điện sét (Lightning current impulse): Xung dòng điện với dạng sóng 8/20 μ s.

31. Dòng điện phóng định mức (Nominal discharge current of an arrester

I_n): Dòng điện đỉnh được sử dụng để phân loại chống sét van

32. Xung dòng điện đỉnh (High current impulse I_{hc}): Là giá trị dòng điện phóng đỉnh có dạng xung 4/10 μ s dùng để kiểm tra khả năng ổn định của chống sét van khi có sét đánh trực tiếp.

33. Xung dòng điện thao tác (Switching current impulse (I_{sw})): Giá trị đỉnh của dòng điện phóng với thời gian đầu sóng kéo dài $30\mu s$ và nhỏ hơn $100\mu s$.

34. Xung dòng điện kéo dài (Long-duration current impulse (I_{ld})): Là một dạng sóng hình chữ nhật hoặc vuông, Độ dài của xung có liên quan tới cấp phóng của chống sét van cấp 2-5.

35. Dòng điện ngắn mạch (Short-circuit current): Dòng điện tần số công nghiệp thử nghiệm cao nhất có thể phát triển như là dòng điện ngắn mạch, mà không gây ra nổ vỡ vỏ hay tạo ra bất kỳ ngọn lửa trong thời gian xác định, dưới các điều kiện thử nghiệm được chỉ định.

36. Đánh giá khả năng phóng lặp lại - Qrs (repetitive charge transfer rating): Khả năng phóng dòng điện tích quy định lớn nhất của Chống sét van, dưới dạng một xung tác động đơn hoặc nhóm xung có thể chuyển qua chống sét van mà không gây ra hư hỏng cơ khí hoặc sự xuống cấp không thể chấp nhận của các điện trở MO.

37. Quá điện áp sườn trước chậm (slow-front overvoltage-SFO): Quá điện áp thoáng qua thường là một chiều, với thời gian đạt đỉnh trong khoảng $20\mu s$ đến $5.000\mu s$, và thời gian đuôi sóng $< 20ms$.

38. Quá điện áp sườn trước nhanh (fast-front overvoltage-FFO): Quá điện áp thoáng qua thường là một chiều, với thời gian đạt đỉnh trong khoảng $0,1\mu s$ đến $20\mu s$, và thời gian đuôi sóng $< 300\mu s$.

39. Quá điện áp sườn trước rất nhanh (very-fast-front overvoltage-VFFO): quá điện áp thoáng qua thường là một chiều, với thời gian đạt đỉnh $< 0,1\mu s$, và có hoặc không có các dao động xếp chồng ở tần số $30kHz < f < 100MHz$.

40. Độ không ổn định nhiệt của chống sét van (thermal runaway of an arrester): Trạng thái do tổn hao điện tích lũy của chống sét van vượt quá khả năng tản nhiệt của vỏ và các mối nối, làm gia tăng nhiệt các phần tử điện trở, dẫn đến sự hư hỏng chống sét van.

41. Độ ổn định nhiệt của chống sét van (thermal stability of an arrester):

Một chống sét van ổn định nhiệt nếu sau khi làm việc, nhiệt độ bị tăng lên, sau đó nhiệt độ của các phần tử điện trở giảm xuống theo thời gian trong khi chống sét van vẫn đang đặt ở điện áp vận hành liên tục trong điều kiện môi trường quy định.

42. Đánh giá về khả năng truyền nhiệt - Qth (thermal charge transfer rating - Qth): Điện lượng quy định lớn nhất có thể chuyển qua chống sét van hoàn chỉnh hoặc phân đoạn chống sét van trong vòng 03 phút mà không gây ra mất ổn định nhiệt khi thử nghiệm phục hồi nhiệt cho chống sét van.

43. Đánh giá theo năng lượng nhiệt - Wth (thermal energy rating - Wth):

Năng lượng quy định lớn nhất (tính bằng kJ/kV theo điện áp định mức U_r) được đưa

vào chống sét van hoàn chỉnh hoặc phân đoạn chống sét van trong vòng 03 phút mà không gây ra mất ổn định nhiệt khi thử nghiệm phục hồi nhiệt cho chống sét van.

44. Tiêu chuẩn tương đương: Là các tiêu chuẩn khác như tiêu chuẩn quốc gia/khu vực hoặc tiêu chuẩn riêng của nhà sản xuất có thể được chấp nhận với điều kiện các tiêu chuẩn đó đảm bảo được tính tương đương hoặc cao hơn tiêu chuẩn quốc tế hoặc TCVN được nêu ra.

45. Hệ số phối hợp cách điện là Tỉ số giữa điện áp chịu đựng xung sét (theo từng cấp điện áp)/Điện áp dư lớn nhất với xung sét tiêu chuẩn 8/20 μ s - 10kA (Bil/res).

Các thuật ngữ và định nghĩa khác được hiểu và giải thích Quy phạm trang bị điện năm 2006 ban hành kèm theo Quyết định số 19/2006/QĐ-BCN ngày 11/7/2006 của Bộ Công nghiệp (nay là Bộ Công Thương).

III. ĐIỀU KIỆN CHUNG

1. Điều kiện môi trường làm việc của thiết bị

Nhiệt độ môi trường lớn nhất	45°C
Nhiệt độ môi trường nhỏ nhất	0°C
Khí hậu	Nhiệt đới, nóng ẩm
Độ ẩm cực đại	100%
Độ cao lắp đặt thiết bị so với mực nước biển	$\leq 1000\text{m}$
Vận tốc gió lớn nhất	160 km/h

Lưu ý: Trường hợp thiết bị có vị trí lắp đặt với điều kiện môi trường khắc nghiệt (vượt ngoài các giới hạn của bảng trên), các đơn vị căn cứ các tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam để lựa chọn tiêu chuẩn riêng cho thiết bị nhằm thuận lợi cho công tác lựa chọn VTTB nhưng không được trái quy định pháp luật, quy chế quản lý nội bộ của EVN có liên quan.

2. Điều kiện vận hành của hệ thống điện

Điện áp danh định của hệ thống (kV)	22
Sơ đồ nối	3 pha/1pha
Chế độ nối đất trung tính	Trung tính nối đất trực tiếp
Điện áp làm việc lớn nhất của thiết bị (kV)	≥ 24
Điện áp chịu đựng xung sét (BIL) (kV)	≥ 125
Tần số (Hz)	50

IV. YÊU CẦU CHUNG

1. Chống sét van

- a. Để đảm bảo chống sét van sử dụng cho trạm biến áp/thiết bị đóng cắt phân phối có thể bảo vệ cả quá điện áp do sóng sét, quá điện áp thao tác thì yêu cầu phải sử dụng loại chống sét van không khe hở.
- b. CSV có vỏ làm bằng vật liệu Polymer, bên trong có các điện trở MO phi tuyến sử dụng loại ZnO. MO có trị số điện trở nhỏ khi quá điện áp và có trị số lớn ở điện áp vận hành định mức của hệ thống điện. Bên trong lõi phải có cấu tạo đảm bảo độ bền về cơ học (như thanh sợi thủy tinh, thanh cách điện chịu lực v.v.) chống uốn cong, xoắn, có khả năng kháng nấm, không bị tổn thương khi xé hoặc va chạm, không bị rạn, nứt, thoái hóa bởi môi trường và điện trường.

2. Bố trí lắp đặt

- a. CSV phải được thiết kế phù hợp cho việc gắn trực tiếp trên giá đỡ bằng thép.
- b. CSV phải được trang bị đầy đủ các phụ kiện để đấu nối vào dây pha/trung tính và hệ thống nối đất, bộ phụ kiện cách điện để lắp trên hệ thống giá đỡ kim loại.

3. Các yêu cầu về thí nghiệm

Chống sét van phải được thí nghiệm xuất xưởng theo tiêu chuẩn IEC 60099-4 hoặc tiêu chuẩn tương đương.

- a. Biên bản thí nghiệm xuất xưởng (routine test): Gồm có các hạng mục thí nghiệm theo yêu cầu của tiêu chuẩn IEC 60099-4, gồm tối thiểu các hạng mục:

- Đo điện áp quy chuẩn Uref (Reference Voltage).
 - Đo điện áp dư (residual voltage).
 - Đo phóng điện cục bộ (internal partial discharge test).
 - Thí nghiệm điện áp tần số công nghiệp (Power- frequency voltage test).
- b. Thí nghiệm điển hình (Type test):**

Đối với chống sét van phải được thực hiện bởi phòng thí nghiệm đạt theo tiêu chuẩn ISO hoặc phòng thí nghiệm của nhà sản xuất nhưng kết quả thử nghiệm phải được chứng kiến từ các cơ quan kiểm tra quốc tế độc lập (có chứng chỉ ISO) như: KEMA, CESI v.v.

Biên bản thí nghiệm điển hình cho CSV trạm phân phối/thiết bị đóng cắt gồm các hạng mục chính sau:

- Kiểm tra cách điện vỏ chống sét van (insulation withstand test on the arrester housing).

- Điện áp dư (Residual voltage).
- Đặc tính điện áp tần số công nghiệp với thời gian (Power frequency voltage versus time - TOV).
- Kiểm tra chịu đựng vận hành (Operation duty test).

Ngoài ra, tùy theo đặc thù vị trí lắp đặt và mục đích sử dụng, cấu tạo của chống sét van các đơn vị có thể lựa chọn thêm một số các hạng mục thí nghiệm điển hình (Type test) theo tiêu chuẩn IEC 60099-4.

4. Phụ kiện

- a. Các kẹp cực để đấu nối.
- b. Các kẹp bu-lông sử dụng cho nối đất tương thích dây đồng.
- c. Các bu-lông, đai ốc kèm theo tương ứng.
- d. Các hệ thống trụ và giá đỡ chống sét van (nếu có)
- e. Đế lắp chống sét van.
- f. Disconnector (áp dụng cho chống sét van trạm biến áp/thiết bị đóng cắt phân phối)

5. Tài liệu kỹ thuật và bản vẽ mô tả

Thiết bị phải được cung cấp bản vẽ và tài liệu kỹ thuật sau:

- a. Bản vẽ mô tả cấu trúc chung của thiết bị.
- b. Bản vẽ hướng dẫn lắp đặt.
- c. Tài liệu hướng dẫn lắp đặt, vận hành, sửa chữa và bảo dưỡng thiết bị, phụ kiện.
- d. Các tài liệu khuyến cáo về kiểm tra, bảo dưỡng, đại tu, cách xử lý các trục trặc hư hỏng thường gặp.
- e. Các biên bản thí nghiệm và giấy chứng nhận quản lý chất lượng.

6. Yêu cầu khác

- a. Thiết bị mới nguyên 100%, không có khiếm khuyết, có chứng nhận nguồn gốc xuất xứ hàng hóa (CO) rõ ràng, hợp pháp và có chứng nhận chất lượng hàng hóa (CQ), kèm theo các tài liệu liên quan để chứng minh hàng hoá được cung cấp phù hợp với yêu cầu của thiết kế và quy định trong hợp đồng đã ký kết.

- b. Chồng sét van phải đáp ứng được độ bền đối với các điều kiện về khí hậu và môi trường tại Việt Nam: được nhiệt đới hóa, phù hợp với điều kiện môi trường lắp đặt vận hành.
- c. Giá đỡ, tiếp địa, bu lông, đai ốc và các chi tiết bằng thép được mạ kẽm nhúng nóng với bề dày lớp mạ tuân thủ Quyết định số 82/QĐ-EVN-QLXD-TĐ ngày 07/01/2003.
- d. Bu lông chế tạo theo tiêu chuẩn TCVN 5571-1991, TCVN 1916-1995; đai ốc- vòng đệm theo tiêu chuẩn TCVN 1905-76.
- e. Khi vận chuyển cho phép tháo và đóng gói từng bộ phận riêng và phải có bảng liệt kê số lượng vật tư trong từng kiện đóng gói.

V. BẢNG TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT CỦA CHỒNG SÉT VAN 22kV LẮP ĐẶT CHO TBA/THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT PHÂN PHỐI

TT	Hạng mục	Đơn vị	Yêu cầu
I	Thông tin chung nhà sản xuất		
1	Hãng sản xuất		Nêu cụ thể
2	Nước sản xuất/Năm sản xuất		Nêu cụ thể
3	Mã hiệu		Nêu cụ thể
4	Tiêu chuẩn áp dụng		IEC 60099-4
II	Thông tin về chế độ lưới điện		
1	Điện áp làm việc lớn nhất	kV	24
2	Tần số định mức	Hz	50
3	Chế độ làm việc của lưới điện		Trung tính trực tiếp nối đất
4	Hệ số quá điện áp cho phép khi chạm đất một pha đối với lưới 3 pha 3 dây		1,4
5	Chế độ đấu nối chống sét van		Pha – đất
III	Thông số kỹ thuật của chống sét		
1	Chủng loại		ZnO, không khe hở, lắp ngoài trời, đáp ứng tiêu chuẩn sử dụng CSV trong trạm biến áp theo tiêu chuẩn IEC
2	Cấp chống sét van		DH

TT	Hạng mục	Đơn vị	Yêu cầu
3	Điện áp định mức Ur	kV	≥ 18
4	Điện áp làm việc liên tục COV	kVrms	$\geq 13,97$
5	Điện áp quá áp tạm thời kèm theo đường cong đặc tính TOV	kVrms	Nhà sản xuất chào đáp ứng cầu hình lưới điện
6	Dòng điện phóng định mức	kA	≥ 10
7	Dòng điện phóng đỉnh	kApeak	≥ 100
8	Năng lượng nhiệt định mức Qth	C	$\geq 1,1$
9	Khả năng phóng lặp lại - Qrs	C	$\geq 0,4$
10	Hệ số phối hợp cách điện		$\geq 1,4$
IV	Thông số kỹ thuật của vỏ chống sét van		
1	Vật liệu vỏ		Vật liệu tổng hợp loại Silicon rubber (SR)
2	Điện áp chịu đựng xung sét của cách điện (1,2/50 μ s) - Bil	kV	≥ 125
3	Điện áp chịu đựng tần số nguồn của cách điện (50Hz/1 phút)	kVrms	≥ 50
4	Chiều dài đường rò của cách điện	mm/kV	≥ 31
V	Các phụ kiện khác		
1	Giá đỡ		
	Nhà sản xuất		Nêu cụ thể
	Nước sản xuất		Nêu cụ thể
	Vật liệu		Thép mạ kẽm nhúng nóng với bề dày lớp mạ tối thiểu 80 μ m
2	Kẹp cực		01 kẹp cực/01 chống sét
	Nhà sản xuất		Nêu cụ thể
	Nước sản xuất		Nêu cụ thể
	Vật liệu		Đồng
	Kích thước		Phù hợp với dây dẫn (25-50)
	Bulông kẹp cực		Bằng thép không rỉ hoặc mạ kẽm nhúng nóng
3	01 nắp bịt tại vị trí đầu nối dây pha		Có
4	Tài liệu kỹ thuật thể hiện rõ các thông số chào thầu, bản vẽ kích thước, hướng dẫn lắp đặt, vận		Có

TT	Hạng mục	Đơn vị	Yêu cầu
	hành và bảo dưỡng		

VI. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. QCVN QTĐ-5: 2009/BCT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về kỹ thuật điện Tập 5: Kiểm định trang thiết bị hệ thống điện.

2. Quy phạm trang bị điện, ban hành kèm theo Quyết định số 19/2006/QĐ-BCN ngày 11/7/2006 của Bộ Công nghiệp (nay là Bộ Công Thương); và các sửa đổi, bổ sung và thay thế sau này.

3. TCVN 6099-1: 2007 Kỹ thuật thí nghiệm điện áp cao – Phần 1: Định nghĩa chung và yêu cầu thí nghiệm.

4. TCVN 5408: 2007 -Tiêu chuẩn mạ kẽm nhúng nóng.

5. IEC 60099-7 Glossary of terms and definitions from IEC publications 60099-1, 60099-4, 60099-6, 61643-1, 61643-12, 61643-21, 61643-311, 61643321, 61643-331 and 61643-341.

6. IEC 60099-4 – part 6 Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems.

7. IEC 60099-5 Part 5: Selection and application recommendations

8. High voltage surge arresters Buyer's guide của hãng ABB

9. High voltage surge arresters Buyer's guide của hãng Siemens.

10.IEEE Std C62.22-2009 - IEEE Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems

11.IEEE Std C62.11-2012 Standard for Metal – Oxide-Surge Arrester for AC Power Circuit (>1kV)

12.IEEE Std 1299/C62.22.1-1996 IEEE Guide for the Connection of Surge Arresters to Protect Insulated, Shielded Electric Power Cable Systems

13.IEC 60185-1; 2; 3 (Edition 1.0; 2008-10): Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions.

14.IEC60529 (Edition 2.2; 2013-08): Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).

15.IEEE C37.06 (6 November 2009): Preferred Ratings and Related Required Capabilities for Voltages Above 1000 V.