

TCVN 7379-3:2010

CISPR 18-3:1986

WITH AMENDMENT 1:1996

Xuất bản lần 1

**ĐẶC TÍNH NHIỀU TẦN SỐ RADIÔ CỦA ĐƯỜNG DÂY TẢI
ĐIỆN TRÊN KHÔNG VÀ THIẾT BỊ CAO ÁP –
PHẦN 3: QUY TRÌNH KỸ THUẬT ĐỂ GIẢM THIỂU
PHÁT RA TẠP RADIÔ**

*Radio interference characteristics of overhead power lines and high voltage equipment
– Part 3: Code of practice for minimizing the generation of radio noise*

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Phạm vi áp dụng	5
1 Thiết kế thực tế của đường dây tải điện trên không và thiết bị kết hợp để khống chế nhiễu đến thu thanh và thu hình.....	5
2 Phương pháp dự đoán mức chuẩn của đường dây trên không	8
3 Biện pháp ngăn ngừa và khắc phục để giảm thiểu tạp radiô sinh ra do tiếp xúc xấu và cách phát hiện, định vị các tiếp xúc này	12
4 Công thức để xác định sơ bộ trường tạp radiô tạo ra từ cụm dây dẫn lớn (nhiều hơn bốn dây dẫn con) và từ dây dẫn hình ống	16
Phụ lục A (qui định) – Công thức CIGRE dùng để dự đoán cường độ trường tạp radiô từ dây dẫn của đường dây trên không	30
Phụ lục B (tham khảo) – Qui trình phân tích để xác định sơ bộ trường tạp radiô, ở khoảng cách cho trước từ đường dây trên không bằng cụm dây dẫn cỡ lớn	32
Phụ lục C (tham khảo) – Thư mục tài liệu tham khảo	40

Lời nói đầu

TCVN 7379-3:2010 hoàn toàn tương đương với CISPR 18-3:1986 và sửa đổi 1:1996;

TCVN 7379-3:2010 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E9 *Tương thích điện từ* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 7379 (CISPR 18), Đặc tính nhiễu tần số radio của đường dây tải điện trên không và thiết bị cao áp, gồm ba phần:

- 1) TCVN 7379-1:2004 (CISPR 18-1:1982), Phần 1: Mô tả hiện tượng
- 2) TCVN 7379-2:2004 (CISPR 18-2:1986), Phần 2: Phương pháp đo và qui trình xác định giới hạn
- 3) TCVN 7379-3:2010 (CISPR 18-3:1986, amendment 1:1996), Phần 3: Quy trình kỹ thuật để giảm thiểu phát ra tạp radio

Đặc tính nhiễu tần số radio của đường dây tải điện trên không và thiết bị cao áp –

Phần 3: Quy trình kỹ thuật để giảm thiểu phát ra tạp radio

*Radio interference characteristics of overhead power lines and high voltage equipment –
Part 3: Code of practice for minimizing the generation of radio noise*

Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho tạp radio từ đường dây tải điện trên không và thiết bị cao áp, có thể gây nhiễu cho việc thu tín hiệu radio, không kể các trường sinh ra từ tín hiệu sóng mang của đường dây tải điện.

Dải tần số được đề cập từ 0,15 MHz đến 300 MHz.

1 Thiết kế thực tế của đường dây tải điện trên không và thiết bị kết hợp để khống chế nhiễu đến thu thanh và thu hình

1.1 Giới thiệu

Điều này cung cấp hướng dẫn về các kỹ thuật có thể áp dụng trong khi thiết kế, xây dựng và vận hành đường dây tải điện cao áp trên không và thiết bị kết hợp để các loại tạp radio khác nhau mô tả trong tiêu chuẩn này được duy trì ở các mức chấp nhận được.

1.2 Văng quang trên dây dẫn

Trong khi thiết kế đường dây, cần xem xét đến các tham số hình học của đường dây để đảm bảo rằng tạp radio do văng quang trên dây dẫn không vượt quá mức chấp nhận được qui định. Các tham số quan trọng nhất là đường kính dây dẫn và số lượng dây dẫn trong mỗi pha. Các tham số khác có thể thay đổi, ví dụ như khoảng cách giữa các pha, độ cao của dây dẫn so với nền hoặc khoảng cách của các dây dẫn con trong một cụm dây, có ảnh hưởng nhỏ hơn. Trong thực tế, chúng thường được xác định bởi các yêu cầu về cơ hoặc yêu cầu cách điện.

Định luật định lượng xác định mức tạp radiô gây ra bởi văng quang trên dây dẫn được nêu trong 5.3 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) và ở Điều 2 dưới đây. Các định luật này thường áp dụng cho cả cụm dây dẫn bên và các dây dẫn trơn nhẵn vì nói chung, bề mặt không bằng phẳng do bên về cơ bản không làm thay đổi mức tạp, đặc biệt là khi dây dẫn bị ẩm hoặc ướt. Mặt khác, các tao dây bị xước hoặc đứt hoặc bám các chất bên ngoài như bụi hoặc côn trùng trên bề mặt, có thể dẫn đến phóng văng quang cục bộ do gradien điện áp cục bộ cao. Điều này có thể làm tăng đáng kể mức tạp của đường dây. Vì các lý do này, cần tránh làm hư hại đến bề mặt dây dẫn khi lắp đặt đường dây. Việc này có thể đạt được bằng cách hết sức cẩn thận khi vận chuyển và lắp đặt đường dây và sử dụng các kỹ thuật thích hợp để tránh làm dây dẫn tiếp xúc với đất hoặc các vật thể khác trong quá trình treo dây. Tránh tra thêm mỡ vào dây dẫn để bảo vệ trong khi vận chuyển và kéo dây; khi dây dẫn mang tải, việc tăng nhiệt độ, đặc biệt là trong thời tiết nóng, sẽ làm mỡ chảy ra bên ngoài, làm bám bụi và làm cho vùng đó có gradien cục bộ cao và dẫn đến tạp radiô. Khi lõi thép hoặc các lớp bên trong được tra mỡ để bảo vệ chống ăn mòn, cần chọn loại mỡ không chảy ra bề mặt dây dẫn ngay cả ở nhiệt độ cao nhất.

1.3 Văng quang trên các phụ kiện đường dây bằng kim loại

Tạp radiô do văng quang trên các phụ kiện đường dây bằng kim loại như kẹp treo, kẹp chết một đầu, gông, vòng bảo vệ, sừng, tấm đệm, v.v... có thể được khống chế. Hình dạng và kích thước thích hợp có thể được qui định trong giai đoạn thiết kế để tránh các điểm có gradien điện áp cao. Tất cả các mép và góc cần được lượn tròn đều, mũ bulông cần được lượn tròn hoặc được che chắn và tránh các điểm sắc và nhô ra. Điều quan trọng là lớp phủ kẽm bảo vệ trên các phụ kiện phải nhẵn, đặc biệt là ở các điểm có gradien điện áp lớn nhất.

Cơ cấu bảo vệ đôi khi được lắp đặt để bảo vệ cách điện chuỗi khỏi ảnh hưởng phá hủy của hồ quang điện và để cải thiện sự phân bố điện thế dọc theo chuỗi. Các cơ cấu này cũng góp phần làm giảm mức tạp radiô từ các kẹp dây vì chúng che các điểm sắc hoặc nhô ra trên các kẹp. Kiểu và kích thước của các cơ cấu bảo vệ cần được chọn sao cho bản thân chúng không tạo ra tạp radiô. Ví dụ, cần tránh sử dụng các sừng đơn giản ở điện áp lớn hơn 150 kV, và đường kính của các ống tạo thành vòng bảo vệ cần đủ rộng để đảm bảo rằng không xuất hiện văng quang trong khi mưa. Ở dải điện áp siêu cao, lớn hơn hoặc bằng 750 kV thì kinh nghiệm bị hạn chế. Tuy nhiên, kiến thức hiện thời chỉ ra rằng việc thiết kế các vòng bảo vệ thích hợp trong điều kiện mưa là tương đối khó, ngay cả khi chúng làm từ nhiều ống. Trong trường hợp này, có thể cần đặt ra các bố trí đặc biệt cho gông sao cho cách điện chuỗi được che chắn trực tiếp bởi các cụm dây và được bảo vệ khỏi các hồ quang điện bằng cơ cấu thích hợp trên các dây dẫn con của cụm dây.

Trong trường hợp dùng dây dẫn, điều quan trọng là phải tránh làm hư hại các phụ kiện trong khi chế tạo, vận chuyển, xây dựng đường dây và bảo trì bằng cách sử dụng chúng cẩn thận ở mọi lúc.

1.4 Phóng điện bề mặt trên cái cách điện

1.4.1 Cái cách điện sạch hoặc bị nhiễm bẩn nhẹ

Tạp radiô tạo ra bởi cái cách điện này trong điều kiện khô có thể được khống chế bằng cách:

- sử dụng cái cách điện có thiết kế thích hợp, đặc biệt chú ý đến dạng hình học của chúng và đặc tính của vật liệu ở vùng tới hạn hơn, hoặc
- sử dụng cơ cấu bảo vệ được thiết kế để cải thiện sự phân bố điện áp trên bề mặt của cái cách điện hoặc dọc theo cách điện chuỗi.

Trong thiết kế cái cách điện, ví dụ sử dụng men dẫn để cải thiện phân bố gradien điện áp bề mặt trên cái cách điện. Trong thiết kế cơ cấu bảo vệ, vòng kim loại càng gần càng tốt với cái cách điện hoặc ít nhất là hai hoặc ba cái cách điện đầu tiên ở cuối đường dây của cách điện chuỗi, có thể cải thiện đáng kể phân bố điện áp trên cái cách điện hoặc dọc theo cách điện chuỗi và giảm tạp radiô. Tuy nhiên, vòng này phải duy trì tính tương thích với các yêu cầu khác như khả năng cách điện, bảo vệ cái cách điện khỏi hồ quang điện, che các kẹp, v.v... (xem 1.3).

Tạp radiô tạo ra trong thời tiết ẩm, sương mù hoặc mưa thường khó khống chế hơn tạp trong điều kiện khô. Tuy nhiên, đây không phải là yếu tố quyết định trong thiết kế đường dây vì việc tăng tạp do các giọt nước nhỏ trên cái cách điện thường ít quan trọng hơn so với sự tăng tạp tương ứng do dây dẫn tạo ra.

1.4.2 Cái cách điện bị nhiễm bẩn nặng

Trong điều kiện khô, ngoài hiện tượng tạo ra nhiễu trên cái cách điện sạch, các hiện tượng khác của loại văng quang có thể xuất hiện do bề mặt không bằng phẳng tạo ra bởi nhiễm bẩn lắng đọng, như đề cập ở 6.1 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1). Trong các điều kiện này, việc thiết kế cẩn thận các phần khác nhau của cái cách điện cũng ít có hiệu quả. Tuy nhiên, các cơ cấu khống chế ứng suất thích hợp để cải thiện sự phân bố điện áp trên cái cách điện hoặc dọc theo cách điện chuỗi có thể cải thiện đáng kể đặc tính tạp radiô.

Khi bề mặt cái cách điện bị nhiễm bẩn bị ướt thì tạp radiô được tạo ra bởi phóng điện qua vùng khô, do dòng rò, như đề cập ở 6.1 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1). Đôi khi, tạp này có thành phần tần số cao. Điều này có thể ảnh hưởng đến cả việc thu thanh và thu hình và khó khống chế. Phương pháp thực tế duy nhất là hạn chế tác động của dòng rò trên bề mặt của cái cách điện bị nhiễm bẩn. Điều này có thể đạt được bằng cách:

- a) giảm ứng suất điện áp lên cái cách điện – ví dụ bằng cách tăng chiều dài đường dò bề mặt lên dài hơn mức cần thiết đối với khả năng chịu cường độ điện.

b) sử dụng các loại cái cách điện đặc biệt như cái cách điện làm bằng vật liệu hữu cơ hoặc được phủ men bán dẫn hoặc có thiết kế chiều dài đường rò dài hơn như là các khối kiểu sương mù, có hình dạng đặc biệt, v.v....;

c) phủ cái cách điện bằng mỡ silicôn.

1.5 Phóng điện và tia lửa điện nhỏ do tiếp xúc xấu, hiện tượng đảo chiều

Các biện pháp khắc phục để loại bỏ hoặc giảm các loại tạp radiô này được qui định ở Điều 3 dưới đây và 8.4 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1).

1.6 Khuyết tật trên đường dây tải điện và thiết bị kết hợp khi vận hành

Ngay cả khi đã thực hiện tất cả các phòng ngừa có thể có trong khi thiết kế và lắp đặt đường dây điện hoặc trạm điện để giữ tạp radiô trong các giới hạn chấp nhận được, đôi khi vẫn có thể xuất hiện các khuyết tật trong khi vận hành gây ra tạp không chấp nhận được. Điều này có thể làm đứt các tao dây, hư hại kẹp hoặc cái cách điện hoặc tích lũy nhiễm bẩn trên các dây dẫn và cái cách điện. Nói chung, các khuyết tật này phải được loại bỏ để hệ thống điện có thể làm việc đúng ngay cả khi chúng là nguồn tạp radiô hoặc không phải là nguồn tạp radiô. Trong thực tế, tạp đôi khi xảy ra do các khuyết tật này có thể dẫn đến việc phát hiện và định vị sự cố hệ thống điện tiềm ẩn.

Các nguồn tạp bất thường này có thể được định vị bằng các dụng cụ đo khác nhau như bộ đo tạp, máy thu hình hoặc bộ phát hiện bằng siêu âm và bộ phát hiện bằng quang. Vị trí thường dễ phát hiện hơn khi tạp ảnh hưởng đến việc thu hình vì ở tần số rất cao, sự suy giảm theo chiều dọc theo đường dây là rất cao. Khi chỉ các tín hiệu quảng bá tần số radiô thấp và trung bình bị ảnh hưởng, việc định vị nguồn tạp có thể đòi hỏi ghi lại độ suy giảm theo chiều dọc của trường tạp radiô, kết hợp với các cơ cấu quang hoặc siêu âm, như được đề cập ở Điều 3.

2 Phương pháp dự đoán mức chuẩn của đường dây trên không

Giới thiệu

Tiêu chuẩn này cung cấp cơ sở lý thuyết và thực tiễn cần thiết để đối phó với các vấn đề về nhiễu radiô. Các khía cạnh kỹ thuật được đề cập ở Phần 1 và nhiều khía cạnh được đề cập trong điều này theo cách đơn giản hóa để mang vấn đề lý thuyết và thực tế đến gần nhau.

Yêu cầu chung

Mức chuẩn của đường dây là cường độ trường tạp radiô ở tần số chuẩn bằng 500 kHz và ở khoảng cách 20 m so với dây dẫn gần nhất của đường dây. Trong trường hợp gradien điện áp trong không khí ở bề mặt dây dẫn của đường dây bình thường lớn hơn khoảng 12-14 kV/cm, tùy thuộc vào đường kính dây dẫn, thì đặc tính tạp radiô của đường dây được xác định bằng đặc tính của dây dẫn. Số lượng và đường kính của các dây dẫn trên mỗi pha của đường dây được xem xét thường được xác định bởi khả năng mang dòng yêu cầu hoặc bởi các xem xét kinh tế và việc suy đoán mức chuẩn thường được yêu cầu

trong điều kiện thời tiết cụ thể. Nếu đường dây được thiết kế với các dây dẫn ở gradient bề mặt cao thì chỉ có thể giảm rất ít mức tạp một khi đường dây đã được lắp đặt.

Hình B12 của Phụ lục B của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) đưa ra việc hiệu chỉnh áp dụng cho mức tạp radiô liên quan đến tần số đo khác 500 kHz.

Trong trường hợp gradient điện áp trong không khí ở các bề mặt dây dẫn của đường dây nhỏ hơn khoảng 12 kV/cm, mức tạp radiô thường được xác định bởi cái cách điện và phụ kiện. Trong trường hợp này, đặc tính tạp radiô của đường dây vốn là tốt và thường mong muốn duy trì chất lượng tốt này bằng cách chọn cái cách điện và phụ kiện có chất lượng phù hợp. Hầu hết các phương pháp dự đoán hoặc xác định sơ bộ đều liên quan đến tạp dây dẫn và không áp dụng cho các đường dây khi dây dẫn ở gradient bề mặt thấp. Không phương pháp nào áp dụng cho nguồn phóng điện tại các điểm tiếp xúc kém hoặc có khiếm khuyết.

2.1 Tương quan giữa các dữ liệu được đưa ra trong tiêu chuẩn này

a) Phương pháp liên quan đến tạp từ dây dẫn

Điều 5.3 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) đưa ra nghiên cứu về các phương pháp dự đoán hoặc xác định sơ bộ, theo cả phương pháp phân tích hoặc bán kinh nghiệm và phương pháp kinh nghiệm hoặc so sánh. Phương pháp phân tích dựa trên các kết quả đo được trên đoạn dây dẫn ngắn làm mẫu trong lồng thử nghiệm và bao gồm các phân tích rất phức tạp. Dây dẫn mẫu có thể được thử nghiệm ở điều kiện bề mặt bất kỳ và điện áp tạp radiô được đo bằng mạch điện cho ở 1.3 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2). Tuy nhiên, cách dự đoán tin cậy về mức chuẩn do văng quang trên dây dẫn có thể được tính chỉ từ thử nghiệm ướt vì trong trường hợp này, số lượng nguồn văng quang riêng rẽ trên một đơn vị chiều dài là đủ cao để đại diện cho mẫu thích hợp về mặt thống kê. Với đường dây một chiều, cần tham khảo 8.2 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) để tính mức tạp.

Công thức so sánh đơn giản được đề cập ở 5.3 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) dựa trên các kết quả của phép đo cường độ trường tạp radiô được thực hiện trên đường dây sẵn có với thiết kế tương tự. Các công thức này có tính đến ảnh hưởng của chênh lệch bất kỳ giữa đường dây chuẩn và đường dây cần xét như các chênh lệch theo gradient điện áp bề mặt hoặc theo đường kính dây dẫn. Nếu thiết kế đường dây chuẩn và đường dây cần xét là tương tự và điều kiện làm việc, như nhiễm bẩn trong không khí, v.v... cũng tương tự thì có thể thu được dự đoán khá chính xác về mức chuẩn có thể có từ đường dây cần xét do văng quang trên dây dẫn. Các ảnh hưởng do thời tiết cũng có thể được xác định bằng cách thực hiện các phép đo trên đường dây chuẩn trong điều kiện thời tiết khác nhau.

Điều 5.4 và Phụ lục B của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) đưa ra danh mục biên dạng của cường độ trường tạp radiô gây ra do văng quang trên dây dẫn đối với một số thiết kế nhất định của đường dây trên không một lộ. Các biên dạng này được hiệu chỉnh khi các giá trị của gradient điện áp trong không khí ở các bề mặt dây dẫn của đường dây là đủ cao để tạo ra tạp radiô và các giá trị cường độ trường, ở tần số đo bằng 500 kHz, được đưa ra cho cả điều kiện thời tiết có mưa rào và điều kiện thời tiết tương

TCVN 7379-3:2010

đốt tốt; Điều kiện mưa rào tạo ra cường độ trường cao hơn từ 17 dB đến 25 dB. Các biên dạng thể hiện độ suy giảm của trường theo khoảng cách vuông góc với các đường dây ở khoảng cách đến 150 m.

b) Phương pháp liên quan đến tạp từ cái cách điện và/hoặc phụ kiện đường dây

Điều 6.2 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) nêu tương quan giữa điện áp tạp radiô phát ra bởi phụ kiện hoặc linh kiện của đường dây, khi đo theo qui trình nêu ở 1.3 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2) và mức của trường chuẩn. Tương quan này áp dụng trong trường hợp đường dây có nguồn tạp đơn lẻ, ví dụ cái cách điện bị vỡ, hoặc trong trường hợp nhiều nguồn được phân bố đồng đều dọc theo đường dây. Phương pháp, kể cả phương pháp bán kinh nghiệm, là đặc biệt hữu ích trong trường hợp dây dẫn của đường dây cần xét hoạt động ở gradient bề mặt là thấp và đòi hỏi phải dự đoán mức chuẩn có thể có từ cái cách điện của đường dây. Khi thực hiện qui trình đo được nêu trong 1.3 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2) trên cái cách điện thì chúng thường ở điều kiện sạch và khô vì điều kiện này thường được qui định nhưng qui trình này không chỉ giới hạn ở phép đo trên các vật thể sạch và khô mà còn có thể thử nghiệm cho cái cách điện mẫu bị nhiễm bẩn đặc biệt khi bị ẩm và khi khô và kết quả đưa vào công thức để dự đoán mức chuẩn của đường dây cần xét.

c) Phương pháp liên quan đến tạp tổng hợp từ dây dẫn, cái cách điện và/hoặc phụ kiện

Điều 5.2 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) đưa ra thông tin về việc sử dụng đường dây thử nghiệm. Khi các điều kiện liên quan đến thiết kế mới của đường dây sao cho chúng không thể liên quan đến các dữ liệu sẵn có từ đường dây đã có thì tính năng mong muốn đôi khi được nghiên cứu trên đường dây thử nghiệm tương đối ngắn. Việc nghiên cứu đường dây thử nghiệm này là đặc biệt hữu ích khi hệ thống mới, để hoạt động ở điện áp cao hơn nhiều so với điện áp hiện có, đang ở giai đoạn lập kế hoạch. Đặc tính tạp radiô của đường dây thực nghiệm được quan sát trong một vùng điều kiện thời tiết và khí hậu sao cho đặc tính của đường dây cần xét có thể được đánh giá trong điều kiện sẽ trải qua trong vận hành. Điều này cũng có thể bao gồm các ảnh hưởng của nhiễm bẩn cái cách điện. Các dữ liệu quan trọng khác, như tổn hao vắng quang và đặc tính tạp âm thanh, có thể cũng thu được từ đường dây thử nghiệm tại cùng thời điểm.

Điều 2 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2) đưa ra phương pháp trong đó có thể tìm được mức chuẩn của đường dây mà mức này sẽ bảo vệ cường độ tín hiệu quảng bá cho trước ở khoảng cách cho trước tính từ đường dây trong khoảng 80 % thời gian với độ tin cậy 80 %.

2.2 Công thức CIGRÉ

Liên quan đến tạp từ dây dẫn

Một công thức đơn giản trực tiếp cũng được đưa ra để dự đoán mức trường tạp radiô có thể có từ dây dẫn của đường dây. Công thức dựa trên kinh nghiệm này đưa ra mức xác suất cao nhất có thể có từ dây dẫn đã lắp đặt lâu năm trong thời tiết khô ở khoảng cách 20 m so với dây dẫn gần nhất ở tần số đo bằng 500 kHz. Công thức này được rút ra từ các đường dây làm việc ở điện áp từ 200 kV đến 765 kV và gradient điện áp lớn nhất từ 12 kV/cm đến 20 kV/cm. Một cách chặt chẽ, công thức này cho tạp từ một

dây pha hoặc cụm dây của đường dây và ảnh hưởng của các dây dẫn còn lại có thể được tính đến bằng qui trình tính tổng; tuy nhiên, với số lượng thiết kế đường dây trong các dải này, nhận thấy rằng sai số chỉ nhỏ khi dây dẫn tạo ra tạp cao nhất tại điểm đo của đường dây ba pha được xem xét; thường đây là dây dẫn gần nhất nhưng không nhất thiết là như vậy trong tất cả các trường hợp.

Công thức này là:

$$E = 3,5 g_{\max} + 12r - 30 \text{ (dB/1 } \mu\text{V/m)}$$

trong đó

E là cường độ trường tạp radiô ở khoảng cách 20 m so với dây dẫn gần nhất của đường dây cần xét

$g_{\max}$ là gradien điện áp lớn nhất tại bề mặt dây dẫn, tính bằng kilôvôn hiệu dụng trên centimét

r là bán kính dây dẫn hoặc dây dẫn phụ, tính bằng centimét.

Vấn đề này được xem xét chi tiết hơn ở Phụ lục A.

2.3 Xác định mức 80 %

Mức 80 % đối với đường dây có thể được dự đoán bằng phép tính theo [16,59]^{*} hoặc nếu đang có một đường dây thì mức 80 % có thể được xác định với độ tin cậy cao bằng phép đo. Phương pháp xác định mức 80 % như sau:

- 1) Đối với đường dây đang có, mức 80 % có thể được xác định với độ tin cậy cao từ đường cong phân bố trong mọi thời tiết thu được bằng các phép đo được thực hiện trong thời gian một năm.
- 2) Nếu không có sẵn đường cong phân bố trong mọi thời tiết hoặc trong trường hợp đường dây cần xét, có thể sử dụng kết quả của phép đo được thực hiện trên đường dây có thiết kế tương tự trong khí hậu tương tự và môi trường nhiễm bẩn tương tự.
- 3) Từ các con số nêu trong 4.2 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) thấy rằng, về trung bình, mức 80 % đối với đường dây lớn hơn so với mức 50 % là 10 dB. Do đó, nếu mức 50 % đã biết thì có thể ước tính mức 80 %.
- 4) Mức 80 % có thể được dự đoán được bằng cách thêm vào từ 5 dB đến 15 dB, tùy thuộc vào khí hậu, mức thời tiết tốt ước tính từ công thức đơn giản nêu ở 2.2 trên đây.

2.4 Kết luận

Phương pháp dự đoán cụ thể để sử dụng trong trường hợp đường dây cần xét cụ thể phụ thuộc vào tạp là do văng quang trên dây dẫn hay tạp do cái cách điện và/hoặc phụ kiện, nghĩa là dây dẫn làm việc ở gradien điện áp cao hơn 14 kV/cm hay nhỏ hơn 12 kV/cm. Đối với gradien điện áp ở trong dải các giá trị này, cả dây dẫn và cái cách điện cũng có thể góp phần vào mức tạp của đường dây cần xét.

^{*} Con số trong ngoặc vuông để cập đến "Tài liệu tham khảo" trong TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) và TCVN 7379-2 (CISPR 18-2), tương ứng.

Công thức so sánh đơn giản được đề cập ở điểm a) của 2.1, danh mục về biên dạng cường độ trường tạp radiô cũng được đề cập ở điểm a) của 2.1 và công thức CIGRÉ nêu ở 2.2 đều đơn giản để sử dụng và miễn là các công thức được sử dụng trong các giới hạn vốn có thì chúng sẽ cho các chỉ số chính xác hợp lý về mức chuẩn có thể có từ dây dẫn của đường dây cần xét. Cần ghi nhớ là do bản chất thay đổi của tạp radiô và sự phụ thuộc của tạp vào các ảnh hưởng của thời tiết, điều kiện môi trường, nhiễm bẩn, v.v... nên đo mức chuẩn của đường dây với độ chính xác và độ tái lập cao là không đơn giản.

Phương pháp được đề cập ở điểm b) của 2.1 liên quan đến tạp từ cái cách điện và/hoặc phụ kiện cho đến nay không phải hoặc chưa phải là phương pháp được thiết lập cho trường hợp thử nghiệm cái cách điện bị nhiễm bẩn đặc biệt, nhưng phương pháp này có vẻ là hứa hẹn cho trường hợp này. Nếu đường dây thử nghiệm, được đề cập ở điểm c) của 2.1, là sẵn có cùng với thời gian cần thiết để thực hiện công việc thực nghiệm, có thể đạt được mức chuẩn có thể có từ đường dây cần xét với độ chính xác cao đối với dây dẫn cụ thể, cái cách điện và phụ kiện cần xét.

3 Biện pháp ngăn ngừa và khắc phục để giảm thiểu tạp radiô sinh ra do tiếp xúc xấu và cách phát hiện, định vị các tiếp xúc này

Tạp radiô sinh ra do phóng điện ở chỗ tiếp xúc xấu, nghĩa là các tiếp xúc bị nới lỏng hoặc không hoàn hảo, xuất hiện chủ yếu trong thời tiết khô vì khi thời tiết ẩm ướt, các khe hở tương đối nhỏ liên quan thường được bắc cầu do ẩm.

3.1 Biện pháp ngăn ngừa và khắc phục

Khi lắp đặt thiết bị cao áp, điều quan trọng là

- a) đảm bảo rằng tất cả các bu lông dùng để cố định đều được xiết chặt, và
- b) nối các phần tử dẫn, trong chừng mực có thể, với điện thế đất hoặc điện thế dây dẫn.

Trên các đường dây phân phối, việc nối liên kết các bề mặt kim loại liền kề là quan trọng nhưng không đòi hỏi phải nối liên kết với điện thế đất hoặc điện thế dây dẫn để triệt tiêu phóng điện. Nếu không thể nối liên kết đến một phía (ví dụ ở chân và chốt, hoặc bị và lỗ chứa bị, ghép nối của cách điện chuỗi), phần tử dẫn liền kề cần có tiếp xúc kim loại - kim loại tốt và toàn bộ cụm lắp ráp cần được cách điện tốt với các bộ phận kim loại khác của thiết bị. Cần chú ý rằng ngay cả khi thiết bị còn mới thì các bộ phận kim loại mạ kẽm vẫn có thể có lớp phủ ăn mòn là kẽm cacbonát. Khi bề mặt bị ảnh hưởng bởi thời tiết, có thể xuất hiện thêm ôxit và sunfit và tiếp xúc không hoàn hảo có thể dẫn đến khả năng phóng điện kiểu khe hở. Hiện tượng này có thể xuất hiện khi chuỗi cách điện kiểu treo không đủ tải trọng cơ.

Các biện pháp phòng ngừa và khắc phục dưới đây được xem là có hiệu quả:

- a) Mỡ và keo dẫn

Phương pháp nhanh và kinh tế là tra mỡ dẫn vào vùng lỗ cắm hoặc chốt của cái cách điện. Tuy nhiên, đây là biện pháp tạm thời và cần tra lại mỡ vào các ngày tiếp theo. Việc sử dụng keo dẫn có chứa đồng,

thay cho mỡ dẫn có vẻ là biện pháp khắc phục dài hơn nhưng cần cẩn thận để đảm bảo rằng mỡ hoặc keo không tràn ra bề mặt cách điện.

Thông thường, mỡ không dẫn bôi lên bề mặt vừa mạ kẽm sẽ ngăn ngừa được ăn mòn.

b) Chối liên kết

Sử dụng chốt liên kết, có đuôi bằng thép không gỉ, là biện pháp tạm thời, kéo dài trong khoảng từ ba đến năm năm bằng cách cung cấp tiếp xúc kim loại - kim loại trong vùng chân và chốt hoặc bi và lỗ chứa bi.

c) Kẹp liên kết

Trong trường hợp sử dụng cái cách điện kiểu chân và chốt, kẹp liên kết có thể dễ dàng được lắp đặt trong vùng chân và chốt. Điều đặc biệt quan trọng là các cái cách điện này được lắp đặt trong kẹp dây dẫn nối với cái cách điện cuối đường dây. Có nhiều loại kẹp thích hợp để chèn giữa bi và lỗ chứa bi duy trì đủ áp lực để phá vỡ màng oxit.

d) Liên kết lâu dài

Kết quả tốt nhất có nhiều khả năng đạt được bằng liên kết lâu dài kiểu uốn được qua từng tuyến kim loại riêng rẽ của cách điện chuỗi, cùng với các liên kết cái cách điện phía đất đến xà ngang và từ kẹp dây dẫn đến đầu đặt đường dây của cái cách điện. Đoạn liên kết là cáp bên bằng thép không gỉ hoặc đồng và có thể được hàn hoặc được xiết chặt bằng vít. Cáp cần được bọc nhựa phòng khi tào dây bị đứt.

e) Vật nặng bằng kim loại dùng cho cách điện chuỗi không đủ tải trọng cơ

Để đảm bảo tiếp xúc tốt giữa các đầu mũ và chân của các khối cách điện liên kế, cách điện chuỗi cần được mang tải bằng vật nặng bằng kim loại được lượn tròn thích hợp để ngăn ngừa phóng điện văng quang.

f) Đệm lò xo và đệm bằng chất dẻo

Nếu sử dụng kết cấu bằng gỗ thì có một số thuận lợi khi sử dụng đệm lò xo hoặc đệm bằng chất dẻo. Đệm lò xo có khả năng ngăn không để các chi tiết bắt cứng trên cột và xà bị lỏng ra do gỗ co ngót. Đệm bằng chất dẻo từ axetat hoặc nylon cũng cải thiện độ chặt của đai ốc. Trong trường hợp sử dụng các đai ốc kiểu "chịu rung" hoặc đệm bằng chất dẻo thì cần cẩn thận để đảm bảo rằng không có các khe hở cách điện giữa các phần kim loại. Đệm kiểu này thường được sử dụng giữa đai ốc và cột hoặc xà bằng gỗ.

g) Cái cách điện đơn

Sử dụng cái cách điện đơn có thuận lợi là có thể có ít nguồn nhiễu radio hơn.

h) Cái cách điện kiểu có chân có men dẫn

Với cái cách điện kiểu có chân, phóng tia lửa điện có thể xuất hiện trên bề mặt trong trường hợp dây dẫn nằm trong rãnh trên đỉnh và tại chỗ buộc dây hoặc tại vòng kẹp nằm trong rãnh phía bên của cái

cách điện. Vấn đề này có thể khắc phục bằng cách sử dụng lớp phủ dẫn hoặc mạ kim loại bề mặt cái cách điện trong vùng tiếp xúc. Phủ kim loại chỉ có hiệu quả khi phủ cùng với men trong quá trình chế tạo cái cách điện. Trong trường hợp cái cách điện kiểu có chân, nếu các chân được bắt vít trực tiếp trong lỗ ren trong sứ thì các ren trong sứ cần được xử lý bằng lớp phủ dẫn. Một cách khác, vật chèn bằng kim loại được tạo ren có thể được gắn bằng xi măng bên trong lỗ ở chân. Mặc dù vậy, giải pháp tốt nhất là mua cái cách điện có lỗ lắp chân được tráng men trong quá trình chế tạo.

Nếu sử dụng dây dẫn cách điện bằng PVC thì có khả năng xuất hiện phóng điện cục bộ tại cái cách điện đỡ. Có thể tránh các phóng điện này bằng cách bọc PVC bằng băng bán dẫn. Đối với đường dây 11 kV, băng bán dẫn cần kéo dài một đoạn 600 mm về cả hai phía của cái cách điện.

i) Chốt bằng chất dẻo và đinh ghim có cách điện

Sử dụng chốt bằng chất dẻo hoặc đinh ghim có cách điện để bắt chặt dây dẫn nối đất với cột bằng gỗ sẽ tránh được phóng tia lửa điện giữa dây dẫn nối đất và chốt của nó, đặc biệt là khi chốt bị lỏng hoặc bị ăn mòn.

3.2 Phương pháp phát hiện và định vị tiếp xúc xấu

Khi có tiếp xúc xấu trong đường dây tải điện hoặc trạm điện, việc phát hiện và định vị đúng vị trí của (các) nguồn tạp radiô quan trọng hơn là đo cường độ trường. Phương pháp thực tế để phát hiện và định vị các tiếp xúc xấu này được mô tả dưới đây. Nên đo và quan sát trong thời tiết khô.

Vì đường dây điện cao áp và thiết bị kết hợp thường là nguồn có trường tần số radiô khác nhau nên cần phải theo dõi dấu hiệu có tạp radiô bắt đầu từ máy thu nhiễu. Bước đầu tiên trong khi khảo sát là để thu được chỉ thị về tạp nhiễu bằng âm thanh và/hoặc hình ảnh, bằng cách sử dụng loa hoặc tai nghe và máy hiện sóng hoặc máy thu hình.

Khi phát hiện có (các) nguồn tạp radiô do tiếp xúc xấu, tốt nhất là quan sát tạp ở tần số cao nhất có thể nhận thấy được vì độ suy giảm sẽ nhanh hơn dọc theo đường dây. Khi sử dụng thiết bị để theo dõi dấu hiệu thì tốt nhất là thiết bị này bao trùm toàn bộ dải tần tạp radiô nhưng chỉ có một số ít thiết bị bao trùm được phổ tần này. Chỉ có một số ít thiết bị được thiết kế riêng để định vị các nguồn tạp radiô và do đó, có thể cần sửa đổi thiết bị bán sẵn trong thương mại để làm cho nó trở nên thích hợp.

Các thiết bị dưới đây là hữu ích để định vị chỗ tiếp xúc xấu:

- Máy thu bao trùm chung (a.m.) có thể điều chỉnh ở tần số ít nhất là từ 500 kHz đến 18 MHz.
- Máy đo cường độ trường v.h.f lắp với anten quảng bá hai chấn tử và bộ khuếch đại sơ bộ v.h.f. Đầu ra âm thanh cần được khuếch đại đủ để cấp cho loa và máy hiện sóng.
- Máy hiện sóng có cường độ sáng đủ để sử dụng trong ánh sáng ban ngày, khi được sử dụng cùng với nắp che dùng để quan sát và tần số rà xấp xỉ 500 Hz.
- Máy đo cường độ trường u.h.f lắp với hai anten Yagi lắp lẫn được: một giàn ở tần số 500 MHz còn giàn còn lại ở 800 MHz. Yêu cầu đầu ra âm thanh mức vừa phải đối với loa. Yêu cầu có khuếch đại sơ

bộ tần số radiô và mong muốn có bộ điều khiển hệ số khuếch đại i.f. Toàn bộ cụm này cần nhỏ gọn để một người có thể mang đi được.

e) Máy tách tần số radiô cỡ nhỏ bao trùm dải tần từ m.f. đến v.h.f nhưng không có bộ điều khiển khuếch đại tự động.

f) Máy thu thanh quảng bá a.m. cỡ nhỏ, không có bộ điều khiển hệ số khuếch đại bằng tay hoặc tự động và được bọc trong hộp kim loại. Anten thu có thể là anten kiểu ống lồng, cho phép thay đổi theo độ nhạy r.f, nghĩa là để điều chỉnh hệ số khuếch đại r.f hoặc thanh ferit đặt bên trong hộp kim loại đối diện với một khe có cùng chiều dài ở phía cạnh của hộp. Hộp được lắp đặt ở một đầu của ống cách điện, có chiều dài vài mét và đường kính xấp xỉ từ 3 cm đến 6 cm. Đầu ra của loa của máy thu được đưa trực tiếp vào lỗ khoan của ống trong khi ở đầu còn lại, một micro được bố trí để thu tín hiệu tạp. Sau đó, đầu ra của micro được đưa vào bộ khuếch đại, cung cấp tín hiệu cho tai nghe hoặc loa. Bố trí này cho phép máy thu được đặt gần nguồn nhiễu và nếu cần thận, có thể sử dụng ngay cả khi tạp radiô được phát ra bởi thiết bị cao áp.

Các đặc tính cách điện của ống và chiều dài của nó phải sao cho đảm bảo tuân thủ các qui tắc về an toàn thích hợp với điện áp hệ thống.

g) Máy tách sóng nhạy với siêu âm có bộ phản xạ parabol. Trong trường hợp có nhiều nguồn nhiễu và gần nhau, ví dụ trong một trạm điện có thể có một dụng cụ chuyên dụng nhưng việc sử dụng nó bị hạn chế do điều kiện thời tiết khô. Cần chú ý rằng dụng cụ này cũng nhạy với nguồn văng quang.

Qui trình được đề xuất để định vị nguồn hoặc các nguồn tạp radiô phát ra do tiếp xúc xấu như sau:

i) Sử dụng thiết bị kiểm tra, để nhận biết bằng âm thanh và/hoặc hình ảnh của tín hiệu tạp ở máy thu bị nhiễu. Xác định dải tần của tạp bằng cách quét các phần liên quan của phổ r.f.

ii) Nếu xuất hiện tạp bằng rộng, sử dụng tần số cao nhất có thể có để phát hiện. Khi di chuyển dọc theo đường dây điện, nếu thấy rằng có thể phát hiện ra tạp ở tần số cao dần lên thì sẽ tiếp cận được nguồn tạp. Trong vùng lân cận của nguồn, tín hiệu tạp cần được phát hiện thông qua hầu hết các băng tần quảng bá. Khi các tần số cao hơn bắt đầu giảm tức là đã đi qua nguồn này. Dọc theo đường dây điện có thể xuất hiện các điểm "không" ở các vị trí nhất định và ở tần số nhất định do dạng của sóng đứng. Đối với đường dây lắp trên cột gỗ, đập mạnh bằng búa có thể hữu ích. Nếu đế của cột được đập bằng búa thì tạp do tiếp xúc xấu trên cột cụ thể đó có thể tăng mạnh hoặc biến mất tạm thời. Điều này giúp cho việc định vị cột gỗ có nguồn tạp.

Phương pháp khác để định vị tiếp xúc xấu, cụ thể là trong trạm điện có thể liên quan đến nhiều mối nối, là hướng một tia nước phun rất nhẹ lên lần lượt từng mối nối kim loại bị nghi ngờ. Để có độ cách điện cao, một lượng nước nhỏ chứa trong bình chứa bằng chất dẻo được lắp ở một đầu thanh dài hoặc cột bằng vật liệu cách điện. Đưa hai ống vào bình chứa, một ống nối với miệng phun để tạo ra một tia nước nhẹ và ống còn lại mang không khí nén, qua một van đặt ở mặt đất. Người vận hành đứng trên mặt đất

khống chế tia nước phun bằng không khí nén. Sau khi đã định vị được chỗ tiếp xúc xấu, cơ cấu tương tự thường được sử dụng để phun mỡ có độ đặc thích hợp vào mỗi nối khuyết tật.

iii) Nếu phát hiện được tạp bằng hẹp, phép tam giác đặc là cách nhận biết nguồn tạp tốt nhất. Tuy nhiên, ngay cả ở vị trí của nguồn tạp, tạp do phóng tia lửa điện sẽ được phát hiện trên dải rộng đến 100 MHz. Tạp bằng hẹp có thể xuất hiện do phóng điện kiểu khe hở gây ra cộng hưởng trong phụ kiện hoặc linh kiện.

iv) Nếu có nhiều hơn một tín hiệu tạp, có thể cần sử dụng máy hiện sóng để phân biệt các nguồn. Để xác định xem nguồn tạp là do tiếp xúc xấu (phóng tia lửa điện) hoặc do vắng quang, thông tin dưới đây có thể là hữu ích:

- a) hình trên máy hiện sóng hoặc máy thu hình thường cho các chỉ thị rõ ràng;
- b) tạp trên 30 MHz trong thời tiết tốt là do phóng tia lửa điện;
- c) nếu tạp chỉ xuất hiện trong thời tiết tốt thì có thể là do phóng tia lửa điện;
- d) tạp do phóng tia lửa điện chiếm ưu thế hơn so với tạp do vắng quang trên đường dây có điện áp thấp hơn 70 kV.

v) Nếu việc kiểm tra chỉ ra rằng nguồn tạp nằm trong trạm điện thì nên sử dụng bộ phát hiện tần số radiô như mô tả ở điểm e) của 3.2 hoặc máy thu thanh xách tay a.m. cỡ nhỏ, không có bộ điều khiển hệ số khuếch đại tự động. Máy thu cần được đặt gần hệ thống đi dây điều khiển và mối nối đất của lần lượt từng hạng mục trong trạm điện sao cho hệ thống đi dây có thể đóng vai trò là một anten đối với nguồn tạp.

vi) Trong trường hợp đường dây điện, khi nhận biết được cột liên quan thì cần sử dụng bố trí đo mô tả ở điểm d) của 3.2 để có thêm vật đỡ. Cột cần được quét bằng cả phân cực ngang và phân cực thẳng của anten để xác định xem kết cấu có chứa nguồn tạp hay không. Nếu không phát hiện được trường tạp thì cần kiểm tra thêm bằng cách điều hướng ở tần số cao hơn hoặc thấp hơn khoảng 10 MHz so với tần số đo (có thể xuất hiện điểm "không" ở tần số cụ thể)

vii) Bước cuối cùng để xác định nguồn tạp cần được thực hiện với thiết bị mô tả ở điểm f) của 3.2. Có thể có ích khi quét cái cách điện trên cột hoặc trong trạm điện để chứng tỏ rằng chúng không có tạp.

viii) Vì tạp âm thanh tần số thấp thường đi kèm với phóng tia lửa điện và phóng điện kiểu khe hở nên độ rộng chùm tia rất hẹp của bộ phát hiện nhạy với sóng siêu âm có lắp bộ phản xạ parabol sẽ hữu ích trong việc định vị nguồn tạp.

4 Công thức để xác định sơ bộ trường tạp radiô tạo ra từ cụm dây dẫn lớn (nhiều hơn bốn dây dẫn con) và từ dây dẫn hình ống

4.1 Nguyên tắc cơ bản

Điều 2.2 của tiêu chuẩn này đưa ra một công thức đơn giản để dự đoán trường tạp radiô có thể có từ dây dẫn của đường dây. Công thức dựa trên kinh nghiệm đưa ra mức khả dĩ nhất có thể có từ dây dẫn đã đưa vào sử dụng từ lâu trong thời tiết khô ở khoảng cách bằng 20 m tính từ dây dẫn gần nhất ở tần số đo bằng 500 kHz. Công thức này được rút ra từ các phép đo được thực hiện gần các đường dây hoạt động ở điện áp từ 200 kV đến 765 kV và ở gradient điện áp lớn nhất từ 12 kV/cm đến 20 kV/cm. Các phép đo được thực hiện trên đường dây có một dây và cụm dây dẫn đến bốn dây dẫn phụ.

Phương pháp xác định sơ bộ trường tạp radiô sinh ra bởi cụm dây dẫn lớn được xây dựng trong khuôn khổ dự án đường dây trên không ở điện áp lớn hơn hoặc bằng 1 000 kV, dựa vào các phép đo trên các khẩu độ hoặc lồng thực nghiệm. Các phương pháp này dựa theo cách tiếp cận hàm kích thích.

Cách tiếp cận hàm kích thích dựa trên thực tế là dòng điện vắng quang đưa vào đường dây nhiều pha không chỉ phụ thuộc vào đặc tính vốn có của dây dẫn có vắng quang (gradient, đường kính dây dẫn con, v.v...) mà còn phụ thuộc vào điện dung riêng và điện dung tương hỗ của hệ thống nhiều dây dẫn [31]. Dòng điện tạp radiô liên quan đến đặc tính vắng quang nội tại của dây dẫn (gọi là hàm kích thích Γ) thông qua mối quan hệ kiểu:

$$|| = |C| \cdot |\Gamma| / (2\pi\epsilon_0)$$

trong đó

$||$ và $|\Gamma|$ là các vectơ dòng điện pha và hàm kích thích của dây dẫn;

$|C|$ là ma trận điện dung.

Phép đo dòng điện tạp radiô trong cấu hình thử nghiệm có điện dung đã biết (lồng hoặc khẩu độ thực nghiệm) cho phép xác định hàm kích thích.

Cách tiếp cận này dựa vào sử dụng hàm kích thích và phương pháp phân tích để tính độ lan truyền dòng điện tạp radiô cho phép xác định sơ bộ trường tạp radiô đối với cấu hình đường dây khác với cấu hình được thử nghiệm.

Một thuận lợi quan trọng khác của cách tiếp cận này là phép đo dòng điện tạp radiô trong lồng cho phép xác định hàm kích thích trong điều kiện môi trường xung quanh được khống chế (mưa nhân tạo tương ứng với mưa rào) và đối với các gradient dây dẫn khác, do đó cho các kết quả ổn định và tái lập.

Phương pháp xác định sơ bộ dựa trên khái niệm về hàm kích thích được ưu tiên đối với các điện áp hệ thống cao hơn (điện áp lớn hơn hoặc bằng 1 000 kV) ở đó vắng quang thường tới hạn hơn và việc đánh giá có thể chính xác hơn. Nghiên cứu mở rộng trong lĩnh vực này đã được thực hiện ở các nước khác nhau như: Canada (IREQ), Italy (dự án 1 000 kV), Nhật (CRIEPI), Mỹ (GE/EPRI- Dự án UHV, AEP/ASEA, BPA), USSR (Dự án 1 200 kV). Các nghiên cứu này về nguyên tắc xem xét trường hợp

* Con số trong ngoặc vuông để cập đến "Tài liệu tham khảo" trong TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) và TCVN 7379-2 (CISPR 18-2) và trong Phụ lục C của tiêu chuẩn này.

cụm dây cỡ lớn và công thức xác định sơ bộ nêu trong tiêu chuẩn này là kết quả của việc so sánh và tỷ lệ một số lượng lớn các kết quả thực nghiệm.

Đối với dây dẫn hình ống, cũng theo cách tiếp cận tương tự và đưa đến công thức xác định sơ bộ đối với hàm kích thích nêu trong tiêu chuẩn này. Kinh nghiệm thu được trong lĩnh vực này ít hơn nhiều so với cụm dây cỡ lớn và do đó, thông tin cung cấp trong tiêu chuẩn này chỉ nên sử dụng làm hướng dẫn.

Các nghiên cứu được thực hiện theo quan điểm ứng dụng cho đường dây trên không ở các điện áp lớn hơn hoặc bằng 1 000 kV, nhưng các kết quả có thể áp dụng cho trường hợp các thanh cái trong ống cứng trong trạm cao áp. Trong trường hợp này, trường dẫn hướng do dòng điện đưa vào đường dây nối đến trạm điện là yếu tố quan trọng (xem 2.7 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2)).

4.2 Tính toán trường tạp radiô vắng quang do cụm dây cỡ lớn

4.2.1 Quy trình để xác định trường tạp radiô

Trên cơ sở các kết quả phân tích so sánh các phương pháp khác nhau được đề xuất trong tài liệu [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], qui trình dưới đây được đề xuất để tính trường tạp radiô ở khoảng cách cho trước từ đường dây đối với các đường dây có cụm dây đối xứng và các dây dẫn đã đưa vào sử dụng từ lâu:

- a) tính hàm kích thích của từng pha trong điều kiện mưa rào bằng công thức bán kinh nghiệm (xem 4.2.2);
- b) áp dụng hệ số hiệu chỉnh để đạt được hàm kích thích trong các loại thời tiết khác (xem 4.2.3);
- c) xác định biên dạng của trường tạp radiô bằng phương pháp phân tích hoàn chỉnh hoặc đơn giản dựa trên phương thức lan truyền (xem 4.2.4).

4.2.2 Tính hàm kích thích trong điều kiện mưa rào

Công thức dưới đây dùng để tính hàm kích thích, tính bằng $\text{dB}/\mu\text{A}/\sqrt{\text{m}}$, trong điều kiện mưa rào được đề xuất:

$$\Gamma_{h-r} = 70 - 585/g + 35\log(d) - 10\log(n)$$

trong đó

g là trung bình của các gradien lớn nhất của các dây dẫn con riêng rẽ (tính bằng kV/cm);

d là đường kính của dây dẫn con (tính bằng cm);

n là số lượng dây dẫn con trong cụm dây.

Công thức này cho các kết quả thỏa đáng trong trường hợp các đường dây mà dây dẫn có tỷ số giữa khoảng cách dây dẫn con s và đường kính dây dẫn phụ d lớn hơn 10 đến 15. Ở giá trị s/d nhỏ hơn, hàm

kích thích thực tế có thể được chứng tỏ là cao hơn nhiều so với tính toán, đặc biệt là trong trường hợp cụm dây được làm từ 10 dây dẫn con trở lên.

CHÚ THÍCH: Việc so sánh giữa các công thức khác nhau để xác định sơ bộ hàm kích thích được thực hiện bởi nhóm công tác CIGRÉ 36.01 [86]. Công thức được đề xuất trong điều này đưa ra đường bao nằm phía trên các giá trị có thể thu được từ các công thức khác và do đó cho đánh giá bảo toàn về hàm kích thích. Vì lý do này, chỉ nên sử dụng công thức này để thiết kế trước và để so sánh giữa các thiết kế đường dây khác nhau. Việc thiết kế đường dây có cụm dây cỡ lớn có thể yêu cầu đánh giá chính xác hơn hàm kích thích bằng phép đo trên các khẩu độ thực nghiệm hoặc trên lồng vắng quang.

4.2.3 Hệ số hiệu chỉnh để đánh giá hàm kích thích trong các loại thời tiết khác

Với các điều kiện thời tiết khác (mưa nhẹ, dây dẫn ướt, thời tiết tốt), các cách tiếp cận khác nhau theo các kinh nghiệm khác nhau: một trong số đó đưa ra các công thức có cấu trúc tương tự với các công thức cho hàm kích thích khi có mưa rào, nhưng với các hệ số khác nhau; một số khác đưa ra các hệ số hiệu chỉnh cần áp dụng cho các mức độ mưa rào, là hằng số hoặc phụ thuộc vào gradient điện áp, cấu hình cụm dây và điều kiện bề mặt của dây dẫn (cụ thể là dây dẫn mới và dây dẫn đã đưa vào sử dụng từ lâu).

Nếu không có các thông tin nào chính xác hơn sẵn có từ các thử nghiệm thì để hướng dẫn, hệ số hiệu chỉnh cho trên Hình 1 có thể áp dụng cho hàm kích thích trong điều kiện mưa rào để thu được 50 % giá trị ở điều kiện mưa nhẹ hoặc 50 % giá trị ở điều kiện thời tiết tốt.

Nếu giá trị hàm kích thích ở mọi thời điểm là 80 %, $\Gamma_{80\%}$ được yêu cầu để áp dụng các số chỉ của các giới hạn nêu trong TCVN 7379-2 (CISPR 18-2) thì sự am hiểu về phần trăm này ở các điều kiện thời tiết khác nhau (thời tiết tốt, mưa, thời tiết xấu, v.v...) cũng như các phân bố thống kê của tạp radiô trong từng điều kiện như vậy là cần thiết. Điều 4.2.3 của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1) chỉ ra các phân bố thống kê có liên quan như thế nào với nhau. Là một số chỉ gần đúng, $\Gamma_{80\%}$ có thể đạt được bằng cách lấy mức mưa rào trừ đi 10 dB đến 15 dB trong khí hậu ôn hoà.

4.2.4 Tính trường tạp radiô

Việc tính trường tạp radiô ở khoảng cách cho trước so với đường dây ba pha có thể được thực hiện bắt đầu từ hàm kích thích của từng pha bằng phương pháp phân tích dựa trên phân tích phương thức lan truyền. Nhiều chương trình máy tính đã được xây dựng để thực hiện phép tính này. Các chương trình này có thể tính đến sự không liên tục của đường dây (thay đổi cấu hình, liên kết với trạm điện, v.v...). Phương pháp phân tích đơn giản hóa áp dụng cho đường dây dài được chỉ ra trong Phụ lục B.

Để có thể đánh giá nhanh các biên dạng trường tạp radiô thay vì các phương pháp phân tích, có thể sử dụng phương pháp nêu dưới đây, cho phép đánh giá gần đúng ở mức chấp nhận được.

4.2.4.1 Đánh giá nhanh trường tạp radiô của đường dây trên không

Đánh giá trường tạp radiô ở khoảng cách cho trước tính từ đường dây được thực hiện bằng cách áp dụng "hệ số hiệu chỉnh trường" vào hàm kích thích để đạt được trường tạp radiô của đường dây có thiết kế cơ bản ở tần số cho trước và với điện trở suất của đất cho trước. Sau đó, trường tạp radiô đối với đường dây cần kiểm tra được đánh giá bằng cách đưa vào các hệ số hiệu chỉnh khác để tính các chênh lệch giữa đường dây thực tế và trường tạp radiô của trường hợp cơ bản.

Việc đánh giá được thực hiện theo hai bước.

Bước 1

Biên dạng trường tạp radiô đối với đường dây có đặc tính cơ bản và trong các điều kiện cơ bản (điện trở suất của đất = $100 \Omega.m$; tần số = 0,5 MHz) được đánh giá bằng cách thêm vào hàm kích thích một "hệ số trường". Hệ số trường đối với ba cấu hình dây pha cơ bản (phẳng, tam giác và tam giác cân) được cho trên Hình 2, 3 và 4.

Bước 2

Biên dạng trường tạp radiô đối với đường dây thực tế cần xem xét được đánh giá bằng cách thêm các hệ số hiệu chỉnh vào trường tạp radiô của trường hợp cơ bản cho trên Hình 5, 6 và 7 cho từng tham số dưới đây:

ρ	điện trở suất của đất
f	tần số
H	độ cao nhỏ nhất so với mặt đất
S	khoảng cách giữa các pha
d	đường kính dây dẫn con
n	số dây dẫn con trong một cụm dây

CHÚ THÍCH: Việc chỉ xem xét pha ngoài không ảnh hưởng quá mức đến cách tiếp cận đơn giản này. Giả thiết là chênh lệch giữa các hàm kích thích của pha giữa và pha ngoài là không đổi đối với tất cả các cấu hình: giả thiết này thường không được kiểm tra xác nhận nhưng không tạo ra sai lệch quá 1 dB đến 2 dB. Có thể cải thiện độ chính xác bằng cách xem xét giá trị trung bình của hàm kích thích.

4.3 Đánh giá trường tạp radiô vắng quang do dây dẫn hình ống cỡ lớn

Có thể sử dụng qui trình tương tự như qui trình được đề xuất cho trường hợp cụm dây cỡ lớn (xem 4.2.1): hàm kích thích của từng pha trong điều kiện mưa rào được đánh giá bằng công thức bán kinh nghiệm và áp dụng hệ số hiệu chỉnh để đạt được hàm kích thích trong các kiểu thời tiết khác.

Công thức dưới đây dùng để tính hàm kích thích, tính bằng $dB/\mu A/\sqrt{m}$, trong điều kiện mưa rào:

$$\Gamma_{h-r} = -121 + 120 \log(g) + 40 \log(d)$$

trong đó

g là gradien lớn nhất của dây dẫn (tính bằng kV/cm);

d là đường kính của dây dẫn (tính bằng cm);

Liên quan đến việc cần hiệu chỉnh để đạt được hàm kích thích trong các kiểu thời tiết khác, cho đến khi có các kinh nghiệm khác thì các chỉ ra dưới đây có thể có ích.

- Hàm kích thích trong điều kiện mưa nhẹ có thể liên quan đến hàm kích thích trong điều kiện mưa rào bởi hệ số hiệu chỉnh được chỉ ra trên Hình 8, liên quan đến dây dẫn hình ống có đường kính 40 cm. Với các đường kính khác, đối với cụm dây, hệ số hiệu chỉnh tăng khi đường kính tăng.
- Vì dây dẫn hình ống cỡ lớn có gradien điện thấp nên hàm kích thích có các giá trị không đáng kể trong điều kiện thời tiết tốt. Vì vậy, giá trị 80 % trong mọi thời tiết của hàm kích thích phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện khí hậu. Ở khí hậu ôn hoà, giá trị này có thể thu được từ giá trị mưa rào bằng cách áp dụng hệ số hiệu chỉnh cao hơn hệ số được sử dụng cho cụm dây cỡ lớn. Đối với các vùng này, đề xuất sử dụng hệ số hiệu chỉnh bằng 15 dB đến 20 dB cho đến khi có các thông tin khác.

Liên quan đến điều kiện bề mặt, có sẵn các thông tin bổ sung dưới đây.

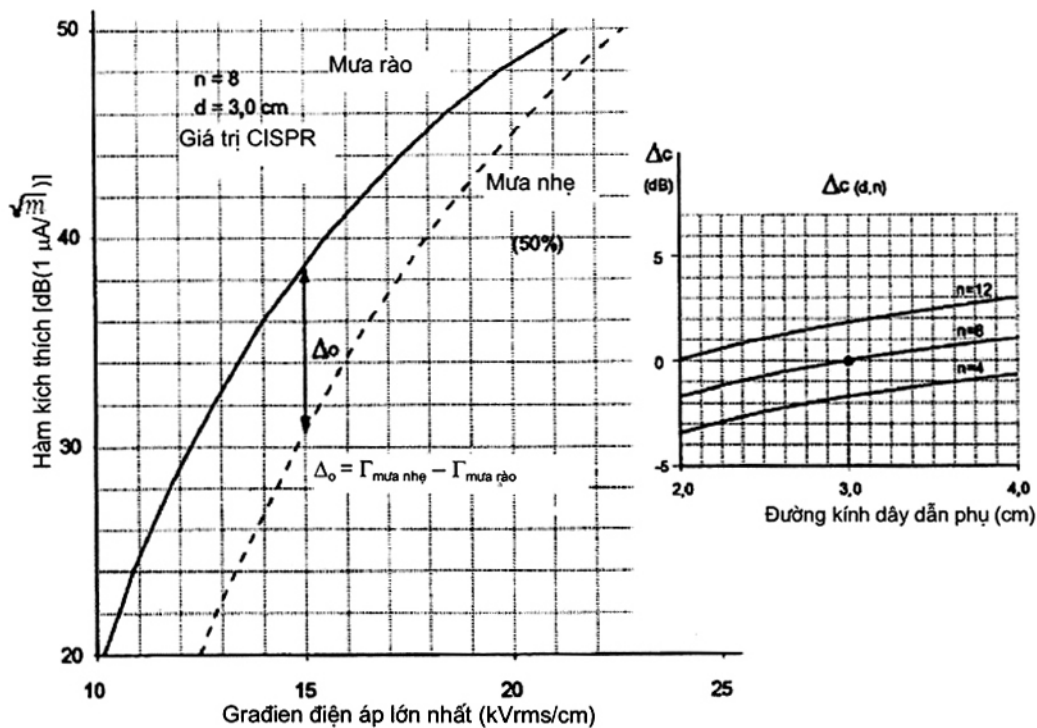
Dây dẫn hình ống dễ tích tụ nhiều chất nhiễm bẩn hơn cụm dây, ảnh hưởng của nhiễm bẩn có thể đủ để thay đổi hàm kích thích. Các thử nghiệm đã chỉ ra rằng hàm kích thích không bị thay đổi bởi ảnh hưởng của nhiễm bẩn khi dây dẫn ướt. Khi khô, các hạt ở thể rắn có trên bề mặt có thể làm tăng tạp radiô đến giá trị cao bằng giá trị đối với cùng dây dẫn trong điều kiện mưa với gradien cao nhất, đặc biệt là đối với dây dẫn có đường kính nhỏ.

Công thức nêu trong điều này có thể được sử dụng cho cả thanh cái và dây dẫn của đường dây.

Trong trường hợp thanh cái, dòng điện tập trên đơn vị chiều dài I_0 có thể đạt được từ hàm kích thích Γ bằng ma trận điện dung của hệ thống thanh cái (theo công thức thứ nhất của Phụ lục B). Từ I_0 có được dòng điện tổng I_t được đưa vào từ thanh cái. Dòng điện tập đưa vào từng đường dây trong n đường dây nối với trạm điện, I , được suy ra bằng mối quan hệ dưới đây (xem 2.7.2 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2):

$$I = I_t/n$$

sao cho sự góp phần của nó vào tạp dây dẫn của đường dây có thể được đánh giá với các tiêu chí chỉ ra trong 2.7.3 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2).



Hình 1 – Cụm dây dẫn

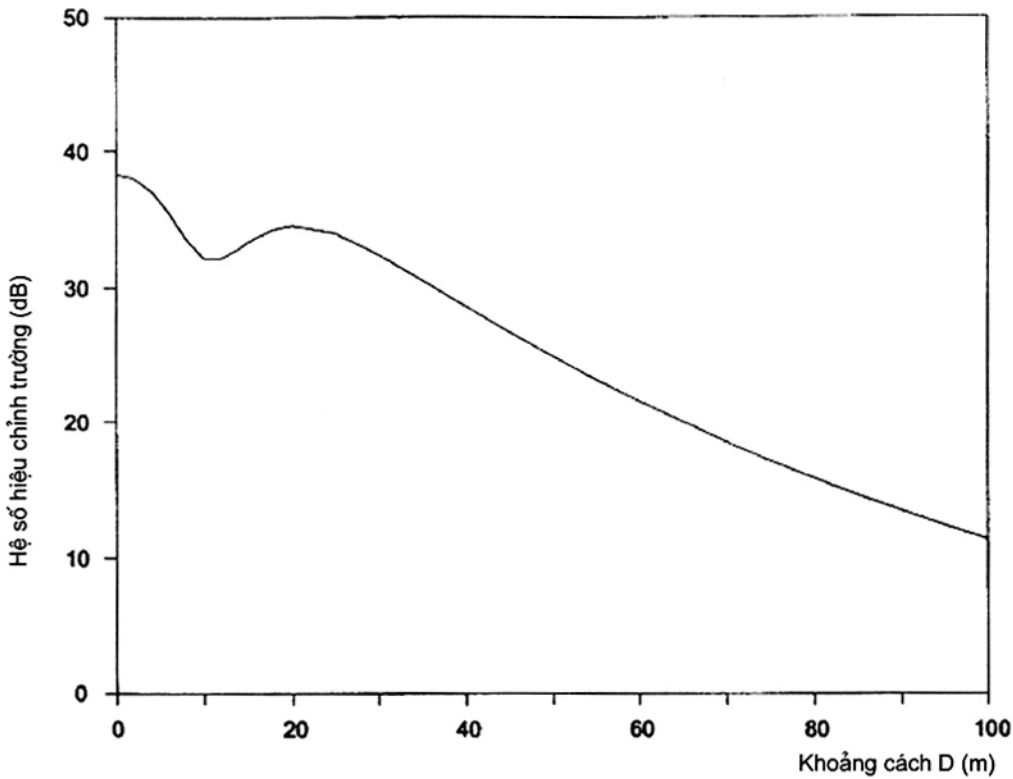
Hệ số hiệu chỉnh cần áp dụng cho hàm kích thích ở điều kiện mưa rào để đạt được hàm kích thích đối với mưa nhẹ và cho điều kiện thời tiết ở mọi thời điểm là hàm của gradien lớn nhất và số lượng dây dẫn phụ.

$$\Gamma_{\text{mưa nhẹ}} = \Gamma_{\text{mưa rào}} + \Delta_o + \Delta_c$$

Hàm kích thích ở điều kiện thời tiết tốt có được bằng cách lấy hàm kích thích ở điều kiện mưa nhẹ trừ đi 17 dB.

$$\Gamma_{\text{thời tiết tốt}} = \Gamma_{\text{mưa nhẹ}} - 17$$

Ở khí hậu ôn hoà, giá trị 80 % hàm kích thích Γ trong điều kiện thời tiết ở mọi thời điểm có thể đạt được bằng cách lấy giá trị mưa rào trừ đi 10 dB đến 15 dB.



Hình 2 – Đường dây có dây dẫn bố trí theo cấu hình phẳng

Hệ số hiệu chỉnh áp dụng cho hàm kích thích được tính cho pha giữa để đạt được trường tập radiô, tính bằng deciben (trên $\mu\text{V/m}$) là hàm của khoảng cách D đến trục của đường dây có các đặc tính, ma trận phương thức và hệ số suy giảm phương thức như sau:

$H = 20$ m (độ cao nhỏ nhất so với mặt đất)

$S = 15$ m (khoảng cách giữa các pha)

$d = 3$ cm (đường kính dây dẫn con)

$n = 8$ (số dây dẫn con trong một cụm dây)

$s = 450$ mm (khoảng cách cụm dây)

$\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$ (điện trở suất của đất)

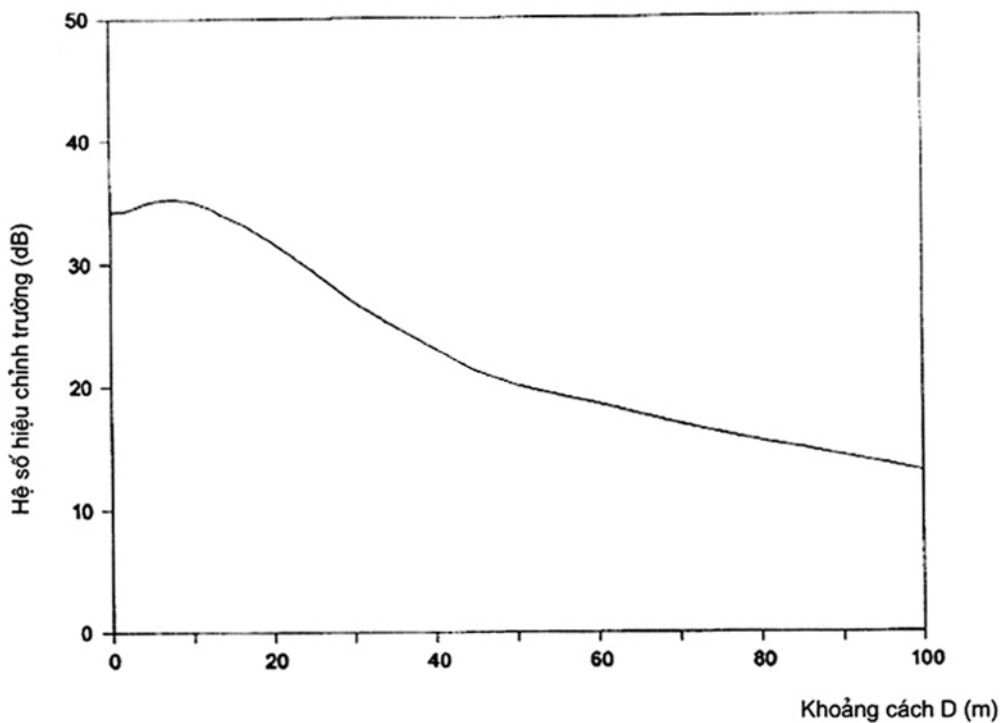
$f = 0,5$ MHz (tần số)

$$|N| = \begin{vmatrix} 0,442 & 0,707 & 0,552 \\ -0,781 & 0,0 & 0,625 \\ 0,442 & -0,707 & 0,552 \end{vmatrix} \text{ (ma trận phương thức)}$$

$\alpha_1 = 10$ (Np/m 10^{-6})

$\alpha_2 = 70$ (Np/m 10^{-6}) (hệ số suy giảm phương thức)

$\alpha_3 = 350 \text{ (Np/m } 10^{-6})$



Hình 3 – Đường dây có dây dẫn bố trí theo cấu hình tam giác cân

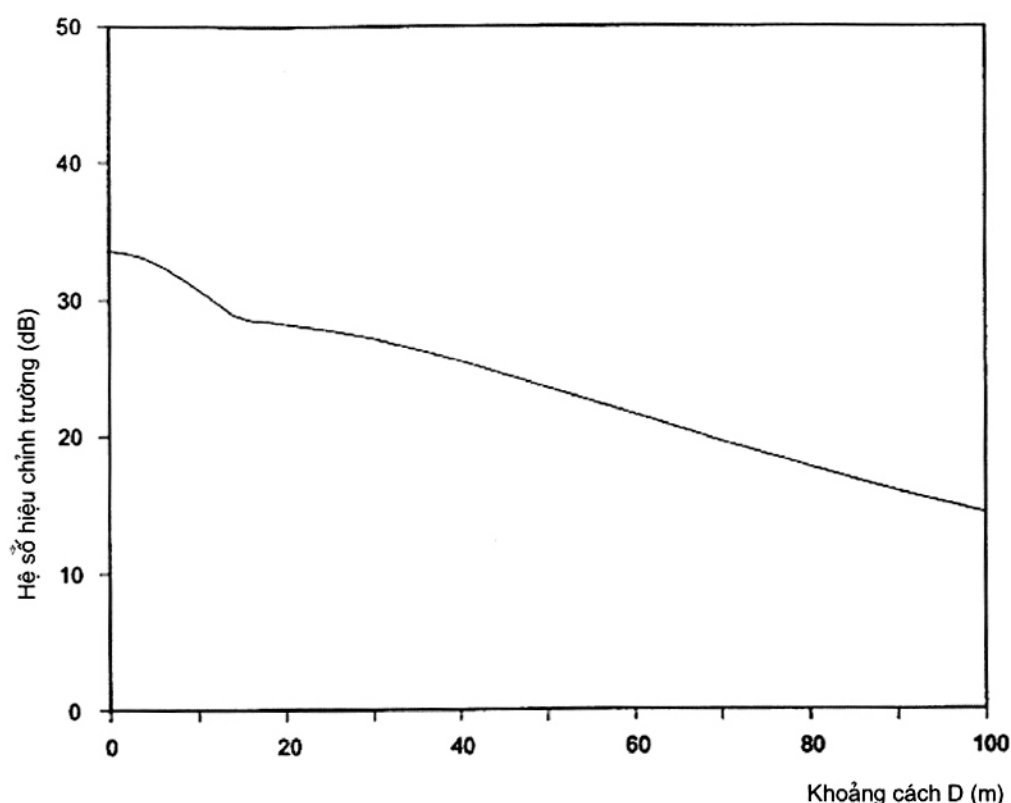
Hệ số hiệu chỉnh áp dụng cho hàm kích thích được tính cho pha giữa để đạt được trường tạp radio, tính bằng decibels (trên $\mu\text{V/m}$) là hàm của khoảng cách D đến trục của đường dây có các đặc tính, ma trận phương thức và hệ số suy giảm phương thức như sau:

- H = 20 m (độ cao nhỏ nhất so với mặt đất của pha bên)
- H = 33 m (độ cao nhỏ nhất so với mặt đất của pha giữa)
- S = 15 m (khoảng cách giữa các pha)
- d = 3 cm (đường kính dây dẫn con)
- n = 8 (số dây dẫn con trong một cụm dây)
- s = 450 mm (khoảng cách cụm dây)
- $\rho = 100 \Omega.m$ (điện trở suất của đất)
- f = 0,5 MHz (tần số)

$|N| = \begin{vmatrix} 0,412 & 0,707 & 0,574 \\ -0,812 & 0,0 & 0,583 \\ 0,412 & -0,707 & 0,574 \end{vmatrix}$ (ma trận phương thức)

$\alpha_1 = 10 \text{ (Np/m } 10^{-6})$
 $\alpha_2 = 25 \text{ (Np/m } 10^{-6})$ (hệ số suy giảm phương thức)

$$\alpha_3 = 300 \text{ (Np/m } 10^{-6})$$



Hình 4 – Đường dây có dây dẫn bố trí theo cấu hình tam giác

Hệ số hiệu chỉnh áp dụng cho hàm kích thích được tính cho pha giữa để đạt được trường tạt radiô, tính bằng decibel (trên $\mu\text{V/m}$) là hàm của khoảng cách D đến trục của đường dây có các đặc tính, ma trận phương thức và hệ số suy giảm phương thức như sau:

$H = 33 \text{ m}$ (độ cao nhỏ nhất so với mặt đất của pha bên)

$H = 20 \text{ m}$ (độ cao nhỏ nhất so với mặt đất của pha giữa)

$S = 15 \text{ m}$ (khoảng cách giữa các pha)

$d = 3 \text{ cm}$ (đường kính dây dẫn con)

$n = 8$ (số dây dẫn con trong một cụm dây)

$s = 450 \text{ mm}$ (khoảng cách cụm dây)

$\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$ (điện trở suất của đất)

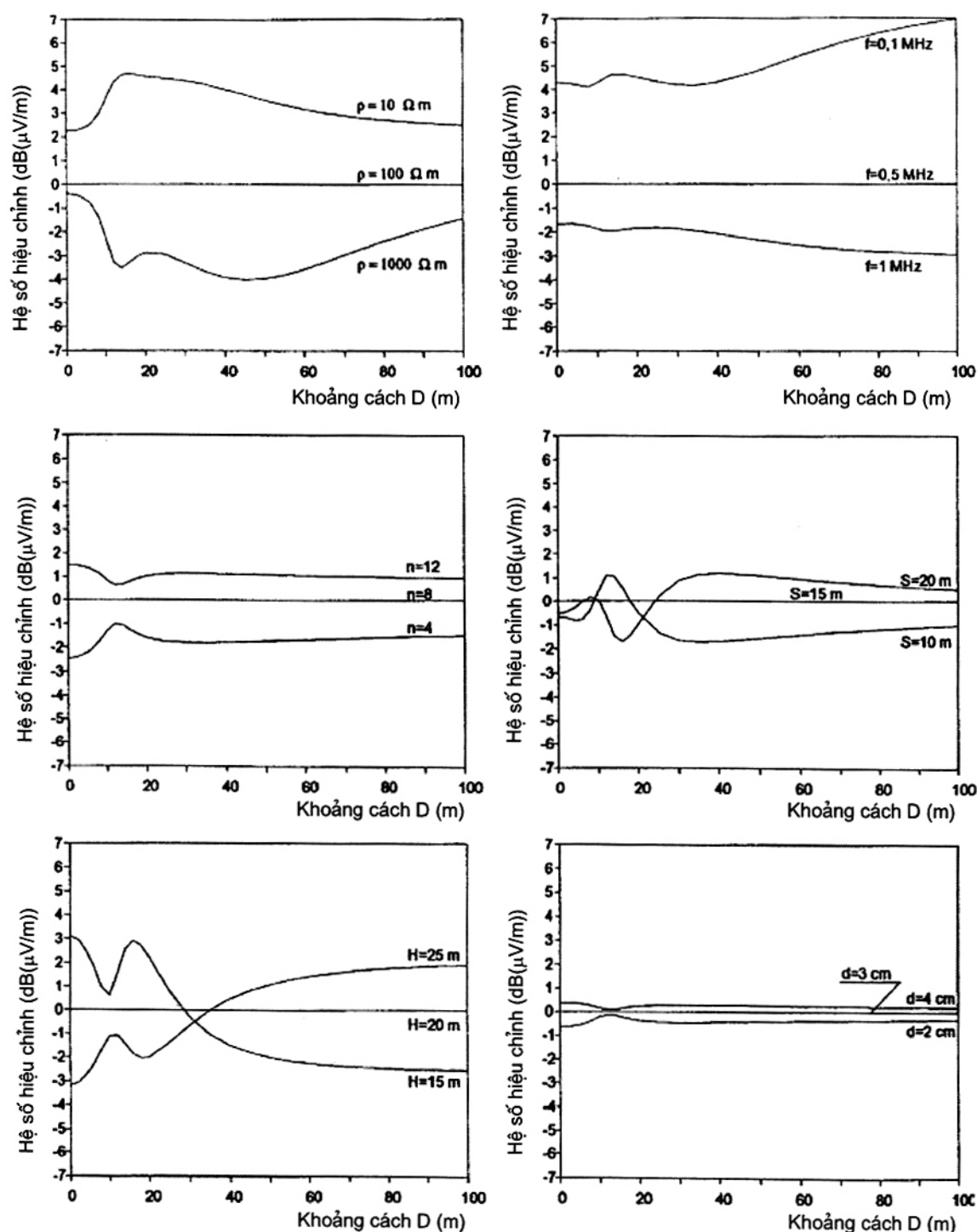
$f = 0,5 \text{ MHz}$ (tần số)

$$|N| = \begin{vmatrix} 0,476 & 0,707 & 0,447 \\ -0,740 & 0,0 & 0,775 \\ 0,476 & -0,707 & 0,447 \end{vmatrix} \text{ (ma trận phương thức)}$$

$$\alpha_1 = 25 \text{ (Np/m } 10^{-6})$$

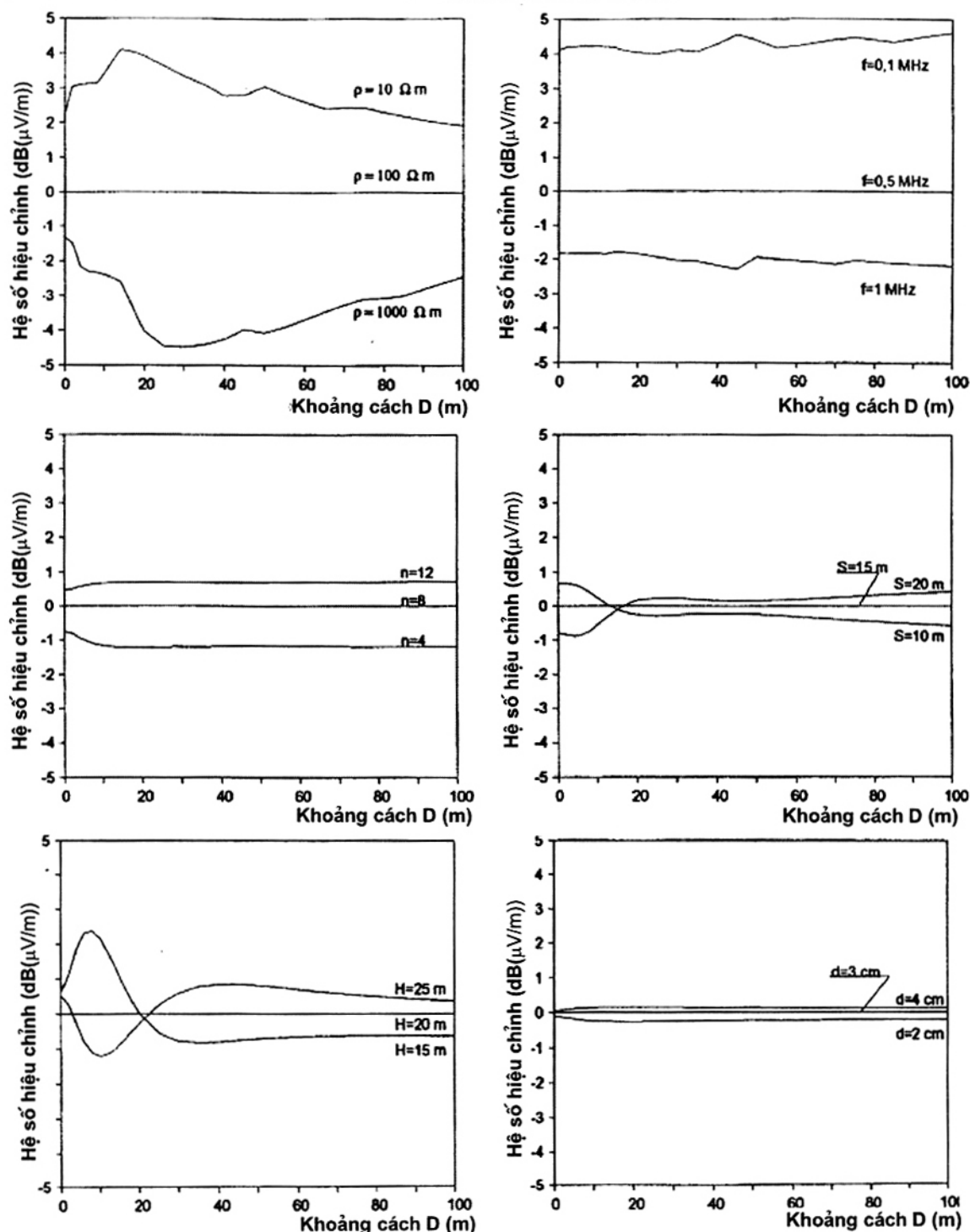
$\alpha_2 = 15 \text{ (Np/m } 10^{-6})$ (hệ số suy giảm phương thức)

$\alpha_3 = 250 \text{ (Np/m } 10^{-6})$



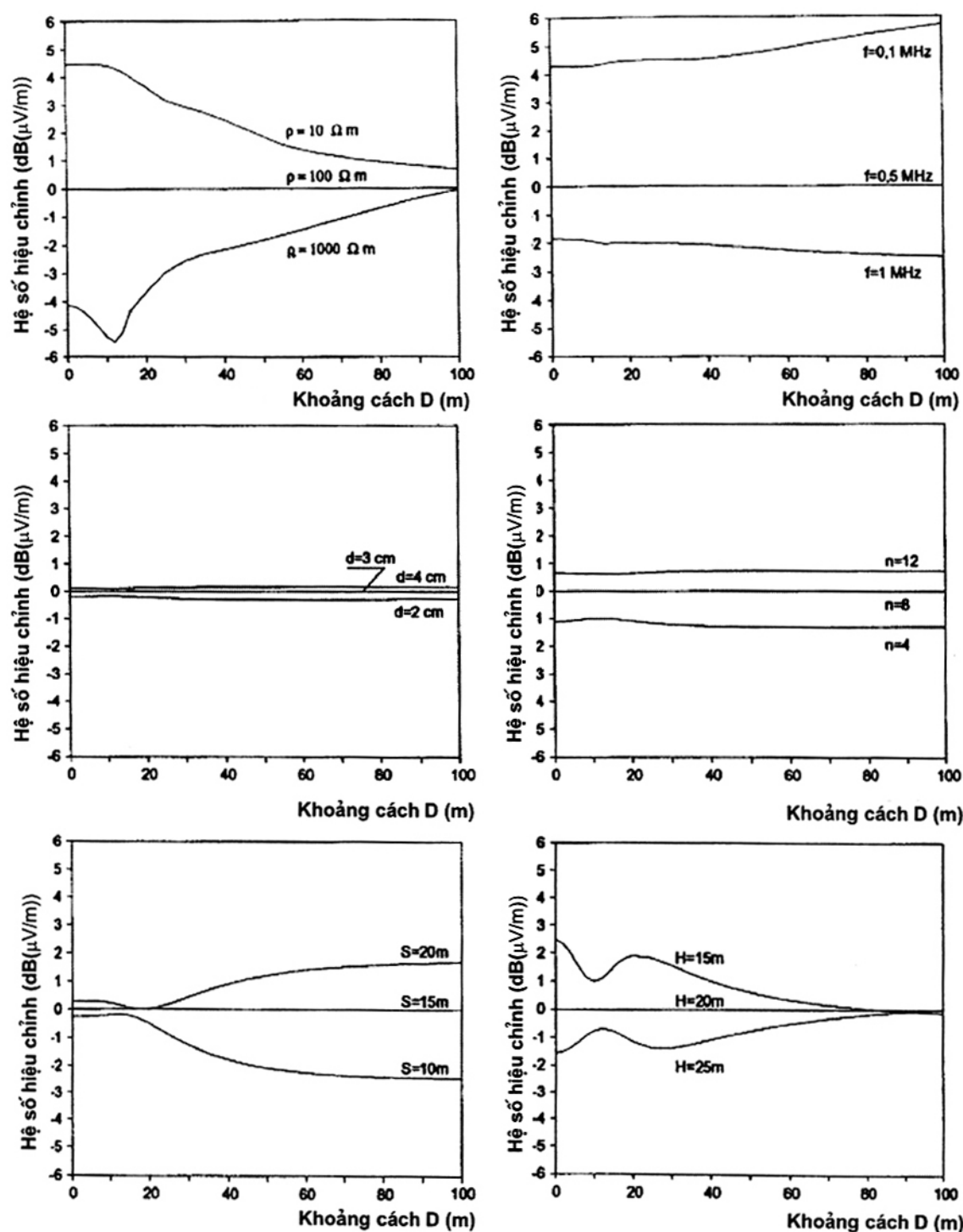
Hình 5 – Đường dây có dây dẫn bố trí theo cấu hình phẳng

Hệ số hiệu chỉnh, tính bằng deciben, được áp dụng cho trường điện tạt radiô chuẩn thu được từ Hình 2, có tính đến điện trở suất của đất ρ , tần số f , số dây dẫn con trong một cụm dây n , khoảng cách giữa các pha S , độ cao nhỏ nhất so với mặt đất H và đường kính dây dẫn con d .



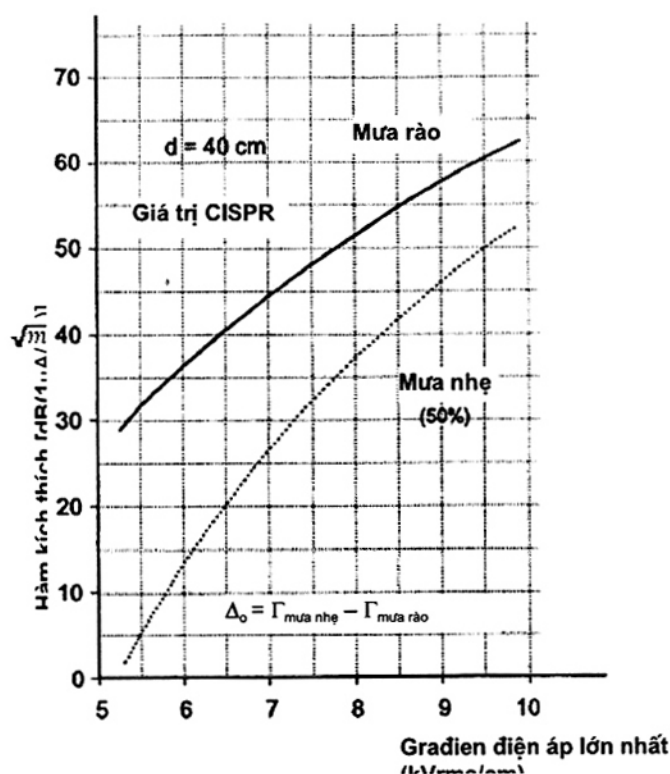
Hình 6 – Đường dây có dây dẫn bố trí theo cấu hình tam giác cân

Hệ số hiệu chỉnh, tính bằng deciben, được áp dụng cho trường điện tập radio chuẩn thu được từ Hình 3, có tính đến điện trở suất của đất ρ , tần số f , số dây dẫn con trong một cụm dây n , khoảng cách giữa các pha S , độ cao nhỏ nhất so với mặt đất H và đường kính dây dẫn con d .



Hình 7 – Đường dây có dây dẫn bố trí theo cấu hình tam giác

Hệ số hiệu chỉnh, tính bằng deciben, được áp dụng cho trường điện tập radiô chuẩn thu được từ Hình 4, có tính đến điện trở suất của đất ρ , tần số f , số dây dẫn con trong một cụm dây n , khoảng cách giữa các pha S , độ cao nhỏ nhất so với mặt đất H và đường kính dây dẫn con d .



Hình 8 – Dây dẫn hình ống có đường kính 40 cm

Hệ số hiệu chỉnh áp dụng cho hàm kích thích trong điều kiện mưa rào để đạt được hàm kích thích trong điều kiện mưa nhẹ là hàm của gradien điện áp lớn nhất.

Phụ lục A

(qui định)

**Công thức CIGRE dùng để dự đoán cường độ trường tạp radiô
từ dây dẫn của đường dây trên không**

Công thức đơn giản này sẽ cho cường độ trường tạp radiô có nhiều khả năng xuất hiện nhất và tổng của các trường được thực hiện bằng đồng hồ đo CISPR ở tần số 500 kHz và ở khoảng cách thẳng 20 m tính từ dây dẫn gần nhất với anten đặt cao hơn mặt đất 2 m.

Công thức sơ bộ đối với đường dây một pha là:

$$E = 3,5 g_{\max} + 12r - 30 \quad (A.1)$$

trong đó

E = cường độ trường tạp radiô, tính bằng dB/1 μ V/m

$g_{\max}$ = gradien điện áp lớn nhất ở bề mặt dây dẫn, tính bằng kV_{rms}/cm

r = bán kính dây dẫn, tính bằng centimét.

Phép tính chính xác gradien điện áp lớn nhất ở bề mặt dây dẫn được khuyến cáo vì ảnh hưởng quan trọng của nó lên mức tạp radiô. Phương pháp tính được đề xuất trong Phụ lục A của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1).

Đối với đường dây ba pha một lộ, công thức trên có thể được mở rộng thành:

$$E_1 = 3,5 g_{\max 1} + 12r_1 - 33 \log_{10} \frac{D_1}{20} - 30$$

$$E_2 = 3,5 g_{\max 2} + 12r_2 - 33 \log_{10} \frac{D_2}{20} - 30$$

$$E_3 = 3,5 g_{\max 3} + 12r_3 - 33 \log_{10} \frac{D_3}{20} - 30$$

trong đó, D_1 , D_2 và D_3 là các khoảng cách thẳng, tính bằng mét, từ dây dẫn pha đến bố trí anten đo.

Các công thức này cũng có thể được sử dụng để xác định cường độ trường tạp radiô ở các vị trí đo khác với khoảng cách chuẩn 20 m.

Tổng của cả ba trường này được tính bằng cách sau: nếu một trong các trường lớn hơn ít nhất là 3 dB so với hai trường còn lại thì hai trường đó được bỏ qua, ngược lại, ta có:

$$E = \frac{E_a + E_b}{2} + 1,5$$

trong đó E_a và E_b là hai giá trị cao nhất trong ba giá trị trên.

Đối với đường dây hai lộ, trường tạp radiô tạo ra bởi từng dây dẫn trong số sáu dây dẫn được tính như trên ở vị trí đo. Các trường được tạo ra bởi các pha tương ứng đồng thời được đưa về dạng bình phương và ba trường thu được được tính như trên.

Cần lưu ý rằng phương pháp này sẽ cho mức tạp có nhiều khả năng xuất hiện nhất của đường dây trong điều kiện thời tiết khô ở 500 kHz. Để đạt được mức ở tần số khác với 500 kHz sử dụng hệ số hiệu chỉnh được chỉ ra trên Hình B12 của Phụ lục B của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1). Nếu các phép tính được thực hiện ở khoảng cách khác với 20 m thì nên sử dụng công thức ở 2.3 của TCVN 7379-2 (CISPR 18-2).

Mức tạp radiô đối với điều kiện thời tiết không phải thời tiết khô trung bình, điều kiện thời tiết tốt, có thể được ước tính theo Hình B13 của Phụ lục B của TCVN 7379-1 (CISPR 18-1).

Ảnh hưởng của độ cao so với mực nước biển có thể được tính bằng công thức sau:

$$E_h = E_o + \frac{a - a_o}{300}$$

trong đó E_o là cường độ trường tạp radiô, tính bằng dB/1 μ V/m ở độ cao a_o so với mực nước biển tính bằng mét và E_h là cường độ trường tạp radiô, tính bằng dB/1 μ V/m ở độ cao a so với mực nước biển tính bằng mét.

Phụ lục B

(tham khảo)

Quy trình phân tích để xác định sơ bộ trường tạp radiô, ở khoảng cách cho trước từ đường dây trên không có cụm dây dẫn cỡ lớn**B.1 Quy trình phân tích**

Quy trình này tham khảo dạng hình học của đường dây được chỉ ra trên Hình B.1.

1) Xác định dòng điện vắng quang $|i_o|$ ở khoảng cách theo chiều dọc x tính từ phân đoạn chuẩn, do hàm kích thích Γ_1 của pha 1, được xem là hằng số dọc theo toàn bộ đường dây (phân bố đồng đều các nguồn vắng quang).

$$|i_o| = |C||\Gamma|/2\pi\epsilon_o \quad |\Gamma| = \begin{vmatrix} \Gamma_1 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

trong đó

$|C|$ là ma trận của điện dung đường dây;

ϵ_o là hằng số điện môi trong không khí.

2) Xác định dòng điện phương thức $|i_{om}|$ bằng cách sử dụng ma trận chuyển dịch phương thức $|N|$ thu được là vectơ đặc trưng của ma trận $|B| = |Y| \cdot |Z|$ hoặc trong phân tích đơn giản hơn, là vectơ đặc trưng của ma trận $|C|^{-1} \cdot |Z|$ và $|Y|$ là ma trận trở kháng nối tiếp và ma trận tổng dẫn song song tương ứng). Giá trị điển hình của $|N|$ được đưa ra cho các cấu hình đường dây khác nhau trên Hình 2, 3 và 4.

$$|i_{om}| = |N|^{-1} \cdot |i_o|$$

Xác định dòng điện phương thức $|i_m(x)|$ ở các phân đoạn chuẩn của đường dây bằng cách sử dụng hệ số lan truyền phương thức ($\lambda_m = \alpha_m + j\beta_m$) và xem dòng điện được chia thành hai phân đoạn của đường dây.

$$|i_m(x)| = 0,5 \exp(-\lambda_m \cdot x) \cdot |i_{om}| \quad (m = 1 \text{ đến } 3)$$

Hệ số λ_m thu được là vectơ đặc trưng của ma trận $|B|$ hoặc theo kinh nghiệm. Giá trị điển hình của α_m được đưa ra cho các cấu hình đường dây khác nhau trên Hình 2, 3 và 4.

3) Xác định dòng điện pha ở phân đoạn chuẩn của đường dây.

$$|i(x)| = |N| \cdot |i_m(x)|$$

4) Xác định thành phần nằm ngang của trường từ $H_1(x,y)$ và thành phần thẳng đứng tương ứng của trường điện $E_1(x,y)$ ở khoảng cách bên cho trước y từ vị trí chuẩn.

$$E_1(x,y) = 120 \pi \cdot H_1(x,y) = 60 \sum_j i_j(x) \cdot F_j(y),$$

trong đó

$$F_j(y) = z_j / [z^2 + (y - y_j)^2] + (z_j + 2p) / [(z_j + 2p)^2 + (y - y_j)^2]$$

và

$$p = \sqrt{(\rho / \pi \mu_0 f)}$$

ρ là điện trở suất của đất ($\Omega \cdot m$);

f là tần số (Hz);

μ_0 là độ từ thẩm của không gian tự do.

5) Tích lũy theo luật bình phương của các trường do tất cả các nguồn văng quang ở khoảng cách theo chiều dọc khác nhau so với phân đoạn chuẩn của đường dây.

$$E_1(y) = \sqrt{2 \int |E_1(x,y)|^2 dx}$$

Thay $E_1(x,y)$ bằng thể hiện ở trên, lấy tích phân và giả thiết $\beta_m - \beta_n = \alpha_m - \alpha_n$, có thể có được công thức sau cho $E_1(y)$:

$$E_1(y) = \sqrt{\sum_m (A_m^2 / \alpha_m) + \sum_{m,n} [A_m A_n (\alpha_m + \alpha_n) / (\alpha_m^2 + \alpha_n^2)]}$$

$$A_m = 30 i_{om} \cdot \sum_i [N_{i,m} \cdot F_i(y)] \quad (m,n = \text{phương thức}; i = \text{pha})$$

6) Liên quan đến cùng một khoảng cách bên y , phương pháp tính tương tự cũng được áp dụng, với giả thiết sự phát văng quang trên pha 2 và 3.

$$|\Gamma|_2 = \begin{vmatrix} 0 \\ \Gamma_2 \\ 0 \end{vmatrix} \quad |\Gamma|_3 = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ \Gamma_3 \end{vmatrix}$$

7) Đặt ba giá trị của trường điện, tính bằng decibel, theo thứ tự giảm dần [$E_a(y) \geq E_b(y) \geq E_c(y)$], trường tổng $E(y)$, theo luật CISPR, tính bằng decibel thu được như sau:

$$E(y) = E_a(y) \text{ nếu } E_a(y) \geq E_b(y) + 3 \text{ dB}$$

$$E(y) = [E_a(y) + E_b(y)]/2 + 1,5 \text{ dB trong các trường hợp khác.}$$

CHÚ THÍCH: Đối với đường dây hai lộ, áp dụng qui trình tương tự, tính các trường $E_1'(y)$, $E_1''(y)$; $E_2'(y)$, $E_2''(y)$; $E_3'(y)$, $E_3''(y)$.

$$E_1(y) = \sqrt{[E_1'(y) + E_1''(y)]}$$

$$E_2(y) = \sqrt{[E_2'(y) + E_2''(y)]}$$

$$E_3(y) = \sqrt{[E_3'(y) + E_3''(y)]}$$

Ví dụ về qui trình minh họa ở trên được nêu ở Điều B.2.

B.2 Ví dụ về tính trường tạp radiô

Cho đường dây có các đặc tính dưới đây (tham khảo sơ đồ ở Hình 2).

Điện áp	V = 1 050 kV
Số dây dẫn con	n = 8
Đường kính dây dẫn con	d = 3 cm
Khoảng cách giữa các dây dẫn con	s = 45 cm
Độ cao nhỏ nhất so với mặt đất	H1 = H2 = H3 = 20 m
Độ võng	15 m
Khoảng cách giữa các pha	S = 15 m
Hai dây đất	
Điện trở suất của đất	ρ = 100 Ωm

Khi đó gradien điện áp lớn nhất là: (xem TCVN 7379-1 (CISPR 18-1), Phụ lục A):

đối với pha bên	16,5 kV/cm
đối với pha giữa	18,2 kV/cm

Hàm kích thích trong điều kiện mưa rào (xem 4.2.2):

đối với pha bên	$70 - 35,45 + 16,7 - 9,03 = 42,2 \text{ dB trên } 1 \mu\text{A}/\sqrt{\text{m}}$ (ứng với $128 \mu\text{A}/\sqrt{\text{m}}$)
đối với pha giữa	$70 - 32,18 + 16,7 - 9,03 = 45,5 \text{ dB trên } 1 \mu\text{A}/\sqrt{\text{m}}$ (ứng với $188 \mu\text{A}/\sqrt{\text{m}}$)

Ma trận điện dung:

$$|C|/2\pi\epsilon_0 = \begin{vmatrix} 0,2442 & -0,0491 & -0,0123 \\ -0,0491 & 0,2563 & -0,0491 \\ -0,0123 & -0,0491 & 0,2442 \end{vmatrix}$$

Chỉ xem xét phát vãng quang thứ nhất trên pha 1. Khi đó:

$$|\Gamma|_1 = \begin{vmatrix} 128 \\ 0,0 \\ 0,0 \end{vmatrix} \quad (\mu A / \sqrt{m})$$

$$|i_o| = |C| |\Gamma|_1 / 2\pi\epsilon_o = \begin{vmatrix} 0,2442 \cdot 128 \\ -0,0491 \cdot 128 \\ -0,0123 \cdot 128 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 31,26 \\ -6,28 \\ -1,57 \end{vmatrix} \quad (\mu A / \sqrt{m})$$

Giả thiết, đối với phân tích đơn giản:

$$|N| = \begin{vmatrix} 0,442 & -0,707 & 0,552 \\ -0,781 & 0,0 & 0,625 \\ 0,442 & -0,707 & 0,552 \end{vmatrix} \quad [|N|^{-1} = |N|^T]$$

Dòng điện phương thức ở phần phát của đường dây trở thành:

$$|i_o(m)| = |N|^{-1} \cdot |i_o| = \begin{vmatrix} 18,02 \\ 23,22 \\ 12,47 \end{vmatrix} \quad (\mu A / \sqrt{m})$$

Giả thiết là độ sâu thẩm thấu $p = 7,1$ m thì hệ số trường là:

y (m)	$F_1(y)$	$F_2(y)$	$F_3(y)$
0	0,055 25	0,10	0,055 25
10	0,033 78	0,08	0,096 15
20	0,021 69	0,05	0,099 01
30	0,014 79	0,030 76	0,058 14
40	0,010 63	0,02	0,045 25
50	0,007 96	0,013 79	0,028 09

Hệ số suy giảm phương thức đối với đường dây cần xét (với $\rho = 100 \Omega m$ và $f = 0,5$ MHz) được xem là bằng:

$$\alpha_1 = 10. E^{-6} \text{ Np/m}$$

$$\alpha_2 = 70. E^{-6} \text{ Np/m}$$

$$\alpha_3 = 350. E^{-6} \text{ Np/m}$$

Trường điện $E_1(y)$ thu được là:

y (m)	E ₁ (y) (dB/μV/m)
0	71,0
10	70,2
20	69,2
30	66,3
40	62,7
50	59,4

Chỉ xem xét phát vãng quang trên pha 2

$$|\Gamma|_2 = \begin{vmatrix} 0,0 \\ 188 \\ 0,0 \end{vmatrix} \quad (\mu A / \sqrt{m})$$

Với cách tiếp cận như trên, trường điện E₂ (y) thu được là:

y (m)	E ₂ (y) (dB/μV/m)
0	79,9
10	77,9
20	76,0
30	73,1
40	69,7
50	66,5

Chỉ xem xét phát vãng quang trên pha 3:

$$|\Gamma|_3 = \begin{vmatrix} 0,0 \\ 0,0 \\ 128 \end{vmatrix} \quad (\mu A / \sqrt{m})$$

Với cách tiếp cận như trên, trường điện E₃ (y) thu được là:

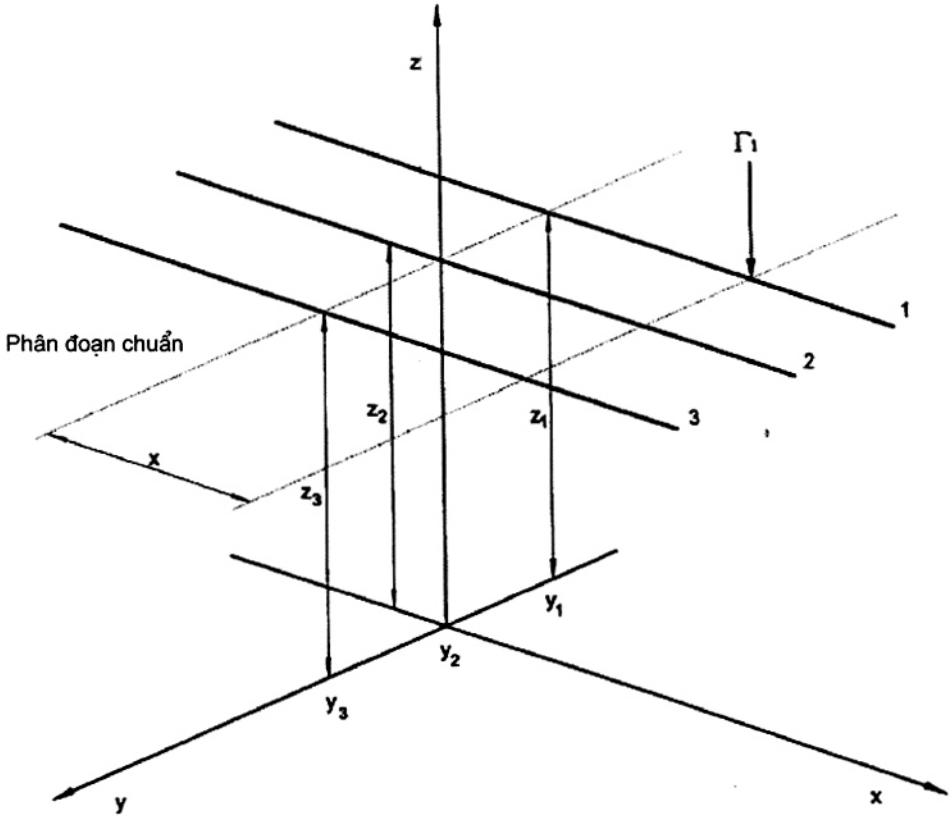
y (m)	E ₃ (y) (dB/μV/m)
0	71,0
10	74,1
20	75,1
30	72,3
40	68,5
50	63,1

Đánh giá trường điện tổng

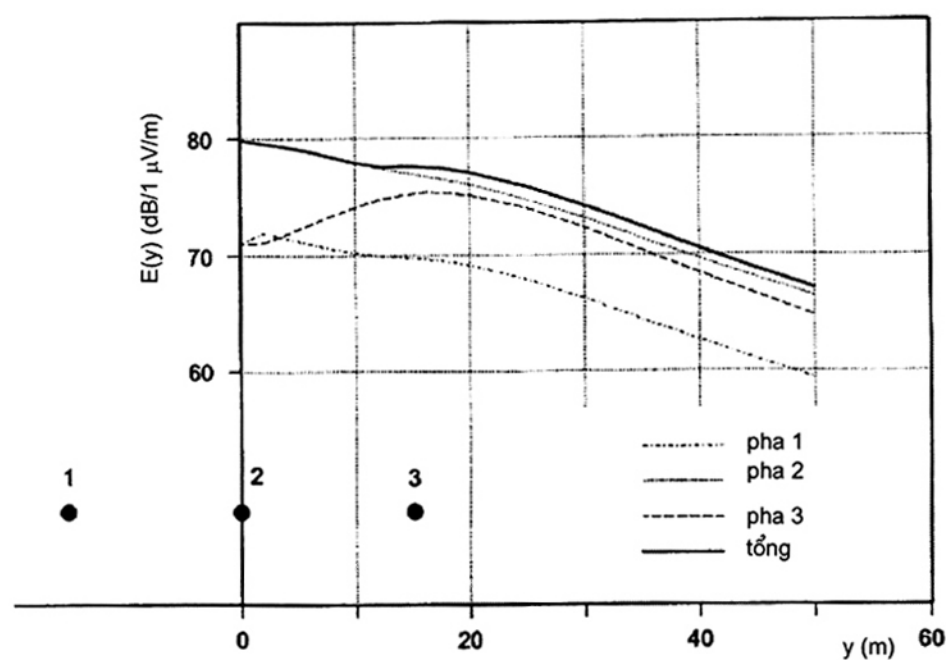
Theo qui tắc CISPR, trường điện tổng là:

y	E(y)
(m)	(dB/ μ V/m)
0	79,9
10	77,9
20	77,1
30	74,2
40	70,6
50	67,1

Biên dạng bên của E_1 , E_2 , E_3 và của trường tổng E được vẽ trên Hình B.2.



Hình B.1 – Ký hiệu các đại lượng hình học đối với phương pháp phân tích đơn giản



Hình B.2 – Biên dạng bên của trường tập radiô được tạo ra từ các pha riêng rẽ và trường tổng, như được tính theo ví dụ đã cho

Phụ lục C

(tham khảo)

Thư mục tài liệu tham khảo

- [86] Addendum to "Interferences Produced by Corona Effect of Electric Systems (Description of the phenomena and practical guide for calculation)". By CIGRE WG on Corona and Field Effects. To be published as CIGRE Brochure.
- [87] R. G. Olsen, S. D. Schennum, and V. L. Chartier, "Comparison of several methods for calculating power line electromagnetic interference levels and calibration with long term data," IEEE Trans. Power Delivery, vol.7, pp. 903–913, Apr. 1992.
- [88] R.D. Dallaire, P.Sarma Maruvada: Analysis of Radio Interference from Short Multiconductor Lines Part 1: Theoretical Analysis. IEEE Transactions on Power apparatus and systems, vol pas-100, No 4, April 1981
- [89] R.D. Dallaire, P.Sarma Maruvada: Analysis of Radio Interference from Short Multiconductor Lines Part 2: Analytical and test results. IEEE Transactions on Power apparatus and systems, vol pas-100, No 4, April 1981
- [90] B.A. Cauzillo, R.Cortina, P.Nicolini, J.C. De Medeiros, M.E. Bryant: Design criteria of UHV lines based on experience acquired in the 1 000 kV project. CIGRE 22-14, 1984.
- [91] Y.Sawada, M. Fukushima, M.Yasui: Akagi 1 000 kV Project in CRIEPI. Corona test facilities and results up to 1983. CIGRE 36-05, 1984.
- [92] M. Fukushima, T. Sasano, Y.Sawada: Corona performance of conductor bundles measured in corona cages and its application. CIGRE Symposium 22-81, No 232-01, June 1981.
- [93] P.Z. Rokhinson, A.S. Sokhransky, L.V. Timashova, N.N. Tykhodee: Corona effects of high bundle number UHV conductors: energy losses, radio and TV interference. CIGRE 36-09, 1988.
-