

TCN 68 - 209: 2002

**TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỪ (EMC)
MIỄN NHIỆM ĐỐI VỚI CÁC XUNG
PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ THỬ**

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)
SURGE IMMUNITY
TESTING AND MEASUREMENT TECHNIQUES**

MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	4
1. Phạm vi	5
2. Tài liệu tham chiếu chuẩn	6
3. Tổng quan	6
4. Các định nghĩa	7
5. Các mức thử	9
6. Thiết bị thử	9
6.1. Bộ tạo sóng kết hợp (1,2/50 μ s - 8/20 μ s).....	9
6.2. Bộ tạo tín hiệu thử 10/700 μ s theo CCITT	11
6.3. Mạch tách/ghép	12
7. Cấu hình thử	14
7.1. Thiết bị thử	14
7.2. Cấu hình thử đối với nguồn cung cấp của EUT.....	15
7.3. Cấu hình thử đối với các đường nối không đối xứng, không có che chắn.....	15
7.4. Cấu hình thử đối với các đường viễn thông/đường nối đối xứng, không có che chắn	15
7.5. Cấu hình thử đối với các đường dây có lớp che chắn	16
7.6. Cấu hình thử đối với hiện tượng chênh lệch điện thế	16
7.7. Cấu hình các phép thử khác.....	16
7.8. Các điều kiện thực hiện phép thử.....	17
8. Thủ tục thử	17
8.1. Các điều kiện chuẩn của phòng thử.....	17
8.2. Thực hiện phép thử trong phòng thử.....	17
9. Kết quả và biên bản thử nghiệm	19
Phụ lục A (Quy định): Lựa chọn bộ tạo tín hiệu thử và mức thử	30
Phụ lục B (Tham khảo): Một số chú ý	32

CONTENTS

<i>Foreword</i>	37
1. Scope	38
2. Normative references	38
3. General	39
4. Definitions	40
5. Test levels	42
6. Test instrumentation	42
6.1. Combination wave (hybrid) generator (1,2/50 μ s - 8/20 μ s).....	42
6.2. Test generator 10/700 μ s according to CCITT.....	45
6.3. Coupling/decoupling networks.....	45
7. Test set-up	48
7.1. Test equipment.....	48
7.2. Test set-up for tests applied to EUT power supply.....	49
7.3. Test set-up for tests applied to unshielded unsymmetrically operated interconnection lines.....	49
7.4. Test set-up for tests applied to unshielded symmetrically operated interconnection/telecommunication lines.....	49
7.5. Test set-up for tests applied to shielded lines.....	50
7.6. Test set-up to apply potential differences.....	50
7.7. Other test set-ups.....	50
7.8. Test conditions.....	50
8. Test procedure	51
8.1. Laboratory reference conditions.....	51
8.2. Application of the surge in the laboratory.....	51
9. Test results and test report	52
Annex A (Normative): Selection of generators and test levels	64
Annex B (Informative): Explanatory notes	66

LỜI NÓI ĐẦU

Tiêu chuẩn Ngành TCN 68 - 209: 2002 “**Tương thích điện từ (EMC) - Miễn nhiễm đối với xung - Phương pháp đo và thử**” được xây dựng trên cơ sở chấp thuận áp dụng nguyên vẹn các yêu cầu trong tiêu chuẩn IEC 1000-4-5:1995 “Tương thích điện từ (EMC) - Phần 4: Các kỹ thuật đo và thử - Chương 5: Phép thử miễn nhiễm đối với các xung”.

Tiêu chuẩn Ngành TCN 68 - 209: 2002 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện (RIPT) biên soạn theo đề nghị của Vụ Khoa học - Công nghệ và được Bộ Bưu chính, Viễn thông ban hành theo Quyết định số 28/2002/QĐ-BBCVT ngày 18/12/2002.

Tiêu chuẩn Ngành TCN 68 - 209: 2002 được ban hành dưới dạng song ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh). Trong trường hợp có tranh chấp về cách hiểu do biên dịch, bản tiếng Việt được áp dụng.

VỤ KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ

**TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỬ (EMC)
MIỄN NHIỆM ĐỐI VỚI XUNG
PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ THỬ**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số 28/2002/QĐ-BBCVT ngày 18/12/2002
của Bộ trưởng Bộ Bưu chính, Viễn thông)*

1. Phạm vi

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về khả năng miễn nhiễm, các phương pháp thử, mức thử khuyến nghị cho thiết bị đối với các xung đơn cực do hiện tượng quá áp tạo ra khi đóng ngắt mạch hoặc do sét đánh. Các mức thử khác nhau áp dụng đối với môi trường và các điều kiện lắp đặt khác nhau. Các yêu cầu này áp dụng cho thiết bị điện và điện tử.

Mục đích của tiêu chuẩn này là thiết lập một chuẩn chung để đánh giá chất lượng hoạt động của thiết bị khi thiết bị chịu tác động của các nguồn nhiễu năng lượng lớn từ đường dây nguồn và các đường dây liên kết.

Tiêu chuẩn này quy định:

- Các mức thử;
- Thiết bị thử;
- Cấu hình thử;
- Thủ tục thử.

Nhiệm vụ của phép thử trong phòng thử là xác định phản ứng của EUT đối với những xung điện áp do ảnh hưởng của hoạt động đóng ngắt mạch và sét ở các mức đe dọa nhất định, trong các điều kiện hoạt động xác định.

Tiêu chuẩn này không đề cập đến việc thử khả năng chịu đựng điện áp cao của lớp cách điện cũng như các ảnh hưởng do sét đánh trực tiếp.

Tiêu chuẩn này không quy định các phép thử áp dụng cho thiết bị hoặc hệ thống cụ thể. Mục đích chính của tiêu chuẩn là đưa ra một chuẩn chung cho các cơ quan quản lý chất lượng sản phẩm. Các cơ quan quản lý chất lượng sản phẩm (hoặc

người sử dụng và nhà sản xuất thiết bị) có nhiệm vụ lựa chọn các phép thử và mức độ khắc nghiệt thích hợp để áp dụng đối với sản phẩm của mình.

Chú ý: Tiêu chuẩn này được áp dụng cho các thiết bị viễn thông.

2. Tài liệu tham chiếu chuẩn

- [1] IEC 1000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test.*
- [2] IEC 50(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 161: Electromagnetic compatibility.*
- [3] IEC 60-1:1989, *High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements.*
- [4] IEC 469-1:1987, *Pulse techniques and apparatus - Part 1: Pulse terms and definitions.*

3. Tổng quan

3.1 Đột biến do đóng ngắt

Hiện tượng đột biến do đóng ngắt hệ thống có thể chia thành các đột biến liên quan tới:

- a) Nhiễu sinh ra do đóng ngắt hệ thống nguồn chính, ví dụ đóng ngắt bằng tụ.
- b) Hoạt động đóng ngắt phụ ở gần thiết bị hoặc do sự thay đổi tải trong hệ thống phân phối nguồn.
- c) Hiện tượng cộng hưởng trong các mạch có các linh kiện đóng ngắt như thyristor.
- d) Các hư hỏng của hệ thống như hiện tượng chập mạch, hiện tượng phóng tia lửa điện tới hệ thống tiếp đất của công trình.

3.2 Đột biến do sét

Sét tạo ra các xung điện áp theo những cơ chế chủ yếu sau:

- a) Sét đánh trực tiếp vào mạch ngoài (mạch ở ngoài nhà trạm) phóng dòng điện lớn qua điện trở đất hoặc trở kháng mạch ngoài tạo ra các điện áp;
- b) Sét đánh gián tiếp (sét đánh giữa hoặc trong các đám mây hay đánh gần các vật thể tạo ra các trường điện từ) sinh ra điện áp/dòng điện cảm ứng trên các dây dẫn ở bên ngoài hoặc bên trong toà nhà;
- c) Sét đánh trực tiếp xuống đất gần công trình, sinh ra dòng điện trong hệ thống tiếp đất của công trình đó;

Sự thay đổi nhanh của điện áp và dòng điện xảy ra khi thiết bị bảo vệ được kích hoạt có thể ghép vào các mạch bên trong.

3.3 Mô phỏng hiện tượng đột biến

a) Bộ tạo tín hiệu thử: các đặc tính của bộ tạo tín hiệu thử phải sao cho có thể mô phỏng được các hiện tượng nêu trên một cách sát thực nhất.

b) Nếu nguồn nhiễu ở trong cùng một mạch, thí dụ trong mạch cung cấp nguồn (ghép trực tiếp) thì bộ tạo tín hiệu thử có thể mô phỏng một nguồn trở kháng thấp tại các cổng của EUT.

c) Nếu nguồn nhiễu không ở trong cùng một mạch (ghép gián tiếp) như các cổng của thiết bị chịu nhiễu thì bộ tạo tín hiệu thử có thể mô phỏng một nguồn trở kháng cao hơn.

4. Các định nghĩa

4.1 Các đường dây cân bằng

Đường dây cân bằng là đôi dây dẫn đối xứng có suy hao chuyển đổi từ chế độ chênh lệch (dây - dây) sang chế độ chung (dây - đất) nhỏ hơn 20 dB.

4.2 Mạch ghép

Mạch ghép là mạch điện dùng để chuyển năng lượng từ một mạch này đến một mạch khác.

4.3 Mạch tách

Mạch tách là mạch điện dùng để ngăn không cho các xung đưa vào EUT làm ảnh hưởng đến các dụng cụ, thiết bị hay hệ thống khác không được thử.

4.4 Độ rộng xung

Độ rộng xung là trị số tuyệt đối của khoảng thời gian mà dạng sóng hay đặc trưng của sóng còn tồn tại hay tiếp diễn. [IEC 469-1]

4.5 Độ rộng sườn trước

Xung điện áp: độ rộng sườn trước T_1 của một xung điện áp là tham số được xác định bằng 1,67 lần khoảng thời gian T giữa hai thời điểm khi xung đạt 30% và 90% giá trị đỉnh (xem hình 2).

Xung dòng điện: độ rộng sườn trước T_1 của một xung dòng điện là tham số được xác định bằng 1,25 lần khoảng thời gian T giữa hai thời điểm khi xung đạt 10% và 90% giá trị đỉnh (xem hình 3). [IEC 60-1 sửa đổi]

4.6 Miễn nhiệm

Miễn nhiệm là khả năng hoạt động của một dụng cụ, thiết bị hay một hệ thống mà không bị suy giảm chất lượng khi có nhiễu điện từ. [IEV 161-01-20]

4.7 Hệ thống trang thiết bị điện

Hệ thống trang thiết bị điện là một tổ hợp các thiết bị điện thực hiện một hay nhiều mục đích cụ thể, có các đặc tính liên quan với nhau. [IEV 826-01-01]

4.8 Các dây liên kết

Các dây liên kết bao gồm:

- Các dây I/O (vào/ra);
- Các dây thông tin;
- Các dây cân bằng.

4.9 Bảo vệ sơ cấp

Bảo vệ sơ cấp là biện pháp để ngăn không cho phần lớn năng lượng gây nguy hiểm truyền qua một giao diện đã được chỉ định.

4.10 Thời gian tăng

Thời gian tăng của xung là khoảng thời gian giữa các thời điểm mà tại đó lần đầu tiên xung đạt giá trị thấp quy định và sau đó là giá trị cao quy định.

Chú ý: Nếu không có quy định khác, các giá trị này là 10% và 90% của biên độ xung. [IEV 161-02-05]

4.11 Bảo vệ thứ cấp

Bảo vệ thứ cấp là biện pháp triệt tiêu phần năng lượng dư sau phần bảo vệ sơ cấp. Nó có thể là một thiết bị đặc biệt hoặc một đặc tính vốn có của EUT.

4.12. Xung

Xung là sóng đột biến điện áp, dòng điện hoặc công suất, lan truyền dọc theo đường dây hoặc mạch điện. Xung được đặc trưng bởi sự tăng rất nhanh sau đó là giảm chậm. [IEV 161-08-11 sửa đổi]

4.13 Hệ thống

Hệ thống là một tập hợp các phần tử có quan hệ với nhau được thiết lập để đạt được một mục đích cho trước bằng cách thực hiện một chức năng cụ thể.

Chú ý: Hệ thống được xem là cách ly với môi trường và các hệ thống ngoài khác bởi một mặt phẳng giả định, mặt phẳng này ngăn cách liên kết giữa chúng và hệ thống đang xét. Qua các liên kết này, hệ thống bị ảnh hưởng bởi môi trường bên ngoài và các hệ thống khác; hoặc ngược lại.

4.14 Thời gian để biên độ xung giảm đi một nửa (T_2)

Thời gian để biên độ xung giảm đi một nửa là tham số được xác định bằng khoảng thời gian giữa thời điểm gốc O_1 và thời điểm khi biên độ xung giảm xuống còn một nửa giá trị đỉnh (xem hình 2, 3). [IEV 60-01 sửa đổi]

4.15 Đột biến

Đột biến chỉ hiện tượng hoặc đại lượng biến đổi giữa hai trạng thái ổn định liên tiếp trong khoảng thời gian rất ngắn so với khoảng thời gian quan sát. [IEV 161-02-01]

5. Các mức thử

Dải các mức thử đề xuất được cho trong bảng 1.

Bảng 1 - Các mức thử

Mức	Điện áp thử hở mạch, $\pm 10\%$, kV
1	0,5
2	1,0
3	2,0
4	4,0
x	đặc biệt

Chú ý: x là mức để mở, mức này có thể được quy định trong chỉ tiêu kỹ thuật sản phẩm

Các mức thử phải được lựa chọn theo các điều kiện lắp đặt. Việc phân loại điều kiện lắp đặt được trình bày trong mục B.3 phụ lục B.

Thiết bị được thử phải đảm bảo thỏa mãn đối với tất cả các mức điện áp thấp hơn mức thử được chọn (xem mục 8.2).

Để lựa chọn các mức thử đối với các giao diện khác nhau, xem thêm phụ lục A.

6. Thiết bị thử

6.1 Bộ tạo sóng kết hợp (1,2/50 μ s - 8/20 μ s)

Sơ đồ mạch của bộ tạo sóng được trình bày trong hình 1. Giá trị các thành phần R_{s1} , R_{s2} , R_m , L_r và C_c được lựa chọn sao cho bộ tạo sóng tạo ra được xung điện áp 1,2/50 μ s (ở các điều kiện hở mạch) và xung dòng điện 8/20 μ s (ở điều kiện ngắn mạch), nghĩa là bộ tạo sóng có trở kháng đầu ra hiệu dụng 2 Ω .

Thông thường, trở kháng đầu ra hiệu dụng của bộ tạo sóng được xác định bằng cách tính tỷ số giữa điện áp đầu ra hở mạch (giá trị đỉnh) và dòng điện ngắn mạch (giá trị đỉnh).

Bộ tạo sóng điện áp hở mạch 1,2/50 μ s và dòng điện ngắn mạch 8/20 μ s này được gọi là bộ tạo sóng kết hợp (CWG) hay bộ tạo sóng hỗn hợp.

Chú ý:

1- Dạng sóng điện áp và dòng điện là một hàm của trở kháng đầu vào EUT. Khi đưa xung vào thiết bị, trở kháng này có thể thay đổi do hiệu quả hoạt động của thiết bị bảo vệ hoặc do sự phóng điện hoặc đánh hỏng các linh kiện khi thiết bị bảo vệ không hoạt động hoặc không có thiết bị bảo vệ. Vì vậy, cả sóng điện áp 1,2/50 μ s và sóng dòng điện 8/20 μ s phải sẵn sàng ở đầu ra của bộ tạo sóng thử, ngay khi có tải.

2 - Bộ tạo sóng kết hợp mô tả trong tiêu chuẩn này cũng giống như bộ tạo sóng hỗn hợp quy định trong một số tiêu chuẩn khác.

6.1.1 Các đặc tính và chỉ tiêu kỹ thuật của bộ tạo sóng kết hợp

Điện áp đầu ra hở mạch:

Dải điện áp:

Trị số thấp nhất tối thiểu	0,5 kV
Trị số cao nhất tối thiểu	4,0 kV
Dạng sóng điện áp xung	xem hình 2, bảng 2
Dung sai điện áp đầu ra hở mạch	$\pm 10\%$

Dòng điện đầu ra ngắn mạch:

Dòng điện:

Trị số thấp nhất tối thiểu	0,25 kA
Trị số cao nhất tối thiểu	2,0 kA
Dạng sóng dòng điện xung	xem hình 3, bảng 2
Dung sai dòng điện đầu ra ngắn mạch	$\pm 10\%$

Cực tính

dương/âm

Dịch pha so với góc pha của đường dây AC

$0 \div 360^\circ$

Tốc độ lặp lại

ít nhất 1 lần/phút

Bộ tạo sóng phải có tín hiệu ra ở chế độ "thả nổi" (floating).

Phải có các điện trở phụ (10 Ω và 40 Ω) để làm tăng trở kháng nguồn hiệu dụng đối với các điều kiện thử cụ thể (xem mục 7, B.1 phụ lục B).

Trong trường hợp này, dạng sóng điện áp hở mạch và dạng sóng dòng điện ngắn mạch được kết hợp vào mạch tách/ghép nên không còn là dạng sóng 1,2/50 μ s và 8/20 μ s nữa (sóng kết hợp).

6.1.2 Kiểm tra các đặc tính của bộ tạo sóng

Để so sánh kết quả thử của các bộ tạo sóng thử khác nhau, phải kiểm tra đặc tính của bộ tạo sóng thử. Do đó, phải thực hiện đo các đặc tính chủ yếu của bộ tạo sóng theo trình tự sau.

Đầu ra bộ tạo sóng thử phải được nối tới hệ thống đo có độ rộng băng tần và thang điện áp đủ lớn để kiểm tra các đặc tính của dạng sóng.

Các đặc tính của bộ tạo sóng phải được đo ở các điều kiện hở mạch (tải lớn hơn hoặc bằng 10 k Ω) và ở các điều kiện ngắn mạch (tải nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 Ω) với cùng một mức điện áp nạp.

Chú ý: Dòng điện ngắn mạch tối thiểu là 0,25 kA đối với điện áp hở mạch 0,5 kV và tối thiểu là 2,0 kA đối với điện áp hở mạch là 4,0 kV.

6.2 Bộ tạo sóng thử 10/700 μ s theo CCITT

Sơ đồ mạch của bộ tạo sóng được cho trong hình 4. Trị số của các thành phần R_c , C_c , R_s , R_{m1} , R_{m2} và C_s được lựa chọn sao cho bộ tạo sóng tạo ra được dạng xung 10/700 μ s.

6.2.1 Các đặc tính và chỉ tiêu kỹ thuật của bộ tạo sóng

Điện áp đầu ra hở mạch:

Dải điện áp:

Trị số thấp nhất tối thiểu 0,5 kV

Trị số cao nhất tối thiểu 4,0 kV

Dạng sóng xung điện áp xem hình 5 (IEC 60-1), bảng 3

Dung sai điện áp đầu ra hở mạch $\pm 10\%$

Dòng điện đầu ra ngắn mạch:

Dòng điện:

Trị số thấp nhất tối thiểu 12,5 A

Trị số cao nhất tối thiểu 100 A

Dạng sóng xung dòng điện xem bảng 3

Dung sai dòng điện đầu ra ngắn mạch $\pm 10\%$

Cực tính dương/âm

Tốc độ lặp lại ít nhất 1 lần/phút

Bộ tạo sóng phải có tín hiệu ra ở chế độ "thả nổi" (floating).

6.2.2 Kiểm tra các đặc tính của bộ tạo sóng

Các điều kiện kiểm tra đối với bộ tạo sóng 10/700 μs giống như 6.1.2 với chú ý sau đây.

Chú ý: Dòng điện ngắn mạch tối thiểu là 12,5 A đối với điện áp hở mạch 0,5 kV và tối thiểu là 100 A đối với điện áp hở mạch là 4,0 kV.

6.3 Các mạch tách/ghép

Các mạch tách/ghép không được ảnh hưởng đáng kể đến các tham số bộ tạo sóng, ví dụ điện áp hở mạch, dòng điện ngắn mạch vẫn nằm trong khoảng dung sai quy định.

Ngoại lệ: ghép qua bộ triệt xung.

Các mạch tách/ghép phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

6.3.1. Mạch tách/ghép dùng cho các mạch cung cấp nguồn AC/DC (chỉ sử dụng với bộ tạo sóng kết hợp)

Phải kiểm tra độ rộng sườn trước và thời gian để biên độ xung giảm xuống một nửa đối với điện áp ở các điều kiện hở mạch và dòng điện ở các điều kiện ngắn mạch.

Đầu ra của bộ tạo tín hiệu thử hoặc mạch ghép của nó phải được nối tới hệ thống đo có độ rộng băng tần và thang điện áp đủ lớn để kiểm tra dạng sóng điện áp hở mạch.

Dạng sóng dòng điện ngắn mạch có thể được đo bằng một bộ biến dòng có đường nối ngắn mạch giữa các đầu ra của mạch ghép.

Tất cả các dạng sóng cũng như các tham số hoạt động khác của bộ tạo sóng phải đúng như quy định trong mục 6.1.1 (ở đầu ra của bộ tạo sóng cũng như đầu ra của mạch tách/ghép).

Chú ý: Khi trở kháng bộ tạo sóng tăng từ 2 Ω lên 12 Ω hoặc 42 Ω theo yêu cầu cấu hình thử thì độ rộng xung thử ở đầu ra mạch ghép có thể thay đổi đáng kể.

6.3.1.1 Phương pháp ghép điện dung dùng cho các mạch cung cấp nguồn

Phương pháp ghép điện dung cho phép đưa điện áp thử vào thiết bị được thử theo kiểu dây-dây hoặc dây-đất khi mạch tách hệ thống nguồn cũng được nối. Sơ đồ mạch hệ thống nguồn một pha được cho trong hình 6, 7. Sơ đồ mạch với hệ thống nguồn 3 pha được cho trong hình 8, 9.

Các đặc tính chủ yếu của mạch tách/ghép bao gồm:

Ghép:

Các tụ ghép: $C = 9 \mu\text{F}$ hoặc $18 \mu\text{F}$ (xem cấu hình thử)

Tách:

Điện cảm tách đối với điện áp nguồn: $L = 1,5 \text{ mH}$

Điện áp xung dư trên các đường dây chưa ghép xung khi đã ngắt EUT không được vượt quá 15% điện áp thử lớn nhất.

Khi ngắt EUT khỏi mạng cung cấp nguồn, điện áp xung dư trên các đầu vào nguồn điện của mạch tách không được vượt quá 15% điện áp thử hoặc hai lần giá trị đỉnh của điện áp pha hệ thống nguồn (chọn giá trị lớn hơn).

Các đặc tính nói trên đối với hệ thống nguồn 1 pha (pha, trung tính, đất bảo vệ) cũng đúng đối với hệ thống nguồn 3 pha (các dây pha, trung tính và đất bảo vệ).

6.3.1.2 Phương pháp ghép điện cảm dùng cho các mạch cung cấp nguồn

Đang xem xét.

6.3.2 Mạch tách/ghép dùng cho các đường dây liên kết

Phương pháp ghép được lựa chọn tùy theo chức năng của mạch và các điều kiện hoạt động. Điều này phải được quy định trong tài liệu kỹ thuật sản phẩm.

Các phương pháp ghép bao gồm:

- Phương pháp ghép điện dung;
- Phương pháp ghép qua bộ triệt xung.

Việc sử dụng các cấu hình thử khác nhau để thử một cổng của EUT có thể không cho các kết quả tương đương. Cấu hình thích hợp nhất phải được quy định trong các tài liệu kỹ thuật sản phẩm hoặc các tiêu chuẩn sản phẩm.

Chú ý: R_L trong các hình từ 10 đến 12 là điện trở của cuộn cảm L có giá trị phụ thuộc vào sự suy hao tín hiệu truyền dẫn.

6.3.2.1 Phương pháp ghép điện dung đối với các đường dây liên kết

Khi không có ảnh hưởng đến việc liên lạc trên dây, phương pháp ghép điện dung là phương pháp rất thích hợp đối với các mạch I/O có dây không cân bằng, không có lớp che chắn. Việc thử được thực hiện theo hình 10 đối với phương pháp ghép kiểu dây-dây và phương pháp ghép kiểu dây-đất.

Các đặc tính chủ yếu của mạch tách/ghép điện dung:

- Tụ ghép: $C = 0,5 \text{ }\mu\text{F}$
- Cuộn cảm tách (không bù dòng): $L = 20 \text{ mH}$

Chú ý: Cần xem xét đặc tính dòng tín hiệu, đặc tính này phụ thuộc vào mạch được thử.

6.3.2.2 Phương pháp ghép qua bộ triệt xung

Phương pháp ghép qua bộ triệt xung là phương pháp ghép thích hợp đối với các mạch có dây cân bằng, không có lớp che chắn (thông tin, viễn thông) như trong hình 12.

Phương pháp này cũng có thể được dùng trong trường hợp không thể thực hiện ghép điện dung do các vấn đề chức năng gây ra khi nối các tụ với EUT (xem hình 11).

Mạch ghép còn có nhiệm vụ điều tiết sự phân phối dòng xung trong trường hợp các điện áp cảm ứng vào cáp nhiều sợi.

Vì vậy, các điện trở R_{m2} trong mạch ghép có n dây ghép phải là $n \times 25 \Omega$ (với $n \geq 2$).

Ví dụ: $n = 4$, $R_{m2} = 4 \times 25 \Omega$. Với trở kháng tổng của bộ tạo sóng khoảng 40Ω , R_{m2} không được vượt quá 250Ω .

Việc ghép qua bộ triệt xung có khi có thể được cải thiện bằng việc sử dụng các tụ điện mắc song song với các bộ triệt xung.

Ví dụ: $C \leq 0,1 \mu F$ đối với các tần số của tín hiệu truyền dẫn trên dây nhỏ hơn 5 kHz . Ở các tần số cao hơn, không dùng tụ điện.

Các đặc tính chủ yếu của mạch ghép/tách:

- Điện trở ghép, R_{m2} $n \times 25 \Omega$ ($n \geq 2$)
- Bộ triệt xung có khi 90 V
- Cuộn cảm tách, L (lõi tròn, có bù dòng) 20 mH

Chú ý:

- Trong một số trường hợp, vì các lý do chức năng có thể phải sử dụng các bộ triệt xung có điện áp hoạt động cao hơn.

- Có thể sử dụng các phân tử khác ngoài các bộ triệt xung nếu các phân tử đó không làm ảnh hưởng đến các điều kiện hoạt động.

6.3.3 Các phương pháp ghép khác

Các phương pháp ghép khác đang được xem xét.

7. Cấu hình thử

7.1 Thiết bị thử

Cấu hình thử bao gồm các thiết bị chủ yếu sau:

- Thiết bị được thử (EUT);

- Thiết bị phụ trợ (AE);
- Cáp (chủng loại và chiều dài theo quy định);
- Thiết bị ghép (ghép điện dung hoặc ghép qua các bộ triệt xung);
- Bộ tạo sóng (bộ tạo sóng kết hợp, bộ tạo sóng 10/700 μ s);
- Mạch tách/các thiết bị bảo vệ;
- Các điện trở phụ, 10 Ω và 40 Ω (xem B.1 phụ lục B).

7.2 Cấu hình thử đối với nguồn cung cấp của EUT

Xung được đưa vào các cực nguồn của EUT qua mạch ghép điện dung (xem hình 6, 7, 8 và 9). Phải sử dụng các mạch tách để không làm ảnh hưởng đến các thiết bị không được thử có chung dây nguồn và để có trở kháng tách đối với sóng xung đủ lớn để sóng xung theo quy định có thể đi vào các dây cần thử.

Nếu không có quy định khác, dây nối giữa EUT và mạch tách/ghép phải nhỏ hơn hoặc bằng 2 m.

Để mô phỏng các trở kháng ghép đặc trưng, trong một số trường hợp phải sử dụng các điện trở phụ (xem B.1 phụ lục B).

Chú ý: Tại một số nước (ví dụ, Mỹ), yêu cầu phép thử đối với đường dây điện AC phải thực hiện theo hình 7 và 9 với trở kháng 2 Ω , mặc dù phép thử này khắc nghiệt hơn. Thông thường, yêu cầu này là 10 Ω .

7.3 Cấu hình thử đối với các đường nối không đối xứng, không có che chắn

Thông thường, xung được đưa vào các dây nối bằng phương pháp ghép điện dung (hình 10). Mạch tách/ghép không được ảnh hưởng đến điều kiện hoạt động của các mạch được thử.

Một cấu hình thử khác (ghép qua các bộ triệt xung) được thể hiện trong hình 11 để dùng cho các mạch có tốc độ truyền dẫn cao hơn. Việc lựa chọn phương pháp ghép tùy theo tải điện dung tương ứng với tần số truyền dẫn.

Nếu không có quy định khác, dây nối giữa EUT và mạch tách/ghép phải nhỏ hơn hoặc bằng 2 m.

7.4 Cấu hình thử đối với các đường viễn thông/đường nối đối xứng, không có che chắn (hình 12)

Thông thường người ta không sử dụng phương pháp ghép điện dung đối với các mạch viễn thông/liên kết cân bằng. Trong trường hợp này, việc ghép thực hiện qua các bộ triệt xung (khuyến nghị K.17 của CCITT). Các mức thử thấp hơn điện áp đánh lửa của các bộ triệt xung được ghép (khoảng 300 V đối với bộ triệt xung

90 V) không được quy định (trừ trường hợp thiết bị bảo vệ thứ cấp không có các bộ triệt xung có khí).

Chú ý: Cần xem xét hai cấu hình thử sau:

- Cấu hình thử đối với phép thử khả năng miễn nhiễm mức thiết bị, chỉ có thiết bị bảo vệ thứ cấp tại EUT, với mức thử thấp, ví dụ 0,5 kV hoặc 1 kV;

- Cấu hình thử đối với phép thử khả năng miễn nhiễm mức hệ thống, có thiết bị bảo vệ sơ cấp bổ sung, với mức thử cao hơn, ví dụ 2 kV hoặc 4 kV.

Nếu không có quy định khác, dây nối giữa EUT và mạch tách/ghép phải nhỏ hơn hoặc bằng 2 m.

7.5 Cấu hình thử đối với các đường dây có che chắn

Trong trường hợp các đường dây có che chắn, có thể không sử dụng được mạch tách/ghép. Vì vậy, xung được đưa vào lớp che chắn của các EUT (vỏ kim loại) và vỏ của các đường dây theo hình 13. Đối với các lớp che chắn chỉ nối đất ở một đầu, sử dụng hình 14. Để thực hiện tách đối với dây đất an toàn, phải sử dụng một biến áp cách ly. Thông thường, phải sử dụng loại cáp dài nhất có lớp che chắn như đã quy định. Tương ứng với phổ của xung, phải sử dụng cáp dài 20 m có lớp che chắn và được bó lại sao cho không sinh ra độ tự cảm.

Nguyên tắc để đưa các xung vào các đường dây có lớp che chắn:

a) Đối với lớp che chắn nối đất ở hai đầu, việc đưa xung thử vào lớp che chắn được thực hiện theo hình 13.

b) Đối với lớp che chắn chỉ nối đất ở một đầu, phép thử phải được thực hiện theo hình 14. C là điện dung cáp so với đất, giá trị này có thể tính bằng 100 pF/m. Nếu không có quy định khác, có thể sử dụng giá trị mẫu 10 nF.

Mức thử đưa vào các lớp che chắn là giá trị dây-đất (trở kháng 2 Ω).

7.6 Cấu hình thử đối với hiện tượng chênh lệch điện thế

Nếu cần thử đối với các hiện tượng chênh lệch điện thế (để mô phỏng các điện áp có thể xuất hiện trong một hệ thống), các phép thử phải được thực hiện theo hình 13 đối với các hệ thống dùng dây nối có lớp che chắn (lớp che chắn nối đất ở cả hai đầu) và theo hình 14 đối với các hệ thống dùng đường dây không có lớp che chắn hoặc có lớp che chắn nhưng lớp che chắn chỉ nối đất ở một đầu.

7.7 Các cấu hình thử khác

Nếu không sử dụng được một trong các phương pháp ghép quy định trong cấu hình thử, tiêu chuẩn sản phẩm phải quy định các phương pháp thay thế tương đương (phù hợp với trường hợp đặc biệt đó).

7.8 Các điều kiện thực hiện phép thử

Các điều kiện thử và các điều kiện lắp đặt thiết bị phải tuân theo chỉ tiêu kỹ thuật sản phẩm và bao gồm:

- Cấu hình thử (phần cứng);
- Thử tục thử (phần mềm).

8. Thử tục thử

8.1 Các điều kiện chuẩn của phòng thử

Để giảm thiểu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến kết quả phép thử, phép thử phải được thực hiện ở các điều kiện điện từ và khí hậu chuẩn quy định trong các mục 8.1.1 và 8.1.2.

8.1.1 Điều kiện khí hậu

Các điều kiện khí hậu cần tuân thủ bao gồm:

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| - Nhiệt độ phòng | 15 ÷ 35°C |
| - Độ ẩm tương đối | 10 ÷ 75% |
| - Áp suất khí quyển | 86 ÷ 106 kPa (860 ÷ 1060 mbar) |

Chú ý: Chỉ tiêu kỹ thuật sản phẩm có thể quy định các giá trị khác. EUT cần được hoạt động trong các điều kiện khí hậu đã quy định. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối cần được ghi lại trong biên bản thử nghiệm.

8.1.2 Điều kiện điện từ

Môi trường điện từ trong phòng thử không được gây ảnh hưởng đến kết quả của phép thử.

8.2 Thực hiện phép thử trong phòng thử

Các đặc tính và chỉ tiêu kỹ thuật của bộ tạo sóng phải tuân theo quy định trong các mục 6.1.1 và 6.2.1; việc hiệu chỉnh các bộ tạo sóng phải được thực hiện theo các quy định trong các mục 6.1.2 và 6.2.2.

Phép thử phải được thực hiện theo kế hoạch thử, trong đó phải quy định cấu hình thử (xem mục B.2 phụ lục B) bao gồm:

- Bộ tạo sóng và các thiết bị khác được sử dụng;
- Mức thử (điện áp/dòng điện) (xem phụ lục A);
- Trở kháng bộ tạo sóng;
- Cục tính xung thử;

TCN 68 - 209: 2002

- Mạch khởi động của bộ tạo sóng trong hoặc ngoài;
- Số lượng phép thử: ít nhất là 5 lần xung dương và 5 lần xung âm ở các điểm được chọn;

- Tốc độ lặp lại: lớn nhất là 1 lần/phút;

Chú ý: Thông thường, các thiết bị bảo vệ đều có khả năng chịu công suất trung bình thấp mặc dù trị số công suất đỉnh hoặc năng lượng đỉnh cho thấy chúng có thể chịu được các dòng điện lớn. Vì vậy, tốc độ lặp lại lớn nhất (khoảng thời gian giữa hai xung và thời gian phục hồi) phụ thuộc vào các thiết bị bảo vệ bên trong của EUT.

- Các đầu vào và đầu ra cần thử;

Chú ý: Trong trường hợp có nhiều mạch giống nhau, chỉ cần thực hiện các phép đo trên một số mạch đại diện.

- Các điều kiện hoạt động đặc trưng của EUT;

- Thứ tự đưa các xung vào mạch;

- Góc pha trong trường hợp dùng nguồn điện xoay chiều;

- Các điều kiện lắp đặt thực tế, ví dụ:

- + AC: trung tính nối đất,

- + DC: (+) hay (-) nối đất để mô phỏng các điều kiện tiếp đất thực tế.

Chế độ thực hiện các phép thử được trình bày trong mục B.2 phụ lục B.

Nếu không có quy định khác, các xung đưa vào phải đồng bộ với pha của sóng điện áp xoay chiều tại điểm cắt trục hoành (pha 0) và tại giá trị đỉnh (dương và âm).

Các xung phải được đưa vào dây- dây và giữa các dây với đất. Nếu chưa được quy định, khi thực hiện thử dây-đất, điện áp thử phải được đưa vào lần lượt giữa từng dây và đất.

Chú ý: Khi sử dụng bộ tạo sóng kết hợp để thử hai hay nhiều dây với đất (các dây viễn thông), độ rộng của xung thử có thể giảm đi.

Thủ tục thử cũng phải được xem xét cùng với các đặc tính điện áp - dòng điện phi tuyến của thiết bị được thử. Vì vậy, điện áp thử phải tăng từng bước đến mức thử đã được quy định trong tiêu chuẩn sản phẩm hoặc kế hoạch thử.

Thiết bị được thử phải thoả mãn các phép thử với tất cả các mức thấp hơn và bằng mức thử đã chọn. Để thử các thiết bị bảo vệ thứ cấp, điện áp đầu ra bộ tạo sóng phải tăng đến mức điện áp đánh thủng của bộ bảo vệ sơ cấp (trường hợp xấu nhất).

Nếu không có nguồn tín hiệu thật, có thể mô phỏng. Trong mọi trường hợp, mức thử không được vượt quá các quy định trong chỉ tiêu kỹ thuật sản phẩm. Phép thử phải được thực hiện theo kế hoạch thử.

Để xác định tất cả các điểm tới hạn trong chu trình làm việc của thiết bị, phải sử dụng đủ số xung thử âm và dương. Đối với phép thử nghiệm thu, phải sử dụng các thiết bị chưa từng phải chịu các tác động xung hoặc phải thay thế các thiết bị bảo vệ.

9. Kết quả thử và biên bản thử nghiệm

Mục này trình bày các hướng dẫn về việc đánh giá kết quả thử và lập biên bản thử nghiệm đối với phép thử trong tiêu chuẩn này.

Sự đa dạng và phức tạp của các hệ thống và thiết bị được thử nghiệm đã làm cho việc xác định ảnh hưởng của xung lên các hệ thống và thiết bị trở nên rất khó khăn.

Nếu chỉ tiêu kỹ thuật sản phẩm hay nhà quản lý sản phẩm không đưa ra các chỉ tiêu cụ thể, kết quả thử cần được phân loại theo các điều kiện hoạt động và các thông số chức năng của EUT như sau:

- a) Đặc tính nằm trong giới hạn chỉ tiêu kỹ thuật cho phép;
- b) Suy giảm chất lượng hoặc mất chức năng tạm thời nhưng có thể tự phục hồi;
- c) Suy giảm chất lượng hoặc mất các chức năng tạm thời, muốn khôi phục lại cần có sự can thiệp của người vận hành hoặc khởi động lại hệ thống;
- d) Suy giảm hoặc mất các chức năng nhưng không thể phục hồi do hỏng các bộ phận thiết bị, phần mềm hoặc mất số liệu.

EUT phải đảm bảo không trở nên nguy hiểm hay mất an toàn khi được thử theo các quy định trong tiêu chuẩn này.

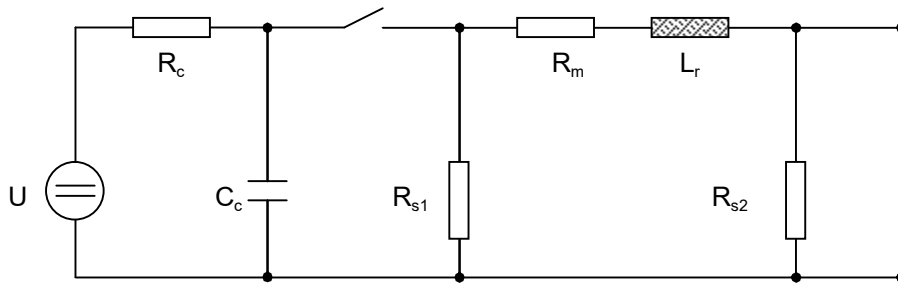
Trong trường hợp các phép thử nghiệm thu, chương trình thử và cách xử lý kết quả phải được mô tả trong tiêu chuẩn sản phẩm cụ thể.

Theo nguyên tắc chung, kết quả thử là đạt nếu thiết bị thể hiện khả năng miễn nhiễm trong suốt thời gian thực hiện phép thử và khi kết thúc phép thử EUT vẫn thoả mãn các yêu cầu chức năng được quy định trong chỉ tiêu kỹ thuật thiết bị.

Tài liệu kỹ thuật của EUT có thể xác định một số ảnh hưởng được xem là không quan trọng, vì vậy các ảnh hưởng này có thể được chấp nhận.

Với trường hợp này, khi kết thúc thử phải kiểm tra sự tự phục hồi các khả năng hoạt động của thiết bị. Do vậy, phải ghi lại khoảng thời gian thiết bị mất hoàn toàn chức năng hoạt động. Đây chính là cơ sở để đánh giá kết quả phép thử.

Biên bản thử nghiệm phải bao gồm các điều kiện thử và các kết quả thử.



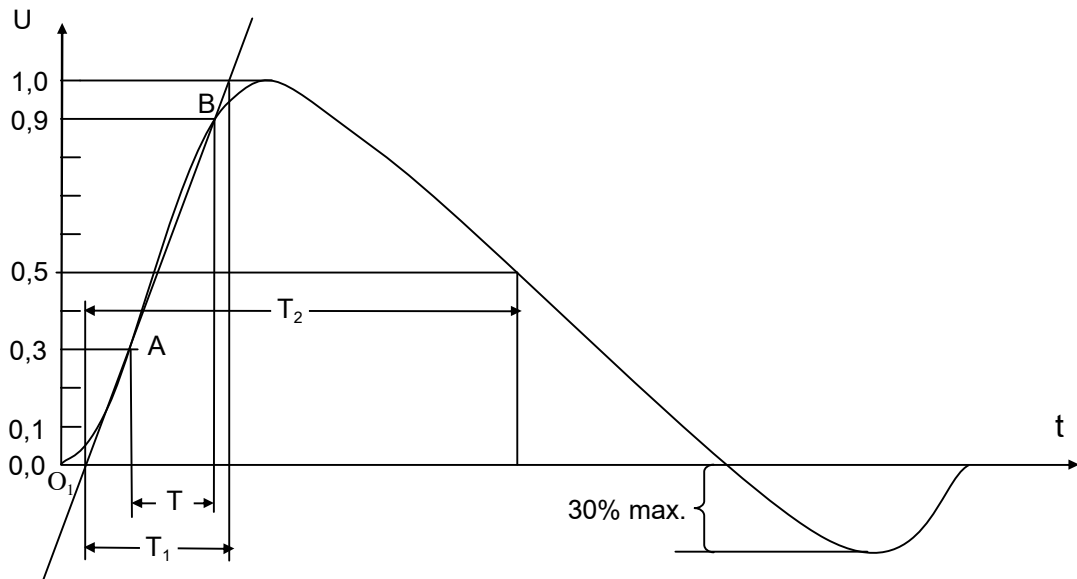
U: Nguồn điện áp cao
 Rc: Điện trở nạp
 Cc: Tụ lưu trữ năng lượng
 Rs: Điện trở định dạng độ rộng xung
 Rm: Điện trở phối hợp trở kháng
 Lr: Cuộn cảm định dạng thời gian tăng

Hình 1: Sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng kết hợp

Bảng 2: Định nghĩa các tham số dạng sóng 1,2/50 μs

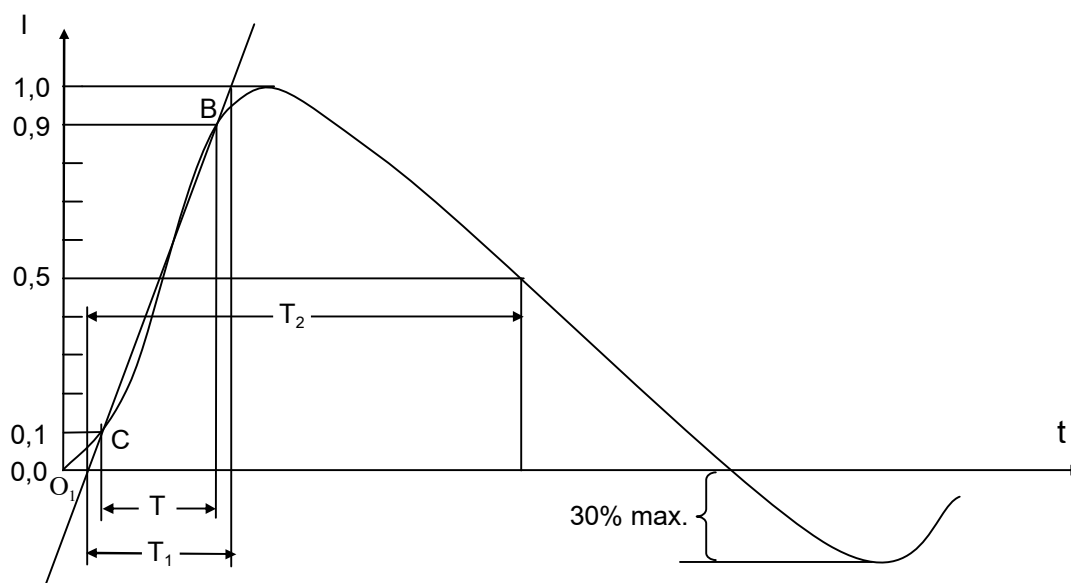
Định nghĩa	Theo IEC 60-1		Theo IEC 469-1	
	Độ rộng sườn trước, μs	Thời gian để biên độ xung giảm đi một nửa, μs	Thời gian tăng (10%-90%), μs	Độ rộng xung (50%-50%), μs
Điện áp hở mạch	1,2	50	1	50
Dòng điện ngắn mạch	8	20	6,4	16

Chú ý: Trong các tiêu chuẩn IEC, các dạng sóng 1,2/50 μs và 8/20 μs thường được định nghĩa theo IEC 60-1 như trong hình 2 và hình 3. Các khuyến nghị khác của IEC dựa trên định nghĩa dạng sóng theo IEC 469-1 như trong bảng 2. Cả hai định nghĩa này đều phù hợp với bộ tiêu chuẩn IEC 1000-4-x và chỉ mô tả là một bộ tạo tín hiệu.



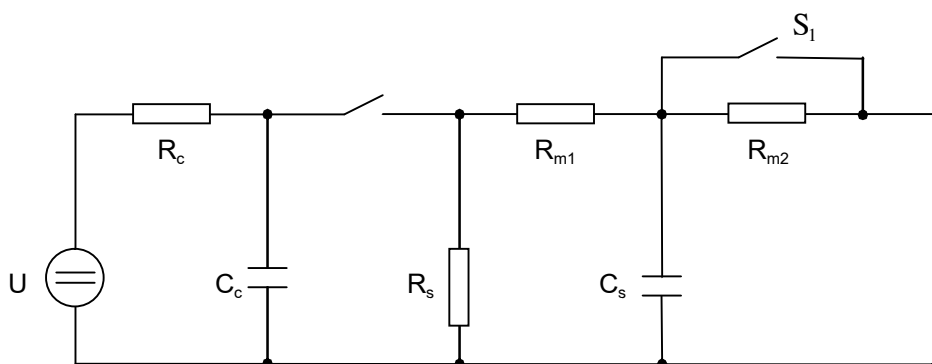
Độ rộng sườn trước: $T_1 = 1,67 \times T = 1,2 \mu s \pm 30\%$
 Thời gian để biên độ xung giảm đi một nửa: $T_2 = 50 \mu s \pm 20\%$

Hình 2: Dạng sóng điện áp hở mạch (1,2/50 μs)
 (định nghĩa dạng sóng theo IEC 60-1)



Độ rộng sườn trước: $T_1 = 1,25 \times T = 8 \mu s \pm 30\%$
 Thời gian để biên độ xung giảm đi một nửa: $T_2 = 20 \mu s \pm 20\%$

Hình 3: Dạng sóng dòng điện ngắn mạch (8/20 μs)
 (định nghĩa dạng sóng theo IEC 60-1)



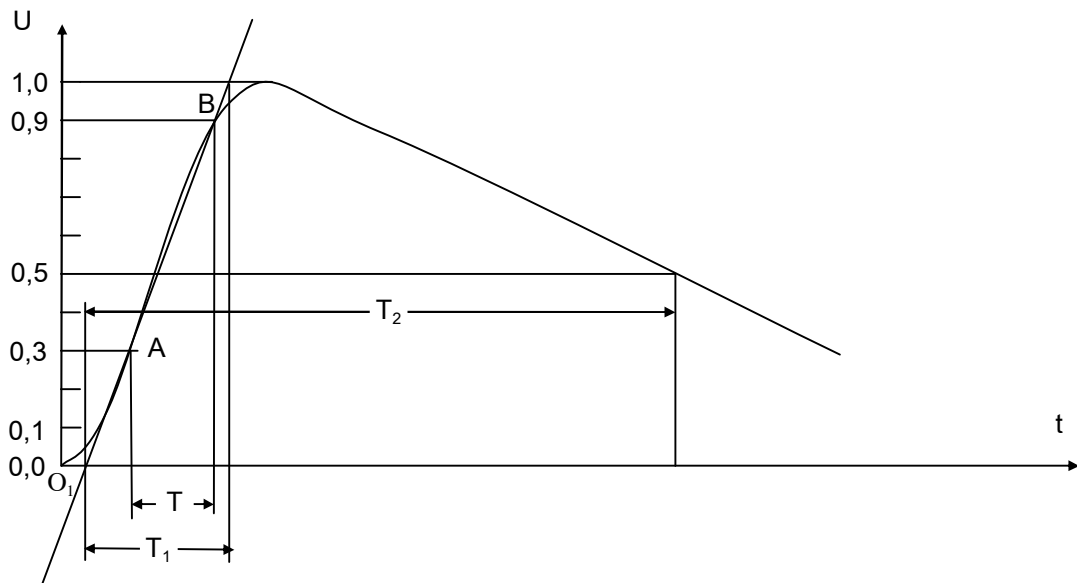
U: Nguồn điện áp cao
 R_c : Điện trở nạp
 C_c : Tụ lưu trữ năng lượng (20 μF)
 R_s : Điện trở định dạng độ rộng xung (50 Ω)
 R_m Điện trở phối hợp trở kháng ($R_{m1} = 15 \Omega$; $R_{m2} = 25 \Omega$)
 C_s : Tụ điện định dạng thời gian tăng (0,2 μF)
 S_1 : Khoá đóng khi dùng các điện trở phối hợp trở kháng ngoài

Hình 4: Sơ đồ nguyên lý của bộ tạo xung 10/700 μs
 (theo ITU-T, hình 1/K.17)

Bảng 3 - Định nghĩa các tham số dạng sóng 10/700 μs

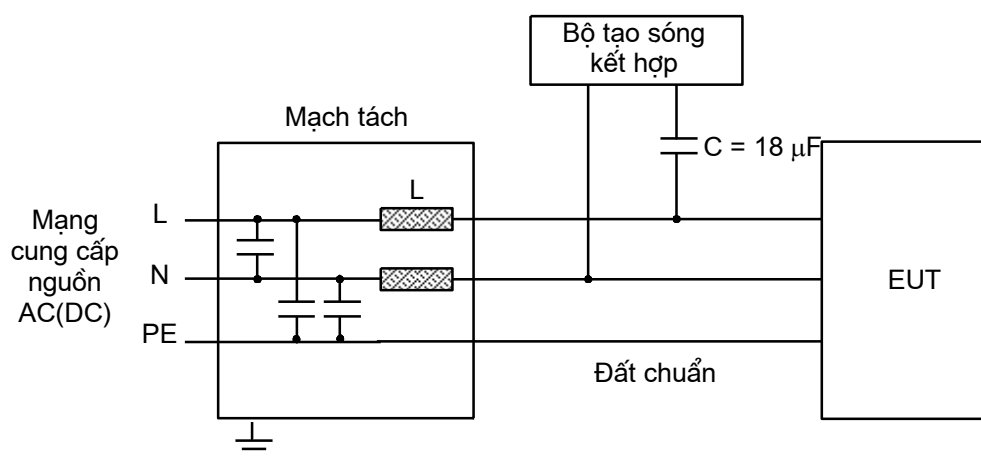
Định nghĩa	Theo ITU-T		Theo IEC 469-1	
	Độ rộng sườn trước, μs	Thời gian để biên độ xung giảm đi một nửa, μs	Thời gian tăng (10%-90%), μs	Độ rộng xung (50%-50%), μs
Điện áp hở mạch	10	700	6,5	700
Dòng điện ngắn mạch	-	-	4	300

Chú ý: Trong các tiêu chuẩn của IEC và khuyến nghị của ITU-T, dạng sóng 10/700 μs thường được định nghĩa theo IEC 60-1 như trong hình 5. Các khuyến nghị khác của IEC dựa trên định nghĩa dạng sóng theo IEC 469-1 như trong bảng 3. Cả hai định nghĩa này đều phù hợp với bộ tiêu chuẩn IEC 1000-4-x và chỉ mô tả là một bộ tạo tín hiệu.

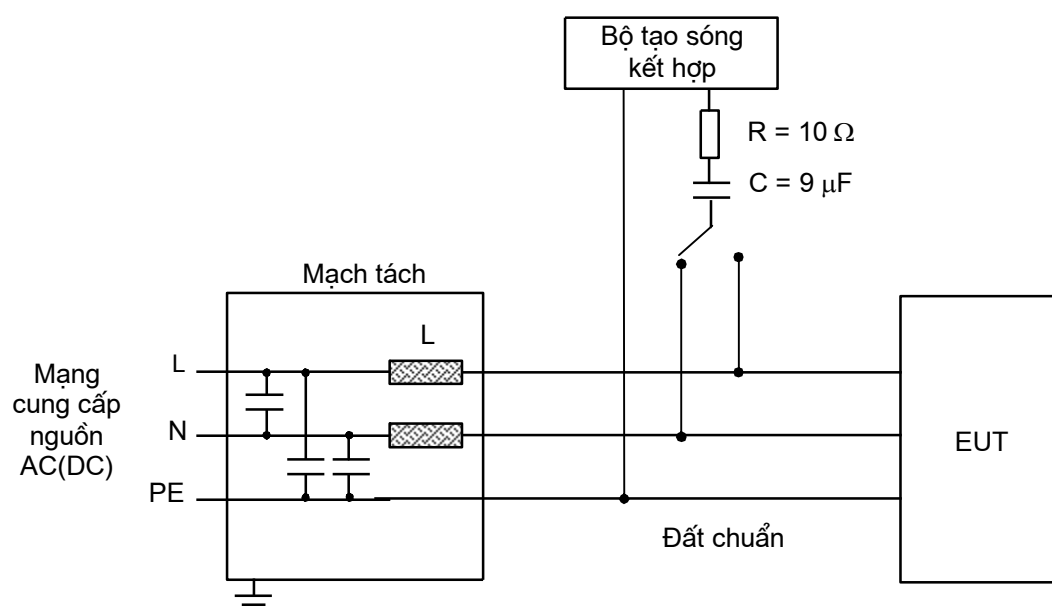


Độ rộng sườn trước: $T_1 = 1,67 \times T = 10 \mu\text{s} \pm 30\%$
 Thời gian để biên độ xung giảm đi một nửa: $T_2 = 700 \mu\text{s} \pm 20\%$

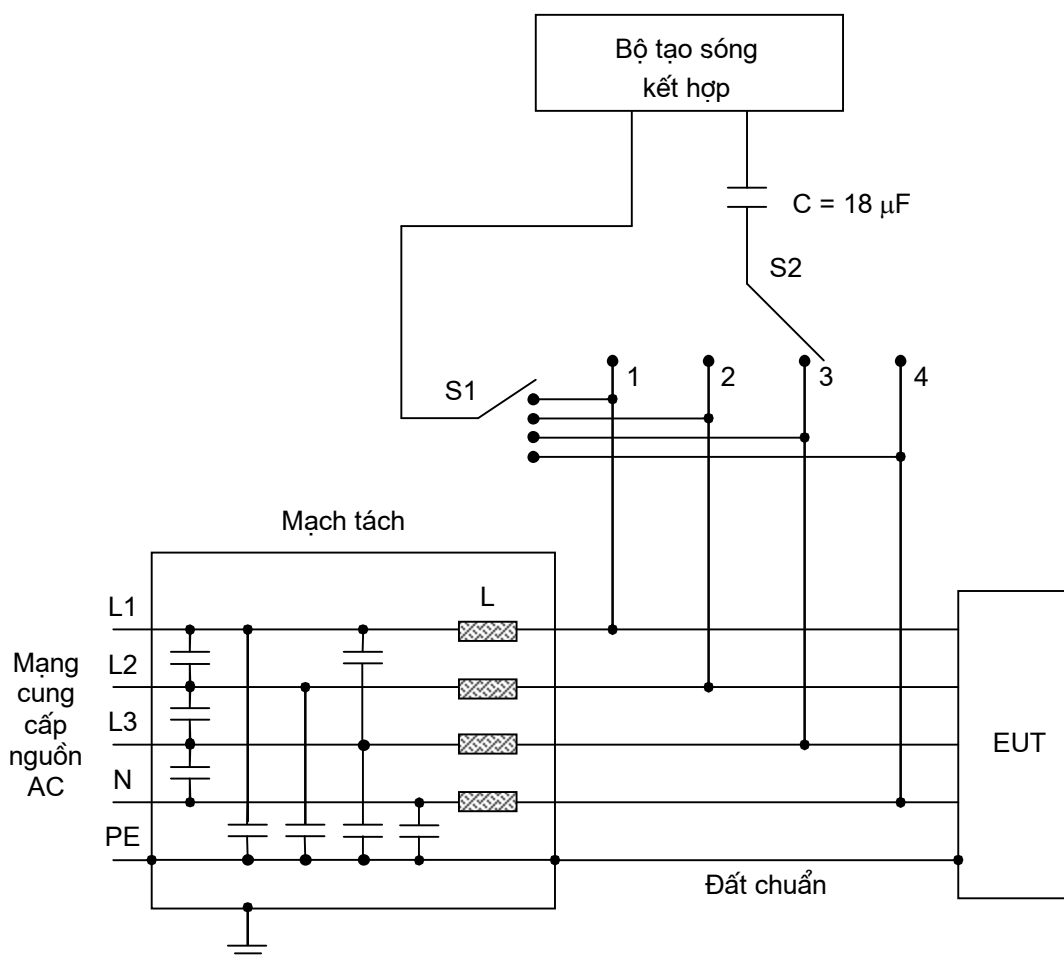
Hình 5: Dạng sóng điện áp hở mạch (10/700 μs)
 (định nghĩa dạng sóng theo ITU-T)



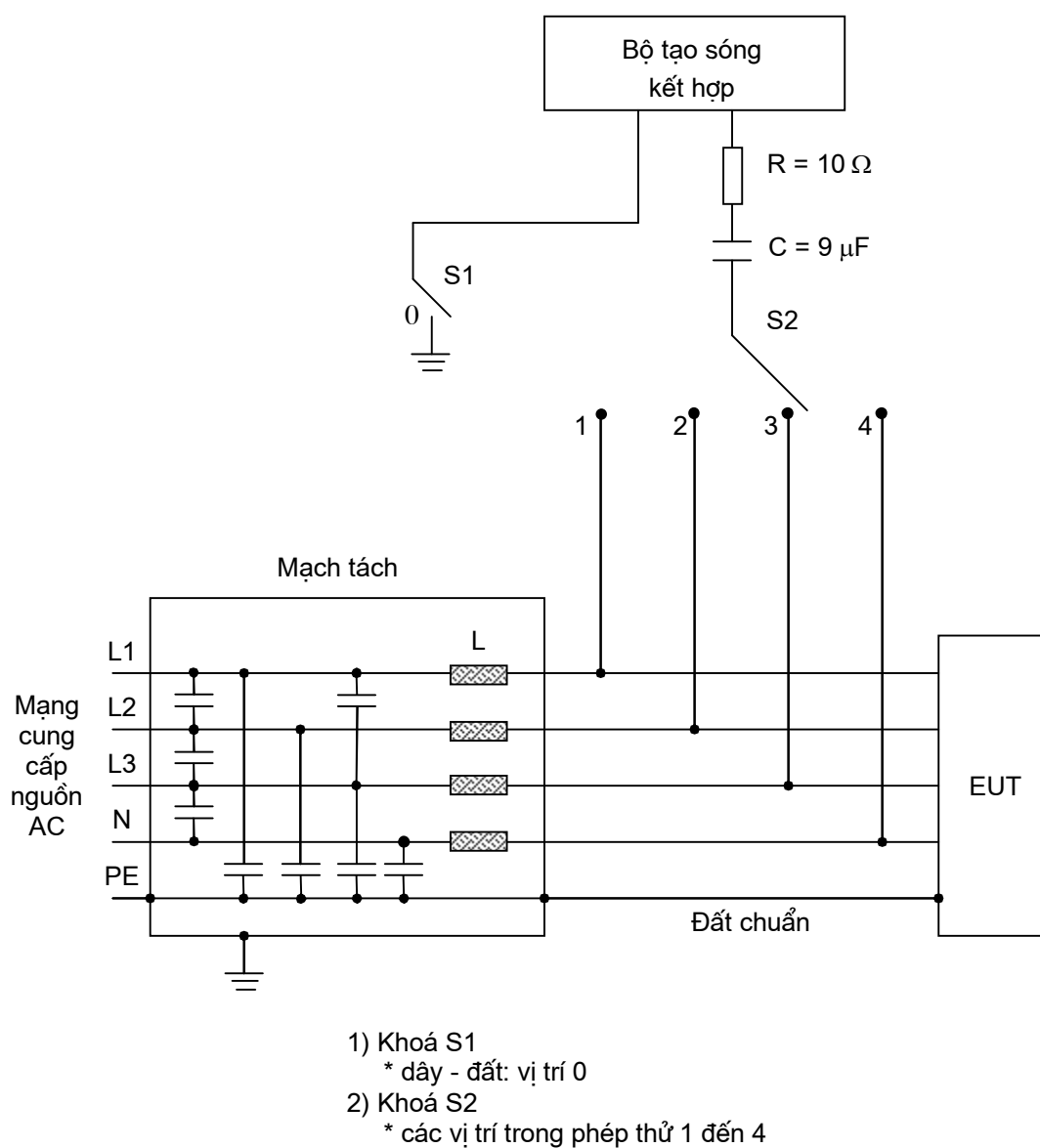
Hình 6: Ví dụ về cấu hình thử đối với phương pháp ghép điện dung trên các đường AC/DC; ghép dây-dây (theo mục 7.2)



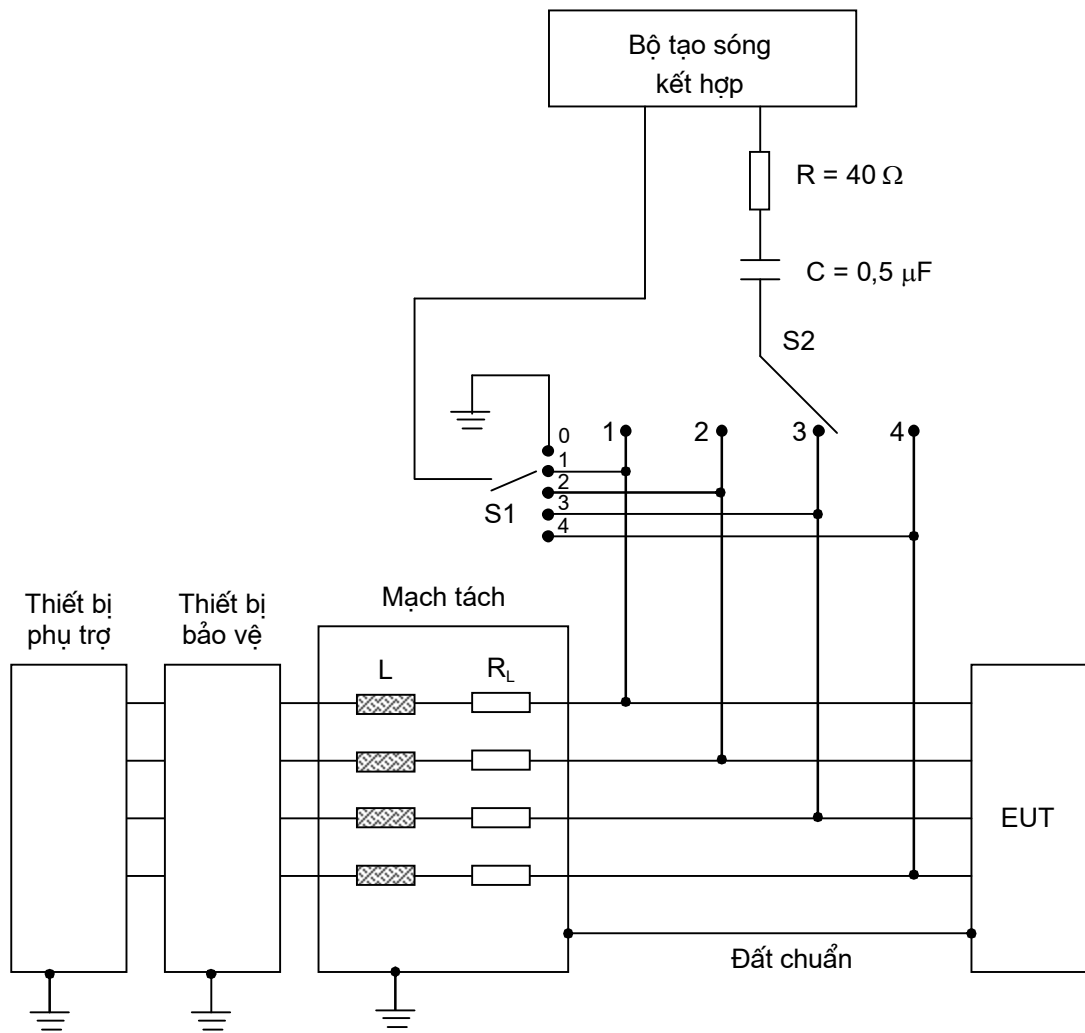
Hình 7: Ví dụ về cấu hình thử đối với phương pháp ghép điện dung trên các đường AC/DC; ghép dây-đất (theo mục 7.2)



Hình 8: Ví dụ về cấu hình thử đối với phương pháp ghép điện dung trên các đường AC (3 pha); ghép dây L3-dây L1 (theo mục 7.2)

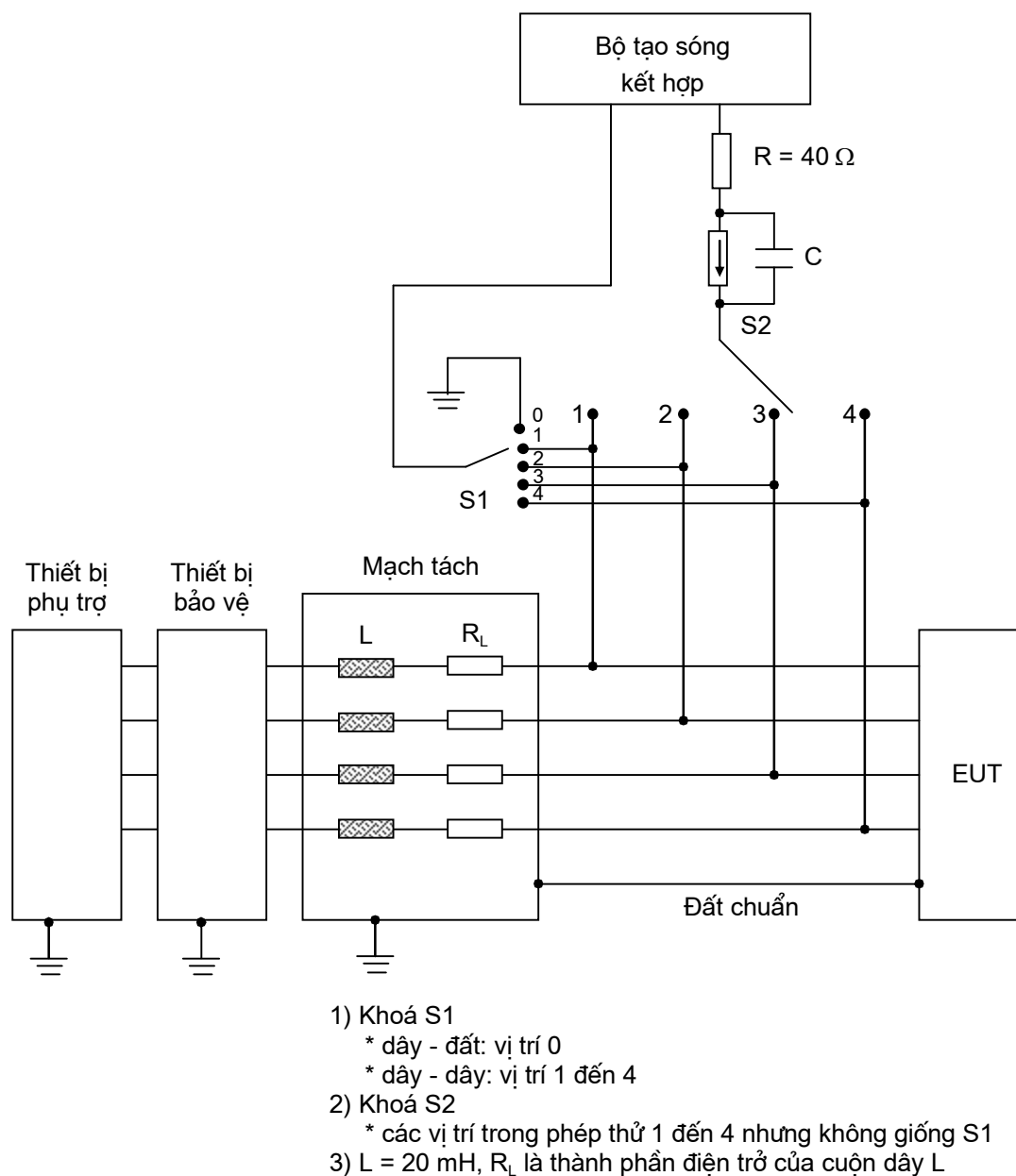


Hình 9: Ví dụ về cấu hình thử đối với phương pháp ghép điện dung trên các đường AC (3 pha); ghép dây L3-đất (theo mục 7.2); đầu ra bộ tạo sóng được nối đất

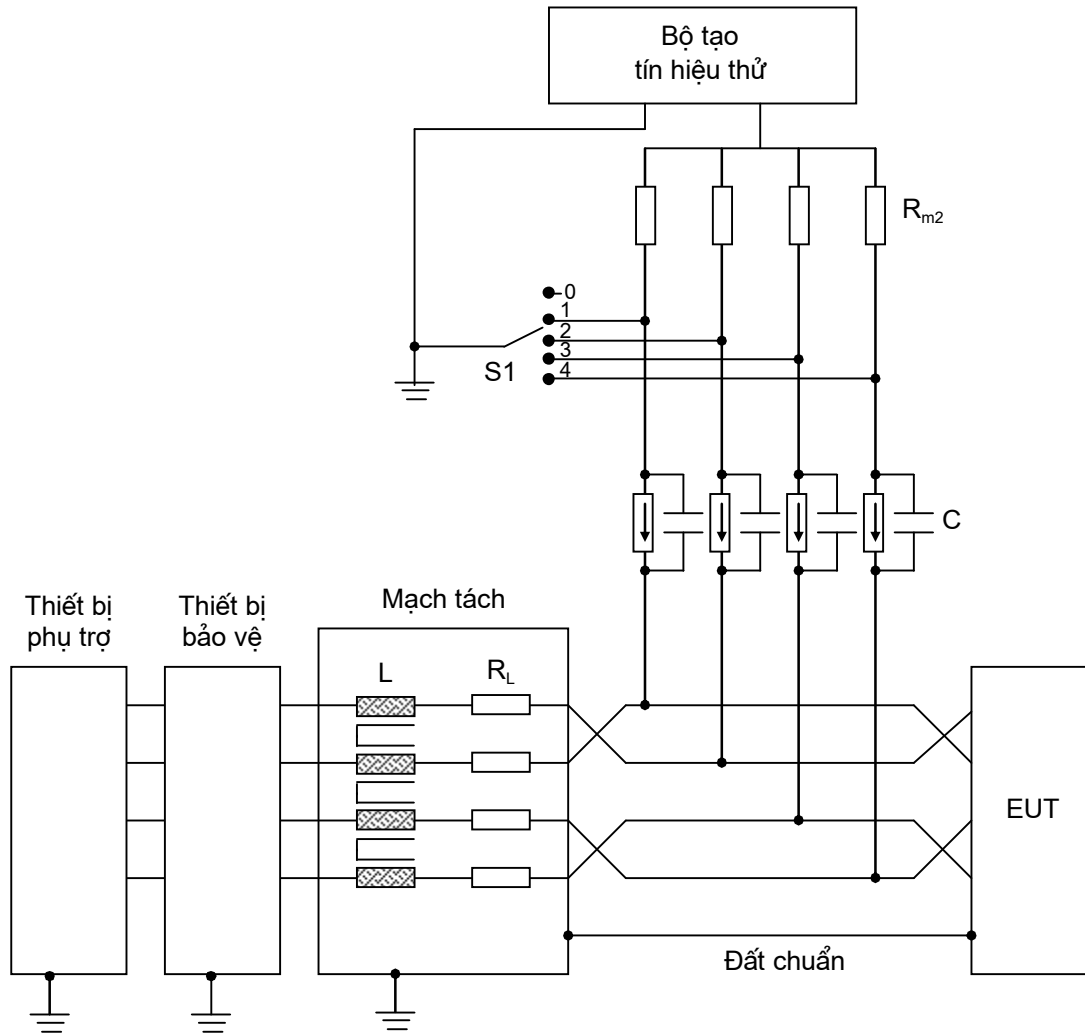


- 1) Khóa S1
 - * dây - đất: vị trí 0
 - * dây - dây: vị trí 1 đến 4
- 2) Khóa S2
 - * các vị trí trong phép thử 1 đến 4 nhưng không giống S1
- 3) $L = 20 \text{ mH}$, R_L là thành phần điện trở của cuộn dây L

Hình 10: Ví dụ về cấu hình thử đối với các đường dây nối không có lớp che chắn; ghép dây-dây/dây-đất (theo mục 7.3), ghép qua các tụ



Hình 11: Ví dụ về cấu hình thử đối với các đường dây không đối xứng, không có lớp che chắn; ghép dây-dây/dây-đất (theo mục 7.3), ghép qua các bộ triệt xung



a) Khoá S1

* dây - đất: vị trí 0

* dây - dây: vị trí 1 đến 4 (1 dây được nối đất)

b) Tính R_{m2} khi sử dụng CWG (bộ tạo sóng 1,2/50 μ s)

Ví dụ với $n = 4$: $R_{m2} = 4 \times 40 \Omega = 160 \Omega$, cực đại là 250 Ω .

Tính R_{m2} khi sử dụng bộ tạo sóng 10/700 μ s

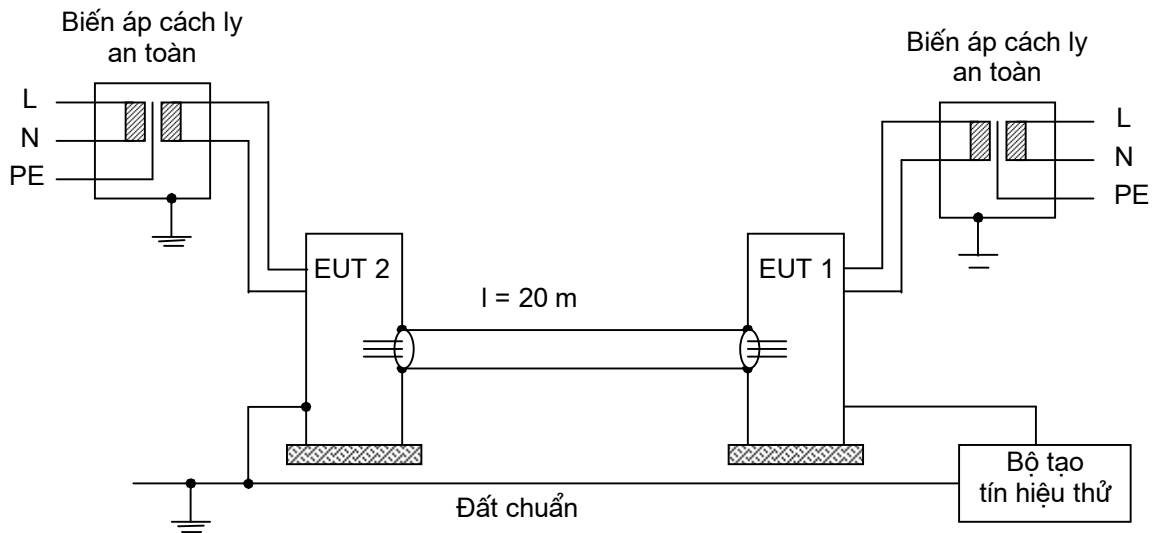
Điện trở phối hợp trong R_{m2} (25 Ω) được thay thế bởi điện trở ngoài $R_{m2} = n \times 25 \Omega$ trên mỗi dây (đối với n dây dẫn, $n \geq 2$).

Ví dụ với $n = 4$: $R_{m2} = 4 \times 25 \Omega = 100 \Omega$, R_{m2} không vượt quá 250 Ω .

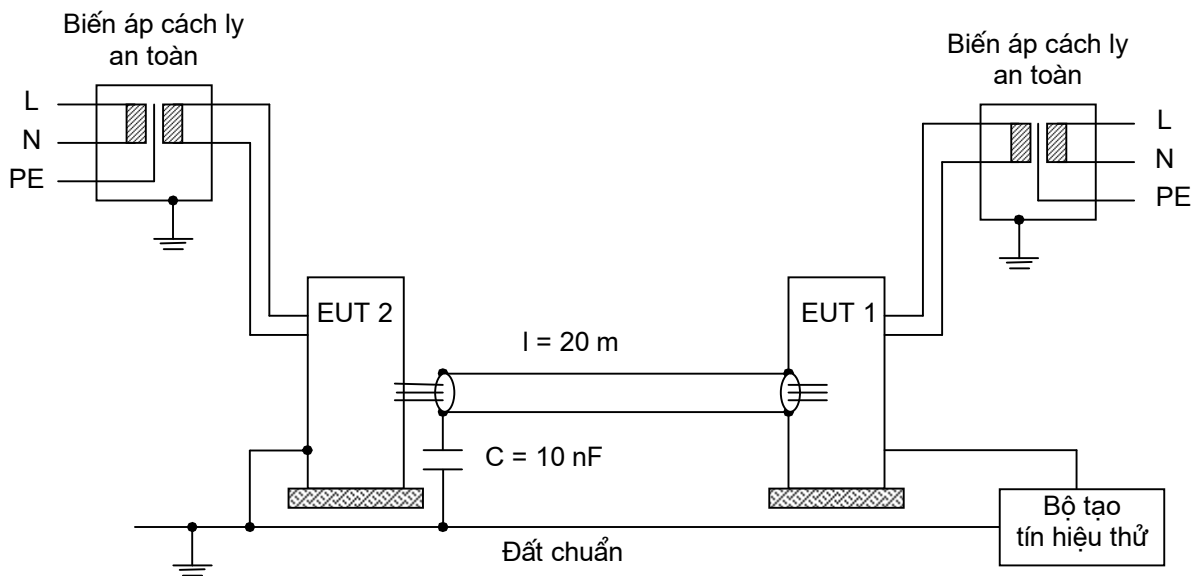
c) $C = 0,1 \mu$ F đối với các tín hiệu truyền dẫn có tần số dưới 5 kHz; ở các tần số cao hơn không sử dụng tụ.

d) $L = 20$ mH, R_L giá trị phụ thuộc vào việc suy hao tín hiệu truyền dẫn

Hình 12: Ví dụ về cấu hình thử đối với các đường dây đối xứng, không có lớp che chắn (các đường viễn thông); ghép dây-dây/dây-đất (theo mục 7.4), ghép qua các bộ triệt xung



Hình 13: Ví dụ về cấu hình thử đối với các phép thử đường dây có lớp che chắn (theo mục 7.5) và hiện tượng chênh lệch điện thế (theo mục 7.6), ghép dẫn



Hình 14: Ví dụ về cấu hình thử đối với các phép thử đường dây không có lớp che chắn và đường dây có lớp che chắn (lớp che chắn nối đất một đầu) (theo mục 7.5) và hiện tượng chênh lệch điện thế (theo mục 7.6), ghép dẫn

PHỤ LỤC A

(Quy định)

LỰA CHỌN BỘ TẠO TÍN HIỆU THỬ VÀ MỨC THỬ

Việc lựa chọn mức thử phải dựa trên các điều kiện lắp đặt thiết bị. Vì vậy, nên sử dụng bảng A.1 cùng các thông tin và các ví dụ trong B.3, phụ lục B. Các loại môi trường lắp đặt thiết bị bao gồm:

Loại 0: Môi trường điện được bảo vệ tốt, thường là bên trong một phòng đặc biệt.

Loại 1: Môi trường điện được bảo vệ một phần.

Loại 2: Môi trường điện trong đó các cáp đều được cách ly tốt, thậm chí cả các đoạn cáp ngắn.

Loại 3: Môi trường điện trong đó cáp nguồn và viễn thông đi song song với nhau.

Loại 4: Môi trường điện trong đó các đường dây liên kết được đặt bên ngoài, dọc theo cáp nguồn và cáp dùng cho cả các mạch điện, điện tử.

Loại 5: Môi trường điện dành cho các thiết bị điện tử nối với cáp viễn thông và đường dây điện lực trên cao ở khu vực có mật độ dân cư thấp.

Loại x: Các điều kiện đặc biệt quy định trong tài liệu kỹ thuật sản phẩm.

Các thông tin bổ sung khác được trình bày trong các hình từ B.1 đến B.3 phụ lục B.

Để đánh giá khả năng miễn nhiễm mức hệ thống có thể thực hiện một số biện pháp bảo vệ bổ sung phù hợp với các điều kiện lắp đặt thực tế, ví dụ như bảo vệ sơ cấp.

Việc sử dụng xung sét (và các bộ tạo tín hiệu thử) đối với các môi trường khác nhau như sau:

Loại 1 đến 4: 1,2/50 μ s (8/20 μ s).

Loại 5: 1,2/50 μ s (8/20 μ s) đối với các cổng dành cho đường dây điện lực và các đường dây/mạch tín hiệu cự ly ngắn.

10/700 μ s đối với các cổng dành cho đường dây/mạch tín hiệu cự ly dài.

Trở kháng nguồn phải được đưa ra trong các hình vẽ cấu hình thử.

Bảng A.1: Lựa chọn mức thử (theo điều kiện lắp đặt)

Môi trường	Mức thử							
	Nguồn điện		Dây/mạch không cân bằng, LDB Chế độ ghép		Dây/mạch cân bằng Chế độ ghép		SDB, DB ¹⁾	
	Chế độ ghép		Chế độ ghép		Chế độ ghép		Chế độ ghép	
	dây-dây, kV	dây-đất, kV	dây-dây, kV	dây-đất, kV	dây-dây, kV	dây-đất, kV	dây-dây, kV	dây-đất, kV
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	0,5	NA	0,5	NA	0,5	NA	NA
2	0,5	1,0	0,5	1,0	NA	1,0	NA	0,5
3	1,0	2,0	1,0	2,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
4	2,0	4,0 ³⁾	2,0	4,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
5	²⁾	²⁾	2,0	4,0 ³⁾	NA	4,0 ³⁾	NA	NA
x								

1) Khoảng cách giới hạn, cấu hình thử đặc biệt, cách bố trí đặc biệt, 10m đến tối đa 30 m: không thử đối với cáp nối ngắn hơn 10 m, chỉ áp dụng đối với môi trường loại 2.
2) Tùy theo loại nguồn điện cung cấp.
3) Thường được thử khi có bảo vệ sơ cấp.

Giải thích:
DB: đường dây số liệu (data bus)
SDB: đường dây cự ly ngắn (short-distance bus)
LDB: đường dây cự ly dài (long-distance bus)
NA: không dùng (not applicable)

PHỤ LỤC B

(Tham khảo)

MỘT SỐ CHÚ Ý

B.1 Trở kháng nguồn

Việc lựa chọn trở kháng nguồn của bộ tạo tín hiệu phụ thuộc vào:

- Loại cáp/dây dẫn/đường dây (nguồn AC, nguồn DC, dây nối...);
- Chiều dài của cáp/đường dây;
- Các điều kiện trong/ngoài nhà trạm;
- Việc đưa các điện áp thử vào (dây - dây hay dây - đất).

Mức trở kháng 2Ω là trở kháng nguồn của mạng điện hạ áp. Sử dụng bộ tạo tín hiệu có trở kháng đầu ra hiệu dụng 2Ω .

Mức trở kháng 12Ω ($10 \Omega + 2 \Omega$) là trở kháng nguồn giữa mạng điện hạ áp và đất. Sử dụng bộ tạo tín hiệu có một điện trở phụ 10Ω mắc nối tiếp.

Mức trở kháng 42Ω ($40 \Omega + 2 \Omega$) là trở kháng nguồn giữa tất cả các đường dây khác và đất. Sử dụng bộ tạo tín hiệu có một điện trở phụ 40Ω mắc nối tiếp.

Ở một số nước (ví dụ, ở Mỹ), các tiêu chuẩn đối với đường dây AC yêu cầu các phép thử phải được thực hiện theo hình 7 và hình 9 với trở kháng 2Ω ; đây là một phép thử khó thực hiện hơn. Thông thường, yêu cầu này là 10Ω .

B.2 Thực hiện các phép thử

Có hai loại phép thử khác nhau cần được phân biệt: phép thử khả năng miễn nhiễm mức thiết bị và phép thử khả năng miễn nhiễm mức hệ thống.

B.2.1 Khả năng miễn nhiễm mức thiết bị

Phép thử được thực hiện đối với một EUT riêng lẻ trong phòng thử. Khi đó, khả năng miễn nhiễm của EUT gọi là khả năng miễn nhiễm mức thiết bị.

Điện áp thử không được vượt quá điện áp chịu đựng đã quy định của lớp cách điện.

B.2.2 Khả năng miễn nhiễm mức hệ thống

Phép thử thực hiện trong phòng thử đối với EUT. Khả năng miễn nhiễm mức thiết bị không đảm bảo khả năng miễn nhiễm của hệ thống trong mọi trường hợp.

Như vậy, nên sử dụng phép thử mức hệ thống vì nó mô phỏng các điều kiện lắp đặt thực tế. Điều kiện lắp đặt được mô phỏng bao gồm các thiết bị bảo vệ (bộ phóng điện, varistor, dây có che chắn...), loại và chiều dài thực của dây nối.

Mục đích của phép thử là mô phỏng càng giống các điều kiện lắp đặt thực tế của EUT càng tốt.

Trường hợp thử khả năng miễn nhiễm trong điều kiện lắp đặt thực tế, mức thử điện áp cao hơn có thể được sử dụng, nhưng mức năng lượng phải được hạn chế theo đặc tính giới hạn dòng của thiết bị bảo vệ.

Phép thử cũng phải chỉ ra rằng các ảnh hưởng thứ cấp được tạo ra bởi các thiết bị bảo vệ (sự thay đổi dạng sóng, chế độ, biên độ điện áp hoặc dòng điện) không gây ra các ảnh hưởng xấu đến EUT.

B.3 Phân loại môi trường lắp đặt

Loại 0: Môi trường điện được bảo vệ tốt, thường là bên trong một phòng đặc biệt.

Tất cả các loại cáp nhập trạm đều được bảo vệ chống quá áp (sơ cấp và thứ cấp). Các bộ phận của thiết bị điện tử được nối với nhau bằng một hệ thống tiếp đất hợp lý, về cơ bản không bị ảnh hưởng khi lắp đặt hệ thống thiết bị nguồn hay sét đánh.

Thiết bị điện tử có hệ thống cung cấp nguồn riêng (xem bảng A.1).

Điện áp xung có thể không vượt quá 25 V.

Loại 1: Môi trường điện được bảo vệ một phần.

Tất cả các loại cáp vào phòng này đều được bảo vệ chống quá áp (sơ cấp). Các bộ phận của thiết bị điện tử được nối với nhau bằng một mạng dây đất, về cơ bản không bị ảnh hưởng khi lắp đặt hệ thống thiết bị nguồn hay do sét đánh.

Thiết bị điện tử có hệ thống cung cấp nguồn hoàn toàn cách ly với các thiết bị khác.

Các thao tác đóng ngắt có thể tạo ra các điện áp nhiễu trong phòng.

Điện áp xung có thể không vượt quá 500 V.

Loại 2: Môi trường điện trong đó các sợi cáp đều được cách ly thậm chí cả các đoạn cáp ngắn.

Hệ thống thiết bị được nối đất qua một dây đất cách ly đến hệ thống tiếp đất của nguồn điện, hệ thống này có thể phải chịu các điện áp nhiễu được tạo ra ngay trong hệ thống hoặc do sét đánh. Hệ thống cung cấp nguồn cho thiết bị điện tử

TCN 68 - 209: 2002

được cách ly với các mạch khác, chủ yếu là bằng một biến áp đặc biệt dùng cho hệ thống nguồn.

Trong hệ thống này có các mạch chưa được bảo vệ, nhưng chúng có số lượng hạn chế và đã được cách ly hợp lý.

Điện áp xung có thể không vượt quá 1 kV.

Loại 3: Môi trường điện trong đó các sợi cáp nguồn và viễn thông đi song song với nhau.

Hệ thống thiết bị được nối với hệ thống tiếp đất chung của nguồn điện, hệ thống này có thể phải chịu các điện áp nhiễu được tạo ra do việc lắp đặt thiết bị hoặc do sét đánh.

Dòng điện do lỗi đất, các thao tác đóng ngắt và sét đánh trong hệ thống nguồn có thể tạo ra các điện áp nhiễu tương đối lớn trong hệ thống tiếp đất. Thiết bị điện tử đã được bảo vệ và thiết bị điện có độ nhạy thấp được nối với cùng một hệ thống nguồn. Cáp nối có thể có một phần ngoài trời, nhưng chúng phải gần với hệ thống tiếp đất.

Trong hệ thống thiết bị có các tải điện cảm không được triệt xung và thường không có sự cách ly giữa các loại cáp khác nhau.

Điện áp xung có thể không vượt quá 2 kV.

Loại 4: Môi trường điện trong đó các đường dây nối ra ngoài đi cùng cáp điện lực và cáp thường dùng cho cả các mạch điện và điện tử.

Hệ thống thiết bị được nối với hệ thống tiếp đất của nguồn điện, hệ thống này có thể phải chịu các điện áp nhiễu được tạo ra do việc lắp đặt thiết bị hoặc do sét đánh.

Dòng điện trong dải kA do lỗi đất, các thao tác đóng ngắt và sét đánh trong hệ thống nguồn có thể tạo ra các điện áp nhiễu tương đối lớn trong hệ thống tiếp đất. Thiết bị điện tử và thiết bị điện có thể dùng chung một hệ thống nguồn. Cáp nối được đi ngoài trời, ngay cả đối với thiết bị có điện áp cao.

Trường hợp đặc biệt của môi trường này là khi thiết bị điện tử được nối đến mạng viễn thông trong khu vực có mật độ dân cư cao. Trong môi trường loại này, không có mạng tiếp đất được xây dựng có tính hệ thống ở bên ngoài thiết bị được thử mà hệ thống tiếp đất chỉ bao gồm các ống nước, cáp...

Điện áp xung có thể không vượt quá 4 kV.

Loại 5: Môi trường điện dành cho các thiết bị điện tử nối với cáp viễn thông và đường dây điện lực trên cao ở khu vực có mật độ dân cư thấp.

Tất cả các đường dây và cáp đều được bảo vệ chống quá áp (sơ cấp). Phía ngoài thiết bị điện tử không có hệ thống tiếp đất rộng (công trình không được bảo vệ). Điện áp nhiễu do các lỗi đất (dòng điện đến 10 kA) và do sét đánh (dòng điện đến 100 kA) có thể rất cao.

Yêu cầu của loại môi trường này được quy định bởi mức thử số 4 (xem phụ lục A).

Loại x: Các điều kiện đặc biệt được quy định trong chỉ tiêu kỹ thuật của sản phẩm.

Các ví dụ về các hệ thống thiết bị điện tử trong các vùng khác nhau được cho trong các hình B.1, B.2 và B.3.

B.3.1 Khả năng miễn nhiễm mức thiết bị tại các cổng nối với mạng điện

Mức miễn nhiễm tối thiểu đối với việc kết nối vào mạng điện công cộng là:

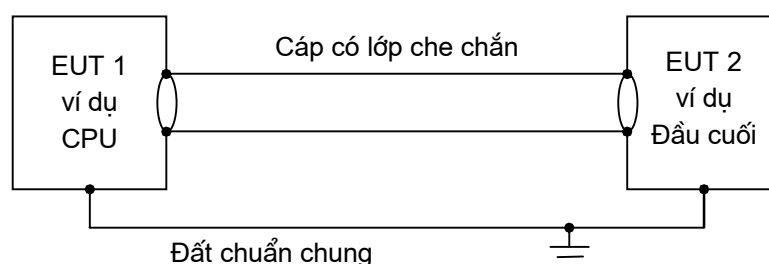
- Ghép dây - dây: 0,5 kV (cấu hình thử theo các hình 6 và 8).
- Ghép dây - đất: 1,0 kV (cấu hình thử theo các hình 7 và 9).

B.3.2 Khả năng miễn nhiễm mức thiết bị tại các cổng nối với các đường dây liên kết

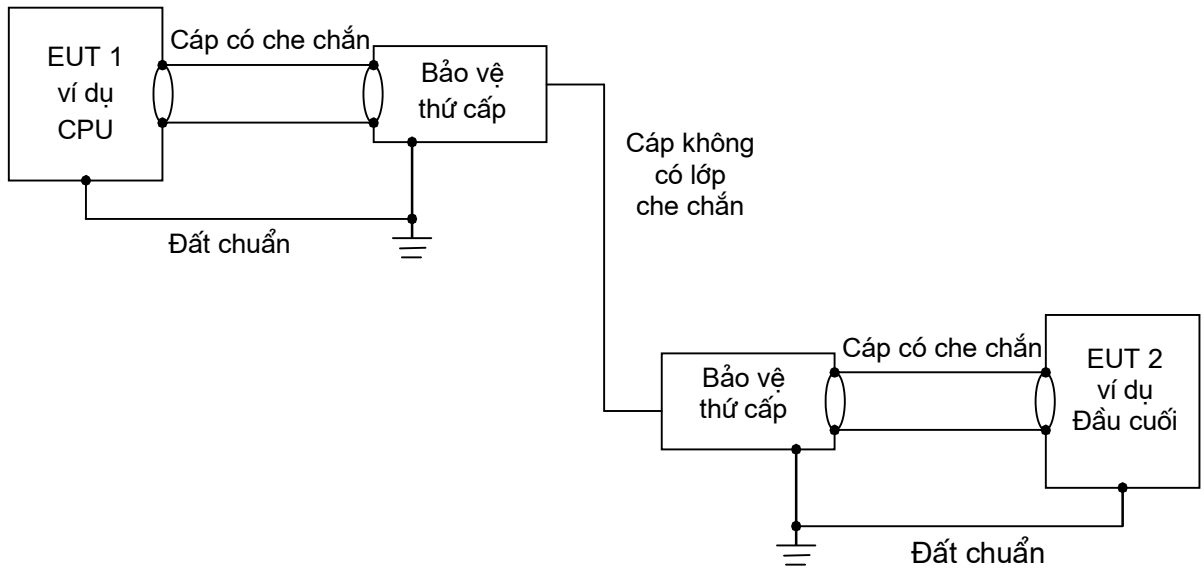
Các phép thử đối với hiện tượng xung trên các mạch nối chỉ cần thực hiện đối với các kết nối bên ngoài (phía ngoài khung giá/nhà thiết bị).

Nếu có thể thực hiện thử khả năng miễn nhiễm mức hệ thống (EUT có cáp đã được nối), thì không cần thử khả năng miễn nhiễm mức thiết bị (ví dụ, các cổng vào/ra tín hiệu hoặc điều khiển) đặc biệt là trong trường hợp vỏ của cáp nối được coi là một phần của các biện pháp bảo vệ. Nếu việc lắp đặt thiết bị không được thực hiện bởi nhà sản xuất thiết bị, phải quy định điện áp có thể chấp nhận đối với các đầu vào/đầu ra của EUT.

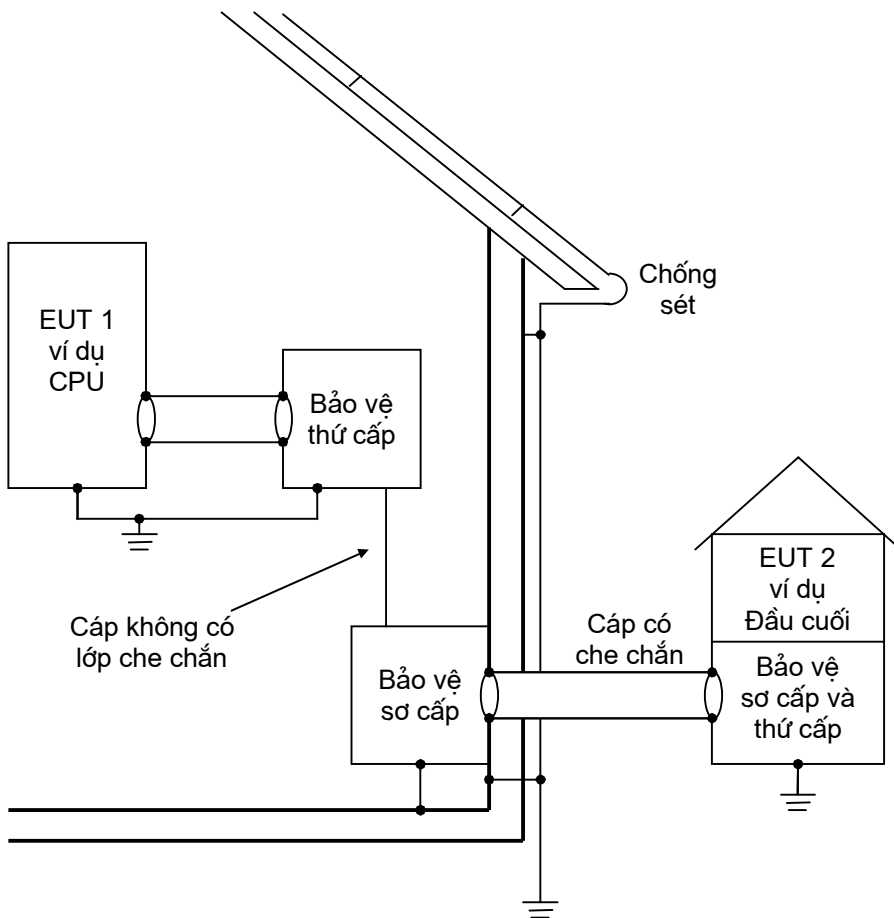
Nhà sản xuất thiết bị cần kiểm tra thiết bị trên cơ sở các mức thử đã được quy định để khẳng định khả năng miễn nhiễm mức thiết bị, ví dụ mức thử 0,5 kV đối với EUT có bảo vệ thứ cấp tại các cổng. Sau đó, người sử dụng hoặc người có trách nhiệm đối với hệ thống thiết bị cần áp dụng các biện pháp (như che chắn, liên kết, tiếp đất bảo vệ) để đảm bảo điện áp nhiễu gây ra do sét không vượt quá mức miễn nhiễm đã chọn.



Hình B.1: Ví dụ về việc bảo vệ xung bằng cách che chắn trong các nhà trạm có hệ thống đất chuẩn chung



Hình B.2: Ví dụ về việc bảo vệ xung thứ cấp trong các nhà trạm có hệ thống đất chuẩn chung cách ly



Hình B.3: Ví dụ về bảo vệ xung sơ cấp và thứ cấp của các thiết bị trong hoặc ngoài nhà trạm

FOREWORD

The technical standard TCN 68 - 209: 2002 “**ElectroMagnetic Compatibility (EMC) – Surge immunity – Testing and measurement techniques**” is based on the IEC 1000 - 4 - 5: 1995.

The technical standard TCN 68 - 209: 2002 is drafted by Research Institute of Posts and Telecommunications (RIPT) at proposal of Department of Science & Technology of Ministry of Posts and Telematics. The technical standard is adopted by the Decision No. 28/2002/QD-BBCVT of the Minister of Posts and Telematics dated 18/12/2002.

The technical standard TCN 68 - 209: 2002 is issued in a bilingual document (Vietnamese version and English version). In cases of interpretation disputes, Vietnamese version is applied.

DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)
SURGE IMMUNITY**

TESTING AND MEASUREMENT TECHNIQUES

*(Issued together with Decision No. 28/2002/QD-BBCVT of December 18, 2002
of the Minister of Posts and Telematics)*

1. Scope

This standard relates to the immunity requirements, test methods, and range of recommended tests levels for equipment to unidirectional surges caused by overvoltages from switching and lightning transients. Several test levels are defined which relate to different environment and installation conditions. These requirements are developed for and are applicable to electrical and electronic equipment.

The object of this standard is to establish a common reference for evaluating the performance of equipment when subjected to high-energy disturbances on the power and interconnection lines.

This standard defines:

- Range of test levels;
- Test equipment;
- Test set-up;
- Test procedure.

The task of the described laboratory test is to find the reaction of the EUT under specified operational conditions caused by surge voltages from switching and lightning effects at certain threat levels.

It is not intended to test the capability of the insulation to withstand high-voltage stress. Direct lightning is not considered in this standard.

This standard does not intend to specify the tests to be applied to particular apparatus or systems. Its main aim is to give a general basic reference to all concerned product committees. The product committees (or users and manufacturers of equipment) remain responsible for the appropriate choice of the test and the severity level to be applied to their equipment.

Note: This standard is applicable to telecommunication equipments.

2. Normative references

- [1] IEC 1000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test*
- [2] IEC 50(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 161: Electromagnetic compatibility*
- [3] IEC 60-1: 1989, *High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements*
- [4] IEC 469-1: 1987, *Pulse techniques and apparatus - Part 1: Pulse terms and definitions*

3. General

3.1 Switching transients

System switching transients can be separated into transients associated with:

- a) Major power system switching disturbances, such as capacitor bank switching;
- b) Minor switching activity near the instrumentation of load changes in the power distribution system;
- c) Resonating circuits associated with switching devices, such as thyristors;
- d) Various system faults, such as short circuits and arcing faults to the earthing system of the installation.

3.2 Lightning transients

The major mechanisms by which lightning produces surge voltage are the following:

- a) A direct lightning stroke to an external circuit (outdoor) injecting high currents producing voltages by either flowing through earth resistance or flowing through the impedance of the external circuit;
- b) An indirect lightning stroke (i.e. a stroke between or within clouds or to nearby objects which produces electromagnetic fields) that induces voltages/currents on the conductors outside and/or inside a building;
- c) Lightning earth current flow resulting from nearby direct-to-earth discharges coupling into the common earth paths of the earthing system of the installation.

The rapid change of voltage and flow of current which may occur when a protector is excited may couple into internal circuits.

3.3 Simulation of the transients

a) The characteristics of the test generator are such that it simulates the above mentioned phenomena as closely as possible;

b) If the source of interference is in the same circuit, e.g. in the power supply network (direct coupling), the generator may simulate a low impedance source at the ports of the equipment under test;

c) If the source of interference is not in the same circuit (indirect coupling) as the ports of the victim-equipment, then the generator may simulate a higher impedance source.

4. Definitions

4.1 Balanced lines

A pair of symmetrically driven conductors with a conversion loss from differential to common mode of less than 20 dB.

4.2 Coupling network

Electrical circuit for the purpose of transferring energy from one circuit to another.

4.3 Decoupling network

Electrical circuit for the purpose of preventing surges applied to the EUT from affecting other devices, equipment or systems which are not under test.

4.4 Duration

The absolute value of the interval during which a specified waveform or feature exists or continues. [IEC 469-1]

4.5 Front time

Surge voltage: the front time T_1 of a surge voltage is a virtual parameter defined as 1.67 times the interval T between the instants when the impulse is 30% and 90% of the peak value (see figure 2).

Current surge: the front time T_1 of a surge current is a virtual parameter defined as 1.25 times the interval T between the instants when the impulse is 10% and 90% of the peak value (see figure 3). [IEC 60-1 modified]

4.6 Immunity

The ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbances. [IEV 161-01-20]

4.7 Electrical installation

An assembly of associated electrical equipment to fulfill a specific purpose and purposes and having coordinated characteristics. [IEV 826-01-01]

4.8 Interconnection lines

Interconnection lines consist of:

- I/O lines (input/output lines);
- Communication lines;
- Balanced lines.

4.9 Primary protection

The means by which the majority of stressful energy is prevented from propagating beyond the designated interface.

4.10 Rise time

The interval of time between the instants at which the instantaneous value of a pulse first reaches a specified lower value and then a specified upper value.

Note: Unless otherwise specified, the lower and upper values are fixed at 10% and 90% of the pulse magnitude. [IEV 161-02-05]

4.11 Secondary protection

The means by which the let-through energy from primary protection is suppressed. It may be a special device or an inherent characteristic of the EUT.

4.12 Surge

A transient wave of electrical current, voltage, or power propagating along a line or a circuit and characterized by a rapid increase followed by a slower decrease. [IEV 161-08-11 modified].

4.13 System

Set of interdependent elements constituted to achieve a given objective by performing a specified function.

Note: The system considered to be separated from the environment and other external systems by an imaginary surface which cuts the links between them and the considered system. Through these links, the system is affected by the environment, is acted upon by the external systems, or acts itself on the environment or the external systems. [IEV 351-01-01]

4.14 Time to half-value T_2

The time to half-value T_2 of a surge is a virtual parameter defined as the time

interval between the virtual origin O_1 and the instant when the voltage current has decreased to half the peak value. [IEC 60-1 modified]

4.15 Transient

Pertaining to or designating a phenomenon or a quantity which varies between two consecutive steady states during a time interval short compared to the time-scale of interest. [IEV 161-02-01]

5. Test levels

The preferential range of test levels is given in Table 1.

Table 1: Test levels

Level	Open-circuit test voltage ±10%, kV
1	0.5
2	1.0
3	2.0
4	4.0
x	special
<i>Note: x is an open class. This level can be specified in the product specification.</i>	

The test levels shall be selected according to the installation conditions; classes of installation are given in B.3 of annex B.

All voltages of the lower test levels shall be satisfied (see 8.2).

For selection of the test levels for the different interfaces, see annex A.

6. Test instrumentation

6.1 Combination wave (hybrid) generator (1.2/50 μ s - 8/20 μ s)

A simplified circuit diagram of the generator is given in figure 1. The values for the different components R_{s1} , R_{s2} , R_m , L_r , and C_c are selected so that the generator delivers a 1.2/50 μ s voltage surge (at open-circuit conditions) and a 8/20 μ s current surge into a short circuit, i.e. the generator has an effective out-put impedance of 2 Ω .

For convenience, an effective output impedance is defined for a surge generator by calculating the ratio of peak open-circuit output voltage and peak short-circuit current.

Such a generator with 1.2/50 μ s open-circuit voltage waveform 8/20 μ s short-circuit current waveform is referred to as a combination wave generator (CWG) or hybrid generator.

Notes:

1. The waveform of the voltage and current is a function of the EUT input impedance. This impedance may change during surges to equipment and due either to proper operation of the installed protection devices, or to flashover or component breakdown. If the protection devices are absent or inoperative. Therefore the 1.2/50 μ s voltage and the 8/20 μ s current waves have to be available from the same test generator output as instantaneously required by the load.

2. The combination wave generator described in this standard is identical to the hybrid generator sometimes specified in some other standards.

6.1.1 Characteristics and performance of the combination wave generator

Open-circuit output voltage:

At least as low as	0.5 kV to at least as high as 4.0 kV
Waveform of the surge voltage	see figure 2 and table 2
Tolerance of the open circuit output voltage	$\pm 10 \%$

Short-circuit output current:

At least as low as	0.25 kA to at least as high as 2.0 kA
Waveform of the surge current	see figure 3 and table 2
Tolerance of the short-circuit output current	$\pm 10 \%$

Polarity positive/negative

Phase shifting in a range between 0° to 360° versus the AC line phase angle

Repetition rate at least 1 per min

A generator with floating output shall be used.

Additional resistors (10 Ω or 40 Ω) shall be included to increase the required effective source impedances for the specified test conditions (see clause 7 and B.1 of annex B).

Under these circumstances, the open-circuit voltage waveform and the short-circuit current waveform in combination with the coupling/decoupling network are no longer 1.2/50 μ s and 8/20 μ s respectively (combination wave).

6.1.2 Verification of the characteristics of the generator

In order to compare the test results from different test generators, the test generator characteristic shall be verified. For this purpose, the following procedure is necessary to measure the most essential characteristics of the generator.

The test generator output shall be connected to a measuring system with a sufficient bandwidth and voltage capability to monitor the characteristics of the waveforms.

The characteristics of the generator shall be measured under open-circuit conditions (load greater or equal to 10 k Ω) and under short-circuit conditions (load smaller or equal to 0.1 Ω) at the same charge voltage.

Note: Short-circuit current: 0.25 kA minimum with the open-circuit voltage set to 0.5 kV and 2.0 kA minimum with the open-circuit voltage set to 4.0 kV.

6.2 Test generator 10/700 μ s according to CCITT

The simplified circuit diagram of the generator is given in figure 4. The values for the different components R_c , C_c , R_s , R_{m1} , R_{m2} and C_s are defined so that the generator delivers a 10/700 μ s surge.

6.2.1 Characteristics and performances of the generator

Open-circuit output voltage:

At least as low as	0.5 kV to at least as high as 4.0 kV
Waveform of the surge voltage	see figure 5 (IEC 60-1) and Table 3
Tolerance of the open-circuit output voltage	$\pm 10\%$

Short-circuit output current:

At least as low as	12.5 A to at least as high as 100 A
Waveform of the surge current	see table 3
Tolerance of the short-circuit output current	$\pm 10\%$

Polarity positive/negative

Repetition rate at least 1 per min

A generator with floating output shall be used.

6.2.2 Verification of the characteristics of the generator

The verification conditions for the 10/700 μ s test generator are identical to 6.1.2 with the following note.

Note: Short-circuit current: 12.5 A minimum with the open-circuit voltage set to 0.5 kV and 100 A minimum with the open-circuit voltage set to 4.0 kV.

6.3 Coupling/decoupling networks

Coupling/decoupling networks shall not significantly influence the parameters

of the generators e.g. open-circuit voltage, short-circuit current capability as in the specified tolerances.

Exception: Coupling via arrestor.

Each coupling/decoupling network shall satisfy the following requirements:

6.3.1 Coupling/decoupling networks for AC/DC power supply circuits (only used with combination wave generator)

The front time and surge time to half value shall be verified for voltage under open-circuit conditions and for current under short-circuit conditions.

The test generator output or its coupling network shall be connected to a measuring system with a sufficient bandwidth and voltage capability to monitor the open-circuit voltage waveform.

The short-circuit current waveform can be measured with a current transformer through whose aperture passes a short-circuit link between the output terminals of the coupling network.

All waveform definitions, as well as all other performance parameters of the test generator, should be as specified in 6.1.1 at the output of the coupling/decoupling network as well as at the output of the generator itself.

Note: When the generator impedance is increased from 2 Ω to e.g. 12 Ω or 42 Ω according to the requirements of the test set-up, the duration of the test pulse at the output of the coupling network might be significantly changed.

6.3.1.1 Capacitive coupling for power supply circuits

Capacitive coupling enables the test voltage to be applied line to line or one line to earth while the power supply decoupling network is also connected. The circuit diagrams for single phase systems are shown in figures 6 and 7 and for three-phase systems are shown in figures 8 and 9.

Rated characteristics of the coupling/decoupling network:

Coupling:

Coupling capacitors: $C = 9 \mu\text{F}$ or $18 \mu\text{F}$ (see test set-up)

Decoupling:

Decoupling inductance for supply voltage: $L = 1.5 \text{ mH}$

The residual surge voltage on unsurged lines shall not exceed 15% of the maximum applicable test voltage when the EUT is disconnected.

The residual surge voltage on the power supply inputs of the decoupling network when the EUT and the power supply network are disconnected, shall not

exceed 15% of the applied test voltage or twice peak value of the power line voltage whichever is higher.

The above-mentioned characteristics for single-phase systems (line, neutral, protective earth) are also valid for three-phase systems (three-phase wires, neutral and protective earth).

6.3.1.2 Inductive coupling for power supply

Under consideration.

6.3.2 Coupling/decoupling networks for interconnection lines

The coupling method shall be selected as a function of the circuits and operational conditions. This has to be specified in the product specification.

Examples of the coupling methods are the following:

- Capacitive coupling;
- Coupling via arrestors.

The different set-ups defined in the following subclauses to test a given port of the EUT may not give comparable results. The most suitable set-up has to be selected in the product specification/standard.

Note: R_L in figures 10 to 12 represents the resistive part of the inductance L and the value is dependent on negligible attenuation of the transmission signal.

6.3.2.1 Capacitive coupling for interconnection lines

The capacitive coupling is the preferred method for unbalanced unshielded I/O circuits when there is no influence to the functional communication on that line. The application is in accordance with figure 10 for line-to-line coupling and for line-to-earth coupling.

Rated characteristics of the capacitive coupling/decoupling network:

- Coupling capacitor $C = 0.5 \mu\text{F}$
- Decoupling inductors L (not current compensated) = 20 mH

Note: Signal current capability has to be considered and is dependent on the circuits under test.

6.3.2.2 Coupling via arrestors

Coupling via arrestors is the preferred coupling method for unshielded balanced circuits (telecommunication), as shown in figure 12.

The method can also be used in cases where the capacitive coupling is not possible because of functional problems caused by attachment of capacitors to the EUT (see figure 11).

The coupling network also has the task to accommodate the distribution of the surge current in the case of induced voltages in multiconductor cables.

Therefore the resistances R_{m2} in the coupling network shall be, for n composite conductors, $n \times 25 \Omega$ (for n equal to or greater than 2).

Example: $n = 4$, $R_{m2} = 4 \times 25 \Omega$. With the impedance of the generator the total value is approximately 40Ω , R_{m2} shall not exceed 250Ω .

The coupling via gas-filled arrestors can be improved by capacitors in parallel with the arrestors.

Example: $C \leq 0.1 \mu\text{F}$ for frequencies of the transmission signal on the line below 5 kHz . At higher frequencies no capacitors are used.

Rated characteristics of the coupling/decoupling network:

- Coupling resistance R_{m2} $n \times 25 \Omega$ (for n equal to or greater than 2)
- Arrestor (gas-filled) 90 V
- Decoupling inductor L (ring core, current compensated) 20 mH

Notes:

1. In some cases, arrestors with higher activation voltages are used for functional reasons.
2. Other elements than arrestors may be used when the operational conditions are not unduly influenced.

6.3.3 Other coupling methods

Other coupling methods are under consideration

7. Test set-up

7.1 Test equipment

- The following equipment is part of the test set-up:
 - Equipment under test (EUT);
 - Auxiliary equipment (AE);
 - Cables (of specified type and length);
 - Coupling device (capacitive or arrestors);
 - Test generator (combination wave generator, $10/700 \mu\text{s}$ generator);
 - Decoupling network/protection devices;
 - Additional resistors, 10Ω and 40Ω (see B.1 of annex B).

7.2 Test set-up for tests applied to EUT power supply

The surge is to be applied to the EUT power supply terminals via the capacitive coupling network (see figures 6, 7, 8 and 9). Decoupling networks are required in order to avoid possible adverse effects on equipment not under test that may be powered by the same lines and to provide sufficient decoupling impedance to the surge wave so that the specified wave may be developed on the lines under test.

If not otherwise specified the power cord between the EUT and the coupling/decoupling network shall be 2 m in length (or shorter).

To simulate the representative coupling impedances, in some cases additional specified resistors have to be used for the tests (explanations, see B.1 of annex B).

Note: In some countries (e.g. USA) standards for AC lines require the tests according to figures 7 and 9 with a 2 Ω impedance although this is a more severe test. The general requirement is 10 Ω .

7.3 Test set-up for tests applied to unshielded unsymmetrically operated interconnection lines

In general, the surge is applied to the lines in accordance with figure 10 via capacitive coupling. The coupling/decoupling network shall not influence the specified functional conditions of the circuits to be tested.

An alternative test set-up (coupling via arrestors) is given in figure 11 for circuits with a higher signal transfer rate. Selection shall be made depending on the capacitive load with respect to the transmission frequency.

If not otherwise specified, the interconnection line between the EUT and the coupling/decoupling network shall be 2 m in length (or shorter).

7.4 Test set-up for tests applied to unshielded symmetrically operated interconnection/telecommunication lines (figure 12)

For balanced interconnection/telecommunication circuits, the capacitive coupling method can normally not be used. In this case, the coupling is performed via gas arrestors (CCITT Recommendation K.17). Test levels below the ignition point of the coupling arrestor (about 300 V for a 90 V arrestors) can not be specified (except in the case of secondary protection without gas arrestors).

Note: Two test configurations are to be considered:

- For the equipment level immunity test with only secondary protection at the EUT at a low test level, e.g. 0.5 kV or 1 kV.

- For the system level immunity test with additional primary protection at a higher test level, e.g. 2 kV or 4 kV.

If not otherwise specified the interconnection line between the EUT and the coupling/decoupling network shall be 2 m in length (or shorter).

7.5 Test set-up for tests applied to shielded lines

In the case of shielded lines a coupling/decoupling network may not be applicable. Thus the surge is applied to the shields (metallic enclosures) of the EUTs and connected shields of the lines in accordance with figure 13. For shields connected at one end figure 14 applies. For decoupling the connected safety earthwire a safety isolating transformer shall be used. Normally, the maximum length of the specified shielded cable shall be used. With respect to the frequency spectrum of the surge 20 m length of the specified shielded cable shall be used in non-inductively bundled configuration for physical reasons.

Rules for application of the surge to shielded lines:

a) Shields earthed at both ends

- The surge injection on the shield shall be carried out according to figure 13.

b) Shields earthed at one end

- The test shall be carried out according to figure 14. The capacitor C represents the cable capacity to earth and the value may be calculated with 100 pF/m. As a representative value 10 nF may be used unless otherwise specified.

The test level applied on shields is the "line-to-earth value" (2Ω impedance)

7.6 Test set-up to apply potential differences

If it is necessary to apply potential differences which simulate voltages that can occur within a system, the tests may be carried out in accordance with figure 13 for systems with shielded lines, shields earthed at both ends, and in accordance with figure 14 for systems with unshielded lines or shielded lines earthed only at one end.

7.7 Other test set-ups

If one of the specified coupling methods in the test set-up cannot be used for functional reasons, alternative methods (suitable for the special case) shall be specified in the dedicated product standard.

7.8 Test conditions

The operational test conditions and the installation conditions shall be in accordance with the product specification and shall include the:

- Test configuration (hardware);
- Test procedure (software).

8. Test procedure

8.1 Laboratory reference conditions

In order to minimize the impact of the environmental parameters on the test results, the test shall be carried out in climatic and electromagnetic reference conditions as specified in 8.1.1 and 8.1.2.

8.1.1 Climatic conditions

The climatic conditions shall comply with the following requirements:

- Ambient temperature: 15°C to 35°C
- Relative humidity: 10% to 75%
- Atmospheric pressure: 86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1060 mbar).

Note: Any other value may be specified in the product specification. The EUT should be operated within its intended climatic conditions. The temperature and relative humidity should be recorded in the test report.

8.1.2 Electromagnetic conditions

The electromagnetic environment of the laboratory shall not influence the test results.

8.2 Application of the surge in the laboratory

The characteristics and performance of the test generators shall be as specified in 6.1.1 and 6.2.1; the calibration of the generators shall be performed according to 6.1.2 and 6.2.2.

The test shall be performed according to the test plan that shall specify (see also B.2 of annex B) the test set-up with

- Generator and other equipment utilized;
- Test level (voltage/current) (see annex A);
- Generator source impedance;
- Polarity of the surge;
- Internal or external generator trigger;
- Number of tests: at least five positive and five negative at the selected points;
- Repetition rate: maximum 1/min.

Note: Most protectors in common use have low average power capabilities, even though their peak power or peak energy handling can deal with high currents. Therefore the maximum repetition rate (the time between two surges and the recovery time) depends on the built-in protection devices of the EUT.

- Inputs and outputs to be tested;

Note: In the case of several identical circuits representative measurements on a selected number of circuits may be sufficient.

- Representative operating conditions of the EUT;
- Sequence of application of the surge to the circuits;
- Phase angle in the case of a.c. power supply;
- Actual installation conditions, for example:

AC: neutral earthed

DC: (+) or (-) earthed to simulate the actual earthing conditions.

Information on the mode to perform the tests is given in B.2 of annex B.

If not otherwise specified the surges have to be applied synchronized to the voltage phase at the zero-crossing and the peak value of the a.c. voltage wave (positive and negative).

The surges have to be applied line to line and line(s) and earth. When testing line to earth the test voltage has to be applied successively between each of the lines and earth, if there is no other specification.

Note: When using the combination wave generator to test two or more lines (telecommunication lines) to earth the duration of the test pulse might be reduced.

The test procedure shall also consider the non-linear current-voltage characteristics of the equipment under test. Therefore the test voltage has to be increased by steps up to the test level specified in the product standard or test plan.

All lower levels including the selected test level shall be satisfied. For testing the secondary protection, the output voltage of the generator shall be increased up to the worst-case voltage breakdown level (let-through level) of the primary protection.

If the actual operating signal sources are not available, they may be simulated. Under no circumstances may the test level exceed the product specification. The test shall be carried out according to a test plan.

To find all critical points of the duty cycle of the equipment, a sufficient number of positive and negative test pulses shall be applied. For acceptance test a previously unstressed equipment shall be used or the protection devices shall be replaced.

9. Test results and test report

This clause gives a guide for the evaluation of the test results and for the test report, related to this standard.

TCN 68 - 209: 2002

The variety and diversity of equipment and systems to be tested makes the task of establishing the effects of surges on equipment and systems difficult.

The test results shall be classified on the basis of the operating conditions and the functional specifications of the equipment under test, as in the following, unless different specifications are given by product committees or product specifications:

- a) normal performance within the specification limits;
- b) temporary degradation or loss of function or performance which is self-recoverable;
- c) temporary degradation or loss of function or performance which requires operator intervention or system reset;
- d) degradation or loss of function which is not recoverable due to damage of equipment (components) or software, or loss of data.

Equipment shall not become dangerous or unsafe as a result of the application of the tests defined in this standard.

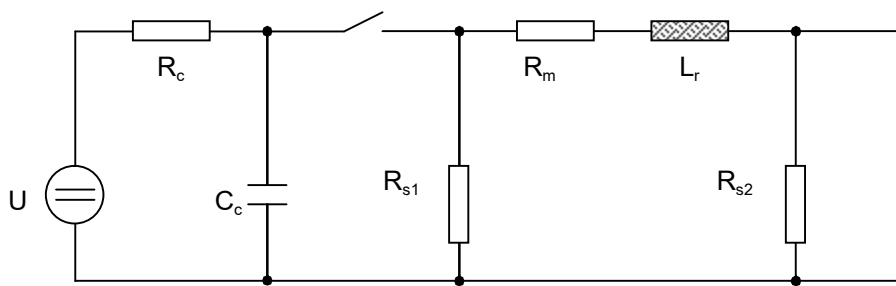
In the case of acceptance tests, the test programme and the interpretation of the test results shall be described in the specific product standard.

As a general rule, the test result is positive if the equipment shows its immunity for all the period of application of the surge, and at the end of the tests the EUT fulfils the functional requirements established in the technical specification.

The technical specification may define effects on the EUT that may be considered insignificant and therefore acceptable.

For these conditions it shall be verified that the equipment is able to recover its operative capabilities by itself at the end of application of the surges; the time interval during which the equipment has lost its full functional capabilities shall be therefore recorded. These verifications are binding for the definitive evaluation of the test result.

The test report shall include the test conditions and the test results.



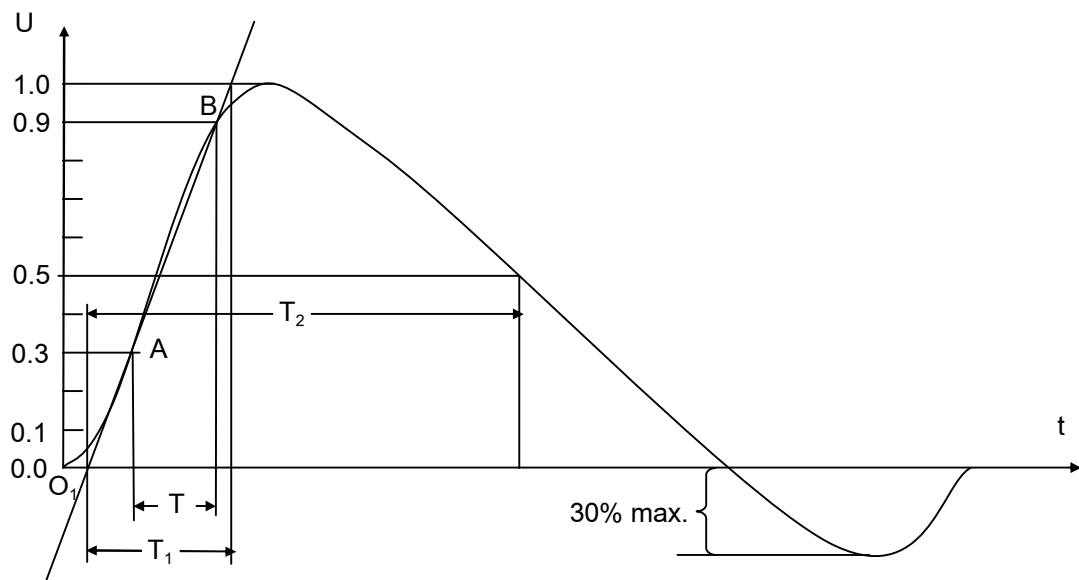
- U High-voltage source
- R_c Charging resistor
- C_c Energy storage capacitor
- R_s Pulse duration shaping resistor
- R_m Impedance matching resistor
- L_r Rise time shaping inductor

Figure 1: Simplified circuit diagram of the combination wave generator

Table 2: Definitions of the waveform parameters 1.2/50 μs

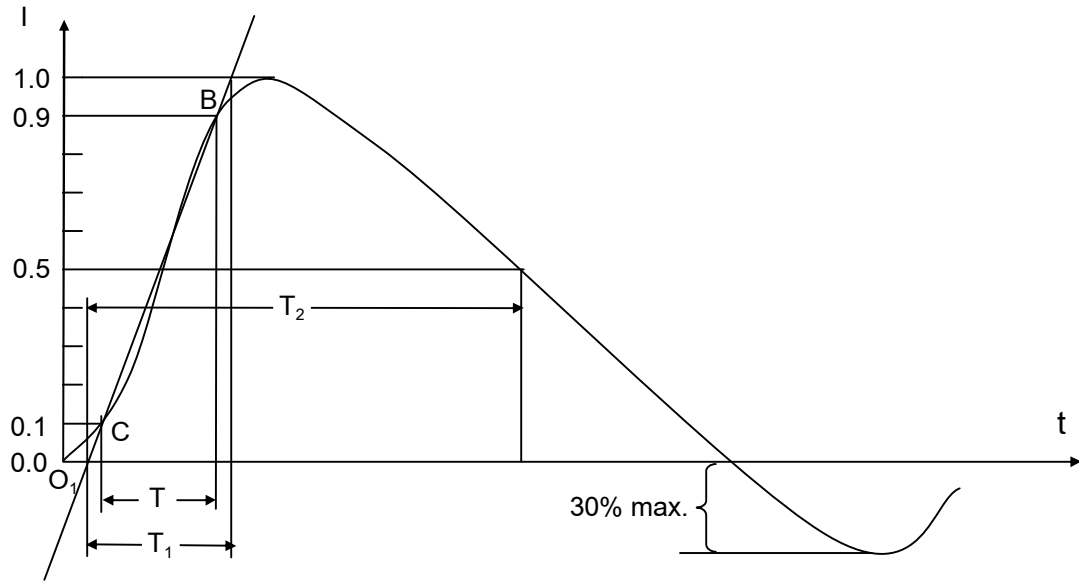
Definitions	In accordance with IEC 60-1		In accordance with IEC 469-1	
	Front time μs	Time to half value, μs	Rise time (10% - 90%), μs	Duration time (50% - 50%), μs
Open-circuit voltage	1.2	50	1	50
Short-circuit current	8	20	6.4	16

Note: In existing IEC publications, the waveforms 1.2/50 μs and 8/20 μs are generally defined according to IEC 60-1 as shown in figures 2 and 3. Other IEC recommendations are based on waveform definitions according to IEC 469-1 as shown in table 2. Both definitions are valid for this section of IEC 1000-4 and describe just one single generator.



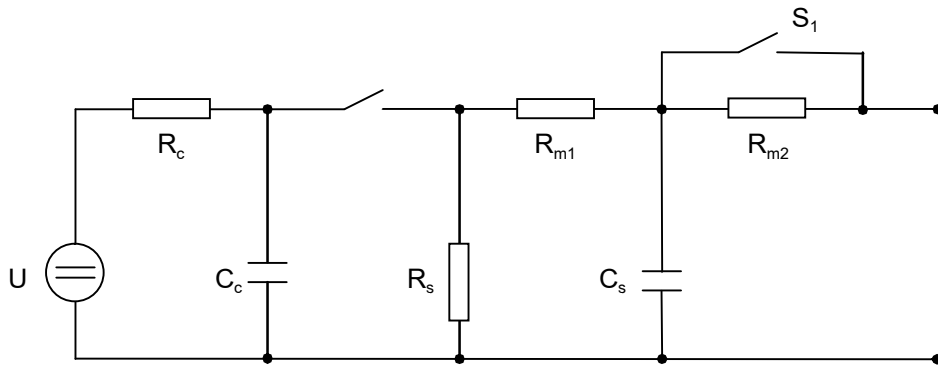
Front time: $T_1 = 1.67 \times T = 1.2 \mu\text{s} \pm 30\%$
 Time to half-value: $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20\%$

Figure 2: Waveform of open-circuit voltage (1.2/50 μs)
 (waveform definition according to IEC 60-1)



Front time: $T_1 = 1.25 \times T = 8 \mu\text{s} \pm 20\%$
 Time to half-value: $T_2 = 20 \mu\text{s} \pm 20\%$

Figure 3: Waveform of short-circuit current (8/20 μs)
 (waveform definition according to IEC 60-1)



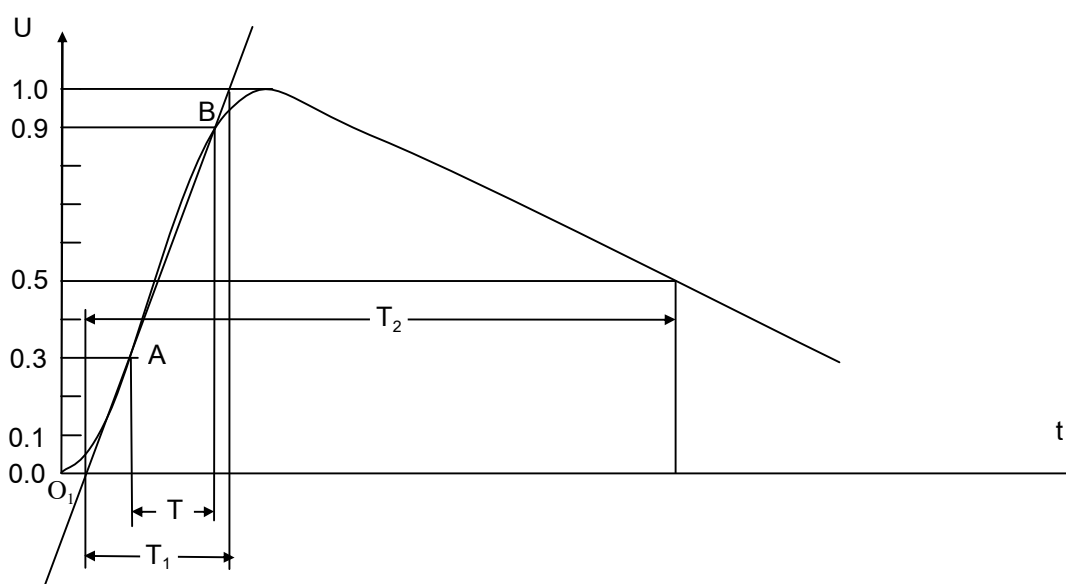
- U High-voltage source
- R_c Charging resistor
- C_c Energy storage capacitor (20 μF)
- R_s Pulse duration shaping resistor (50 Ω)
- R_m Impedance matching resistors ($R_{m1} = 15 \Omega$; $R_{m2} = 25 \Omega$)
- C_s Rise time shaping capacitor (0.2 μF)
- S_1 Switch load when using external matching resistors

Figure 4: Simplified circuit diagram of the 10/700 μs impulse generator.
 (according to ITU-T, figure 1/K.17)

Table 3: Definitions of the waveform parameters 10/700 μs

Definitions	In accordance with ITU-T		In accordance with IEC 469-1	
	Front time μs	Time to half value, μs	Rise time (10% - 90%), μs	Duration time (50% - 50%), μs
Open-circuit voltage	10	700	6.5	700
Short-circuit current	-	-	4	300

Note: In existing IEC and ITU-T publications, the waveform 10/700 μs are generally defined according to IEC 60-1 as shown in figure 5. Other IEC recommendations are based on waveform definitions according to IEC 469-1 as shown in table 3.
Both definitions are valid for this section of IEC 1000-4 and describe just one single generator.



Front time: $T_1 = 1.67 \times T = 10 \mu\text{s} \pm 30\%$
 Time to half-value: $T_2 = 700 \mu\text{s} \pm 20\%$

Figure 5: Waveform of open-circuit voltage (10/700 μs)
 (waveform definition according ITU-T)

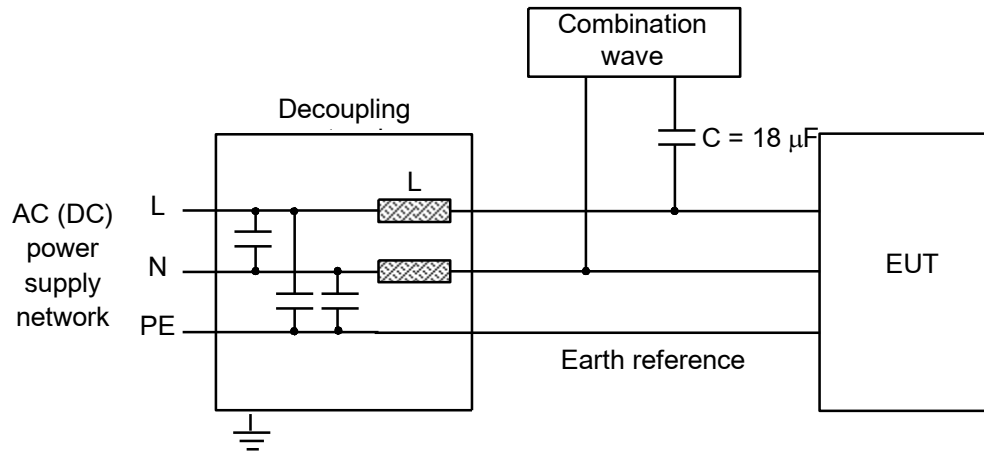


Figure 6: Example of test set-up for capacitive coupling on AC/DC lines; line-to-line coupling (according to 7.2)

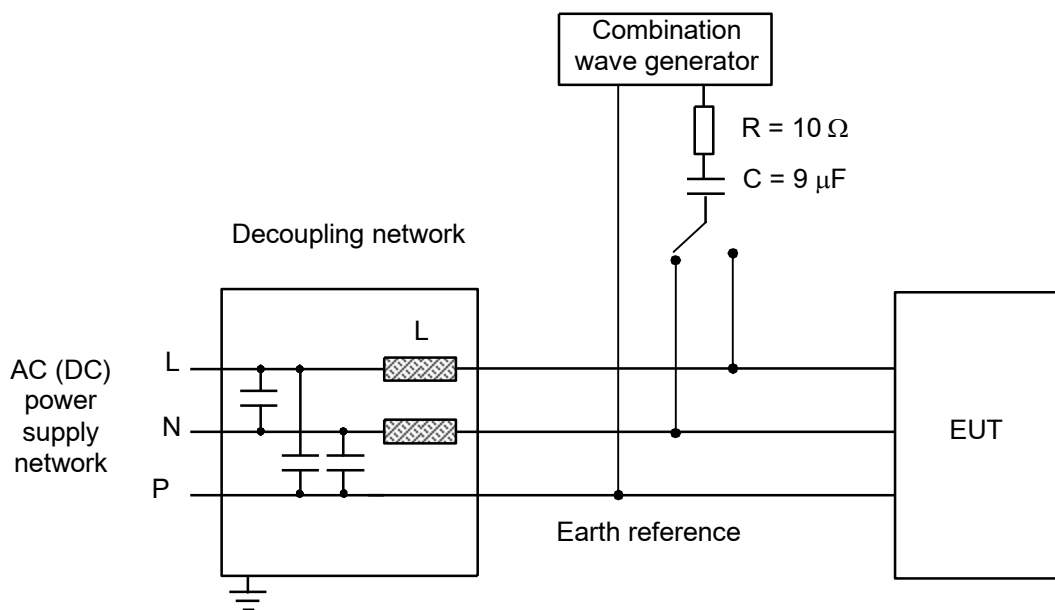


Figure 7: Example of test set-up for capacitive coupling on AC/DC lines; line-to-earth coupling (according to 7.2)

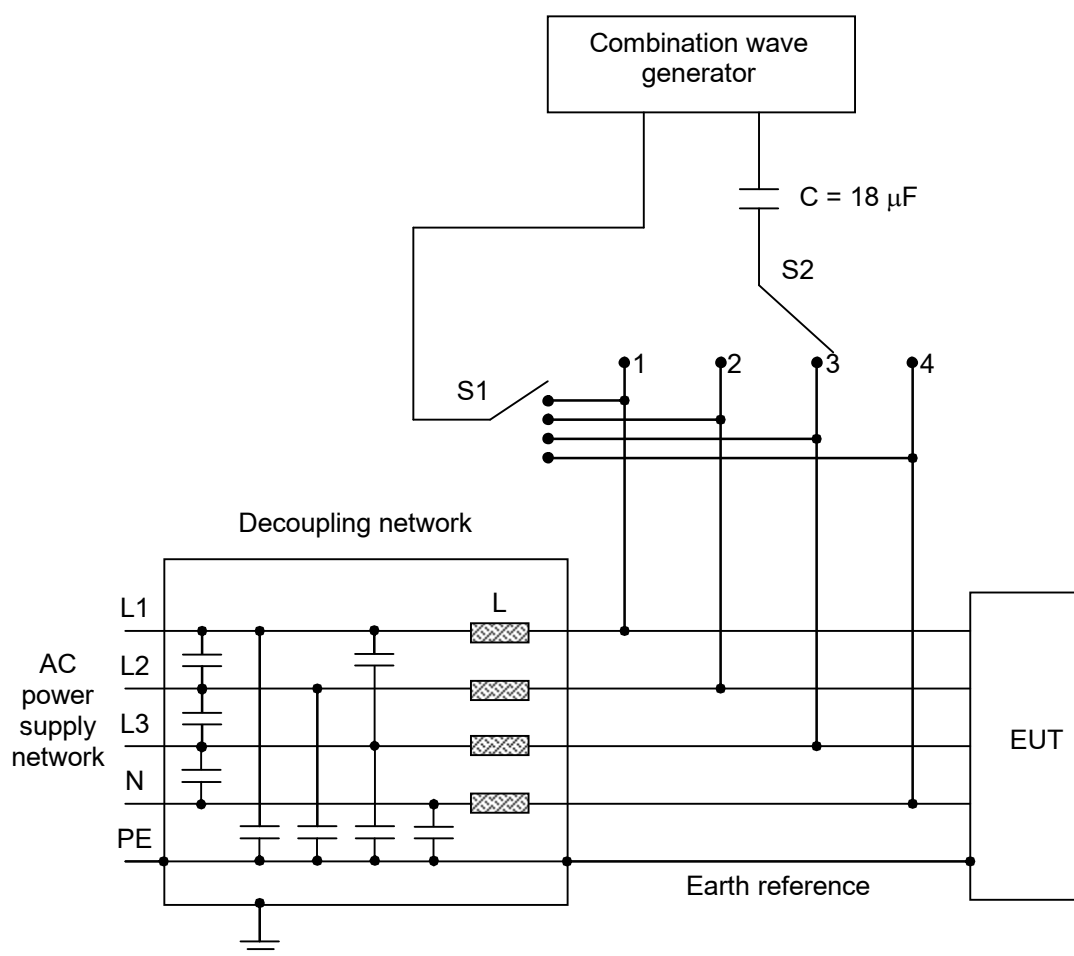


Figure 8: Example of test set-up for capacitive coupling on AC lines (3 phases); line L3 to line L1 coupling (according to 7.2)

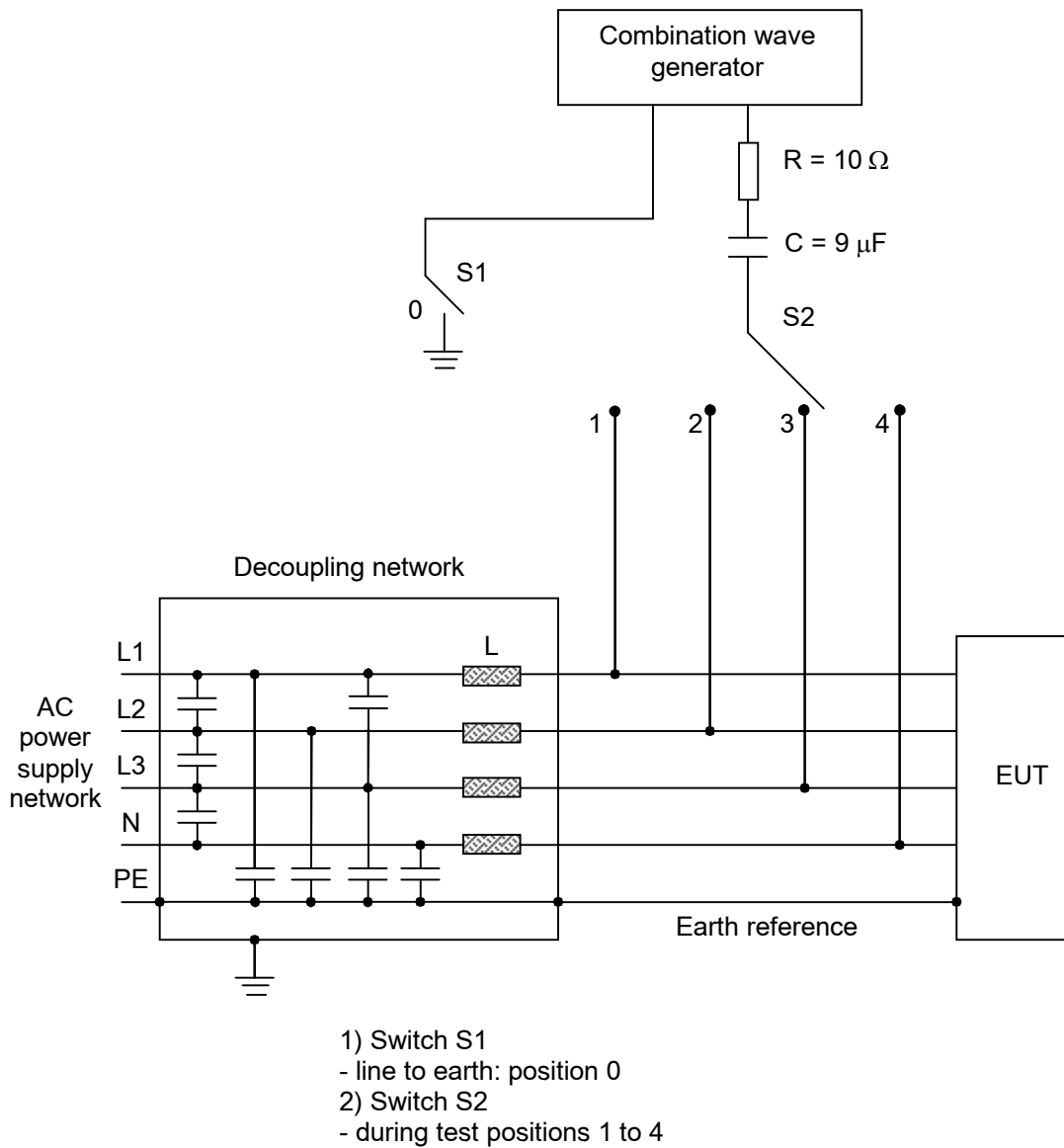
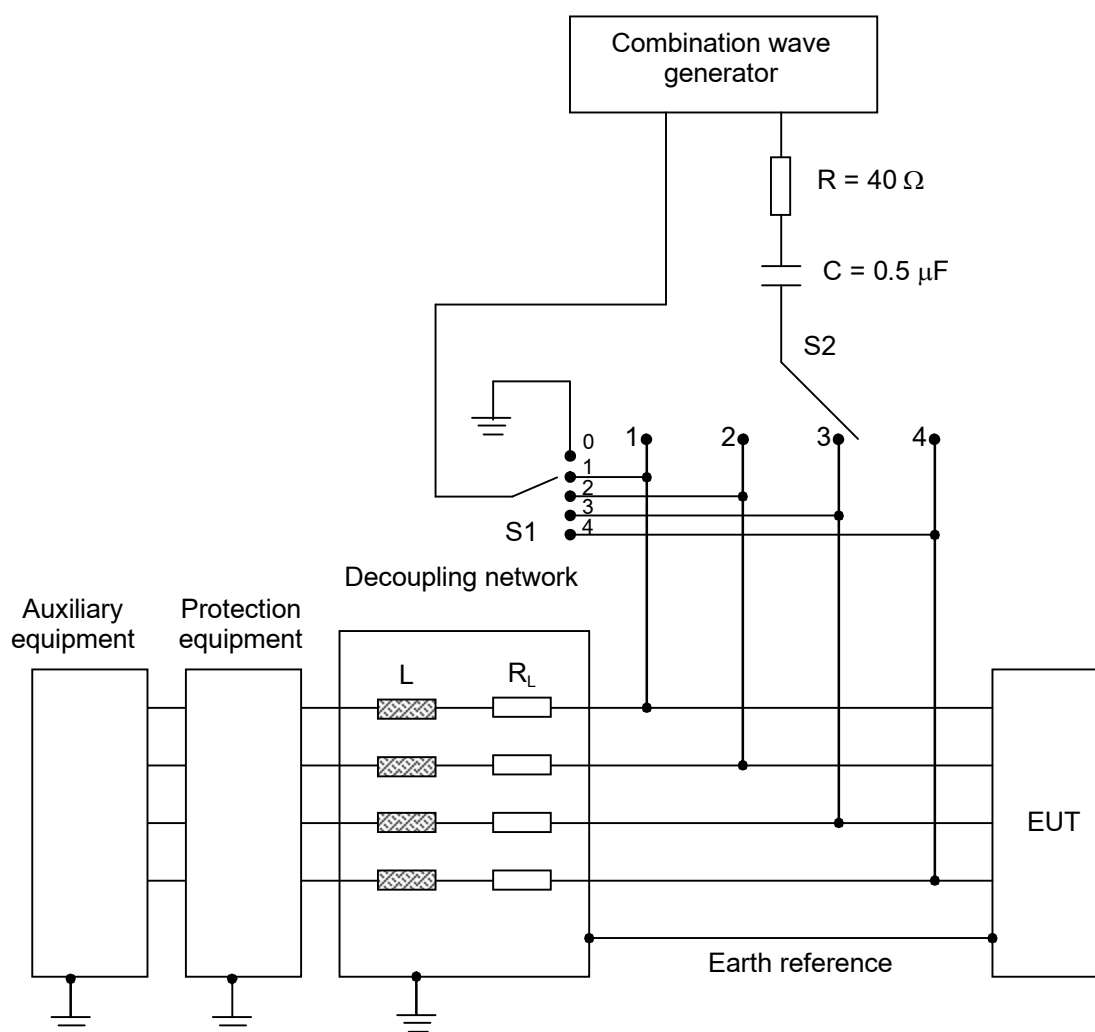


Figure 9: Example of test set-up for capacitive coupling on AC lines (3 phases); line L3 to earth coupling (according to 7.2); generator output earthed



- 1) Switch S1
 - line to earth: position 0
 - line to line: positions 1 to 4
- 2) Switch S2
 - during test positions 1 to 4, but not in the same position with switch S1
- 3) $L = 20 \text{ mH}$, R_L represents the resistive part of L

Figure 10: Example of test set-up for unshielded interconnection on AC lines; line-to-line/line-to-earth coupling (according to 7.3), coupling via capacitors

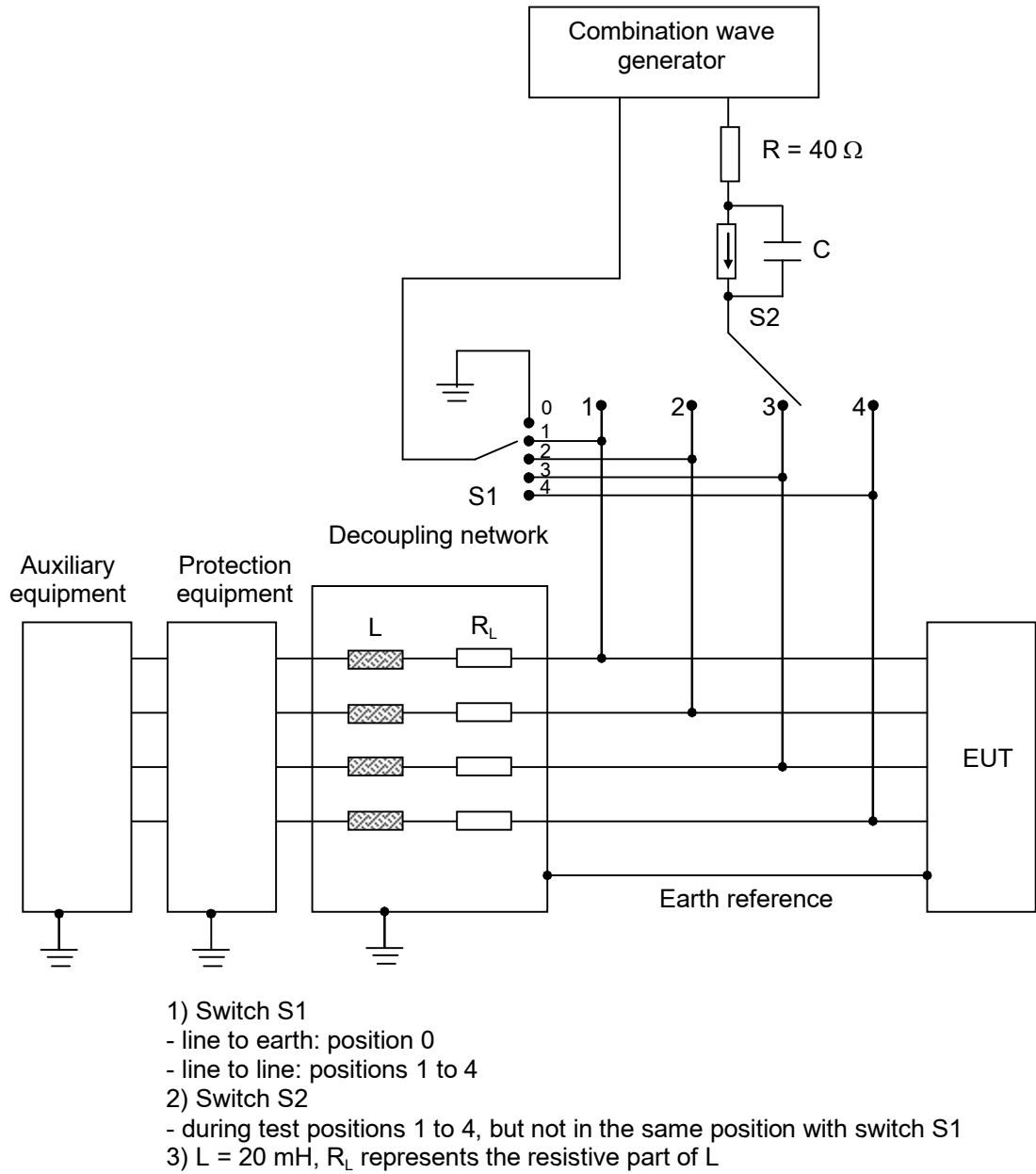
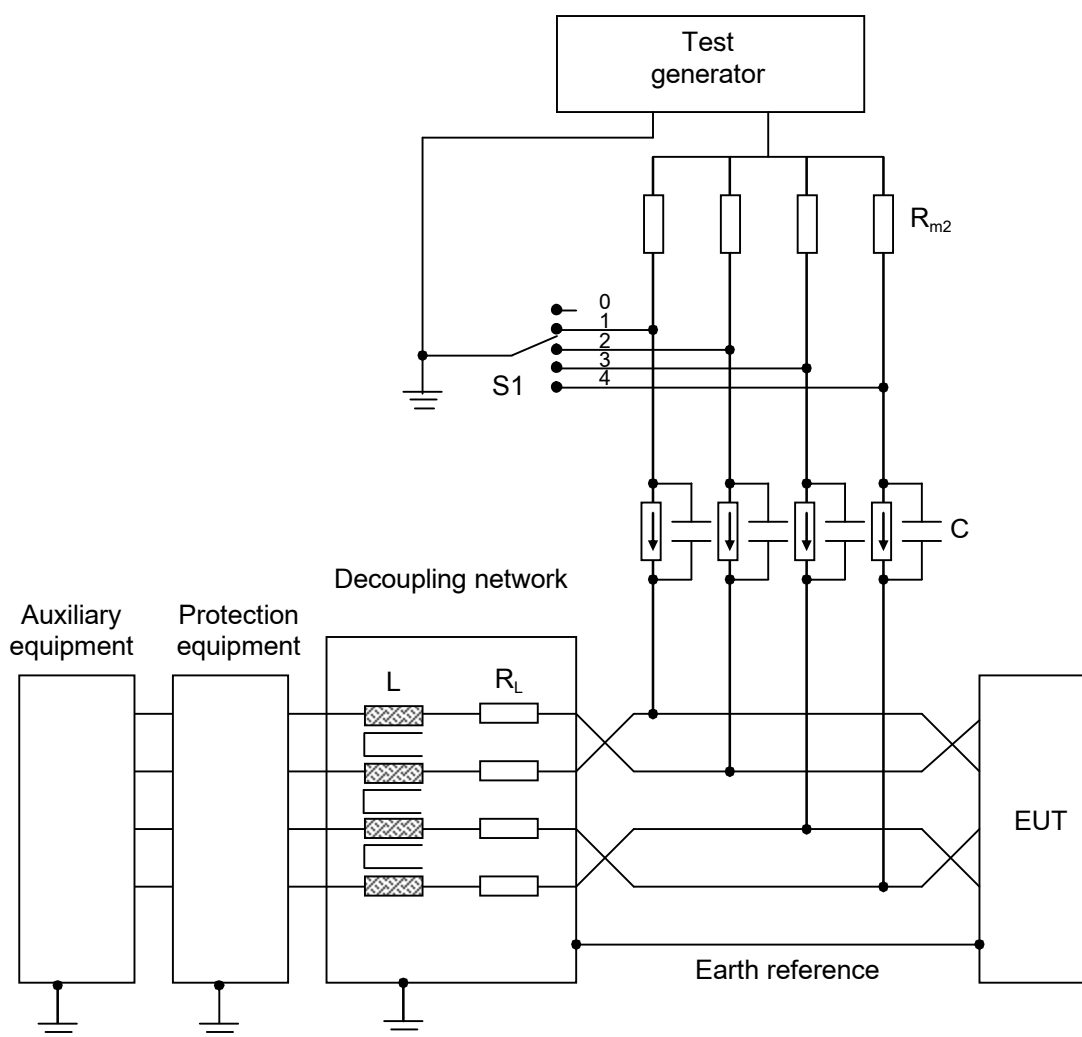


Figure 11: Example of test set-up for unshielded unsymmetrically operated lines; line-to-line/line-to-earth coupling (according to 7.3), coupling via arrestors



a) Switch S1

- line to earth: position 0

- line to line: positions 1 to 4 (1 line in turn earthed)

b) Calculation of R_{m2} when using CWG (1.2/50 μ s generator)

Example for $n = 4$:

$$R_{m2} = 4 \times 40 \Omega = 160 \Omega, \text{ max. } 250 \Omega$$

Calculation of R_{m2} when using 10/700 μ s generator

The internal matching resistor R_{m2} (25 Ω) is replaced by external $R_{m2} = n \times 25 \Omega$ per conductor (for n conductors with n equal or greater than 2)

Example for $n = 4$:

$$R_{m2} = 4 \times 25 \Omega = 100 \Omega, R_{m2} \text{ shall not exceed } 250 \Omega$$

c) $C = 0.1 \mu$ F for frequencies of the transmission signal below 5 kHz;

at higher frequencies no capacitors are used

d) $L = 20$ mH, R_L : value depending on negligible attenuation of the transmission signal

Figure 12: Example of test set-up for unshielded symmetrically operated lines (telecommunication lines); line-to-line/line-to-earth coupling (according to 7.4), coupling via arrestors

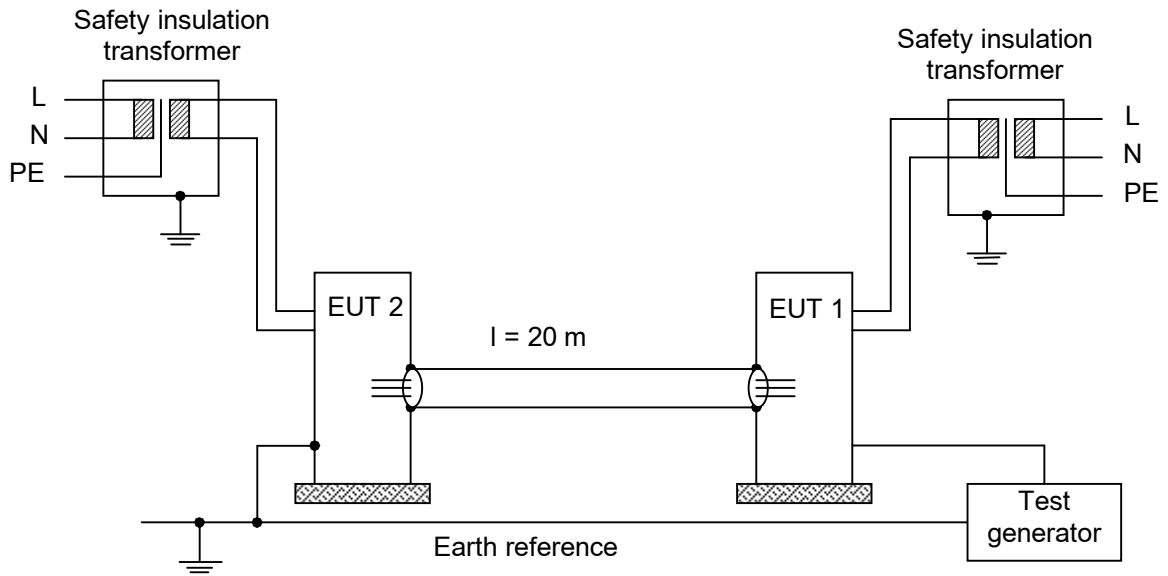


Figure 13: Example of test set-up for tests applied to shielded lines (according to 7.5) and to apply potential differences (according to 7.6), conductive coupling

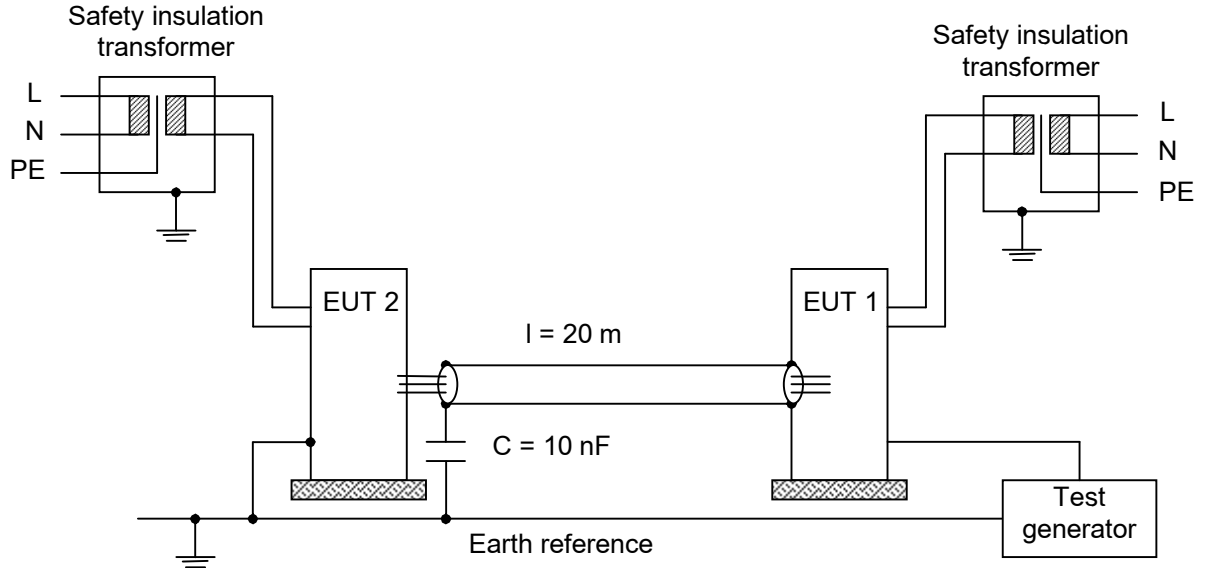


Figure 14: Example of test set-up for tests applied to unshielded lines and shielded lines earthed only at one end (according to 7.5) and to apply potential differences (according to 7.6), conductive coupling

ANNEX A

(Normative)

SELECTION OF GENERATORS AND TEST LEVELS

The selection of the test levels shall be based on the installation conditions. For this purpose table A.1 should be used, together with information and examples given in B.3 of annex B where:

Class 0: Well-protected electrical environment, often within a special room

Class 1: Partly protected electrical environment.

Class 2: Electrical environment where the cables are well separated, even at short runs

Class 3: Electrical environment where the cables run in parallel.

Class 4: Electrical environment where the interconnections are running as outdoor cables along with power cables, and cables are used for both electronic and electric circuits.

Class 5: Electrical environment electronic equipment connected to telecommunication cables and overhead power lines in a non-densely populated area.

Class x: Special conditions specified in the product specification.

Additional information is given in figures B.1 to B.3 of annex B.

To demonstrate the system level immunity, additional measures relevant to the actual installation conditions, e.g. primary protection, should be taken.

The surges (and test generator) related to the different classes are as in the following:

Classes 1 to 4: 1.2/50 μ s (8/20 μ s)

Class 5: 1.2/50 μ s (8/20 μ s) for ports of power lines and short-distance signal circuits/lines.

10/700 μ s for ports of long-distance signal circuits/lines.

The source impedances shall be as indicated in the figures of the test set-ups concerned.

Table A.1: Selection of the test levels (depending on the installation conditions)

Installation class	Test levels							
	Power supply		Unbalanced operated circuits/lines, LDB		Balanced operated circuits/lines		SDB.DB ¹⁾	
	<i>Coupling mode</i>		<i>Coupling mode</i>		<i>Coupling mode</i>		<i>Coupling mode</i>	
	Line to line kV	Line to earth kV	Line to line kV	Line to earth kV	Line to line kV	Line to earth kV	Line to line kV	Line to earth kV
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	0.5	NA	0.5	NA	0.5	NA	NA
2	0.5	1.0	0.5	1.0	NA	1.0	NA	0.5
3	1.0	2.0	1.0	2.0 ³⁾	NA	2.0 ³⁾	NA	NA
4	2.0	4.0 ³⁾	2.0	4.0 ³⁾	NA	2.0 ³⁾	NA	NA
5	²⁾	²⁾	2.0	4.0 ³⁾	NA	4.0 ³⁾	NA	NA
x								

1) Limited distance, special configuration, special layout, 10 m to max. 30 m: no test is advised at interconnection cables up to 10 m, only class 2 is applicable.
2) Depends on the class of the local power supply system.
3) Normally tested with primary protection

Explanation:

DB	=	data bus (data line)
SDB	=	short-distance bus
LDB	=	long-distance bus
NA	=	not applicable

ANNEX B

(Informative)

EXPLANATORY NOTES

B.1 Different source impedances

The selection of the source impedance of the generator depends on:

- The kind of cable/conductor/line (AC power supply, DC power supply, interconnection, etc.);
- The length of the cables/lines;
- Indoor/outdoor conditions;
- Application of the test voltage (line to line or lines to earth)

The impedance of $2\ \Omega$ represents the source impedance of the low-voltage power supply network. The generator with its effective output impedance of $2\ \Omega$ is used.

The impedance of $12\ \Omega$ ($10\ \Omega + 2\ \Omega$) represents the source impedance of the low-voltage power supply network and earth.

The generator with an additional resistor of $10\ \Omega$ in series is used.

The impedance of $42\ \Omega$ ($40\ \Omega + 2\ \Omega$) represents the source impedance between all other lines and earth.

The generator with an additional resistor of $40\ \Omega$ in series is used.

In some countries (for instance, USA) standards for AC lines require the tests according to figures 7 and 9 with a $2\ \Omega$ impedance; this is a more severe test. The general requirement is $10\ \Omega$.

B.2 Application of the tests

Two different kinds of tests are to be distinguished: at equipment level and at system level.

B.2.1 Equipment level immunity

The test shall be carried out in the laboratory on a single EUT. The immunity of the EUT thus tested is referred to equipment level immunity.

The test voltage shall not exceed the specified capability of the insulation to withstand high-voltage stress.

B.2.2 System level immunity

The test carried out in the laboratory refers to the EUT. The equipment level immunity does not assure the immunity of a system in all cases. For that reason a test on system level is advised which simulates the real installation. The simulated installation comprises protective devices (arrestors, varistors, shielded lines, etc.) and the real length and type of the interconnection lines.

This test is aimed at simulating as closely as possible the installation conditions in which the EUT or EUT's are intended to function later on.

In the case of the immunity under real installation conditions, higher voltage levels can be applied, but the energy involved will be limited by the protective devices according to their current-limiting characteristics.

The test is also intended to show that secondary effects produced by the protective devices (change of waveform, mode, amplitude of voltages or currents) do not cause unacceptable effects on the EUT.

B.3 Installation classification

Class 0: Well-protected electrical environment, often within a special room

All incoming cables are provided with overvoltage (primary and secondary) protection. The units of the electronic equipment are interconnected by a well-designed earthing system, which is not essentially influenced by the power installation or lightning.

The electronic equipment has a dedicated power supply (see table A.1)

Surge voltage may not exceed 25 V.

Class 1: Partly protected electrical environment

All incoming cables to the room are provided with overvoltage (primary) protection. The units of the equipment are well interconnected by an earth-line network, which is not essentially influenced by the power installation or lightning.

The electronic equipment has its power supply completely separated from the other equipment.

Switching operations can generate interference voltages within the room.

Surge voltage may not exceed 500 V.

Class 2: Electrical environment where the cables are well separated, even at short runs

The installation is earthed via a separate earth line to the earthing system of the power installation which can be essentially subjected to interference voltages generated by the installation itself or by lightning. The power supply to the electronic equipment is separated from other circuits, mostly by a special transformer for the power supply.

Non-protected circuits are in the installation, but well separated and in restricted numbers.

Surge voltage may not exceed 1 kV.

Class 3: Electrical environment where power and signal cables run in parallel

The installation is earthed to the common earthing system of the power installation which can be essentially subjected to interference voltages generated by the installation itself or by lightning.

Current due to earth faults, switching operations and lightning in the power installation may generate interference voltages with relatively high amplitudes in the earthing system. Protected electronic equipment and less sensitive electric equipment are connected to the same power supply network. The interconnection cables can be partly outdoor cables, but close to the earthing network.

Unsuppressed inductive loads are in the installation and usually there is no separation of the different field cables.

Surge voltage may not exceed 2 kV.

Class 4: Electrical environment where the interconnections are running as outdoor cables along with power cables, and cables are used for both electronic and electric circuits.

The installation is connected to the earthing system of the power installation which can be subjected to interference voltages generated by the installation itself or by lightning.

Current in the kA range due to earth faults, switching operations and lightning in the power supply installation may generate interference voltages with relatively high amplitudes in the earthing system. The power supply network can be the same for both the electronic and the electric equipment. The interconnection cables are running as outdoor cables even to the high-voltage equipment

A special case of this environment is when the electronic equipment is

connected to the telecommunication network within a densely populated area. There is no systematically constructed earthing network outside the electronic equipment, and the earthing system consists of pipes, cables etc. only.

Surge voltage may not exceed 4 kV.

Class 5: Electrical environment electronic equipment connected to telecommunication cables and overhead power lines in a non-densely populated area.

All these cables and lines are provided with overvoltage (primary) protection. Outside the electronic equipment there is no widespread earthing system (exposed plant). The interference voltages due to earth faults (currents up to 10 kA) and lightning (currents up to 100 kA) can be extremely high.

The requirements of this class are covered by the test level 4 (see annex A).

Class x: Special conditions specified in the product specifications.

Examples for the installation of electronic equipment in different areas are given in figures B.1, B.2 and B.3.

B.3.1 Equipment level immunity of ports connected to the power supply network

The minimum immunity level for connection to the public supply network is:

Line-to-line coupling: 0.5 kV (test set-up see figures 6 and 8)

Line-to-earth coupling: 1 kV (test set-up see figures 7 and 9)

B.3.2 Equipment level immunity of ports connected to interconnection lines

Surge tests on interconnection circuits are only required for external connections (outside of the cabinet/housing).

If it is possible to test at the system level (EUT with interconnection cables connected) it is not necessary to test at the equipment level (e.g. ports of the process-control/signal inputs/outputs) especially in cases where the shield of the interconnection cable is part of the protection measure. If the installation of the plant is carried out by someone other than the manufacturers of the equipment, the admissible voltage for the inputs/outputs (especially for the process interface) of the EUT should be specified.

The manufacturer should test his equipment on the basis of the specified test levels to confirm the equipment level immunity, e.g. with secondary protection at the ports of the EUT for a level of 0,5 kV. The user of the plant or those responsible for the installation should then apply measures (e.g. shielding, bonding, earthing protection) necessary to ensure that the interference voltage caused by, for example, lightning strokes does not exceed the chosen immunity level.

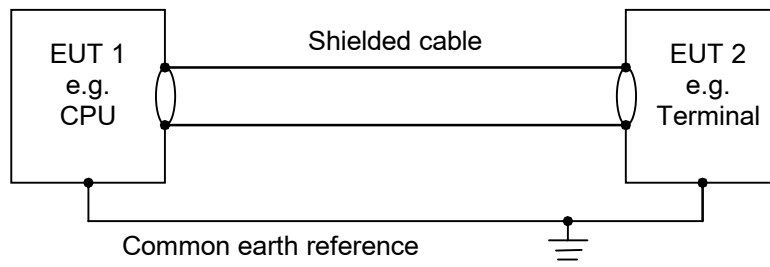


Figure B.1: Example for surge protection by shielding in buildings with common earth reference system

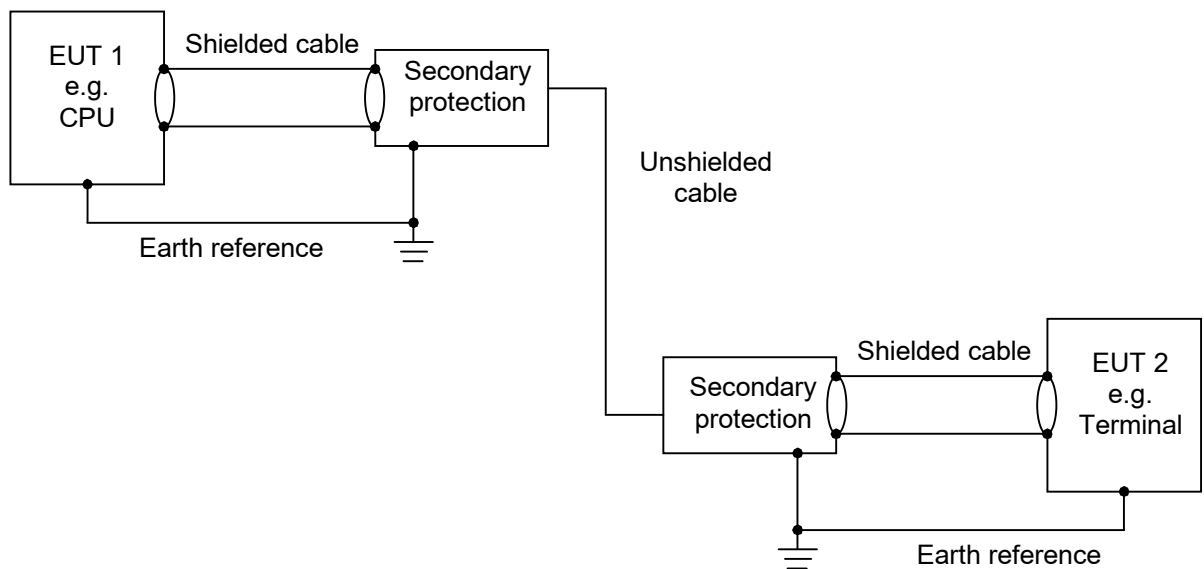


Figure B.2: Example for secondary surge protection by shielding in buildings with separate common earth reference systems

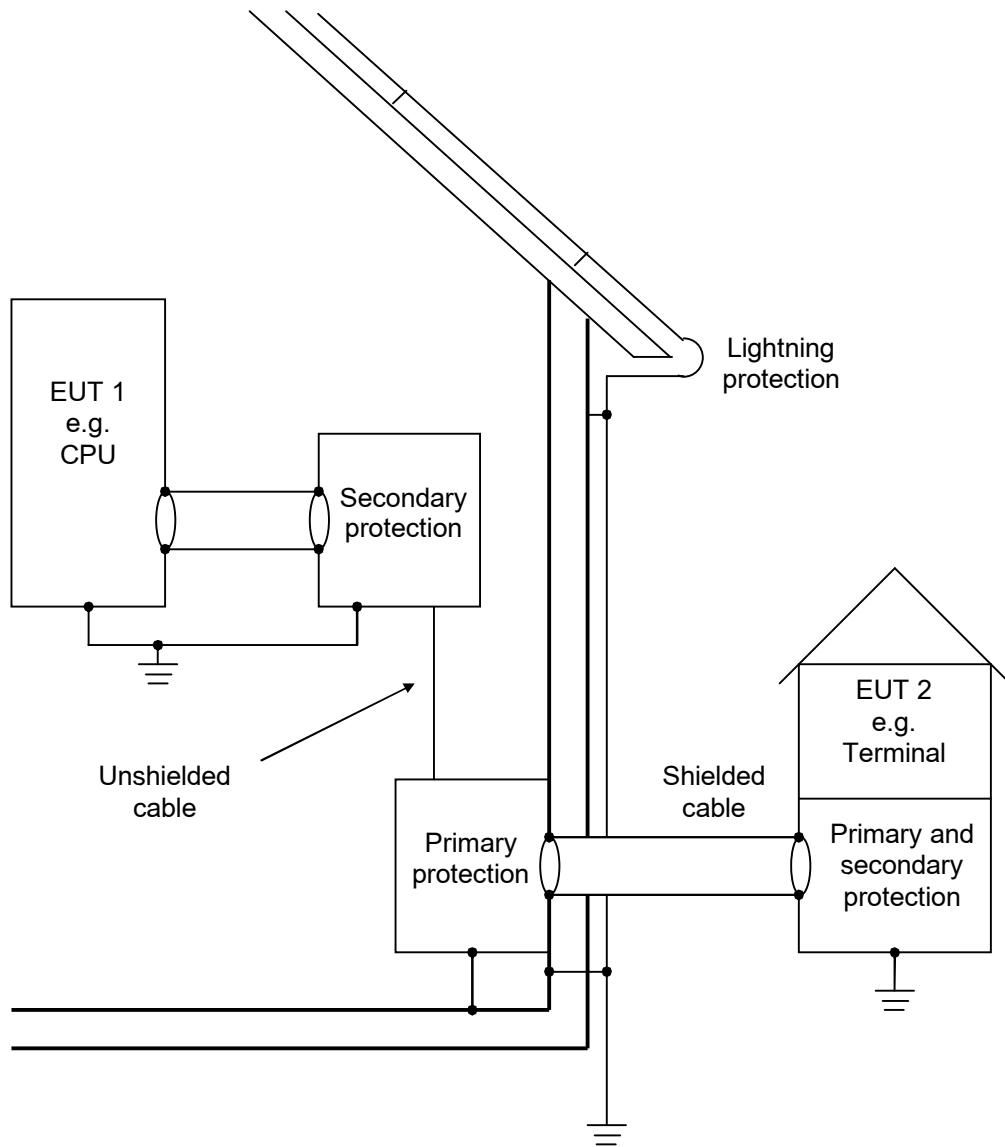


Figure B.3: Example for primary and secondary surge protection of indoor-outdoor equipment