

TCVN 7909-2-4 : 2008

IEC 61000-2-4 : 2002

Xuất bản lần 1

**TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỬ (EMC) –
PHẦN 2-4: MÔI TRƯỜNG – MỨC TƯƠNG THÍCH ĐỐI VỚI
NHIỀU DẪN TẦN SỐ THẤP TRONG KHU CÔNG NGHIỆP**

Electromagnetic compatibility (EMC) –

*Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants
for low-frequency conducted disturbances*

Mục lục**Trang**

Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	8
3 Định nghĩa	9
3.1 Định nghĩa chung	9
3.2 Định nghĩa liên quan đến các hiện tượng	10
4 Phân loại môi trường điện từ	13
5 Mức tương thích	14
5.1 Dẫn giải chung	14
5.2 Sai lệch điện áp	15
5.3 Sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn	15
5.4 Mất cân bằng điện áp (không cân bằng)	15
5.5 Biến thiên tần số nguồn tạm thời	16
5.6 HÀ	16
5.7 HÀ trung gian	17
5.8 Thành phần điện áp ở tần số cao hơn (lớn hơn HÀ bậc 50)	18
5.9 Quá điện áp quá độ	18
5.10 Thành phần một chiều	18
6 Mức tương thích	18
Phụ lục A (tham khảo) – Giải thích và ví dụ về các HÀ trung gian	22
Phụ lục B (tham khảo) – Ví dụ về mức nhiễu có thể xảy ra trong mạng lưới công nghiệp điển hình	25
Phụ lục C (tham khảo) – HÀ trung gian và điện áp ở các tần số cao hơn	33
Thư mục tài liệu tham khảo	41

Lời nói đầu

TCVN 7909-2-4: 2008 hoàn toàn tương đương với IEC 61000-2-4: 2002;

TCVN 7909-2-4: 2008 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E9
Tương thích điện từ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng
đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

TCVN 7909-2-4: 2008 là một phần của bộ Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7909.

Hiện tại, bộ Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7909 (IEC 61000) đã có các phần dưới đây, có tên gọi chung là Tương thích điện từ.

Phần 1-1, Qui định chung – Ứng dụng và giải thích các thuật ngữ và định nghĩa cơ bản

Phần 1-2, Qui định chung – Phương pháp luận để đạt được an toàn chức năng của thiết bị điện và điện tử liên quan đến hiện tượng điện từ

Phần 1-5, Qui định chung – Ảnh hưởng của điện từ công suất lớn (HPEM) trong khu dân cư

Phần 2-2, Môi trường – Mức tương thích đối với nhiễu dẫn tần số thấp và tín hiệu truyền trong hệ thống cung cấp điện hạ áp công cộng

Phần 2-4, Môi trường – Mức tương thích đối với nhiễu dẫn tần số thấp trong khu công nghiệp

Phần 2-6, Môi trường – Đánh giá mức phát xạ liên quan đến nhiễu dẫn tần số thấp trong cung cấp điện của khu công nghiệp

Tương thích điện từ (EMC) –

Phần 2-4: Môi trường – Mức tương thích đối với nhiễu dẫn tần số thấp trong khu công nghiệp

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đề cập đến nhiễu dẫn trong dải tần từ 0 kHz đến 9 kHz. Tiêu chuẩn này đưa ra các mức tương thích bằng số đối với hệ thống phân phối điện công nghiệp nhưng không phải hệ thống công cộng, có điện áp danh nghĩa đến 35 kV và tần số danh nghĩa 50 Hz hoặc 60 Hz.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho hệ thống cung cấp điện trên phương tiện hàng hải, phương tiện hàng không, giàn đỡ ngoài khơi và phương tiện đường sắt.

Mức tương thích qui định trong tiêu chuẩn này áp dụng tại điểm ghép nối đến máy móc thiết bị. Tại đầu nối điện vào của thiết bị nhận nguồn cung cấp từ hệ thống nêu trên, có thể lấy mức khắc nghiệt của nhiễu là mức tại điểm ghép nối trong khu công nghiệp cho hầu hết bộ phận. Trong một số trường hợp thì không như vậy, đặc biệt là trong trường hợp đường dây dài được thiết kế riêng để cung cấp điện cho phụ tải riêng biệt, hoặc trong trường hợp nhiễu được tạo ra hoặc được khuếch đại nằm bên trong hệ thống lắp đặt mà thiết bị là một phần của hệ thống đó.

Mức tương thích được qui định cho các loại nhiễu điện từ có thể xuất hiện tại điểm ghép nối đến máy móc thiết bị (IPC) bên trong khu công nghiệp hoặc các mạng điện không phải là hệ thống công cộng khác, để hướng dẫn cho các công việc:

a) đặt các giới hạn cho nhiễu phát xạ vào hệ thống cung cấp điện công nghiệp (kể cả các mức dự kiến định nghĩa trong 3.1.5);

CHÚ THÍCH 1: Các điều kiện có thể có phạm vi rất rộng trong môi trường điện từ của mạng điện công nghiệp và các mạng điện không công cộng khác. Chúng được ước tính trong tiêu chuẩn này theo ba loại, được mô tả trong

TCVN 7909-2-4 : 2008

điều 4. Tuy nhiên, người vận hành mạng lưới đó có trách nhiệm tính đến các điều kiện điện từ và kinh tế cụ thể, kể cả đặc tính thiết bị, trong việc thiết lập các giới hạn được đề cập nêu trên.

b) chọn mức miễn nhiễm đối với thiết bị trong các hệ thống này.

Hiện tượng nhiễu cần quan tâm là:

- sai lệch điện áp;
- sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn;
- mất cân bằng điện áp;
- biến thiên tần số nguồn;
- hài đến bậc 50;
- hài trung gian đến hài bậc 50;
- thành phần điện áp ở tần số cao hơn (cao hơn hài bậc 50);
- các thành phần một chiều;
- quá điện áp quá độ.

Mức tương thích được đưa ra cho các loại môi trường điện từ khác nhau được xác định từ các đặc trưng của mạng lưới cung cấp.

CHÚ THÍCH 2: Mức tương thích tại điểm ghép nối chung (PCC) trên mạng lưới công cộng được qui định trong IEC 61000-2-2 đối với mạng điện hạ áp và IEC 61000-2-12 đối với mạng điện trung áp. Báo cáo kỹ thuật IEC 61000-3-6 và IEC 61000-3-7 mô tả cách tiếp cận của nhà cung cấp có thẩm quyền để giới hạn phát xạ từ hệ thống lắp đặt hoặc phụ tải lớn.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu có ghi năm công bố, chỉ áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố, áp dụng bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2), Tương thích điện từ (EMC) – Phần 2-2: Môi trường – Mức tương thích đối với nhiễu dẫn tần số thấp và tín hiệu truyền trong hệ thống cung cấp điện hạ áp công cộng

IEC 60050-101, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 101: Mathematics (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 101: Toán học)

IEC 60050-161, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 161: Tương thích điện từ)

IEC 60050-551, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 551: Điện tử công suất)

IEC 61000-2-12, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-12: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public medium-voltage power supply systems (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 2-12: Môi trường – Mức tương thích đối với nhiễu dẫn tần số thấp và tín hiệu truyền trong hệ thống cung cấp điện trung áp công cộng)

3 Định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa cho trong chương 161 và các phần 101 và 551 của IEC 60050 (IEV), cùng với các định nghĩa dưới đây.

3.1 Định nghĩa chung

3.1.1

Nhiễu (điện từ) ((electromagnetic) disturbance)

Mọi hiện tượng điện từ có thể làm cho tính năng của thiết bị điện trệch khỏi tính năng dự kiến của nó khi được đặt vào môi trường điện từ.

[IEV 161-01-05, có sửa đổi]

3.1.2

Mức nhiễu (disturbance level)

Lượng hoặc độ lớn của nhiễu điện từ, được đo và đánh giá theo cách qui định.

[IEV 161-03-01, có sửa đổi]

3.1.3

Tương thích điện từ (electromagnetic compatibility)

EMC

Khả năng hoạt động thoả đáng của thiết bị hoặc hệ thống trong môi trường điện từ của nó mà không tạo ra nhiễu điện từ quá mức cho bất kỳ vật gì trong môi trường đó.

[IEV 161-01-07]

CHÚ THÍCH 1: Tương thích điện từ là điều kiện của môi trường điện từ sao cho, với tất cả các hiện tượng, mức phát xạ nhiễu đủ thấp và mức miễn nhiễm đủ cao để tất cả các cơ cấu, thiết bị và hệ thống làm việc như dự kiến.

CHÚ THÍCH 2: Tương thích điện từ chỉ đạt được nếu mức phát xạ và mức miễn nhiễm được khống chế sao cho, các mức miễn nhiễm của cơ cấu, thiết bị và hệ thống ở bất kỳ vị trí nào cũng không vượt quá mức nhiễu gây ra do phát xạ tích lũy của tất cả các nguồn và các yếu tố khác tại vị trí đó, ví dụ như trở kháng mạch điện. Vì vậy, nếu xác suất trệch khỏi tính năng dự kiến hoặc xác suất của những ảnh hưởng bất lợi đủ thấp thì được xem là tương thích. Xem 61000-2-1, điều 4.

CHÚ THÍCH 3: Trong trường hợp có yêu cầu, tương thích có thể được hiểu là đề cập đến nhiễu đơn lẻ hoặc nhóm các nhiễu.

CHÚ THÍCH 4: Tương thích điện từ là thuật ngữ cũng được sử dụng để mô tả lĩnh vực nghiên cứu các ảnh hưởng điện từ bất lợi mà cơ cấu, thiết bị và hệ thống phải chịu lẫn nhau hoặc từ các hiện tượng điện từ.

3.1.4

Mức tương thích (điện từ) ((electromagnetic) compatibility level)

Mức nhiễu điện từ qui định được sử dụng làm mức chuẩn trong môi trường qui định để phối hợp chế độ đặt của giới hạn phát xạ và miễn nhiễm.

CHÚ THÍCH: Theo qui ước, mức tương thích được chọn sao cho xác suất bất gặp vượt quá mức nhiễu thực tế là nhỏ.

[IEV 161-03-10, có sửa đổi]

3.1.5

Mức lập kế hoạch (planning level)

Mức nhiễu cụ thể trong môi trường cụ thể, được chấp nhận làm giá trị chuẩn cho các giới hạn cần đặt cho các phát xạ từ phụ tải lớn và hệ thống lắp đặt, để phối hợp các giới hạn đó với tất cả các giới hạn đã được chấp nhận của thiết bị dự kiến nối vào hệ thống cung cấp điện.

CHÚ THÍCH: Mức lập kế hoạch mang tính cục bộ, và được chấp nhận bởi tổ chức chịu trách nhiệm lập kế hoạch và vận hành mạng lưới cung cấp điện cho khu vực liên quan. Để có thêm thông tin, xem Phụ lục A của TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2).

3.1.6

Điểm ghép nối chung (point of common coupling)

PCC

Điểm gắn nhất về điện với một phụ tải cụ thể, trong mạng lưới cung cấp điện công cộng, tại đó các phụ tải khác được nối vào hoặc có thể nối vào.

[IEV 161-07-15, có sửa đổi]

3.1.7

Điểm ghép nối đến máy móc thiết bị (in-plant point of coupling)

IPC

Điểm gắn nhất về điện với một phụ tải cụ thể, trong mạng lưới bên trong hệ thống hoặc bên trong hệ thống lắp đặt, tại đó các phụ tải khác được nối vào hoặc có thể được nối vào.

CHÚ THÍCH: IPC thường là điểm mà mức tương thích điện từ cần được quan tâm.

3.2 Định nghĩa liên quan đến các hiện tượng

Các định nghĩa liên quan đến các hài dưới đây đều dựa trên việc phân tích điện áp hoặc dòng điện hệ thống bằng phương pháp biến đổi Fourier rời rạc (DFT). Đây là ứng dụng cụ thể của biến đổi Fourier như định nghĩa trong IEC 101-13-09. Xem Phụ lục A.

CHÚ THÍCH: Biến đổi Fourier của hàm số theo thời gian, chu kỳ hoặc không chu kỳ, là hàm số trong miền tần số và được xem như phổ tần số của hàm thời gian, hoặc phổ đơn thuần. Nếu hàm thời gian là chu kỳ thì phổ là các

đường (hoặc các thành phần) rời rạc. Nếu hàm thời gian không chu kỳ thì phổ là hàm liên tục, thể hiện tất cả các thành phần ở mọi tần số.

Các định nghĩa khác liên quan đến hài hoặc hài trung gian được nêu trong IEC và các tiêu chuẩn khác. Một số trong số các định nghĩa khác này, mặc dù không được sử dụng trong tiêu chuẩn này nhưng vẫn được đề cập trong Phụ lục A.

3.2.1

Tần số cơ bản (fundamental frequency)

Tần số trong một phổ, có được từ biến đổi Fourier của hàm thời gian, mà tất cả các tần số khác của phổ được lấy làm căn cứ. Trong tiêu chuẩn này, tần số cơ bản là tần số nguồn cung cấp.

[IEV 101-14-50, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp hàm chu kỳ, tần số cơ bản thường bằng với tần số của chính hàm đó. (Xem A.1).

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp có nghi ngờ, tần số nguồn cung cấp cần được tham chiếu đến cực tính và tốc độ quay của (các) máy phát đồng bộ cấp điện cho hệ thống.

CHÚ THÍCH 3: Định nghĩa này có thể được áp dụng cho mạng lưới cung cấp điện công nghiệp bất kỳ, không quan tâm đến phụ tải mà nó cung cấp (phụ tải đơn lẻ hoặc phối hợp các phụ tải, máy điện quay hoặc các phụ tải khác), ngay cả nếu máy phát cấp điện cho mạng điện là bộ chuyển đổi bán dẫn.

3.2.2

Thành phần cơ bản (fundamental component)

Thành phần có tần số bằng tần số cơ bản.

3.2.3

Tần số hài (harmonic frequency)

Tần số bằng số nguyên lần của tần số cơ bản. Tỷ số giữa tần số hài và tần số cơ bản là bậc của hài (ký hiệu khuyến cáo: h).

3.2.4

Thành phần hài (harmonic component)

Tất cả các thành phần có tần số hài. Giá trị của thành phần hài thường được biểu diễn bằng giá trị hiệu dụng.

Để rút gọn, thành phần này có thể được gọi đơn giản là hài.

3.2.5

Tần số hài trung gian (interharmonic frequency)

Tất cả các tần số không phải là số nguyên lần của tần số cơ bản.

TCVN 7909-2-4 : 2008

CHÚ THÍCH 1: Mở rộng bậc của hài, bậc của hài trung gian là tỷ số giữa tần số hài trung gian và tần số cơ bản. Tỷ số này không phải là số nguyên. (Ký hiệu khuyến cáo: m).

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp $m < 1$, có thể sử dụng thuật ngữ tần số hài phụ.

3.2.6

Thành phần hài trung gian (interharmonic component)

Thành phần có tần số hài trung gian. Giá trị của nó thường được biểu diễn bằng giá trị hiệu dụng.

Để rút gọn, thành phần này được gọi đơn giản là "hài trung gian".

CHÚ THÍCH: Với mục đích của tiêu chuẩn này và như được nêu trong IEC 61000-4-7, cửa sổ thời gian có chiều rộng là 10 chu kỳ cơ bản (hệ thống 50 Hz) hoặc 12 chu kỳ cơ bản (hệ thống 60 Hz), tức là xấp xỉ 200 ms. Do đó, hiệu tần số giữa hai thành phần hài trung gian liên tiếp xấp xỉ là 5 Hz.

3.2.7

Méo hài tổng (total harmonic distortion)

THD

Tỷ số giữa giá trị hiệu dụng của tổng các thành phần hài đến bậc qui định (ký hiệu khuyến cáo: H) và giá trị hiệu dụng của thành phần cơ bản.

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

trong đó

- Q thể hiện dòng điện hoặc điện áp
- Q_1 là giá trị hiệu dụng của thành phần cơ bản
- h là bậc của hài
- Q_h là giá trị hiệu dụng của thành phần hài bậc h
- H là 50 dùng cho mức tương thích trong tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: THD chỉ tính đến các hài. Trong trường hợp có các hài trung gian, xem A.3.1.

3.2.8

Mất cân bằng điện áp (không cân bằng) (voltage unbalance (imbalance))

Một tình trạng trong hệ thống nhiều pha, trong đó có chênh lệch giữa các giá trị hiệu dụng của điện áp pha-pha (thành phần cơ bản), hoặc giữa các góc pha của các điện áp pha liên tiếp. Độ mất cân bằng thường được biểu diễn là các tỷ số giữa thành phần thứ tự nghịch, thành phần thứ tự không so với thành phần thứ tự thuận.

[IEV 161-08-09, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH 1: Nhìn chung, mất cân bằng điện áp, liên quan đến hệ thống ba pha, được xem là chỉ liên quan đến thành phần thứ tự nghịch. Tuy nhiên, trong một số trường hợp cần xem xét thêm thành phần thứ tự không.

CHÚ THÍCH 2: Một số phép tính gần đúng đem lại kết quả tính toán hợp lý đối với các mức không cân bằng thường gặp (tỷ số giữa thành phần thứ tự nghịch với thành phần thứ tự thuận), ví dụ:

$$\text{Mất cân bằng điện áp} = \sqrt{\frac{6 \times (U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)}{(U_{12} + U_{23} + U_{31})^2} - 2}$$

trong đó U_{12} , U_{23} và U_{31} là ba điện áp pha-pha cơ bản.

3.2.9

Sai lệch điện áp (voltage deviation)

Việc tăng hoặc giảm giá trị hiệu dụng của điện áp nguồn do biến đổi tải trên lưới cung cấp hoặc một phần của lưới, hoặc do thay đổi điện áp đột ngột có lặp lại, hoặc không lặp lại do tải thay đổi đột ngột (xem đoạn thứ nhất của 4.2 của TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2); không tính đến phần quá độ mà không có các hiệu ứng duy trì.

CHÚ THÍCH: Sai lệch điện áp có thể thay đổi nhanh do sự thích nghi với các điều kiện phụ tải của mạng điện áp (ví dụ: chuyển đổi theo nấc điện áp của máy biến áp, ảnh hưởng thường xuyên của việc đóng cắt dây tụ điện). Biến động điện áp, có thể gây ra chập chờn là một hiện tượng khác (một chuỗi thay đổi điện áp hoặc điện áp thay đổi theo chu kỳ). Biến thiên điện áp và biến động điện áp là kiểu thay đổi điện áp chủ yếu.

3.2.10

Sụt áp (giảm áp) (voltage dip (voltage sag))

Suy giảm đột ngột điện áp tại điểm cụ thể trên hệ thống cung cấp điện xuống thấp hơn điện áp ngưỡng giảm và được phục hồi sau thời gian ngắn.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường, sụt áp được kết hợp với sự xuất hiện và kết thúc ngắn mạch hoặc dòng điện tăng quá mức trên hệ thống hoặc hệ thống lắp đặt được nối với nó.

CHÚ THÍCH 2: Nói chung, ngưỡng tương ứng với giá trị nhỏ nhất của khoảng dung sai.

3.2.11

Quá điện áp quá độ (transient overvoltage)

Quá điện áp dao động hoặc không dao động, bị làm nhụt cao và có thời gian đến vài mili giây. Mức tương thích liên quan đến giá trị đỉnh pha-đất.

CHÚ THÍCH: Quá điện áp quá độ thường có nguồn gốc từ khí quyển hoặc khi thao tác trong mạng điện (đóng cắt, cầu chảy). Thời gian tăng có thể từ nhỏ hơn 1 μ s đến vài mili giây.

4 Phân loại môi trường điện từ

Có thể xác định được một số loại môi trường điện từ nhưng để đơn giản, chỉ có ba loại được xem xét và ấn định trong tiêu chuẩn này, bao gồm:

TCVN 7909-2-4 : 2008

- Loại 1 Loại này áp dụng cho nguồn có bảo vệ và có các mức tương thích nhỏ hơn mức tương thích trong mạng công cộng. Loại 1 liên quan đến việc sử dụng các thiết bị rất nhạy với nhiễu trong nguồn cung cấp, ví dụ, dụng cụ đo điện trong phòng thí nghiệm, một số thiết bị tự động và thiết bị bảo vệ, một số loại máy tính, v.v...
- Loại 2 Loại này thường áp dụng cho PCC và IPC trong môi trường công nghiệp và mạng không công cộng khác. Mức tương thích của loại này nói chung giống hệt như mức tương thích của mạng công cộng. Do đó, các thành phần được thiết kế để cấp điện từ mạng công cộng có thể được sử dụng trong loại môi trường công nghiệp này.
- Loại 3 Loại này chỉ áp dụng cho IPC trong môi trường công nghiệp. Nó có mức tương thích cao hơn mức tương thích của môi trường loại 2 đối với một số hiện tượng nhiễu. Ví dụ, loại này cần được xem xét khi các điều kiện dưới đây được đáp ứng:
- phần lớn tải được cấp điện qua bộ chuyển đổi;
 - có máy hàn;
 - động cơ cỡ lớn khởi động thường xuyên;
 - tải thay đổi đột ngột.

Không thể xác định được loại nào ưu tiên cho khu công nghiệp mới và các phần mở rộng của khu công nghiệp đã có mà nên qui về loại thiết bị và qui trình cần xem xét.

CHÚ THÍCH 1: Môi trường loại 1 thường có các thiết bị đòi hỏi được bảo vệ bằng thiết bị khác như hệ thống nguồn không bị gián đoạn (UPS), bộ lọc hoặc bộ chống sét.

CHÚ THÍCH 2: Trong một số trường hợp, thiết bị có độ nhạy cao có thể đòi hỏi mức tương thích thấp hơn mức tương thích tương ứng với môi trường loại 1. Do đó, các mức tương thích được thoả thuận theo từng trường hợp (môi trường có khống chế).

CHÚ THÍCH 3: Nguồn cung cấp cho tải gây nhiễu cao, ví dụ như lò hồ quang và bộ chuyển đổi cỡ lớn thường được cấp nguồn từ thanh cái phân phối, thường có mức nhiễu lớn hơn môi trường loại 3 (môi trường khắc nghiệt). Trong các trường hợp đặc biệt này, mức tương thích nên dựa trên thoả thuận.

CHÚ THÍCH 4: Khi tính đến tính đa dạng của môi trường công nghiệp thì các loại môi trường khác nhau có thể liên quan đến hiện tượng khác nhau trong mạng lưới đã cho bất kỳ.

5 Mức tương thích

5.1 Dẫn giải chung

Mức tương thích được thiết lập cho các nhiễu khác nhau chỉ dựa trên một cơ sở riêng. Tuy nhiên, môi trường điện từ lại thường có đồng thời một số nhiễu, và tính năng của một số thiết bị có thể bị suy giảm do sự phối hợp cụ thể của các nhiễu. Xem điều A.2 của TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2).

Các mức tương thích được nêu trong các bảng từ Bảng 1 đến Bảng 5. Xem thêm hướng dẫn đối với các hài trung gian trong Phụ lục C.

IPC cần được phân loại theo mức tương thích của chúng. Để cho phép chọn lựa thiết bị hoặc cơ cấu cụ thể như máy điện quay, tổ hợp tụ điện công suất, bộ lọc, có thể cần có mô tả cụ thể về độ sai lệch điện áp có thể xuất hiện tại các đầu nối của thiết bị. Ban kỹ thuật chịu trách nhiệm về tiêu chuẩn sản phẩm liên quan sẽ qui định các thông tin để tạo thuận tiện cho việc chọn lựa đúng các bộ phận hợp thành. Ban kỹ thuật cũng cần tính đến các mức tương thích trong tiêu chuẩn này khi qui định các điều kiện để vận hành thiết bị.

Mức tương thích được cho tại IPC nhưng điều này không có nghĩa là nhiều tại các mức tương thích này sẽ thoả mãn các yêu cầu về phát xạ tại PCC. Vấn đề này cần được xem xét cẩn thận khi chọn thiết bị.

CHÚ THÍCH 1: Thiết bị làm việc trong môi trường loại 1 thường là thiết bị hạ áp.

CHÚ THÍCH 2: Để minh họa các mức nhiễu gây ra do bộ chuyển đổi nguồn trong các môi trường công nghiệp khác nhau, có một số ví dụ về kết quả tính toán được nêu trong Phụ lục B.

CHÚ THÍCH 3: Mức tương thích của môi trường loại 3 đề cập đến các nhiễu có thể có trong môi trường công nghiệp. Đối với hệ thống lắp đặt cụ thể, chỉ một số loại nhiễu xuất hiện với mức thuộc về môi trường loại 3. Vì thiết bị hoặc máy móc có độ nhạy khác nhau với các loại nhiễu khác nhau nên thiết bị hoặc máy móc qui định có thể được sử dụng có điều kiện với nguồn cung cấp của môi trường loại 3 tùy thuộc vào mức nhiễu thực tế.

CHÚ THÍCH 4: Mức nhiễu, có biến đổi cả về thời gian và vị trí, không thể kiểm soát được tại tất cả các vị trí và tại mọi thời điểm. Do đó, cần đánh giá toàn bộ hệ thống công nghiệp đang xét hơn là đánh giá ở vị trí cụ thể trong hệ thống đó.

5.2 Sai lệch điện áp

Xem Bảng 1. Đối với môi trường loại 3, sai lệch điện áp xảy ra ở điện áp cung cấp trong dải từ $0,85 U_C$ đến $0,9 U_C$ có thể xảy ra trong thời gian không quá 60 s. Với thời gian dài hơn, áp dụng dải từ $0,9 U_C$ đến $1,1 U_C$.

CHÚ THÍCH 1: Biến động điện áp dẫn đến chập chờn thường chỉ liên quan đến thiết bị chiếu sáng. Thiết bị này nên được nối với nguồn cung cấp của môi trường loại 2. Áp dụng các mức tương thích của TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2).

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp nhất định, một số thiết bị có thể nhạy với sự thay đổi đột ngột điện áp.

5.3 Sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn

Đối với IPC của môi trường loại 1, bảo vệ bằng UPS được quan tâm và có thể không xảy ra sụt áp.

Về các khía cạnh khác của các hiện tượng này, xem Điều B.3.

5.4 Mất cân bằng điện áp (không cân bằng)

Trong tiêu chuẩn này, mất cân bằng điện áp được xem là chỉ liên quan đến thành phần thứ tự nghịch, thành phần này có liên quan đến nhiễu nhiễu có thể có khi các thiết bị nối với hệ thống cung cấp điện

TCVN 7909-2-4 : 2008

được đề cập trong tiêu chuẩn này. Trong tiêu chuẩn này, mất cân bằng điện áp được xem là có liên quan đến hiệu ứng dài hạn, tức là trong thời gian lớn hơn hoặc bằng 10 min.

CHÚ THÍCH 1: Một số thiết bị bảo vệ có thể nhạy với thành phần điện áp thứ tự không. Cần cẩn thận với khía cạnh này ở mức lắp đặt.

CHÚ THÍCH 2: Điện áp thứ tự không liên quan chủ yếu đến các hài là bội số của 3.

CHÚ THÍCH 3: Bộ chuyển đổi điện tử tạo ra các bậc hài đặc trưng do dạng hình học của chúng khi sử dụng trong điều kiện làm việc danh định. Các điều kiện làm việc khác nhau như mất cân bằng, thời điểm đổi chiều không lý tưởng, v.v..., có thể là nguyên nhân tạo ra các bậc hài khác.

Mất cân bằng điện áp, gây ra do tải một pha được nối pha-pha, trên thực tế bằng với tỷ số giữa công suất tải và công suất ngắn mạch mạng lưới ba pha. Nếu không có tải một pha đáng kể thì có thể áp dụng mức tương thích của môi trường loại 2.

5.5 Biến thiên tần số nguồn tạm thời

Mức tương thích của độ lệch tần số nguồn của mạng điện công cộng áp dụng cho khu công nghiệp được cấp từ nguồn cấp điện công cộng.

Phần lớn, dải biến thiên trong phạm vi 1 Hz của tần số danh định như được chỉ ra trong 4.8 của TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2). Trong trường hợp liên kết đồng bộ được thực hiện trên đất liền, sự biến thiên thường nhỏ hơn rất nhiều.

Mức tương thích đối với biến thiên tần số tạm thời so với tần số danh nghĩa là ± 1 Hz. Sai lệch tần số ở trạng thái ổn định so với tần số danh nghĩa là nhỏ hơn rất nhiều.

CHÚ THÍCH 1: Đối với một số thiết bị, tốc độ thay đổi tần số là rất đáng quan tâm.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp hệ thống cung cấp độc lập với mạng lưới công cộng, biến đổi tần số đến ± 4 % là có thể xảy ra. Mức tương thích thực tế trong trường hợp này cần dựa trên thoả thuận.

5.6 Hài

Mức tương thích đối với các thành phần hài riêng rẽ của điện áp phải được hiểu là liên quan đến các hài gần như ổn định hoặc hài ổn định và được lấy làm các giá trị chuẩn đối với cả hiệu ứng dài hạn và hiệu ứng rất ngắn hạn.

Hiệu ứng dài hạn liên quan chủ yếu đến hiệu ứng nhiệt trên cáp, máy biến áp, động cơ, tụ điện, v.v... Hiệu ứng dài hạn xuất hiện từ các mức hài được duy trì trong thời gian lớn hơn hoặc bằng 10 min.

Liên quan đến hiệu ứng dài hạn, mức tương thích đối với các thành phần hài riêng rẽ của điện áp được nêu trong Bảng 2 đến Bảng 4. Mức tương thích tương ứng đối với méo hài tổng được nêu trong Bảng 5.

Hiệu ứng rất ngắn hạn liên quan chủ yếu đến các hiệu ứng gây nhiễu trên các cơ cấu điện tử dễ bị ảnh hưởng bởi mức hài được duy trì trong 3 s hoặc ngắn hơn. Không tính đến các quá độ.

Liên quan đến hiệu ứng rất ngắn hạn ở môi trường loại 1 và loại 3, mức tương thích đối với các thành phần hài riêng rẽ của điện áp và méo hài tổng là 1,5 lần giá trị nêu trong Bảng 2 đến Bảng 5.

Ở môi trường loại 2, mức tương thích là các giá trị trong Bảng 2 đến Bảng 4 nhân với hệ số k , trong đó k được tính như sau:

$$k = 1,3 + \frac{0,7}{45} \times (h - 5)$$

Mức tương thích tương ứng đối với méo hài tổng ở môi trường loại 2 là 8 % ($THD = 8\%$) liên quan đến hiệu ứng rất ngắn hạn.

CHÚ THÍCH 1: Các phiếu góp trong cổ góp, trong chừng mực góp phần vào các mức hài của điện áp cung cấp, được bao trùm bởi mức tương thích nêu ở trên. Các khía cạnh khác (ví dụ, ảnh hưởng của chúng lên cổ góp của bộ chuyển đổi khác hoặc ảnh hưởng bất kỳ lên thiết bị khác kéo theo các thành phần hài bậc cao hơn của phổ) yêu cầu có mô tả miền thời gian (xem tiêu chuẩn sản phẩm liên quan).

CHÚ THÍCH 2: Tụ điện hiệu chỉnh hệ số công suất cần được nối qua các cuộn kháng nối tiếp ở bất kỳ vị trí nào mà chúng được sử dụng trong mạng lưới công nghiệp, đặc biệt là các tụ điện được thiết kế để nối với IPC của môi trường loại 3. Trong trường hợp có thể xuất hiện hài trung gian thì có nguy cơ cộng hưởng, và điều này cần được kiểm tra cẩn thận. Trong trường hợp có bằng chứng rõ ràng là không có cộng hưởng và các giá trị hài bậc cao hơn nhỏ hơn nhiều so với giá trị đã cho đối với môi trường loại 3 thì có thể không cần các cuộn kháng nối tiếp nhưng điều này cần được kiểm tra cẩn thận.

CHÚ THÍCH 3: Các giá trị qui định cho méo hài tổng không liên quan đến thiết bị hoặc máy móc cụ thể, nhưng có liên quan đến sự xuất hiện đồng thời của một số thành phần hài ở biên độ lớn.

5.7 Hài trung gian

Phụ lục C cung cấp thông tin về nguồn, các ảnh hưởng và phương pháp giảm nhẹ liên quan đến hài trung gian. Phụ lục này cũng cung cấp các mức nhiễu để hướng dẫn cho đến khi có nhiều kinh nghiệm hơn để có thể xây dựng tài liệu về mức tương thích.

Trong tiêu chuẩn này, chỉ đưa ra mức tương thích cho trường hợp điện áp hài trung gian xuất hiện ở tần số sát với tần số cơ bản (50 Hz hoặc 60 Hz), dẫn đến thay đổi độ lớn của điện áp cung cấp.

Trong các điều kiện này, các tải nhất định nhạy với bình phương điện áp, đặc biệt là thiết bị chiếu sáng, thể hiện hiệu ứng phách, gây ra chập chờn. (Xem chú thích 1 ở 5.2). Tần số phách là hiệu giữa các tần số của hai điện áp trùng nhau, tức là giữa tần số hài trung gian và tần số cơ bản.

CHÚ THÍCH 1: Với bậc của hài trung gian nhỏ hơn 0,2, mức tương thích được xác định bởi các yêu cầu về độ chập chờn, với $P_{st} = 1$. Với mục đích này, mức khắc nghiệt của chập chờn cần được tính theo Phụ lục A của IEC 61000-3-7 sử dụng hệ số hình dáng cho trước đối với biến động điện áp chu kỳ và hình sin. Giá trị thoả đáng của hệ số hình dáng là 0,8 đối với $0,04 < m \leq 0,2$ và 0,4 đối với $m \leq 0,04$.

TCVN 7909-2-4 : 2008

CHÚ THÍCH 2: Trường hợp tương tự có thể xảy ra khi có mức điện áp đáng kể ở tần số hài (đặc biệt là bậc 3 hoặc 5) trùng với điện áp hài trung gian ở tần số gần đó. Ảnh hưởng này cần được đánh giá theo Hình 1, với biên độ là tích của biên độ tương đối của hài và điện áp hài trung gian của tần số phách ban đầu. Kết quả này hiếm khi đáng kể.

Mức tương thích đối với điện áp hài trung gian trong trường hợp trên, biểu diễn bằng tỷ số của biên độ của nó với biên độ của thành phần cơ bản, chỉ ra trên Hình 1 là hàm của tần số phách. Mức tương thích được dựa trên mức chấp chừa với $P_{st} = 1$ đối với các bóng đèn làm việc ở 120 V và 230 V và chỉ áp dụng được cho mạch điện có thiết bị chiếu sáng.

5.8 Thành phần điện áp ở tần số cao hơn (lớn hơn hài bậc 50)

Méo dạng sóng điện áp có thể đến mức tương đương với việc xếp chồng các điện áp ở các tần số, một số tần số này lớn hơn rất nhiều so với tần số của hài bậc 50. Trong trường hợp các điện áp tần số cao hơn này nói chung không đáng kể cho dù chúng là hài hoặc hài trung gian. Chúng có thể xuất hiện ở cả tần số rời rạc và băng tần tương đối rộng.

Cho đến khi có nhiều kinh nghiệm hơn để có thể xây dựng tài liệu về mức tương thích thì Phụ lục C.3 cung cấp các mức để hướng dẫn.

5.9 Quá điện áp quá độ

Độ lớn tương đối của các quá độ thường là hàm của thời gian, tần số và của mức điện áp của mạng điện. Xem Điều B.4 để có thảo luận về hiện tượng này.

5.10 Thành phần một chiều

Điện áp của hệ thống cung cấp điện công nghiệp được đề cập trong tiêu chuẩn này thường không có thành phần một chiều ở mức đáng kể. Tuy nhiên, thành phần này có thể nảy sinh do sự mất đối xứng nhẹ của tải điều khiển được nối trực tiếp mà không có biến áp chuyên dụng.

Điểm tới hạn là mức của dòng điện một chiều. Giá trị của điện áp một chiều không chỉ phụ thuộc vào dòng điện một chiều mà còn phụ thuộc vào các yếu tố khác, đặc biệt là điện trở của mạng lưới tại điểm cần xét. Do đó, không qui định mức tương thích đối với điện áp một chiều.

Thành phần một chiều có thể gây ra độ từ hoá không đối xứng trong máy biến áp, dẫn đến quá nhiệt và phát xạ điện áp hài. Hơn nữa, nếu chạy xuống đất, dòng điện một chiều này dẫn đến tăng độ ăn mòn các phần cố định bằng kim loại chôn dưới đất.

6 Mức tương thích

Mức tương thích đối với dung sai điện áp, mất cân bằng điện áp và biến thiên tần số nguồn được nêu trong Bảng 1 dưới đây.

Mức tương thích đối với các hài được chỉ ra trong Bảng 2 đến Bảng 4.

Mức tương thích đối với méo hài tổng được thể hiện trong Bảng 5.

Mức tương thích hài trung gian được biểu diễn ở Hình 1.

Bảng 1 – Mức tương thích đối với dung sai điện áp, mất cân bằng điện áp và biến thiên tần số nguồn

Nhiều	Môi trường loại 1	Môi trường loại 2	Môi trường loại 3
Dung sai điện áp, liên quan đến điện áp danh nghĩa U_N : $\Delta U/U_N$	$\pm 8 \%$	$\pm 10 \%$ ^a	+10 % đến -15 % ^b
Mất cân bằng điện áp U_{neg}/U_{pos}	2 %	2 %	3 %
Sai lệch tần số nguồn ^c Δf	± 1 Hz	± 1 Hz	± 1 Hz
^a Giá trị không được xác định trong TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2). ^b Xem 5.2 ^c ± 2 Hz trong trường hợp mạng lưới có cách ly.			

**Bảng 2 – Mức tương thích đối với các hài – Thành phần điện áp hài
Hài lẻ không phải bội số của 3**

Bậc h	Môi trường loại 1 U_h %	Môi trường loại 2 U_h %	Môi trường loại 3 U_h %
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
$17 < h \leq 49$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$4,5 \times (17/h) - 0,5$
CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp khi một phần của mạng lưới công nghiệp chuyên dùng cho tải cỡ lớn, phi tuyến thì mức tương thích của môi trường loại 3 đối với phần đó của mạng lưới có thể là 1,2 lần các giá trị nêu trên. Trong các trường hợp này, cần thực hiện các biện pháp phòng ngừa liên quan đến mức miễn nhiệm của thiết bị được nối. Tuy nhiên, ở PCC (mạng lưới công cộng), mức tương thích từ TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2) và IEC 61000-2-12 được ưu tiên.			

Bảng 3 – Mức tương thích đối với các hài – Thành phần điện áp hài
Hài lẻ là bội số của 3

Bậc h	Môi trường loại 1	Môi trường loại 2	Môi trường loại 3
	U_h %	U_h %	U_h %
3	3	5	6
9	1,5	1,5	2,5
15	0,3	0,4	2
21	0,2	0,3	1,75
$21 < h \leq 45$	0,2	0,2	1

CHÚ THÍCH 1: Các mức này áp dụng cho hài thứ tự không.
 CHÚ THÍCH 2: Trong một số trường hợp khi một phần của mạng lưới công nghiệp chuyên dùng cho tải cỡ lớn, phi tuyến thì mức tương thích của môi trường loại 3 đối với phần đó của mạng lưới có thể là 1,2 lần các giá trị nêu trên. Trong các trường hợp này, cần thực hiện các biện pháp phòng ngừa liên quan đến mức miễn nhiệm của thiết bị được nối. Tuy nhiên, ở PCC (mạng lưới công cộng), mức tương thích từ TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2) và IEC 61000-2-12 được ưu tiên.

Bảng 4 – Mức tương thích đối với các hài – Thành phần điện áp hài bậc chẵn

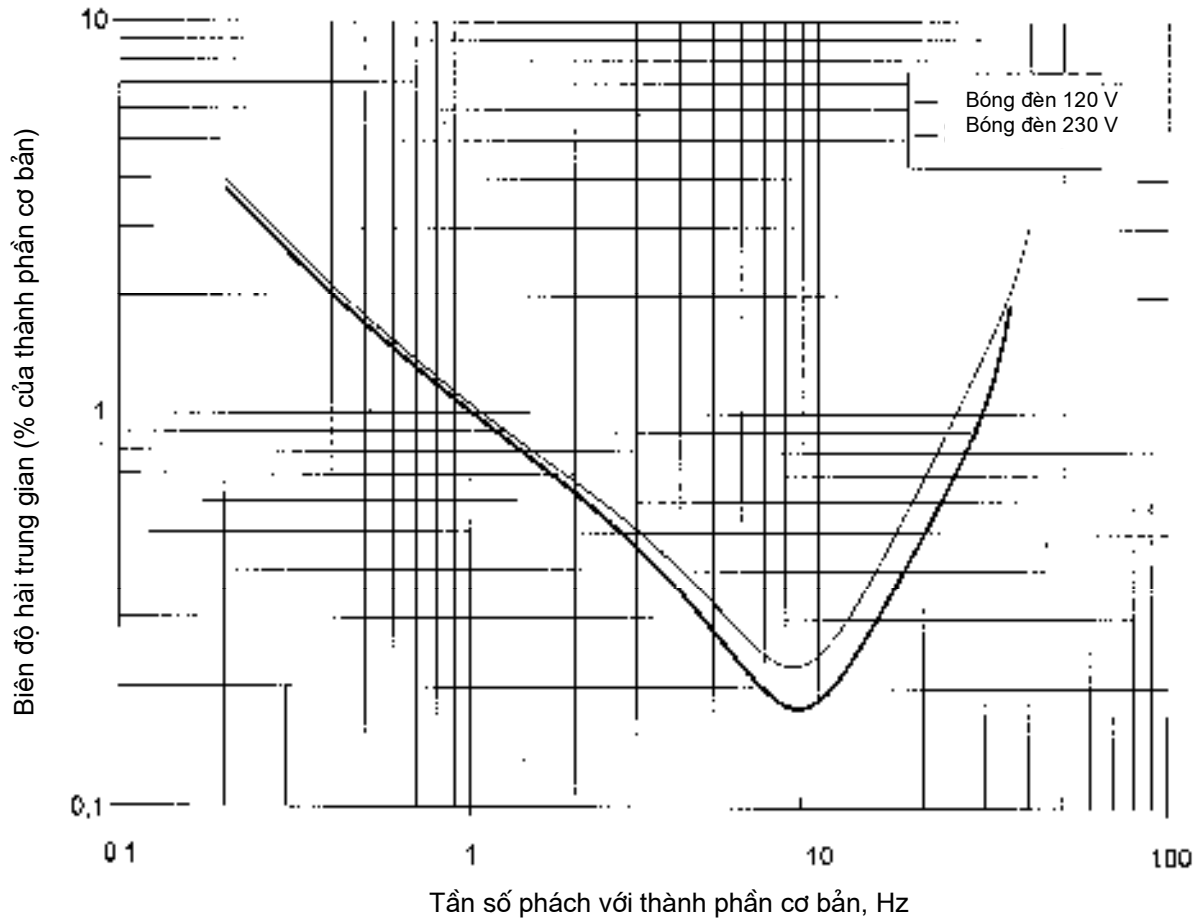
Bậc h	Môi trường loại 1	Môi trường loại 2	Môi trường loại 3
	U_h %	U_h %	U_h %
2	2	2	3
4	1	1	1,5
6	0,5	0,5	1
8	0,5	0,5	1
10	0,5	0,5	1
$10 < h \leq 50$	$0,25 \times (10/h) + 0,25$	$0,25 \times (10/h) + 0,25$	1

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp khi một phần của mạng lưới công nghiệp chuyên dùng cho tải cỡ lớn, phi tuyến thì mức tương thích của môi trường loại 3 đối với phần đó của mạng lưới có thể là 1,2 lần các giá trị nêu trên. Trong các trường hợp này, cần thực hiện các biện pháp phòng ngừa liên quan đến mức miễn nhiệm của thiết bị được nối. Tuy nhiên, ở PCC (mạng lưới công cộng), mức tương thích từ TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2) và IEC 61000-2-12 được ưu tiên.

Bảng 5 – Mức tương thích đối với méo hài tổng

	Môi trường loại 1	Môi trường loại 2	Môi trường loại 3
Méo hài tổng (THD)	5 %	8 %	10 %

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp khi một phần của mạng lưới công nghiệp chuyên dùng cho tải cỡ lớn, phi tuyến thì mức tương thích của môi trường loại 3 đối với phần đó của mạng lưới có thể là 1,2 lần các giá trị nêu trên. Trong các trường hợp này, cần thực hiện các biện pháp phòng ngừa liên quan đến mức miễn nhiệm của thiết bị được nối. Tuy nhiên, ở PCC (mạng lưới công cộng), mức tương thích từ TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2) và IEC 61000-2-12 được ưu tiên.



Mức tương thích đối với các hài trung gian gần tần số cơ bản – hệ thống 230 V và 120 V – ứng với sự cảm nhận chấp chờn được cho trong Hình 1 là hàm của tần số phách, tạo ra kết quả độc lập với tần số hệ thống.

Hình 1 – Mức tương thích hài trung gian

(Đáp tuyến của máy đo mức chấp chờn với $P_{st} = 1$ liên quan đến bóng đèn nung sáng 60 W)

Phụ lục A

(tham khảo)

Giải thích và ví dụ về các hài trung gian

A.1 Phân tích khía cạnh điện áp và dòng điện không hình sin

Méo điện áp nguồn so với dạng sóng sin dự kiến của nó tương đương như xếp chồng một hoặc nhiều điện áp hình sin ở tần số không mong muốn lên điện áp dự kiến của nó. Nội dung dưới đây có hiệu lực cho cả điện áp và dòng điện, do đó sử dụng từ "đại lượng".

Phân tích chuỗi Furie (IEV 101-13-08) cho phép tất cả các đại lượng không hình sin nhưng có chu kỳ được phân tích thành các thành phần hoàn toàn hình sin ở một chuỗi tần số, và cộng thêm thành phần một chiều. Tần số thấp nhất của chuỗi được gọi là tần số cơ bản f_r (IEV 101-14-50). Các tần số khác trong chuỗi là số nguyên lần của tần số cơ bản và được gọi là tần số hài. Các thành phần tương ứng của đại lượng có chu kỳ được đề cập tương ứng là thành phần cơ bản và thành phần hài.

Chuyển đổi Furie (IEV 101-13-09) có thể được áp dụng cho bất kỳ hàm số nào, chu kỳ hoặc không chu kỳ. Kết quả của chuyển đổi này là phổ trong miền tần số, trong trường hợp hàm số thời gian không chu kỳ là liên tục và không có thành phần cơ bản. Trường hợp cụ thể áp dụng cho hàm số có chu kỳ chỉ ra các đường phổ trong miền tần số, trong đó, các đường của phổ là thành phần cơ bản và hài của chuỗi Furie tương ứng.

Chuyển đổi Furie rời rạc (DFT) là ứng dụng cụ thể của chuyển đổi Furie. Trong thực tế, tín hiệu được phân tích trên khoảng thời gian giới hạn (cửa sổ có độ rộng T_w) sử dụng số lượng mẫu hạn chế (M) có tín hiệu thực tế. Kết quả của DFT phụ thuộc vào việc lựa chọn các tham số T_w và M . Nghịch đảo của T_w là tần số cơ sở của DFT, f_b .

DFT áp dụng cho tín hiệu thực tế bên trong cửa sổ. Tín hiệu không được xử lý bên ngoài cửa sổ nhưng được giả thiết là lặp lại giống tín hiệu bên trong cửa sổ. Do đó, tín hiệu thực tế được lấy xấp xỉ bằng tín hiệu ảo là hoàn toàn chu kỳ và có chu kỳ là cửa sổ thời gian.

FFT (chuyển đổi Furie nhanh) là thuật giải đặc biệt cho phép rút ngắn thời gian tính toán. Nó yêu cầu số lượng mẫu (M) là số nguyên lần của 2 ($M = 2^i$). (Nói cách khác, nó yêu cầu tần số lấy mẫu là lũy thừa nguyên có chặn của 2 của thành phần cơ bản). Tuy nhiên, bộ xử lý tín hiệu số hiện đại có khả năng làm cho độ phức tạp trong DFT (bảng hàm số sin và cosin) có thể trở nên kinh tế và linh hoạt hơn so với FFT có chặn tần số.

Để kết quả của DFT áp dụng cho hàm số được xem là có chu kỳ (xem A.2), giống như kết quả của phân tích chuỗi Furie thì tần số cơ bản f_r là số nguyên lần của tần số cơ sở (điều này yêu cầu tần số lấy mẫu cần chính xác là số nguyên lần của tần số cơ sở [$f_s = M \times f_b$]). Việc lấy mẫu đồng bộ là thiết yếu.

Mất đồng bộ có thể làm thay đổi kết quả của phổ, làm xuất hiện thêm các đường phổ và thay đổi biên độ của các đường thực.

Do đó, kỹ thuật đo qui định trong IEC 61000-4-7 và định nghĩa tần số cơ bản ở 3.2.1 thích hợp để áp dụng cho tất cả các sản phẩm kỹ thuật điện và điện tử công suất. Các trường hợp khác cần có xem xét thêm.

Để minh họa, có thể xem xét việc xếp chồng tín hiệu điều khiển nhấp nhô hình sin tại 175 Hz lên điện áp cung cấp hình sin 50 Hz. Sự xếp chồng này tạo ra điện áp chu kỳ có chu kỳ 40 ms và tần số 25 Hz. Phân tích chuỗi Fourier cổ điển của điện áp này cho thành phần cơ bản ở 25 Hz có độ lớn bằng 0 và hai thành phần có độ lớn khác 0, một hài bậc 2 (50 Hz) có độ lớn bằng độ lớn của điện áp cung cấp và một hài bậc 7 (175 Hz) có độ lớn bằng độ lớn của tín hiệu điều khiển nhấp nhô. Các định nghĩa ở 3.2 ngăn ngừa việc nhầm lẫn ẩn trong phương pháp này, và cho kết quả phù hợp với thực tế chung của DFT (như mô tả trong IEC 61000-4-7), chỉ ra thành phần cơ bản ở 50 Hz và hài trung gian bậc 3,5.

CHÚ THÍCH 1: Khi phân tích điện áp của hệ thống cung cấp điện, thành phần ở tần số cơ bản là thành phần có biên độ cao nhất. Khi áp dụng DFT với hàm thời gian không nhất thiết phải đạt được đường đầu tiên trong phổ.

CHÚ THÍCH 2: Khi phân tích dòng điện, thành phần tại tần số cơ bản không nhất thiết phải là thành phần có biên độ cao nhất.

A.2 Hiện tượng biến đổi theo thời gian

Điện áp và dòng điện của hệ thống cung cấp điện điển hình bị ảnh hưởng bởi thao tác đóng cắt liên tục và sự biến đổi của cả tải tuyến tính và tải không tuyến tính. Tuy nhiên, với mục đích phân tích, chúng được xem là tĩnh tại bên trong cửa sổ của phép đo (xấp xỉ 200 ms), là số nguyên lần của chu kỳ của điện áp nguồn cung cấp. Máy phân tích hài được thiết kế để cho kết quả tốt nhất mà công nghệ có thể cung cấp (xem IEC 61000-4-7).

A.3 Định nghĩa các thuật ngữ bổ sung

Các định nghĩa dưới đây bổ sung cho các định nghĩa nêu ở 3.2 và có thể được sử dụng trong thực tế.

A.3.1

Mức độ méo tổng (total distortion content)

Hiệu số của đại lượng xoay chiều và thành phần cơ bản, tất cả đều được xem là hàm số của thời gian.

CHÚ THÍCH: Giá trị hiệu dụng của mức méo tổng là:

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

trong đó

Q_1 là giá trị hiệu dụng của thành phần cơ bản;

Q là tổng giá trị hiệu dụng;

Q có thể thể hiện dòng điện hoặc điện áp.

TCVN 7909-2-4 : 2008

Mức độ méo tổng gồm cả thành phần hài và thành phần hài trung gian.

Xem thêm các định nghĩa IEC 60050-101 (IEC 60050-101) và IEC 60050-551-20 (IEC 60050-551-20).

A.3.2

Tỷ số méo tổng (total distortion ratio)

TDR

Tỷ số giữa giá trị hiệu dụng của mức độ méo tổng và giá trị hiệu dụng của thành phần cơ bản của đại lượng xoay chiều.

[IEV 551-20-14, có sửa đổi]

$$TDR = \frac{TDC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

trong đó

Q_1 là giá trị hiệu dụng của thành phần cơ bản;

Q là tổng giá trị hiệu dụng;

Q có thể thể hiện dòng điện hoặc điện áp.

Phụ lục B

(tham khảo)

Ví dụ về mức nhiễu có thể xảy ra trong mạng lưới công nghiệp điển hình

Phụ lục này nêu các kết quả của phép tính mức nhiễu ở IPC trong một số mạng lưới công nghiệp điển hình. Các trường hợp được nghiên cứu như sau:

- khu công nghiệp cán thép (Bảng B.1; Hình B.1)
- khu công nghiệp cán giấy (Bảng B.1; Hình B.2)
- khu công nghiệp chế tạo (Bảng B.2; Hình B.3)

B.1 Mức nhiễu điện áp do có bộ chuyển đổi lớn trong mạng lưới công nghiệp

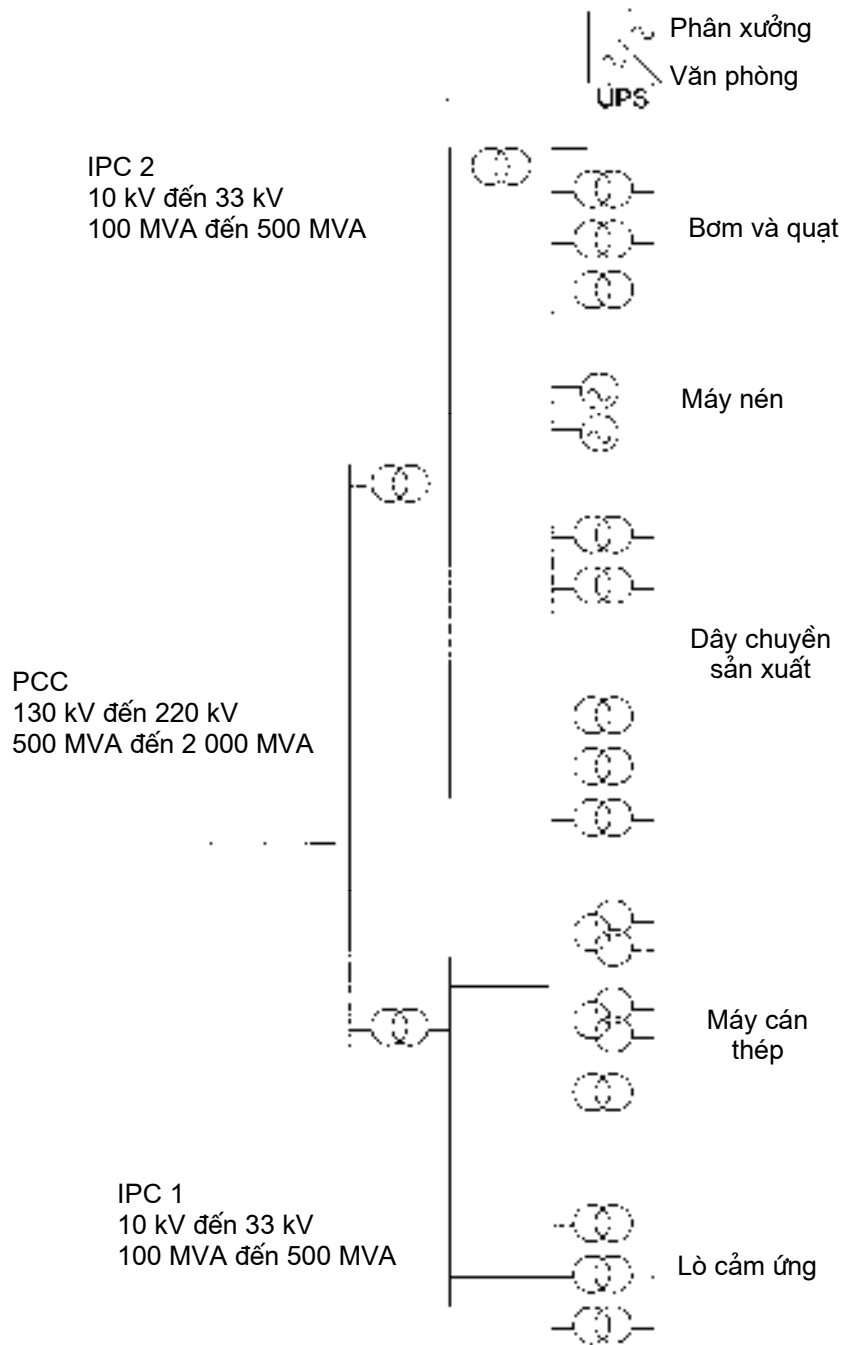
Có thể thấy rằng một số IPC, cụ thể là các IPC cấp điện cho các bộ chuyển đổi lớn, có thể có mức nhiễu cao hơn đáng kể so với các mức nhiễu qui định cho mạng lưới công cộng.

Đặc biệt là các mức hài bậc cao hơn (ví dụ như bậc 11), hệ số méo hài tổng (THD) hoặc thay đổi điện áp vượt quá mức tương ứng đối với mạng công cộng.

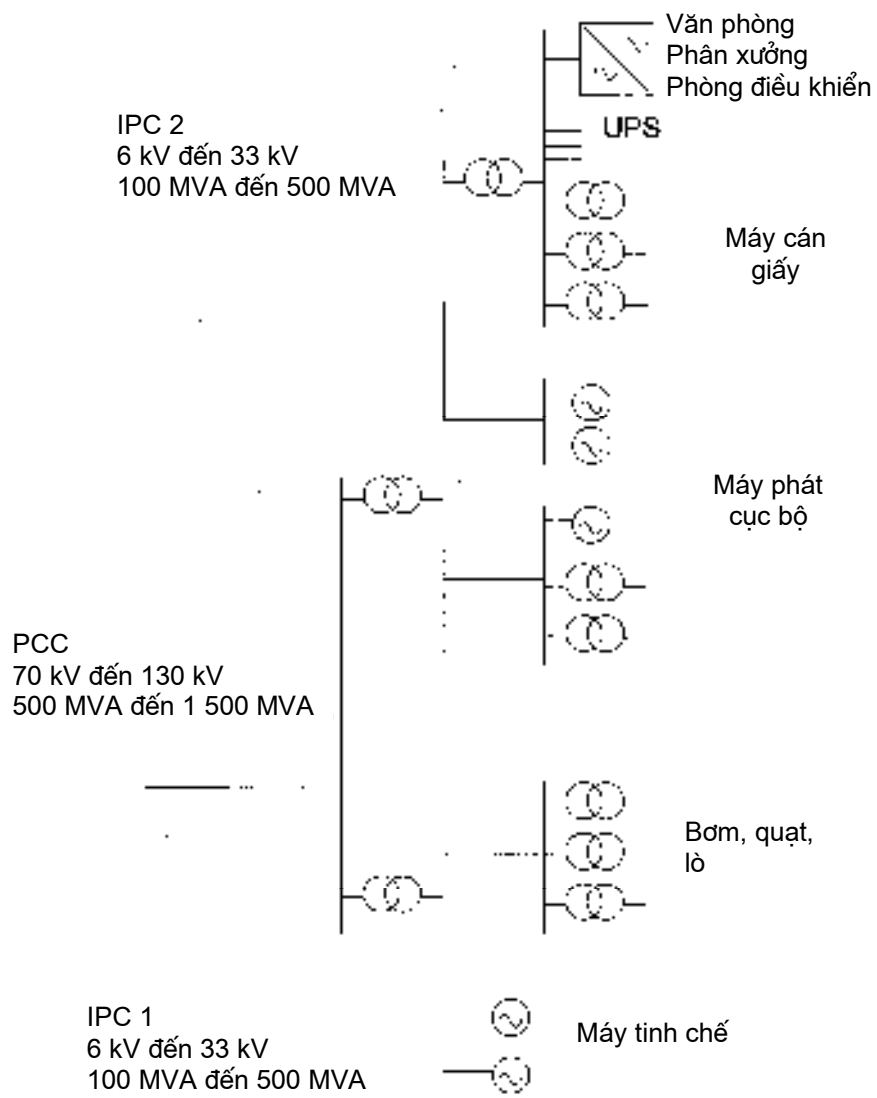
Kết quả báo cáo không phải là mức nhiễu tổng vì không quan tâm đến sự đóng góp do có nhiễu trong nguồn cung cấp công cộng.

Bảng B.1 – Kiểu mạng lưới

	Máy cán			Khu công nghiệp giấy		
	IPC 1	IPC 2	PCC	IPC 1	IPC 2	PCC
Điện áp hài Giá trị trung bình						
U_5 (%)	3 đến 6,5	2 đến 3,9	1 đến 2,2	1 đến 1,7	1 đến 2,3	0,5 đến 1,1
U_{11} (%)	3 đến 6,8	1,5 đến 2,9	1 đến 2	0,5 đến 1,1	0,7 đến 1,4	0,4 đến 0,7
THD (%)	7 đến 14,3	3,5 đến 7,3	2 đến 4,7	1,5 đến 2,9	2 đến 4	1 đến 1,9
Điện áp hài Giá trị đỉnh						
U_5 (%)	6 đến 11,4	2,5 đến 5,1	2 đến 3,5	1 đến 1,9	1,5 đến 2,7	0,6 đến 1,3
U_{11} (%)	6 đến 11,5	2 đến 4,2	2 đến 3,3	0,5 đến 1,2	0,8 đến 1,6	0,4 đến 0,8
THD (%)	12 đến 24,7	5 đến 9,9	4 đến 7,3	1,5 đến 3,3	2 đến 4,6	1 đến 2,3
Thay đổi điện áp ΔU (%)	2 đến 4,7	0,5 đến 1,2	0,5 đến 1,2	< 0,1	< 0,3	< 0,1
Thời gian giữa hai lần thay đổi điện áp ΔT (s)	5 đến 100	5 đến 100	5 đến 100	> 600	> 600	> 600



Hình B.1 – Ví dụ về phân phối điện trong khu công nghiệp cán thép



Hình B.2 – Ví dụ về phân phối điện trong khu công nghiệp giấy

B.2 Mức nhiễu điện áp trong mạng lưới công nghiệp có phụ tải lớn

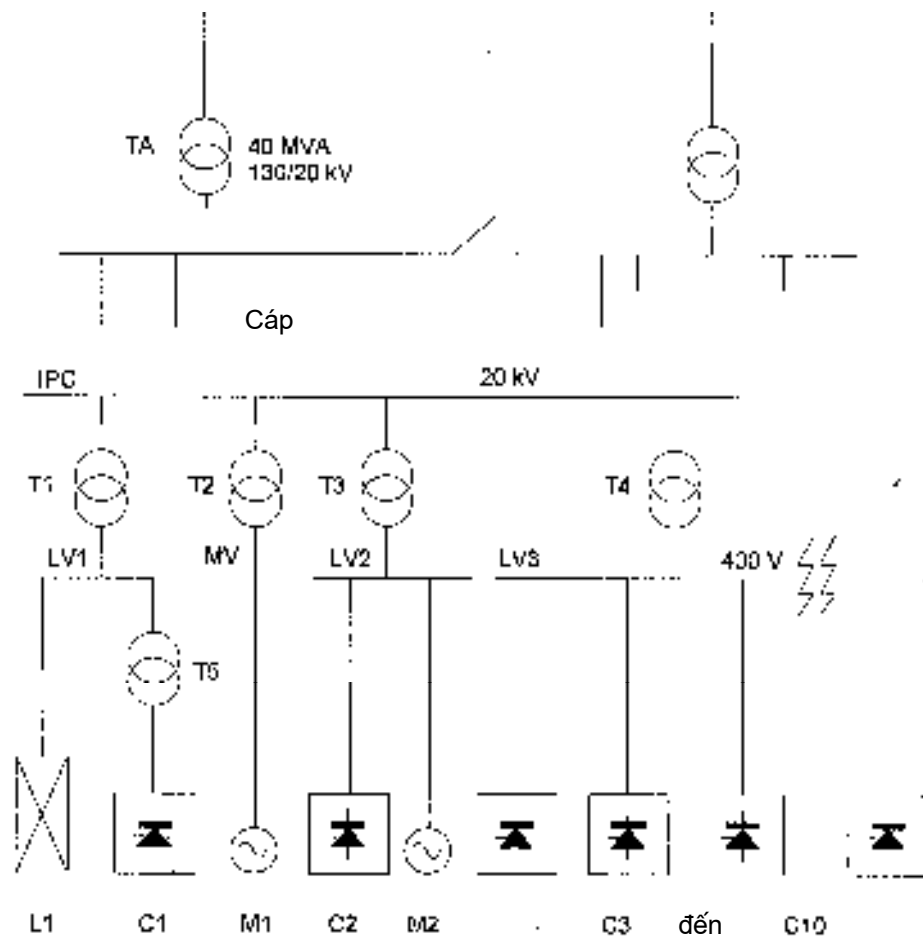
Dải các giá trị đã cho tùy thuộc vào dải biến đổi các tham số hệ thống giả định và hệ số trùng hợp.

Không có tụ điện công suất và do đó, bỏ qua độ lớn có thể có của các điện áp hài.

Bảng B.2 – Mức nhiễu điện áp trong khu công nghiệp chế tạo điển hình

	Trở kháng	Mức sự cố ngắn mạch (S _{sc})	Tổng phụ tải	Phụ tải có bộ chuyển đổi	THD	Thay đổi điện áp
	1/MVA ^a	MVA	MVA	MVA	%	%
Đường dây 130 kV	1/2 000	2 000				
Máy biến áp TA	1/320	275,8				
Cáp MT	1/6 000					
IPC		266,6	2,3	1,25	1,08	0,6
Máy biến áp T1	1/8,9					
Đường dây LV1		8,6	0,3	0,05	1,34	2,4
Máy biến áp T5	1/1,25					
Bộ chuyển đổi C1		1,09		0,05	10,6	
Máy biến áp T3	1/12					
Đường dây LV2		11,5	0,6	0,3	5,0	3,0
Động cơ 350 kVA		2,275	0,3			
Cuộn kháng 60 μH	1/8,5					
Bộ chuyển đổi C2		5,25		0,3	13,2	
Máy biến áp T4	1/22,2					
Đường dây LV3		20,5	0,9	0,9	10,1	3,1
Cáp 400 V	1/582					
Bộ chuyển đổi C3...C10		20		0,9	10,4	

^a Trở kháng tính theo đơn vị tương đối trên cơ sở 1 MVA.



L1 250 kVA, C1 50 kVA, M1 500 kVA,
 C2 300 kVA, M2 300 kVA,
 C3 đến C10 8 x 300 kVA

Hình B.3 – Ví dụ về phân phối điện trong khu công nghiệp chế tạo nói chung

B.3 Sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn

B.3.1 Mô tả

Sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn ở PCC có ảnh hưởng chính lên các hiện tượng bên trong hệ thống lắp đặt. Chúng là các sự kiện ngẫu nhiên lớn, không thể đoán trước được nảy sinh chủ yếu từ sự cố điện trên hệ thống cung cấp điện hoặc hệ thống lắp đặt lớn. Sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn được mô tả rõ nhất theo thống kê. Xem IEC 61000-2-8.

Sụt áp là hiện tượng nhiều hai chiều, vì mức nhiễu tăng theo cả độ sâu và thời gian sụt áp.

Độ sâu sụt áp phụ thuộc vào độ gần của điểm quan sát với điểm trên mạng lưới, tại đó, xảy ra ngắn mạch. Tại điểm đó, điện áp giảm về gần 0, do đó độ sâu của sụt áp đạt đến 100 %. Trong trường hợp có các nguyên nhân khác, ví dụ như biến động phụ tải lớn, độ sâu có thể nhỏ hơn.

Sụt áp có thể kéo dài nhỏ hơn 1/10 giây nếu sự cố này xảy ra trong hệ thống truyền và được loại bỏ bởi hệ thống bảo vệ tác động rất nhanh hoặc nếu có sự cố tự giải trừ. Nếu sự cố ảnh hưởng đến mức điện áp thấp hơn của mạng lưới và được giải trừ bằng các hệ thống bảo vệ nhất định sử dụng trong mạng lưới này thì sụt áp có thể kéo dài đến một vài giây. Sụt áp hầu hết kéo dài từ một nửa chu kỳ đến 1 000 ms.

Số lần sụt áp chỉ đáng kể khi độ miễn nhiễm của thiết bị cho trước là không thích hợp khi xảy ra sụt áp sâu-kéo dài. Số lần sụt áp này trở thành dữ liệu quan trọng để chọn mức miễn nhiễm thích hợp của quá trình cho trước. Đối với đường dây cụ thể, số lần sụt áp gồm có sụt áp do sự cố trên các đường dây khác trong cùng mạng lưới và sụt áp từ mạng lưới phía nguồn. (Xem thêm IEC 61000-2-8).

Ở khu vực nông thôn, được cung cấp điện bởi các đường dây trên không, số lần sụt áp có thể lên đến vài trăm lần mỗi năm, nói chung, tùy thuộc vào số lần sét và các điều kiện khí tượng khác trong vùng đó.

Ở mạng cáp, thông tin mới nhất chỉ ra rằng thiết bị sử dụng điện được nối ở điện hạ áp có thể phải chịu sụt áp xuất hiện với tần suất trong phạm vi khoảng mười lần một năm đến một trăm lần một năm, tùy thuộc vào các điều kiện địa phương. Thời gian của các sụt áp này thường từ nửa chu kỳ đến 3 s.

Mất điện trong thời gian ngắn có thể kéo dài đến 180 s theo loại hệ thống đóng lại hoặc hệ thống chuyển đổi sử dụng trong mạng lưới trên không. Có thể giảm thời gian này trong trường hợp đặc biệt. Thông thường, mất điện trong thời gian ngắn xảy ra sau sụt áp. Phân biệt giữa sụt áp và gián đoạn ngắn có thể gặp khó khăn. Theo thông lệ, điện áp duy trì dưới mức nhất định (ví dụ, 10 %) có thể là tiêu chí để tạo sự phân biệt này. Tuy nhiên, ở hệ thống ba pha, điều kiện này được áp dụng cho mỗi pha, đồng thời được xem là mất điện trong thời gian ngắn.

B.3.2 Thích nghi

Yêu cầu chính đối với các mức tương thích là cho phép phối hợp các mức miễn nhiễm. Tuy nhiên, mức tương thích cần được biểu diễn theo hai chiều, để phản ánh mức nhiễu. Các dữ liệu thích hợp là chưa sẵn có để cho phép thực hiện việc này.

Đặc biệt, trong trường hợp mất điện trong thời gian ngắn nhưng nếu có thêm sụt áp nặng nề thì mức miễn nhiễm của thiết bị điện không còn là khái niệm thích hợp vì không có thiết bị điện nào có thể làm việc tiếp tục như dự kiến trong trường hợp không có năng lượng cung cấp. Do đó, mức miễn nhiễm với các nhiễu này là chủ đề của cả phục hồi nhanh năng lượng từ nguồn thay thế hoặc bố trí thiết bị và các quá trình kết hợp của nó để thích nghi với gián đoạn ngắn hoặc giảm bớt công suất theo cách dự kiến. Đây là một vấn đề phức tạp, về cả khía cạnh kỹ thuật và kinh tế, và nằm ngoài phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này (xem Thư mục tài liệu tham khảo).

Các giá trị để mô tả sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn đối với IPC của môi trường loại 3 có thể được thiết lập khi xem xét đến các yêu cầu sau:

- giá trị mức nhiễu tại PCC của khu công nghiệp có thể được chấp nhận nhưng cần nhớ rằng các giá trị này có thể biến đổi đáng kể theo loại hệ thống cung cấp, ví dụ, cao áp hoặc trung áp qua đường dây tải điện trên không hoặc cáp, mạch đơn hoặc mạch kép, và theo địa điểm lắp đặt, ví dụ phơi nhiễm và dễ gặp phải sét;
- có máy phát điện trong khu công nghiệp có thể giảm được mức khắc nghiệt của sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn;
- sự góp phần của khu công nghiệp vào sụt áp hoặc mất điện trong thời gian ngắn cần được xem xét; ví dụ, là kết quả của các sự cố nặng nề, suy giảm điện áp lớn có thể xảy ra do khởi động lại đồng thời một số động cơ cảm ứng trong khu công nghiệp;
- giá trị gián đoạn ngắn đối với IPC của môi trường loại 3 liên quan đến khu công nghiệp chỉ được cấp điện từ một đường dây.

Về cơ bản, các kết quả của IEC 61000-2-8 có thể được chấp nhận.

B.4 Quá điện áp quá độ

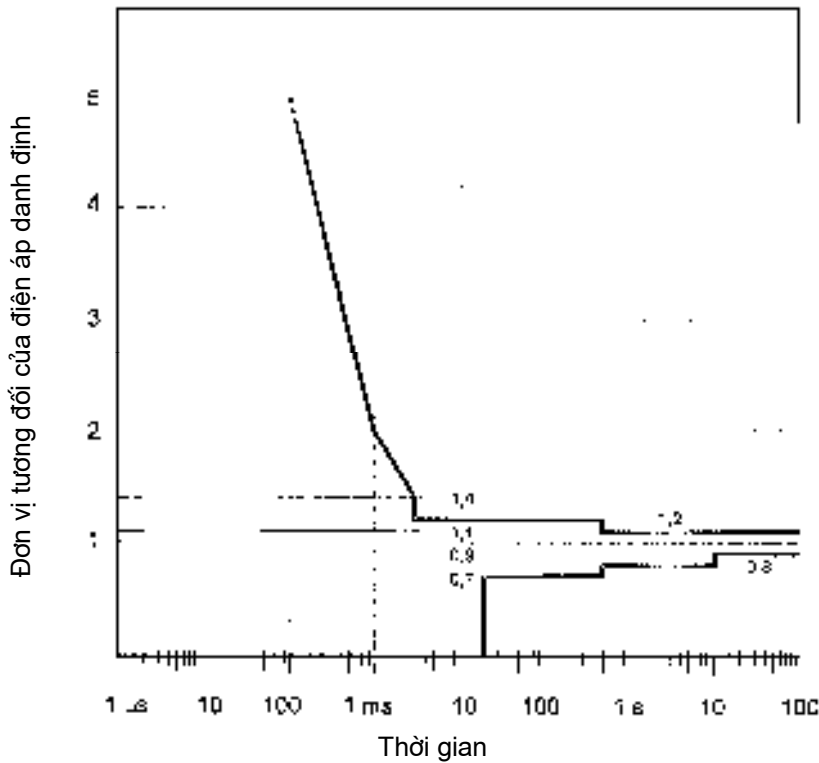
Một số hiện tượng, kể cả tác động của cơ cấu đóng cắt và cầu chảy và sự cố sét đánh ở vùng lân cận mạng lưới cung cấp, gây ra quá điện áp quá độ trong hệ thống cung cấp điện hạ áp và trong hệ thống lắp đặt nối với chúng. Quá điện áp có thể dao động hoặc không dao động, thường bị làm nhụt cao và có thời gian tăng trong dải nhỏ hơn một micro giây đến vài mili giây.

Biên độ, thời gian và mức năng lượng của quá điện áp quá độ thay đổi theo giá trị ban đầu của chúng. Thông thường, các quá điện áp có nguồn gốc trong không khí có biên độ cao hơn và các quá điện áp do đóng cắt có thời gian dài hơn và thường có năng lượng lớn hơn. Thiết bị xung yếu cần được bảo vệ

bằng các cơ cấu bảo vệ đột biến riêng rẽ, và thường được chọn để dùng cho mức năng lượng lớn hơn của quá điện áp do đóng cắt.

Việc đóng cắt của các dây tụ điện thường gây ra quá điện áp quá độ. Điển hình là giá trị của chúng tại điểm rơi nhỏ hơn hai lần điện áp danh định. Tuy nhiên, phản xạ sóng và biên độ điện áp có thể xảy ra khi quá độ lan truyền dọc đường dây, khuếch đại quá điện áp tới thiết bị được nối.

Hình B.4 chỉ ra ví dụ về đường cong hình bao dung sai của thiết bị IT có thể áp dụng cho một pha 120 V. Các loại thiết bị khác có thể có đặc tính dung sai khác.



Hình B.4 – ITI (CEBEMA) – Đường cong hình bao dung sai của thiết bị IT

Quá độ có nguồn gốc từ khí quyển được ghi lại ở biên độ đến 6 kV trên mạng điện hạ áp. Giá trị này cần được xem xét để phối hợp cách điện.

Việc tính đến sự suy giảm giữa PCC và đầu vào thực tế của hệ thống lắp đặt không biết được đầy đủ và miễn nhiệm 100 % là không có thực (nếu không muốn nói là không thể xảy ra), mức tương thích đối với mục đích EMC cần được đặt thấp hơn nhiều.

Quá điện áp quá độ có nguồn gốc từ bên ngoài (đến từ hệ thống cung cấp điện công cộng) có thể bị suy giảm theo vị trí của IPC trong hệ thống lắp đặt.

Phụ lục C

(tham khảo)

Hài trung gian và điện áp ở các tần số cao hơn

C.1 Nguồn hài trung gian

C.1.1 Nhận dạng

Nguồn hài trung gian có thể thấy ở mạng điện hạ áp cũng như mạng điện trung áp và cao áp. Hài trung gian được tạo ra từ nguồn hạ áp (máy hàn, bộ chuyển đổi công suất, động cơ cảm ứng) chủ yếu ảnh hưởng đến thiết bị ở vùng lân cận; các hài trung gian được tạo ra trong mạng lưới trung áp và/hoặc cao áp (lò hồ quang, bộ chuyển đổi công suất, động cơ cảm ứng) chạy trong mạng lưới hạ áp mà chúng cung cấp.

Có tạp nền mức thấp Gauxơ với phổ tần đều liên tục, xếp chồng lên đường cong hạ áp ngay cả khi không có nguồn cục bộ của hài trung gian. Mức điện áp điển hình, trên mạng lưới hạ áp 230 V được xem là ở trong dải 40 mV đến 50 mV, khi đo với bộ lọc có độ rộng băng tần 10 Hz và 20 mV đến 25 mV khi đo bằng bộ lọc có độ rộng băng tần 3 Hz.

Có thể phân biệt bốn nguồn chính của hài trung gian:

- lò hồ quang điện, máy hàn hồ quang hoặc lò nhiệt plasma, được biết qua nhiều năm là nguồn công suất chính của hài trung gian hoặc hài phụ, nguồn gốc của nguồn này ở chính trong bản thân quá trình và/hoặc ở vị trí điều khiển của các điện cực trong đó hiện tượng này không đồng bộ với tần số công nghiệp;
- bộ chuyển đổi công suất với đầu phía trước sử dụng linh kiện tích cực có thể hoạt động ở tần số đóng cắt, thường là tần số hài trung gian; hiệu ứng đóng cắt tạo ra điện áp hoặc dòng điện hài trung gian;
- ghép nối giả giữa các mạch điện trong đó các tần số cơ bản khác nhau; đây là trường hợp của bộ chuyển đổi tần số điện tử;
- tạo ra điện áp có chủ ý tại tần số hài trung gian với mục đích truyền tín hiệu.

C.1.2 Các loại nguồn hài trung gian khác nhau

C.1.2.1 Nguồn ngẫu nhiên

Máy hàn hồ quang tạo ra phổ tần số băng tần rộng, liên tục, kết hợp với quá trình gián đoạn với thời gian hoạt động hàn riêng rẽ biến đổi từ 1 s đến vài giây. Máy hàn này hầu hết được nối với mạng điện hạ áp, ưu tiên trở kháng thấp để tránh hiệu ứng chập chờn gây nhiễu.

Lò hồ quang tạo ra các phổ tần số hài trung gian thay đổi liên tục nhưng ngẫu nhiên do dòng điện vào không theo qui luật. Thông số đặc trưng cao của chúng (50 MW đến 120 MW) khiến các lò hồ quang này luôn được nối với mạng lưới trung áp hoặc cao áp. Mức phát xạ cao nhất xuất hiện trong suốt giai đoạn khởi động của quá trình nóng chảy.

C.1.2.2 Hài phụ hoặc hài trung gian được tạo ra từ tải của bộ chuyển đổi

Bộ chuyển đổi tần số điện tử có đặc tuyến khác nhau tùy thuộc vào kết cấu của chúng. Bộ chuyển đổi trực tiếp, ví dụ bộ chuyển đổi chu kỳ, có chứa cụm lắp ráp các cơ cấu bán dẫn và mạch phụ của chúng, bằng phương pháp đổi chiều theo chu kỳ, chuyển đổi điện áp vào ở tần số cơ bản của mạng lưới cung cấp điện thành điện áp ra ở tần số cơ bản, được xác định bằng cách điều khiển bộ chuyển đổi cho thích hợp để cấp điện cho tải. (Tải có thể là động cơ có biến đổi tốc độ hoặc mạng lưới cụ thể ở tần số cố định, ví dụ, 25 Hz hoặc 16 Hz 2/3). Các bộ chuyển đổi chu kỳ này không có chức năng khử ghép giữa hai tần số cơ bản khác nhau. Do đó, dòng điện ở nhiều tần số tải là lan truyền trực tiếp ở phía đường dây của bộ chuyển đổi lắp ráp ở mỗi pha. Dòng điện pha có dạng của dòng điện ở tần số mạng lưới cung cấp điện (cộng với các hài có qui luật), được điều biên tùy thuộc vào tần số tải.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, ở bộ chuyển đổi chu kỳ đối với tải ba pha cân bằng được cấp điện ở tần số f_L , các dòng điện pha kết hợp ở mỗi pha tại điểm ghép nối của ba bộ chuyển đổi nhiều pha riêng rẽ (chỉ số nhịp p), mỗi bộ chuyển đổi cấp nguồn cho một pha của tải ba pha. Phối hợp của các dòng điện pha có thể đạt được khi xem xét tổng công suất tác dụng và tổng công suất phản kháng. Trong trường hợp tải tác dụng hoàn toàn và bộ chuyển đổi lý tưởng, tổng công suất tác dụng là hằng số (công suất không biến động) trong khi tổng công suất phản kháng là một hằng số cộng với thành phần biến động của biên độ dưới ở tần số $2pf_L$. Trong trường hợp tải phản kháng hoàn toàn và bộ chuyển đổi lý tưởng, tổng công suất tác dụng bằng 0 trong khi tổng công suất phản kháng là hằng số. Dòng điện pha do các phối hợp này tạo ra gồm có sự điều biến ở tần số $2pf_L$ và bội số của nó. Các dòng điện hài trung gian khác bổ sung được tạo ra từ lệnh không tuyến tính có mục đích lạc quan hoá thông số, và từ sự không hoàn hảo không thể tránh được của hệ thống.

Bộ chuyển đổi tần số gián tiếp có đường truyền một chiều trung gian với một bộ chuyển đổi đầu vào trên phía đường dây và một bộ chuyển đổi đầu ra (thường hoạt động như bộ nghịch lưu) ở phía tải. Đối với cả hai cấu trúc, dòng điện và điện áp, đường truyền một chiều gồm có bộ lọc ghép nối dòng điện hoặc điện áp của hệ thống cung cấp điện và của tải. Do đó, hai tần số cơ bản (nguồn và tải) được khử ghép. Nhưng không tồn tại việc lọc xác định, và tuyến ghép nối còn lại tạo ra dòng điện trên mạng lưới cung cấp ở tần số xuất hiện ở đường truyền một chiều và do phía tải. Các tần số này là hài phụ và hài trung gian liên quan đến tần số nguồn. Tuy nhiên, cần chú ý rằng hiện tượng này hầu như thường không đáng kể đối với bộ nghịch lưu nguồn áp.

Bộ chuyển đổi tần số kiểu điện tử đưa dòng điện vào trong mạng lưới ở tần số hài phụ và hài trung gian, chủ yếu nằm trong dải từ 0 Hz đến 150 Hz hoặc 300 Hz. Các tần số này tương ứng với tần số cơ bản của tải, thường là động cơ thay đổi tốc độ. Dải cao nhất của tần số, đến 2 500 Hz, nhỏ hơn nhiều về biên độ. Điều khó khăn chính là các hài phụ hoặc hài trung gian này không ở tần số cố định.

Một số bộ chuyển đổi bán dẫn, được sử dụng để cấp điện cho mạng lưới cụ thể ở tần số cố định, cũng tạo ra hài phụ và/hoặc hài trung gian ở tần số cố định.

Tần số hài và hài trung gian của các bộ chuyển đổi này có tần số vào cơ bản f và tần số ra cơ bản F được xác định bằng công thức dưới đây:

$$f_{n,m} = [(p_1 \times k_1) \pm 1] \times f \pm [(p_2 \times k_2)] \times F$$

trong đó

p_1 là số xung của bộ chuyển đổi vào;

p_2 là số xung của bộ chuyển đổi ra;

k_1, k_2 là dãy số nguyên (0, 1, 2, 3...); và

nếu $k_2 = 0$ thì $f_{n,m} = f_n$ (tần số hài).

C.1.2.3 Hài phụ hoặc hài cơ bản được tạo ra do hoạt động bên trong của bộ chuyển đổi

Một số bộ chuyển đổi tự đổi chiều có đầu phía trước sử dụng linh kiện tích cực (tranzito hoặc thyristo ngưỡng cắt) tác động ở tần số đóng cắt không phải số nguyên lần của tần số mạng lưới. Tần số đóng cắt này có thể là hằng số hoặc biến đổi theo các tiêu chí liên quan đến hoạt động của bản thân bộ chuyển đổi. Mỗi lần đóng cắt thay đổi tuyến dòng điện, do đó cho thấy sự không tuyến tính của mạng lưới. Việc này tạo ra điện áp hài trung gian xếp chồng với điện áp mạng lưới khi trở kháng trong của mạch đóng cắt của bộ chuyển đổi là thấp hơn so với trở kháng trong của mạng lưới. Việc này cũng có thể tạo ra dòng điện hài trung gian truyền vào mạng lưới khi trở kháng trong của mạch đóng cắt của bộ chuyển đổi cao hơn so với trở kháng trong của mạng lưới. Tần số hài trung gian được qui về tần số đóng cắt, thường nằm trong dải từ vài trăm héc đến vài chục kilôhéc.

C.1.2.4 Các nguồn tạp khác

Động cơ cảm ứng có thể tạo ra dòng điện từ hoá không theo qui luật do các rãnh trong stato và rôto – có thể kết hợp với bão hoà lõi từ – tạo ra các hài trung gian trong mạng lưới hạ áp. Ở tốc độ bình thường của động cơ, tần số gây nhiễu thường nằm trong dải của bậc 10 đến 40, nhưng trong quá trình khởi động chúng chạy qua toàn bộ dải tần đến giá trị cuối cùng của chúng.

Điện áp ở tần số hài trung gian đã xác định trước cũng được tạo ra một cách không chủ ý bởi máy phát tín hiệu nhấp nhô có điều khiển. Mục đích và thực tế của máy phát tín hiệu nhấp nhô có điều khiển được mô tả trong 4.7 của TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2). Dải tần số từ 110 Hz đến 3 000 Hz có mức điện áp tương đối lớn nhất U_s/U_N bằng 9 % ở tần số đến 500 Hz và giảm dần (20 dB mỗi đêcác) trong dải tần từ 500 Hz đến 3 000 Hz (1,5 %). Các hệ thống khác đối với truyền tín hiệu lưới làm việc trong dải tần cao hơn (3 kHz đến 20 kHz và 20 kHz đến 148,5 kHz).

C.1.3 Ảnh hưởng của hài trung gian và mức tương thích

Hài trung gian đưa vào hiện tượng không chu kỳ hoặc hiện tượng giả không chu kỳ xếp chồng với dạng sóng chu kỳ của điện áp mạng lưới. Do đó, điện áp đỉnh thay đổi ở tần số thấp hơn trong đó chênh lệch của các tần số có liên quan được xem là nhiều. Việc sử dụng điện trong đó điện áp đỉnh đóng vai trò quan trọng đều bị gây nhiễu. Ví dụ như thiết bị chiếu sáng có thể có chập chờn, và máy thu hình, có thể bị gây nhiễu.

Máy thu tín hiệu nhấp nhô có điều khiển có nhiều khả năng bị nhiễu bởi các hài trung gian. Để thu, mức làm việc tối thiểu của chúng bằng 0,3 % để có tính đến độ suy giảm khác nhau giữa máy phát và máy thu trong mạng lưới cung cấp điện. Do đó, người sử dụng điện cần biết khi nào thì bộ điều khiển nhấp nhô này hoạt động trong khu vực của họ và tần số chỉ định là bao nhiêu. Yêu cầu cần có thông tin tối thiểu này để đảm bảo mức tương thích.

Tần số của dòng điện hài trung gian có thể xuất hiện và quét trong dải tần rộng mà không gián đoạn. Điện áp hài trung gian thu được được xác định bằng dòng điện và trở kháng ở tần số cụ thể. Ảnh hưởng sai nhất là khả năng kích thích các tần số chống cộng hưởng nảy sinh từ bộ lọc thụ động hoặc dây tụ điện bù hệ số công suất nối với mạng lưới.

C.1.4 Mức hướng dẫn

C.1.4.1 Mức liên quan đến hiệu ứng chập chờn

Trường hợp điện áp có một tần số phối hợp với tần số cơ bản và tạo ra tần số phách đã được đề cập đến ở 5.7. Bảng C.1 chỉ ra các mức điện áp hài trung gian ứng với mức tương thích cho trong Hình 1.

Bảng C.1 – Giá trị chỉ thị của điện áp hài trung gian ở mạng điện hạ áp liên quan đến hiệu ứng chập chờn

Bậc m	Hệ thống 50 Hz			Hệ thống 60 Hz		
	Tần số hài trung gian f_m Hz	U_m %		Tần số hài trung gian f_m Hz	U_m %	
		Hệ thống 120 V	Hệ thống 230 V		Hệ thống 120 V	Hệ thống 230 V
$0,20 < m \leq 0,60$	$10 < f_m \leq 30$	0,68	0,51	$12,0 < f_m \leq 36,0$	0,95	0,69
$0,60 < m \leq 0,64$	$30 < f_m \leq 32$	0,57	0,43	$36,0 < f_m \leq 38,4$	0,79	0,58
$0,64 < m \leq 0,68$	$32 < f_m \leq 34$	0,46	0,35	$38,4 < f_m \leq 40,8$	0,64	0,48
$0,68 < m \leq 0,72$	$34 < f_m \leq 36$	0,37	0,28	$40,8 < f_m \leq 43,2$	0,50	0,38
$0,72 < m \leq 0,76$	$36 < f_m \leq 38$	0,29	0,23	$43,2 < f_m \leq 45,6$	0,39	0,30
$0,76 < m \leq 0,84$	$38 < f_m \leq 42$	0,23	0,18	$45,6 < f_m \leq 50,4$	0,23	0,18
$0,84 < m \leq 0,88$	$42 < f_m \leq 44$	0,23	0,18	$50,4 < f_m \leq 52,8$	0,22	0,18
$0,88 < m \leq 0,92$	$44 < f_m \leq 46$	0,28	0,24	$52,8 < f_m \leq 55,2$	0,22	0,20
$0,92 < m \leq 0,96$	$46 < f_m \leq 48$	0,40	0,36	$55,2 < f_m \leq 57,6$	0,34	0,30
$0,96 < m \leq 1,04$	$48 < f_m \leq 52$	0,67	0,64	$57,6 < f_m \leq 62,4$	0,59	0,56
$1,04 < m \leq 1,08$	$52 < f_m \leq 54$	0,40	0,36	$62,4 < f_m \leq 64,8$	0,34	0,30
$1,08 < m \leq 1,12$	$54 < f_m \leq 56$	0,28	0,24	$64,8 < f_m \leq 67,2$	0,22	0,20
$1,12 < m \leq 1,16$	$56 < f_m \leq 58$	0,23	0,18	$67,2 < f_m \leq 69,6$	0,22	0,18
$1,16 < m \leq 1,24$	$58 < f_m \leq 62$	0,23	0,18	$69,6 < f_m \leq 74,4$	0,23	0,18
$1,24 < m \leq 1,28$	$62 < f_m \leq 64$	0,29	0,23	$74,4 < f_m \leq 76,8$	0,39	0,30
$1,28 < m \leq 1,32$	$64 < f_m \leq 66$	0,37	0,28	$76,8 < f_m \leq 79,2$	0,50	0,38
$1,32 < m \leq 1,36$	$66 < f_m \leq 68$	0,46	0,35	$79,2 < f_m \leq 81,6$	0,64	0,48
$1,36 < m \leq 1,40$	$68 < f_m \leq 70$	0,57	0,43	$81,6 < f_m \leq 84,0$	0,79	0,58
$1,40 < m \leq 1,80$	$70 < f_m \leq 90$	0,68	0,51	$84,0 < f_m \leq 108,0$	0,95	0,69

C.1.4.2 Mức chung

Các mức cho trong Bảng 4 đối với hài chẵn bậc cao hơn tiếp theo có thể được lấy làm hướng dẫn cho từng tần số hài trung gian.

Các mức liên quan đến môi trường loại 2 được thiết lập khi xem xét sự xuất hiện của cơ cấu điều khiển nhấp nhô. Vì máy thu điều khiển nhấp nhô, thiết bị chiếu sáng và máy thu truyền hình thường không có trong khu vực công nghiệp nên mức tương thích đối với môi trường loại 3 là có thể có ở giá trị cao hơn.

CHÚ THÍCH: Nếu các cơ cấu này có trong khu vực công nghiệp thì chúng không được ghép nối trực tiếp vào mạch điện của môi trường loại 3. Để có phương pháp giảm nhẹ, xem điều C.2.

Trong trường hợp có rủi ro nhiều với truyền tín hiệu lưới, bộ điều khiển nhấp nhô, hoặc thiết bị nhạy khác, cần chú trọng đặc biệt đến hài trung gian. Môi trường loại 2 được ưu tiên. Với loại này, tần

số làm việc của máy thu có bộ điều khiển nhấp nhô được qui định riêng. Mức đáp tuyến của các máy thu này có thể bằng 0,3 % điện áp cung cấp danh nghĩa. Do đó, máy thu có thể bị gây nhiễu bởi điện áp hài trung gian không chủ ý ở tần số làm việc xác định của nó, khi vượt quá giá trị này.

Mức tương thích hài trung gian ở tần số làm việc của việc truyền tín hiệu lưới hoặc hệ thống điều khiển nhấp nhô là chưa xác định. Ở tần số làm việc, mức phát xạ cần được giới hạn ở 0,2 % điện áp cung cấp danh nghĩa, và mức miễn nhiễm của thiết bị cần được xác định theo yêu cầu kỹ thuật cụ thể tương ứng của máy thu và điều kiện mạng lưới. Xem 4.7.1 của TCVN 7909-2-2 (IEC 61000-2-2).

Sử dụng môi trường loại 3 đòi hỏi phải xem xét nhiều hơn ví dụ như nhận dạng tuyến ghép nối giữa môi trường loại 3 và mạng lưới cung cấp công cộng, hoặc thiết kế hệ thống khử ghép.

Giá trị hài trung gian cao có thể xuất hiện ở IPC của môi trường loại 3 đặc biệt là do một số loại bộ chuyển đổi. Chúng có thể bằng 2,5 % với tần số thấp hơn bậc 11, và đến 1 % với bậc lớn hơn 25. Vì nguồn gốc của chúng nên các giá trị này nói chung là biến động và thay đổi đột ngột cả biên độ và tần số. Vì lý do đó mà chúng có thể gây ra cộng hưởng trên tổ hợp tụ điện và bộ lọc thụ động.

CHÚ THÍCH: Tụ điện hiệu chỉnh hệ số công suất cần được nối qua các cuộn kháng nối tiếp nếu được sử dụng các tụ điện này trong mạng lưới công nghiệp, đặc biệt là các tụ điện dự kiến nối với IPC của môi trường loại 3.

C.2 Phương pháp giảm nhẹ

Nói chung đây là một vấn đề phức tạp để giảm phát xạ của bộ chuyển đổi công suất. Trong trường hợp có thể có thiết bị nhạy và không thể tránh khỏi, một giải pháp có thể là đưa vào khử ghép có hiệu quả giữa các mạch điện cung cấp nguồn cho thiết bị nhạy và các mạch điện cung cấp nguồn cho bộ chuyển đổi công suất bằng bộ lọc hoặc UPS.

Khi mục đích của việc chuyển đổi công suất là để tạo ra tần số cơ bản điều chỉnh được thì có thể có phổ tần số hài trung gian rộng. Khía cạnh phức tạp nhất là do các hài trung gian quét trên toàn bộ phổ tần khi đầu ra của bộ chuyển đổi tác động ở tần số biến đổi.

Các hài trung gian thuộc loại này là kết quả của việc không thể có được khử ghép hoàn hảo giữa đầu vào và đầu ra của bộ chuyển đổi. Thành phần biên độ lớn nhất thường ở tần số thấp hoặc rất thấp.

Một vấn đề khác nảy sinh từ chế độ làm việc bên trong của bộ chuyển đổi. Một ví dụ phổ biến về các bộ chuyển đổi hoạt động điều chế độ rộng xung (PWM) chỉ ra sự phát xạ các hài trung gian liên quan đến tần số đóng cắt, điều khiển cơ cấu bán dẫn. Tần số đóng cắt này có thể cố định hoặc điều chỉnh được tùy thuộc vào kỹ thuật điều khiển. Các hài trung gian của loại cuối cùng này ở tần số cao hơn tần số trước đó. Nói chung, chúng dễ dàng lọc được.

C.2.1 Giảm mức phát xạ

Việc chọn bộ chuyển đổi gián tiếp tạo thuận lợi cho việc lọc một cách đơn giản các hài trung gian được phát ra bởi quá trình chuyển đổi công suất khi được dành cho việc tạo ra các tần số khác nhau. Thực tế,

việc lọc một cách đơn giản có thể có nhờ tăng tính hiệu quả của việc lọc bên trong của bản chất kết cấu của bộ chuyển đổi. Việc tăng khử ghép giữa đầu ra và đầu vào này tạo ra sự suy giảm biên độ dòng điện hài trung gian.

Trong trường hợp bộ chuyển đổi cỡ lớn, đây có thể là giải pháp không kinh tế nhưng nên xem xét là một sự thay thế cho lọc bên ngoài. Lọc bên ngoài có thể sử dụng lọc thụ động hoặc lọc tích cực.

Lọc thụ động yêu cầu chú ý đặc biệt đến độ rộng của phổ phát xạ, đặc biệt khi các hài trung gian quét qua toàn bộ phổ tần. Rủi ro kích thích chống cộng hưởng rất cao làm cho nếu sử dụng bộ lọc thụ động thì sẽ bị làm nhụt. Nói chung, hệ thống lắp đặt điện lớn yêu cầu kiểm tra cẩn thận và hoàn thiện để xác định hệ thống lọc. Hơn nữa, bộ lọc thụ động không thể làm việc độc lập với nhau hoặc độc lập với bù công suất phản kháng. Do đó, khi sử dụng lọc thụ động, cần xem xét toàn bộ hệ thống lắp đặt.

Lọc tích cực có thể cung cấp giải pháp hiệu quả, đặc biệt là dải tần số thấp hoặc rất thấp. Việc lọc cũng có hiệu quả cho hài phụ hoặc hài trung gian. Ưu điểm chính của lọc tích cực là nó tự thích nghi với tần số cần lọc. Đặc điểm này là vốn có của bộ điều khiển của chúng, được thiết kế trước hết là để rút ra thành phần hài từ dòng điện cần bù hoặc từ điện áp cần xoá. Chức năng thứ hai của bộ điều khiển cơ cấu bán dẫn là bù hoặc xoá bằng kỹ thuật PWM thích nghi ở tầng công suất. Do đó, không giống như bộ lọc thụ động, được điều hưởng theo các bậc cụ thể, bộ lọc tích cực có thể được xem là bộ lọc băng rộng. Chúng cung cấp độ suy giảm phát xạ hài (hoặc hài trung gian) từ một chiều lên đến vài kilôhéc, làm cho điện áp hoặc dòng điện tần số cơ bản không bị ảnh hưởng.

Tuy nhiên, bộ chuyển đổi làm việc với PWM đưa vào phát xạ hài trung gian ở tần số kết hợp với tần số đóng cắt, có thể được lọc nếu cần.

C.2.2 Tăng mức miễn nhiễm

Các tiêu chuẩn sản phẩm thiết lập các giới hạn miễn nhiễm liên quan đến mức tương thích. Tuy nhiên, khi mức tương thích vẫn đang được xem xét hoặc tiêu chuẩn sản phẩm liên quan không sẵn có thì một giải pháp trong trường hợp độ nhạy gây hoạt động sai của thiết bị có thể là việc lọc thích hợp nguồn của bộ phận điều khiển của thiết bị bị gây nhiễu. Đối với thiết bị cần được đồng bộ hoá với hệ thống cung cấp điện, việc lọc thích hợp có thể được hạn chế ở mạch điện đồng bộ hoá bằng bộ lọc băng thông rộng có điều hưởng ở tần số cơ bản. Điều này thường ảnh hưởng đến các mạch điện có mức công suất thấp.

Giải pháp hiệu quả nhất là duy trì việc chia mạch điện theo phương pháp sử dụng chúng. Trong mạng lưới công nghiệp, việc chia này nên được thiết lập giữa các ứng dụng công nghiệp và văn phòng, và trong các ứng dụng công nghiệp giữa các tải khác nhau được phân loại thích hợp. Việc phân loại này tạo điều kiện để thiết kế khử ghép và lọc đúng toàn bộ hệ thống lắp đặt, với mục tiêu về thoải thuận kỹ thuật và kinh tế tốt nhất.

C.2.3 Bảo vệ hệ thống có điều khiển nhấp nhô

Việc nhận dạng tần số sử dụng trong hệ thống có điều khiển nhấp nhô hoặc truyền tín hiệu lưới cần sẵn có bởi nhà cung cấp điện có thẩm quyền.

Hai khía cạnh cần được xem xét tại PCC của hệ thống lắp đặt:

- phát xạ lớn nhất cho phép đối với toàn bộ hệ thống lắp đặt để không làm nhiễu hệ thống tín hiệu truyền;
- trở kháng nhỏ nhất, tại tần số cụ thể của hệ thống truyền, có thể chấp nhận được đối với hoạt động truyền của hệ thống truyền tín hiệu.

Nếu lắp đặt hệ thống lọc thụ động hoặc khử ghép cụ thể thì cần cẩn thận để tránh cộng hưởng trong trường hợp quét qua các hài trung gian.

C.3 Điện áp ở tần số cao hơn

Méo dạng sóng điện áp hình thành trong băng tần cao hơn hài bậc 50 và nhỏ hơn 9 kHz cũng được thể hiện bằng các thành phần hình sin, có thể xuất hiện ở cả tần số rời rạc và băng tần tương đối rộng. Trong trường hợp điện áp tần số cao hơn này, các điện áp là hài hoặc hài trung gian thường không quan trọng.

Đối với tần số rời rạc trong phạm vi cao hơn hài bậc 50 và đến 9 kHz, các mức được biểu diễn là tỉ số u của điện áp hiệu dụng ở tần số đó với giá trị hiệu dụng của thành phần cơ bản của điện áp.

Đối với băng tần lớn hơn hài bậc 50 và đến 9 kHz, các mức được quy về độ rộng băng tần 200 Hz bất kỳ định tâm tại tần số F và được biểu diễn như sau:

$$u_b = \frac{1}{V_{1N}} \times \sqrt{\frac{1}{200 \text{ Hz}} \times \int_{F-100 \text{ Hz}}^{F+100 \text{ Hz}} V^2(f) \times df}$$

trong đó

V_{1N} là giá trị hiệu dụng danh định của thành phần cơ bản;

$V(f)$ là điện áp hiệu dụng ở tần số f ;

F là tần số giữa băng tần (băng tần cao hơn hài bậc 50).

Theo kinh nghiệm, các mức đến 80 % hoặc 90 % mức chuẩn dưới đây đã được ghi lại là đã gặp phải trong mạng lưới công nghiệp:

$u = 0,2 \%$ đối với IPC của môi trường loại 2;

$u = 1 \%$ đối với IPC của môi trường loại 3;

$u_b = 0,3 \%$ đối với IPC của môi trường loại 2;

$u_b = 1,5 \%$ đối với IPC của môi trường loại 3;

và một số rắc rối được ghi lại ở mạng lưới có giá trị vượt quá giá trị ở trên.

Thư mục tài liệu tham khảo

IEC 60038: 1983, IEC standard voltages (Điện áp tiêu chuẩn theo IEC)

Amendment 1 (1994)

Amendment 2 (1997)

IEC 60050-551-20: 2001, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551-20: Power electronics – Harmonic analysis (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 551-20: Điện tử công suất – Phân tích hài)

IEC/TR 61000-2-8, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 2-8: Môi trường – Sụt áp và mất điện trong thời gian ngắn trong hệ thống cung cấp điện công cộng với các kết quả đo qua thống kê)

IEC 61000-3-6: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems – Basic EMC Publication (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3: Giới hạn – Mục 6: Đánh giá mức phát xạ đối với méo phụ tải trong hệ thống điện trung áp và cao áp – Tiêu chuẩn EMC cơ bản)

IEC 61000-3-7: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems – Basic EMC Publication (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3: Giới hạn – Mục 7: Đánh giá mức phát xạ đối với phụ tải biến động trong hệ thống điện trung áp và cao áp – Tiêu chuẩn EMC cơ bản)

IEC 61000-4-7: 1991, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto (Tương thích điện từ – Phần 4: Kỹ thuật thử nghiệm và kỹ thuật đo – Mục 7: Hướng dẫn chung về phép đo và dụng cụ đo hài và hài trung gian đối với hệ thống cung cấp điện và thiết bị được nối thêm vào)

IEC 61000-4-15, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4: Kỹ thuật thử nghiệm và kỹ thuật đo – Mục 15: Máy đo độ chập chờn – Yêu cầu kỹ thuật về chức năng và thiết kế)

IEEE Std 1346-1998: IEEE Recommended Practice for Evaluating Electric Power System Compatibility with Electronic Process Equipment (Tài liệu khuyến cáo của IEEE về mức tương thích của hệ thống công suất có thiết bị xử lý bằng điện tử)