

**TIÊU CHUẨN  
QUỐC TẾ**

**IEC  
289**

XUẤT BẢN LẦN THỨ NHẤT  
1988

---

---

**Các cuộn kháng**

QUANPHAM.VN

## MỤC LỤC

Lời nói đầu	
Lời tựa	
	Tiết một : Tổng quát
1. Phạm vi áp dụng	5
2. Những định nghĩa	5
	Tiết hai : Cuộn kháng Shunt
3. Tổng quát	7
4. Những định nghĩa	8
5. Các đại lượng định mức.	9
6. Mức cách điện	9
7. Những tấm biển ghi thông số	9
8. Những thí nghiệm	10
9. Các dung sai	14
	Tiết ba : Cuộn kháng giới hạn dòng và cuộn kháng nối đất trung tính
10. Tổng quát	14
11. Những định nghĩa	15
12. Các đại lượng định mức	16
13. Mức cách điện	16
14. Khả năng chịu dòng ngắn hạn định mức	17
15. Sự tăng nhiệt độ	17
16. Các tấm biển ghi thông số	17
17. Những thí nghiệm	18
18. Các dung sai	21
	Tiết bốn : Cuộn kháng tắt dần
19. Tổng quát	22
20. Những định nghĩa	22
21. Những trị số định mức	22
22. Mức cách điện	23
23. Sự tăng nhiệt độ	23
24. Tấm biển ghi thông số	23
25. Những thí nghiệm	23
26. Những dung sai	24
	Tiết năm : Cuộn kháng điều chỉnh
27. Tổng quát	24
28. Những định nghĩa	25
29. Các đại lượng định mức	26
30. Tấm biển ghi thông số	26
31. Những thí nghiệm	27
32. Những dung sai	28
	Tiết sáu : Máy biến áp nối đất
33. Giới thiệu	28
34. Tổng quát	28
35. Những định nghĩa	29
36. Các đại lượng định mức	29
37. Khả năng chịu đựng dòng trung tính định mức	30
38. Tăng nhiệt độ	30
39. Mức cách điện	30
40. Tấm biển ghi thông số	31
41. Những thí nghiệm	31
42. Dung sai	32

## Tiết bảy : Cuộn kháng dập hồ quang

43. Tổng quát	33
44. Các định nghĩa	33
45. Các đại lượng định mức	33
46. Miền điều chỉnh	34
47. Tăng nhiệt độ các cuộn dây	34
48. Mức cách điện	34
49. Tấm biển ghi thông số	34
50. Những thí nghiệm	35
51. Các dung sai	36

## Tiết tám : Cuộn kháng tron

52. Tổng quát	37
53. Những định nghĩa	37
54. Những đại lượng định mức	38
55. Mức cách điện	38
56. Tăng nhiệt độ	38
57. Tấm biển ghi thông số	38
58. Những thí nghiệm	39
59. Các dung sai	42

QUANPHAM.VN

## ỦY BAN KỸ THUẬT ĐIỆN QUỐC TẾ

### NHỮNG CUỘN KHÁNG

#### LỜI NÓI ĐẦU

- 1) Những quyết định hay thoả thuận chính thức của IEC về những vấn đề kỹ thuật được chuẩn bị bởi các uỷ ban kỹ thuật quốc gia quan tâm tới các vấn đề này thể hiện trong khả năng lớn nhất có thể được một thoả thuận quốc tế về các vấn đề xem xét.
- 2) Những quyết định này có dạng những khuyến nghị quốc tế và được thoả thuận như vậy bởi các uỷ ban quốc gia.
- 3) Nhằm mục đích khuyến khích sự thống nhất quốc tế, IEC thể hiện sự mong muốn tất cả uỷ ban quốc gia chấp nhận văn bản khuyến nghị của IEC trong những quy tắc quốc gia của họ, trong chừng mực mà các điều kiện quốc gia cho phép. Tất cả những khác nhau của khuyến nghị IEC và quy tắc quốc gia tương ứng phải, trong chừng mực có thể được, được chỉ ra bằng những thuật ngữ rõ ràng trong quy tắc quốc gia.
- 4) IEC không ấn định một thủ tục nào liên quan tới sự biểu lộ như một chỉ dẫn về chấp nhận và trách nhiệm của nó không bị ràng buộc khi nó tuyên bố một thiết bị phù hợp với một trong các khuyến nghị của nó.

#### LỜI TỰA

Tiêu chuẩn này đã được soạn thảo bởi phân ban 14C: những cuộn kháng, của uỷ ban nghiên cứu số 14 của IEC: những máy biến áp điện lực.

Lần xuất bản thứ hai này thay thế lần xuất bản thứ nhất của ấn phẩm 289 của IEC, phát hành năm 1968.

Văn bản của tiêu chuẩn này dựa trên những tài liệu sau:

Quy tắc sáu tháng	Báo cáo bỏ phiếu
14C (CO) 7	14C (CO) 9
14C (CO) 8	14C (CO) 9

Thông tin đầy đủ cho việc chấp nhận tiêu chuẩn này có thể tìm thấy trong báo cáo bỏ phiếu được chỉ trong bảng trên

Những ấn phẩm sau đây được nêu trong tiêu chuẩn này.

Những ấn phẩm số	60-2 (1973):	Kỹ thuật thử nghiệm cao áp: Phần 2: thể thức thí nghiệm
	70(1967):	Những tụ điện công suất
	70-1 (1976):	Máy biến áp công suất: phần 1: Tổng quát
	76-2 (1976):	Máy biến áp công suất: Phần 2: Tầng nhiệt độ
	76-3 (1980):	Phần 3: Những mức cách điện và thí nghiệm điện môi
	76-5 (1976):	Phần 5: khả năng chịu đựng ngắn mạch
	146 (1973):	Chính lưu bán dẫn
	551 (1976):	Những phép đo mức ồn của máy biến áp và cuộn kháng
	722 (1982):	Hướng dẫn cho những thí nghiệm xung sét và xung thao tác của máy biến áp công suất và các cuộn kháng
	726 (1982):	Máy biến áp công suất loại khô

Ấn phẩm khác được nêu ra:

Tiêu chuẩn ISO 3 (1973): Những số tiêu chuẩn – Dãy các số tiêu chuẩn

# CÁC CUỘN KHÁNG

---

## TIẾT MỘT – TỔNG QUÁT

### 1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các loại cuộn kháng sau:

- những cuộn kháng shunt,
  - những cuộn kháng dao động tắt dần,
  - những cuộn kháng điều chỉnh (lọc),
  - những máy biến áp nối đất (những cuộn kháng ba pha nối đất),
  - những cuộn kháng giới hạn dòng gồm cả những cuộn kháng nối đất trung tính,
  - những cuộn kháng dập hồ quang,
  - những cuộn kháng trơn,
- trừ những cuộn kháng sau:
- những cuộn kháng nối chung công suất thấp hơn 2kvar một pha và 10kvar ba pha.
  - những cuộn kháng loại đặc biệt như những cuộn kháng có dòng tần số cao hay những cuộn kháng dùng cho những thiết bị di động.

Khi không có những tiêu chuẩn IEC cho những cuộn kháng công suất nhỏ và cho những cuộn kháng loại đặc biệt khác, tiêu chuẩn này có thể áp dụng một phần hay toàn bộ.

Khi sử dụng các mục và các tiểu mục đặc biệt của các phần khác nhau của ấn phẩm 76 của IEC: máy biến áp công suất, thì có nghĩa là đã sử dụng những lần xuất bản dưới đây

- 76-1 (1976) Phần 1: Tổng quát
- 76-2 (1976) Phần 2: Tăng nhiệt độ
- 76-3 (1980) Phần 3: Những mức độ cách điện và những thí nghiệm điện môi  
Bản sửa đổi số 1 (1981)
- 76-4 (1976) Phần 4: Đấu và nối
- 76-5\*(1976) Phần 5: Khả năng chịu đựng ngắn mạch

### 2. Những định nghĩa

Những định nghĩa trong mục này liên quan tới các loại cuộn kháng là mục tiêu của những tiết từ hai đến tám của tiêu chuẩn này.

Trong những tiết này những định nghĩa bổ xung của những thuật ngữ chuyên dùng ở loại đặc biệt được cho hay chúng mang một ý nghĩa đặc biệt khi chúng liên quan tới tiêu chuẩn này

---

\* Lần in thứ hai (1982) đưa vào bản sửa đổi số 1 (1979)

Trừ khi có những định nghĩa đặc biệt khác, những thuật ngữ được dùng có ý nghĩa được cho trong IEC 76.

Những thuật ngữ bổ xung với bản chất tổng quát hơn được định nghĩa trong Từ ngữ Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEV).

Những tham khảo thường gặp cũng có trong các điều mục kỹ thuật của ấn phẩm 76 của IEC và các ấn phẩm khác liên quan tới máy biến áp và những thí nghiệm về máy biến áp. Hệ thống thuật ngữ của những ấn phẩm này vẫn được duy trì, ngay nếu nó không hoàn toàn áp dụng cho các cuộn kháng.

Những mục liên quan tới các thí nghiệm phải được tuân thủ nếu được áp dụng cho các biên độ, thời gian, thứ tự thí nghiệm, những phép đo và đánh giá kết quả, ngay cả khi các việc đấu các thí nghiệm đặc biệt không thực hiện được. Ví dụ, thí nghiệm “điện áp cảm ứng” là một thí nghiệm trong đó, cho những cuộn kháng, điện áp thí nghiệm đặt vào đầu cực của cuộn dây tuy không phải “cảm ứng” từ một cuộn dây khác, nhưng luôn luôn được đặt trực tiếp vào nguồn ngoài

## 2.1 Những loại cuộn kháng

### 2.1.1 Cuộn kháng shunt

Cuộn kháng dùng đấu song song để bù cho dòng điện dung

### 2.1.2 Cuộn kháng giới hạn dòng

Cuộn kháng dùng đấu nối tiếp trong một hệ thống để giới hạn dòng trong trường hợp sự cố trong hệ thống

### 2.1.3 Cuộn kháng nối đất điểm trung tính

Cuộn kháng một pha dùng để nối giữa điểm trung tính của một hệ thống với đất để giới hạn tới một trị số vừa phải dòng pha đất trong trường hợp sự cố chạm đất của hệ thống

### 2.1.4 Cuộn kháng dao động tắt dần

Cuộn kháng dùng đấu nối tiếp với các tụ điện để hạn chế dòng đóng.

### 2.1.5 Cuộn kháng điều chỉnh (lọc)

Cuộn kháng dùng để giảm, ngăn hay lọc những sóng hài hay những tần số viễn thông

### 2.1.6 Máy biến áp nối đất (cuộn kháng ba pha nối đất)

Máy biến áp hay cuộn kháng ba pha dùng đấu song song trong một hệ thống để tạo một điểm trung tính.

Ghi chú.— ngoài ra những máy biến áp nối đất có thể cung cấp cho một lưới điện phụ tại chỗ

### 2.1.7 Cuộn kháng dập hồ quang

Cuộn kháng một pha dùng nối giữa điểm trung tính của một hệ thống với đất để chủ yếu bù dòng điện dung pha đất do sự cố một pha với đất (hệ thống nối đất cộng hưởng)

### 2.1.8 Cuộn kháng tron

Cuộn kháng dùng để giới hạn sự chảy của những dòng điều hoà và những quá điện áp quá độ trong những hệ thống một chiều

## 2.2 Đặc tính từ

Mối quan hệ giữa trị số đỉnh của từ thông của cuộn dây của cuộn kháng và trị số đỉnh của dòng

## 2.3 Những điều kiện làm việc

Những điều kiện làm việc bình thường cho cuộn kháng cũng như những yêu cầu về các điều kiện làm việc bất thường cũng như những điều kiện quy định cho những máy biến áp công suất (ấn phẩm 76-1 của IEC, mục 2), tùy theo những áp dụng

## TIẾT HAI – NHỮNG CUỘN KHÁNG SHUNT

### 3. Tổng quát

#### 3.1 Phạm vi áp dụng

Cuộn kháng dùng đấu nối song song trong một hệ thống để bù dòng điện dung

*Ghi chú.- Công suất phản kháng bị hấp thụ dưới điện áp định mức có thể có một trị số không đổi hay có thể hiệu chỉnh bằng cách dùng những thiết bị bổ xung:*

- a) sự thay đổi có thể được thực hiện, ví dụ, bằng những ti-rit-to điều khiển bằng pha (bù tĩnh) hay bởi từ hoá lõi từ bằng dòng một chiều
- b) sự thay đổi có thể được thực hiện bằng lựa chọn những chỗ đấu dự định trước vào cuộn dây bằng những chuyển mạch không tải hoặc có tải

#### 3.2 Thiết kế

Về phương diện thiết kế hay lắp đặt, cuộn kháng có thể:

- một pha hay ba pha,
- loại khô hoặc ngâm trong dầu,
- không mạch từ hay với mạch từ có lõi thép có khe hở,
- với hoặc không vỏ bọc từ,
- để lắp đặt trong nhà hay ngoài trời,
- có điện kháng không đổi hay thay đổi,
- có thêm cuộn dây mang tải.

#### 3.3 Đặc tính từ

Sự hiểu biết đầy đủ về đặc tính từ, như được chỉ trong những hình 1b và 1c, có thể cần thiết để :

- thiết lập những mảng vận hành bình thường,
- cho phép nghiên cứu các điều kiện quá điện áp,
- mô phỏng trong nghiên cứu hệ thống,

Những hướng dẫn liên quan đến đặc tính từ phải có thể được cung cấp theo yêu cầu.

Về quan điểm của đặc tính từ đầy đủ của nó, một cuộn kháng có thể là:

- tuyến tính (hình 1a),

- không tuyến tính (hình 1b),
- bão hoà (hình 1c),

Những cuộn kháng có đặc tính từ không tuyến tính vận hành bình thường trong miền tuyến tính của đặc tính từ, như trong hình 2. Điểm uốn của bão hoà và độ dốc trong phần bão hoà có thể là mục tiêu của một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo. Những trị số này có thể được xác định hoặc bằng các phép đo, hoặc bằng các phép tính

#### 4. Những định nghĩa

##### 4.1 Điện áp định mức $U_N$

Điện áp ở tần số định mức sẽ được áp dụng giữa các đầu nối của đường dây của các cuộn dây của một cuộn kháng ba pha, hay giữa các đầu nối của cuộn dây của một cuộn kháng một pha.

Điện áp định mức  $U_N$  là một đặc tính cơ bản đối với thiết kế, đối với những bảo hành cho bởi nhà chế tạo và đối với những thí nghiệm

*Ghi chú.*- Đối với những cuộn kháng một pha hợp thành một bộ ba pha, điện áp định mức của cuộn một pha dùng để đấu hình sao được xác định bởi một phân số có tử số là điện áp giữa các pha và mẫu là  $\sqrt{3}$ , ví dụ

$$U_N = \frac{525}{\sqrt{3}} \text{ kV}$$

##### 4.2 Điện áp tối đa làm việc $U_{max}$

Điện áp tối đa ở tần số định mức tại đó cuộn kháng phải có khả năng vận hành lâu dài không vượt quá những sự tăng nhiệt độ quy định

- Ghi chú.*— 1) Điện áp định mức có thể quy định bằng điện áp tối đa  
2) Điện áp tối đa làm việc và điện áp định mức phải được quy định bởi người mua

##### 4.3 Công suất định mức $Q_N$

Công suất phản kháng quy định cho vận hành dưới điện áp tần số định mức

##### 4.4 Dòng định mức $I_N$

Dòng của của cuộn kháng suy ra từ công suất định mức và áp định mức

*Ghi chú.*- Đối với cuộn kháng một pha dùng để tạo thành một bộ ba pha, dòng định mức của một cuộn một pha dùng cho việc đấu tam giác thể hiện bằng một phân số có tử số là dòng của tương ứng và mẫu số là  $\sqrt{3}$ , ví dụ:

$$I_N = \frac{500}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

##### 4.5 Điện kháng định mức $X_N$

Điện kháng quy định dưới điện áp định mức (thể hiện bằng ôm theo pha, ở tần số định mức)

##### 4.6 Điện kháng thứ tự không $X_0$ (của một cuộn kháng ba pha)

Điện kháng pha ở tần số định mức, bằng ba lần trị số đo được giữa đầu chung của một cuộn kháng đấu hình sao và đầu nối của điểm trung tính



#### 4.7 Điện kháng tương hỗ $X_M$ (của một cuộn kháng ba pha)

Tỷ số giữa điện áp cảm ứng trong một pha mở và dòng trong pha được cấp điện (bằng ôm theo pha của tần số định mức), xem hình 3.

Điện kháng tương hỗ được thể hiện thích hợp theo đơn vị của điện kháng định mức

Ghi chú.— a) Để xem xét lưới điện, nên ghi nhận rằng, điện kháng tương hỗ nói chung có thể bỏ qua với:

- b) một bộ gồm ba cuộn kháng một pha riêng rẽ, ngâm trong dầu
- c) một bộ của ba cuộn kháng một pha không lõi từ (loại khô) đặt cạnh nhau
- d) một cuộn kháng ba pha có đường sắt từ liên tục cho từ thông thứ tự không

### 5. Các đại lượng định mức.

Các đại lượng định mức trong một cuộn kháng loại shunt được sử dụng liên tục trong vận hành, trừ phi có các quy định ngược lại

Đối với những cuộn kháng sử dụng bù tĩnh với sự điều hành của dòng theo pha, những trị số bảo đảm được áp dụng cho dòng hình sin khi đầy tải, trừ khi có quy định khác.

### 6. Mức cách điện

Xem ấn phẩm 76-3 của IEC cho quy định của mức cách điện

### 7. Những tấm biển ghi thông số

Mỗi cuộn kháng phải có một tấm biển ghi thông số bằng vật liệu chịu ẩm, đặt cố định tại một chỗ nhìn thấy được và mang những chỉ dẫn thích hợp đánh số dưới đây. Những nội dung ghi trên tấm biển phải không xoá được (ví dụ khắc hoá học, khắc hay dập)

#### 7.1 Những thông tin cần cung cấp trong mọi trường hợp

- Loại cuộn kháng
- Lắp đặt bên ngoài / bên trong
- Số thứ tự của tiêu chuẩn hiện tại
- Tên của nhà chế tạo
- Số thứ tự trong dãy của nhà chế tạo
- Năm sản xuất
- Số các pha
- Công suất định mức
- Tần số định mức
- Điện áp định mức
- Dòng điện định mức
- Điện áp tối đa làm việc (những) Mức cách điện
- Tổ đấu dây các cuộn dây
- Điện kháng dưới áp định mức (trị số đo được)
- Kiểu làm mát
- Khối lượng tổng cộng
- Khối lượng dầu cách điện

## 7.2 Những thông tin bổ xung để cấp trong một số trường hợp

- Cấp chịu nhiệt của cách điện (chỉ đối với cuộn kháng loại khô)
- Tăng nhiệt độ (nếu khác một trị số bình thường)
- Khối lượng vận chuyển (đối với cuộn kháng của một khối lượng tổng cộng lớn hơn 5t)
- Khối lượng rút khỏi vỏ (đối với các cuộn kháng có khối lượng lớn hơn 5t)
- Bản chất của chất lỏng cách điện, nếu không phải dầu khoáng
- Những chi tiết liên quan đến việc đấu, nếu có
- Điện kháng thứ tự không
- Điện kháng tương hỗ

## 8. Những thí nghiệm

### 8.1 Những yêu cầu cho các thí nghiệm thông lệ, mẫu và đặc biệt

Xem tiểu mục 8.1 của ấn phẩm IEC 76-1

### 8.2 Những thí nghiệm thông lệ

- a) Đo sức bền của cuộn dây (tiểu mục 8.5)
- b) Đo điện kháng (tiểu mục 8.6)
- c) Đo tổn thất (tiểu mục 8.7)
- d) Những thí nghiệm điện môi (tiểu mục 8.11)
- e) Đo tỷ số máy biến áp và trở kháng ngắn mạch đối với các cuộn kháng có cuộn dây bổ xung mang tải

### 8.3 Những thí nghiệm mẫu

- a) Thí nghiệm tăng nhiệt độ (tiểu mục 8.15)
- b) Những thí nghiệm điện môi (tiểu mục 8.11)

### 8.4 Những thí nghiệm đặc biệt

- a) Đo điện kháng thứ tự không của những cuộn kháng ba pha tuyến tính và không tuyến tính (tiểu mục 8.9)
- b) Đo điện kháng tương hỗ của những cuộn kháng ba pha (tiểu mục 8.10)
- c) Đo mức ồn (tiểu mục 8.13)
- d) Đo độ rung (tiểu mục 8.14)
- e) Đo sóng hài của dòng (tiểu mục 8.8)
- f) Đo công suất tiêu thụ bởi quạt và bơm, nếu có.
- g) Đo đặc tính từ (tiểu mục 8.12)

### 8.5 Đo điện trở cuộn dây

Xem tiểu mục 8.2 của ấn phẩm 76-1 của IEC

### 8.6 Xác định điện kháng.

a/ Điện kháng được xác định bằng tỷ số giữa điện áp định mức và dòng được đo (trị số hiệu dụng) ở điện áp định mức, với giả thiết rằng thành phần điện trở của trở kháng là không đáng kể.

b/ Điện kháng phải được xác định ở tần số định mức bằng đặt vào một nguồn gần hình sin (xem ấn phẩm 60-2 của IEC, tiểu mục 7.1)

- c) Đối với các cuộn kháng không có lõi sắt có khe hở cũng không có vỏ bọc từ những phép đo có thể thực hiện ở bất kỳ ở điện áp nào gồm giữa 10% và 100% của điện áp định mức.
- d) Đối với một cuộn kháng có một lõi sắt có khe hở hoặc có vỏ bọc từ, những phép đo phải được thực hiện ở điện áp định mức. Trong những trường hợp đặt biệt, ví dụ, đối với những công suất rất lớn và điện áp cao của hệ thống, có thể khó duy trì những điều kiện thí nghiệm. Với những cuộn kháng tuyến tính và không tuyến tính, một phép ngoại suy khoảng 10% được cho phép, nghĩa là điện áp thí nghiệm phải, trong tất cả các trường hợp, vượt quá  $0,9U_N$
- e) Điện kháng một cuộn kháng ba pha phải được đo với một hệ thống điện áp ba pha cân bằng đặt vào các đầu nối của cuộn kháng.  
Điện kháng phải được lấy theo quan hệ:

$$\text{Điện áp pha-pha} \\ \text{— dòng trung bình đo được} \times \sqrt{3}$$

Đối với những cuộn kháng ba dây với đường từ cho các từ thông thứ tự không, việc đo điện kháng có thể cũng được thực hiện với một nguồn điện một pha

*Ghi chú.- Khi việc lắp đặt thí nghiệm không cho phép thực hiện thí nghiệm một cách thoả mãn, thí nghiệm có thể được thực hiện trên hiện trường với điều kiện có sự thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo*

#### 8.7 Đo các tổn thất

Đo tổn thất phải được thực hiện dưới điện áp và tần số định mức với một vôn mét nhạy với trị số trung bình, nhưng được khắc độ theo trị số hiệu dụng của một hình sin có cùng trị số trung bình ấy.

Trong những trường hợp đặc biệt, ví dụ đối với các cuộn dây công suất rất lớn và đối với những điện áp cao, khó mà có thể thực hiện được các điều kiện thử. Trong những trường hợp này, tổn thất ở điện áp định mức có thể có được bằng cách nhân tổn thất đo được với bình phương của tỷ số giữa dòng định mức và dòng đo được ở điện áp giảm.

Phương pháp xác định tổn thất phải là mục tiêu một thoả thuận giữ người mua và nhà chế tạo. Người ta sẽ cung cấp tư liệu đầy đủ về độ chính xác và độ tin cậy của phương pháp đề nghị.

Vì trị số công suất một cuộn kháng shunt bình thường rất bé, việc đo những tổn thất bằng phương pháp watt mét quy ước rõ ràng là có những sai số lớn.

Những tổn thất trong những phần khác nhau của cuộn kháng (tổn thất  $I^2R$ , tổn thất sắt, tổn thất phụ) không thể tách riêng bằng các phép đo; để tránh phải hiệu chỉnh đến nhiệt độ tham khảo, nên thực hiện những phép đo khi nhiệt độ trung bình những cuộn dây thực chất bằng nhiệt độ tham khảo.

Trong trường hợp nhiều thiết bị cần thí nghiệm, cái nào sẽ được chọn để đo những tổn thất ở nhiệt độ kề gần nhiệt độ tham khảo cũng phải là mục tiêu của việc đo tổn thất ở nhiệt độ môi trường. Việc đó cho phép thiết lập một trị số nhiệt độ cho những tổn thất tổng (giả thiết là thay đổi tuyến tính). Đối với những thiết bị khác, việc đo các tổn thất sẽ chỉ được thực hiện ở nhiệt độ môi trường và những trị số sẽ được sửa chữa bằng cách đưa chúng về nhiệt độ tham khảo bằng một hệ số nhiệt độ thiết lập với đơn vị được chọn cho thí nghiệm mẫu.

Nếu ở điện áp định mức, dòng được đo khác dòng định mức, những tổn thất đo được phải được nhân với bình phương tỷ số dòng định mức với dòng đo được

Ghi chú.— xem ghi chú tiêu mục 8.6

### 8.8 *Đo các sóng hài của dòng*

Phép đo này áp dụng cho những cuộn kháng có đặc tính từ bão hoà (xem hình 1c). Người ta đo các sóng hài của dòng trong tất cả ba pha ở điện áp định mức bằng một cái phân tích sóng hài, và đại lượng của sóng hài xem xét được thể hiện bằng phần trăm của thành phần cơ bản.

Việc đo các sóng hài của điện áp nguồn cấp điện phải được thực hiện đồng thời bằng phương pháp thích hợp.

*Ghi chú.* □ Thí nghiệm này chỉ được thực hiện nếu hệ số méo mó của điện áp nguồn cung cấp bé hơn 2% (xem tiêu mục 7.1 của ấn phẩm 60-2 của IEC)

### 8.9 *Đo điện kháng thứ tự không của các cuộn kháng ba pha tuyến tính và không tuyến tính*

Xem tiêu mục 8.7 của ấn phẩm 76-1 IEC

Tiêu chuẩn này phải được thực hiện ở một điện áp tương ứng với một dòng ở trung tính không vượt quá dòng định mức ở pha.

### 8.10 *Đo điện kháng tương hỗ của những cuộn kháng ba pha*

Việc đo phải được thực hiện, trước hết, ở điện áp định mức theo hình 3

### 8.11 *Những thí nghiệm điện môi*

Việc áp dụng những thí nghiệm điện môi khác nhau ở những cuộn kháng loại shunt theo một cách tổng quát những quy tắc tương ứng đối với máy biến áp trong ấn phẩm 76-3, 726 và 722 của IEC

#### 8.11.1 *Thí nghiệm chịu đựng điện áp nguồn riêng biệt (thí nghiệm thông lệ).*

Xem mục 10 của ấn phẩm 76-3 IEC

#### 8.11.2. *Thí nghiệm chịu đựng điện áp cảm ứng (thí nghiệm thông lệ).*

Nói chung thí nghiệm chịu đựng điện áp cảm ứng được tiến hành theo mục 11 của ấn phẩm 76-3 của IEC, trừ chỉ dẫn ngược lại cho sau đây:

Nếu cuộn dây cách điện như nhau, người ta áp dụng tiêu mục 11.2

Nếu cuộn dây cách điện không như nhau, người ta áp dụng hoặc là tiêu mục 11.3, hoặc tiêu mục 11.4, theo điện áp thí nghiệm và những phương tiện thí nghiệm sẵn có.

Thí nghiệm theo tiêu mục 11.4 là khả năng duy nhất cho  $U_m = 245kV$ , nhưng nó cũng có thể được thực hiện cho những điện áp thấp hơn theo thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo. Khi thí nghiệm theo 11.4 được áp dụng, nó được sửa đổi như sau:

Việc đo các phóng điện bộ phận phải được thực hiện với một điện áp  $U_2 = 1,5U_m/\sqrt{3}$ , việc áp dụng thời gian ngắn mức  $U_1$  cao được bỏ đi.

Nếu những công suất và điện áp cần thiết cho những thí nghiệm này vượt quá khả năng có sẵn tại trạm thí nghiệm, thí nghiệm phải được thay thế bằng một thí nghiệm xung sét theo thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo.

Những điện áp thí nghiệm và những phương pháp thí nghiệm phải là mục tiêu thoả thuận khi đặt hàng.

Ghi chú.— Đối với những cuộn kháng thuộc loại khô, cũng xem mục 20 của ấn phẩm 726 của IEC

#### 8.11.3 *Thí nghiệm xung sét (thí nghiệm mẫu và thông lệ)*

Xem các mục 12 và 13 của ấn phẩm 76.3 và mục 19 của ấn phẩm 726 và ấn phẩm 722 của IEC

#### 8.12 *Đo đặc tính từ*

Đo đặc tính từ có thể quy định khi cuộn kháng thuộc loại không tuyến tính (hình 1b) hay thuộc loại bão hoà (hình 1c). Phép đo có thể thực hiện với một điện áp hay một dòng điện ở tần số công nghiệp tới điện áp làm việc tối đa hay, bằng thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo, ở bên trên chút ít của trị số này. Một phương pháp đo khác phủ một miền rộng hơn của từ thông được bao bọc cũng có thể là đối tượng của một thoả thuận

#### 8.13 *Đo mức độ ồn*

Thí nghiệm này thực hiện nói chung theo ấn phẩm 551 của IEC

Khi những phép đo được thực hiện trên những cuộn kháng khô, người ta phải bảo đảm những khoảng cách an toàn đầy đủ ở những cuộn dây dưới điện áp.

Đường viền định nghĩa ở tiểu mục 3.4 của ấn phẩm 551 IEC phải cách 2m của bề mặt các cuộn dây. Đường viền mô tả sẽ ở trong một mặt phẳng nằm ngang đi qua nửa chiều cao của cuộn dây

*Ghi chú.—Đối với những cuộn kháng công suất lớn, những thí nghiệm có thể được thực hiện tại hiện trường nếu việc đó không thể thực hiện trong xí nghiệp và là mục tiêu một thoả thuận giữa người mua và nhà xây dựng.*

#### 8.14 *Đo độ rung*

Nếu cần yêu cầu đo độ rung, những điểm sau đây phải được thống nhất trước khi thí nghiệm để:

– hoặc thí nghiệm phải được thí nghiệm như một thí nghiệm mẫu trên một thiết bị hoặc như một thí nghiệm thông lệ trên tất cả các thiết bị,

– hoặc u thí nghiệm phải được thực hiện ở điện áp định mức hay ở điện áp làm việc bình thường tối đa nếu hai điện áp này khác nhau,

–việc đo này phải được thực hiện ở đâu và như thế nào (thường trên bốn thành của thùng và một số đầy đủ các điểm của việc đo để có thể thiết lập một trung bình) những biên độ của độ rung phải được thể hiện từ trị số từ đỉnh đến đỉnh

Một trị số tối đa 200µm được khuyến nghị

#### 8.15 *Thí nghiệm tăng nhiệt độ*

Xem ấn phẩm 76-2 của IEC

Thí nghiệm này được thực hiện, trước hết, ở áp làm việc bình thường tối đa và ở tần số định mức.

Nếu áp tối đa làm việc không thể duy trì trong thí nghiệm, thí nghiệm có thể thực hiện ở một điện áp giảm nhưng không thấp hơn 90% áp tối đa làm việc. Những việc tăng nhiệt độ phải được điều chỉnh cho trị số của áp tối đa làm việc phù hợp với ấn phẩm 76-2 hay 726 của IEC, tương ứng với các cuộn kháng ngâm trong dầu hay thuộc loại khô.

## 9. Các dung sai

Trong trường hợp của các cuộn kháng shunt có nhiều điểm đấu, những dung sai áp dụng cho điểm đấu chính trừ các quy định khác .

### 9.1 Những dung sai trên điện kháng ở điện áp định mức và ở tần số định mức $\pm 5\%$ của điện kháng định mức.

Trong trường hợp những cuộn kháng shunt ba pha hay những bộ ba cuộn dây một pha, những điện kháng trong ba pha, đấu vào một hệ thống điện áp đối xứng, không được chệch quá  $\pm 2\%$  trị số trung bình, nhưng luôn luôn trong giới hạn dung sai  $\pm 5\%$  chỉ ở trên.

Nếu cuộn dây cảm kháng có một đặc tính phù hợp với hình 1b, một dung sai  $\pm 5\%$  trên sự thay đổi trị số của điện kháng đo được ở điện áp định mức phải được đặt vào tới một điện áp giới hạn quy định bởi người mua

### 9.2 Những dung sai về các tổn thất

Những tổn thất tổng cộng đo được và điều chỉnh theo tiêu mục 8.7 không được vượt quá những tổn thất bảo đảm 15%

## TIẾT BA – NHỮNG CUỘN KHÁNG GIỚI HẠN DÒNG VÀ NHỮNG CUỘN KHÁNG NỐI ĐẤT ĐIỂM TRUNG TÍNH

## 10. Tổng quát

### 10.1 Phạm vi áp dụng

Những cuộn kháng dùng để giới hạn dòng trong những trường hợp sự cố trong hệ thống có thể là:

#### 10.1.1 Những cuộn kháng giới hạn dòng

Những cuộn kháng dùng để giới hạn dòng ngắn hạn . Trong vận hành bình thường một dòng liên tục chảy qua bộ cảm giới hạn dòng

#### 10.1.2 Những cuộn kháng nối đất trung tính

Những cuộn kháng một pha trong hệ thống ba pha, nối giữa trung tính một hệ thống và đất, để giới hạn dòng pha đất trong những điều kiện sự cố của hệ thống. Nói chung những cuộn kháng nối đất trung tính không mang dòng liên tục, hay chỉ có một dòng liên tục nhỏ

### 10.1.3 Những loại cuộn kháng khác

Tùy theo việc áp dụng của chúng, những cuộn kháng dùng cho các công việc khác có thể được bao gồm trong tiết này.

Những cuộn kháng như thế ví dụ là:

- những cuộn kháng phân bố tải cho sự cân bằng của dòng trong những mạch song song
- những cuộn kháng khởi động đấu nối tiếp với một động cơ có dòng xoay chiều để giới hạn dòng khởi động

### 10.2 Thiết kế

Liên quan đến thiết kế và lắp đặt, những cuộn kháng giới hạn dòng có thể xếp loại như sau:

- một pha hay ba pha
- loại khô hay loại ngâm trong dầu
- không lõi từ hoặc lõi sắt từ có khe hở,
- có hoặc không có vỏ bọc từ,
- để lắp đặt ở bên trong hay bên ngoài

*Những ghi chú.- 1- Vỏ bọc từ của một cuộn kháng giới hạn dòng nói chung được thiết kế để bảo hoà khi cuộn kháng mang một dòng điện lớn trong một thời gian ngắn.*

*2- Một cuộn kháng giới hạn dòng, loại khô không vỏ, sinh ra một từ trường mạnh khi nó mang một dòng lớn trong thời gian ngắn. Vị trí các cuộn dây pha và vị trí tương đối của chúng với các thiết bị khác và với các cấu trúc kim loại phải được xem xét để làm giảm đi các hậu quả có thể xảy ra, như làm nóng quá mức các bộ phận kim loại kề cận và đặt những lực nguy hiểm vào các bộ phận này khi có những dòng ngắn hạn*

## 11. Những định nghĩa

### 11.1 Dòng liên tục định mức $I_N$

Dòng ở tần số định mức, chảy qua các đầu nối của cuộn dây, mà cuộn điện kháng được thiết kế để mang liên tục. Trừ phi có những chỉ dẫn ngược lại, không một dòng liên tục định mức nào được quy định cho cuộn kháng nối đất trung tính

### 11.2 Dòng ngắn hạn định mức $I_{KN}$

Trị số hiệu dụng của thành phần đối xứng trong chế độ xác lập của dòng ngắn hạn, ở tần số định mức, chảy qua cuộn dây trong thời gian quy định vì nó mà cuộn kháng được thiết kế và do đó cuộn dây có thể chịu đựng không bị làm nóng quá mức và cũng không có lực cơ quá mức.

*Ghi chú.- Dòng ngắn hạn định mức sinh ra từ các điều kiện sự cố của hệ thống*

### 11.3 Thời gian dòng định mức ngắn hạn $t_{KN}$

Thời gian của dòng ngắn hạn định mức vì nó mà có cuộn kháng được thiết kế

### 11.4 Trở kháng định mức $Z_{KN}$

Trở kháng quy định bằng ôm theo pha, ở tần số định mức và dòng ngắn hạn định mức

Đối với một cuộn kháng ba pha giới hạn dòng hay một bộ ba cuộn kháng một pha, trở kháng định mức là trung bình của ba trở kháng một pha

*Ghi chú.* □ Trong trường hợp những cuộn kháng ba pha, hay một bộ các cuộn dây một pha, sự nối mạch từ giữa các pha gây nên một trở kháng thực sự giữa các pha khác với trở kháng định mức được định nghĩa ở trên. Việc đó chỉ có một sự quan trọng nhỏ nếu các hệ số nối nhỏ hơn 5%

## 12. Các đại lượng định mức

### 12.1 Dòng liên tục định mức

Trừ phi có quy định ngược lại, dòng liên tục định mức là một dòng ba pha đối xứng.

Những trị số được ưa thích của dòng liên tục định mức tương ứng với những sê-ri R10 của tiêu chuẩn ISO3

### 12.2 Dòng ngắn hạn định mức

Dòng ngắn hạn định mức phải ít nhất bằng trị số cao nhất của dòng trong những điều kiện sự cố hay khởi động quy định

### 12.3 Thời gian dòng ngắn hạn định mức

Trừ phi có những quy định ngược lại, dòng ngắn hạn định mức phải có thời gian như sau:

- a) những cuộn kháng giới hạn dòng: 2s
- b) những cuộn kháng nối đất trung tính: 10s

*Ghi chú.* - Nếu nhiều sự cố hay khởi động kế tiếp có thể xuất hiện trong khoảng một thời gian ngắn, thời gian của chúng, khoảng thời gian chia cách chúng và số của chúng phải được quy định bởi người mua. Khoảng thời gian của dòng ngắn hạn định mức phải được lựa chọn thích hợp

### 12.4 Trở kháng định mức

Trị số của trở kháng định mức phải được quy định đồng thời với dòng ngắn hạn định mức có tính đến các thông số của hệ thống và những trường hợp nhận biết các sự cố của hệ thống. Số lượng này cần thiết có đặc tính tối thiểu.

Đối với một cuộn kháng ba pha hay một bộ các cuộn một pha được tách trong một thiết trí đã định nghĩa rõ, nhà chế tạo phải cấp, theo yêu cầu những hướng dẫn liên quan tới các hệ số nối hay những điện kháng tương hỗ giữa các pha trong những điều kiện dòng ngắn hạn định mức.

*Ghi chú.* - Đối với một số loại cuộn kháng, một phép đo trực tiếp của khối lượng nay là khó (xem tiểu mục 17.11)

## 13. Mức cách điện

Đối với những quy định của mức cách điện, xem ấn phẩm 76-3 IEC

### 13.1 Những yêu cầu cách điện cho những cuộn kháng giới hạn dòng

Những yêu cầu cách điện giữa các pha và với đất nối chung phải tương ứng với điện áp cao nhất đối với thiết bị  $U_m$  của hệ thống trong đó cuộn kháng phải được đặt



Người ta có thể quy định những yêu cầu cách điện thấp hơn cho cuộn dây, đặc biệt khi các chống sét sẽ được nối song song với các cuộn dây. Điện áp định mức của chống sét được khuyến là không nên chọn thấp hơn 1,2 lần điện áp phát triển dọc theo cuộn dây bởi dòng ngắn hạn định mức

#### 13.2 *Những yêu cầu cách điện cho những cuộn kháng nối đất trung tính*

Những yêu cầu cách điện của một cuộn kháng nối đất trung tính phải tương ứng với cách điện của trung tính của hệ thống trong đó cuộn dây phải được lắp đặt. Người ta có thể chọn một cách điện giảm về phía đầu đất (cách điện không đồng nhất)

### 14. Khả năng chịu dòng ngắn hạn định mức

Những cuộn kháng giới hạn dòng và những cuộn kháng nối đất trung tính phải được thiết kế để chịu đựng những hiệu ứng về động lực và nhiệt

### 15. Sự tăng nhiệt độ

#### 15.1 *Sự tăng nhiệt độ ở dòng liên tục định mức*

Áp dụng những giới hạn tăng nhiệt độ, cho ở trong mục hai của ấn phẩm 76-2 hay trong điều 10 của ấn phẩm 726 của IEC

#### 15.2 *Nhiệt độ sau khi đặt vào một dòng ngắn hạn*

Nhiệt độ tính toán của cuộn dây sau khi có một dòng ngắn hạn, không được vượt quá trị số mô tả trong tiểu mục 2.1.4 trong ấn phẩm 76-5 của IEC, liên quan đến các máy biến áp đặt trong những điều kiện ngắn mạch

### 16. Các tấm biển ghi thông số

Mỗi cuộn kháng phải có một tấm biển ghi thông số bằng vật liệu chịu thời tiết xấu, cố định vào một nơi nhìn thấy được và mang những chỉ dẫn thích hợp dưới đây. Những việc ghi trên tấm phải không xoá được (ví dụ khắc hoá học, khắc hay dập)

#### 16.1 *Những thông tin để cung cấp trong mọi trường hợp*

- Loại cuộn kháng
- Lắp đặt bên ngoài/bên trong
- Số thứ tự của tiêu chuẩn này
- Tên của nhà chế tạo
- Số dây của các nhà chế tạo
- Năm sản xuất
- Số pha
- Tần số định mức
- Điện áp cao nhất cho thiết bị
- Dòng liên tục định mức
- Dòng ngắn hạn và thời gian định mức
- Mức cách điện
- Trở kháng (trị số đo được)
- Kiểu làm lạnh
- Khối lượng toàn bộ
- Khối lượng dầu cách điện

#### 16.2 *Những thông tin bổ xung phải cung cấp trong một số trường hợp*

Cấp nhiệt của cách điện (chỉ cho cuộn kháng khô)  
 Tăng nhiệt độ (nếu khác trị số bình thường)  
 Những điều kiện cách điện cho những đầu nối đất của một cuộn dây có cách điện không đồng nhất.  
 Khả năng chịu đựng của điện áp định mức với xung sét dọc theo cuộn dây khi có những chống sét đầu song song với cuộn dây (trường hợp những cuộn kháng hạn chế dòng)  
 Khối lượng vận chuyển (đối với những cuộn kháng có khối lượng tổng cộng lớn hơn 5t)  
 Khối lượng rút khỏi vỏ (đối với những cuộn kháng có khối lượng lớn hơn 5t)  
 Bản chất của chất lỏng cách điện, nếu không phải dầu khoáng  
 Những chi tiết liên quan đến chỗ đấu, nếu có

## 17. Những thí nghiệm

17.1 *Những yêu cầu tổng quát đối với những thí nghiệm thông lệ, những thí nghiệm mẫu và những thí nghiệm đặc biệt*  
 Xem tiểu mục 8.1 của ấn phẩm 76-1 IEC

17.2 *Thí nghiệm thông lệ*  
 a) Đo điện trở cuộn dây (xem ấn phẩm 76-1, tiểu mục 8.2)  
 b) Đo trở kháng với dòng liên tục, nếu được (tiểu mục 17.5)  
 c) Đo các tổn thất nếu được (tiểu mục 17.6)  
 d) Đo bằng điện áp đặt vào (tiểu mục 17.7)  
 e) Thí nghiệm điện áp cảm ứng (tiểu mục 17.8)

17.3 *Thí nghiệm mẫu*  
 a) Thí nghiệm tăng nhiệt độ ở nhiệt độ liên tục định mức (tiểu mục 17.9)  
 b) Thí nghiệm xung sét (tiểu mục 17.10)

17.4 *Thí nghiệm đặc biệt*  
 a) Thí nghiệm dòng ngắn hạn và đo trở kháng ở dòng ngắn hạn (tiểu mục 17.11)  
 b) Đo mức độ ồn (tiểu mục 17.12)

17.5 *Đo trở kháng với dòng liên tục*  
 Trở kháng phải đo ở tần số định mức. Với những cuộn kháng ba pha và các bộ ba pha của các cuộn kháng một pha các trở kháng phải được đo với một pha được đóng điện ; trở kháng là trung bình của ba trở kháng một pha.  
 Khi những hệ số liên hệ từ của một cuộn kháng ba pha cao hơn 5%, trở kháng một cuộn như vậy phải được đo bằng cách đóng một điện áp ba pha đối xứng vào những cuộn dây đầu hình sao.  
 Trở kháng như vậy phải bằng  

$$\frac{\text{điện áp đặt vào giữa các pha}}{\text{dòng trung bình đo được} \times \sqrt{3}}$$

*Ghi chú.- Đối với những cuộn dây không vỏ bọc từ, thí nghiệm này cũng sẽ kiểm tra trở kháng định mức*

17.6 *Đo các tổn thất*  
 Việc đo này sẽ chỉ được áp dụng với những cuộn kháng có quy định sử dụng liên tục. Việc đo này phải được thực hiện ở tần số định mức

Phương pháp xác định những tổn thất phải là mục tiêu những thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo. Một tài liệu đầy đủ liên quan đến độ chính xác và độ tin cậy của phương pháp đề nghị phải được cung cấp.

Vì hệ số công suất của một cuộn kháng giới hạn dòng thường rất bé, việc đo những tổn thất bằng phương pháp watt mét quy ước có thể có những sai số lớn

Với những cuộn kháng, có thể có lợi khi sử dụng phương pháp cầu

- 17.6.1 Với những cuộn kháng không mạch từ không có vỏ bọc từ, việc đo có thể thực hiện trên bất kỳ dòng nào và dẫn tới dòng lâu dài định mức. Với điều chỉnh nhiệt độ, xem tiểu mục 8.4 của ấn phẩm 76-1 IEC

Ghi chú.— Sự có mặt của những bộ phận kim loại kề gần cuộn kháng có thể là nguồn gốc những sai số đo quan trọng

- 17.6.2 Đối với những cuộn kháng có vỏ bọc từ, những tổn thất trong các phần khác nhau của cuộn kháng (tổn thất  $I^2R$ , tổn thất sắt, tổn thất phụ) không thể đo riêng rẽ được; như vậy, để tránh những điều chỉnh nhiệt độ tới nhiệt độ tham khảo, tốt hơn là thực hiện những việc đo khi nhiệt độ trung bình các cuộn dây xấp xỉ nhiệt độ tham khảo. Nếu việc này không thể làm được, những tổn thất phụ như những tổn thất sắt sẽ được coi như độc lập với nhiệt độ.

Trong trường hợp có nhiều thiết bị cần thử nghiệm, cái được chọn làm thí nghiệm mẫu cho việc đo các tổn thất ở nhiệt độ kề gần nhiệt độ tham khảo cũng là mục tiêu của việc đo các tổn thất ở nhiệt độ môi trường. Những thiết bị khác cũng được đo ở nhiệt độ môi trường và những tổn thất được điều chỉnh bằng cách đưa chúng về nhiệt độ tham khảo bằng hệ số nhiệt độ xác lập cho cái được chọn để thí nghiệm mẫu.

- 17.7 *Thí nghiệm chịu đựng điện áp đặt vào (thí nghiệm thông lệ)*

Thí nghiệm phải được thực hiện, nói chung, theo điều 10 của ấn phẩm 76-3 IEC.

Điện áp thí nghiệm phải được đặt vào:

- giữa mỗi cuộn dây và đất;
- giữa các cuộn dây khác nhau.

- 17.8 *Thí nghiệm chịu đựng điện áp cảm ứng (thí nghiệm thông lệ)*

Thí nghiệm phải được thực hiện, nói chung theo tiểu mục 11.1 của ấn phẩm 76-3 IEC. Điện áp thí nghiệm phải bằng hai lần điện áp tạo ra dòng có thời gian ngắn định mức.

Nếu thí nghiệm này dẫn tới những ứng lực nhiệt không cân xứng trên những thiết bị thử, hay nếu công suất và điện áp cần thiết vượt quá những cái có sẵn tại bệ thử, nó phải được thay thế bằng một thí nghiệm xung sét theo thoả thuận giữa nhà chế tạo và người mua

- 17.9 *Thí nghiệm tăng nhiệt độ ở dòng định mức liên tục*

Thí nghiệm phải được thực hiện, nói chung, theo ấn phẩm 76-2 IEC

- 17.9.1 *Những cuộn kháng loại khô*

Thí nghiệm phải được thực hiện ở trị số dòng thí nghiệm càng gần trị số của dòng liên tục định mức  $I_N$  càng tốt và không thấp hơn 90% của trị số đó. Thí nghiệm sẽ tiếp tục tới khi độ tăng của bất kỳ phần nào của cuộn dây thấp hơn 2K trong 1h

Sự tăng nhiệt độ  $\Delta\theta_N$  của cuộn dây trên nhiệt độ không khí làm lạnh, ở dòng một chiều định mức, được tính bởi công thức:

$$\Delta_{\theta N} = \Delta_{\theta t} \left[ \frac{I_N}{I_t} \right]^q$$

trong đó:

$I_N$  = dòng liên tục định mức

$I_t$  = dòng thí nghiệm

$\Delta\theta_t$  = sự tăng nhiệt độ tương ứng ở dòng thí nghiệm

Những trị số của  $q$  phải được lấy bằng:

1,6 cho những cuộn làm lạnh AN( làm lạnh tự nhiên)

1,8 cho những cuộn làm lạnh AF( làm lạnh cưỡng bức)

Nhiệt độ  $\theta_t$  của cuộn dây phải được tính từ điện trở đo được theo tiểu mục 3.3 của ấn phẩm 76-2 IEC

#### 17.9.2 Những cuộn kháng ngâm trong dầu

Việc xác định sự tăng nhiệt độ dầu ở phần trên và sự tăng nhiệt độ cuộn dây phải được thực hiện ở tiểu mục 3.7 của ấn phẩm 76-2 của IEC

#### 17.10 Thí nghiệm xung sét

Với những thông tin tổng quát, xem mục 12 của ấn phẩm 76-3 IEC và mục 19 của ấn phẩm 726 IEC, cũng xem ấn phẩm 722 IEC

*Ghi chú.* □ Thời gian đứng ở nửa trị số có thể không đạt tới. Khoảng thời gian này ngắn hơn thường được chấp nhận

##### 17.10.1 Thí nghiệm xung sét của những cuộn kháng giới hạn dòng

Điện áp thí nghiệm được đặt liên tiếp vào mỗi đầu của những cuộn kháng giới hạn dòng để thí nghiệm, đầu kia nối đất. Những đầu của các cuộn dây khác cũng phải nối đất.

Nếu những điều kiện cách điện giảm dọc những cuộn dây được quy định, thể thức những thí nghiệm xung sét phải là mục tiêu giữa người mua và nhà chế tạo

##### 17.10.2 Thí nghiệm xung sét của những cuộn kháng nối đất trung tính

Với những cuộn kháng nối đất trung tính, điện áp thí nghiệm đặt vào đầu nối trung tính của máy biến áp, đầu kia nối đất. Một thời gian dài hơn của đầu sóng được chấp nhận tới  $13\mu s$

#### 17.11 Thí nghiệm ở dòng ngắn hạn và đo trở kháng ở dòng ngắn hạn

Phần lớn các thông tin chung của ấn phẩm 76-5 IEC được áp dụng

Thí nghiệm dòng ngắn hạn dùng để chứng tỏ khả năng chịu đựng cơ của cuộn kháng tại dòng ngắn hạn định mức và trong trường hợp một cuộn kháng với vỏ bọc từ, cho phép đo trở kháng định mức.

Trừ phi có quy định ngược lại, điểm thứ nhất của dòng ngắn hạn phải có một trị số đỉnh  $1,8 \times \sqrt{2}$  lần trị số hiệu dụng (trong một vài trường hợp làm việc, người ta có thể có những hệ số thấp hơn  $1,8 \times \sqrt{2}$ )

Khả năng của cuộn kháng chịu thí nghiệm này phải được xác định theo tiểu mục 2.2 của ấn phẩm 76-5 IEC

Trở kháng cho dòng ngắn hạn phải được xác định từ những ghi chép những trị số ở chế độ xác lập của áp và dòng của thí nghiệm

Trị số của nó phải bằng trở kháng định mức trong những giới hạn dung sai thích hợp.

Trở kháng của cuộn kháng ba pha cho những dòng ngắn hạn phải được đo theo tiêu mục 17.5. Trong những thí nghiệm, những điện áp cảm ứng trong những pha không thí nghiệm phải được ghi chép để xác định các hệ số đầu và những trở kháng tương hỗ giữa các pha

#### 17.11.1 *Thể thức thí nghiệm*

Đối với những cuộn kháng một pha, thí nghiệm sẽ gồm hai lần đặt dòng ngắn hạn trong khoảng thời gian  $0,5 \pm 0,05s$ .

Những cuộn kháng ba pha hay bộ ba pha của những cuộn kháng tách riêng phải chịu một thí nghiệm một pha cho mỗi pha hoàn toàn không đối xứng và một thí nghiệm ba pha với một dòng xấp xỉ bằng ba pha

*Ghi chú- Nếu thời gian 0,5s không thể có được trong thí nghiệm bởi thiếu công suất của các phương tiện thí nghiệm, những thời gian ngắn hơn có thể là mục tiêu của một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo*

#### 17.11.2 *Phẩm chất nhiệt tại dòng ngắn hạn*

Khả năng chịu nhiệt của dòng ngắn hạn phải được chứng minh bằng một phép tính theo tiêu mục 2.1.5 của ấn phẩm 76-5 IEC

#### 17.12 *Đo mức độ ồn ở dòng liên tục định mức*

Thí nghiệm này phải được thực hiện, nói chung, theo ấn phẩm 551 IEC. Đối với những việc đo trên các cuộn kháng loại khô, người ta phải bảo đảm những khoảng cách an toàn đủ cho những cuộn dây để thí nghiệm. Vành xác định ở tiêu mục 3.4 của ấn phẩm 551 IEC phải cách bề mặt các cuộn dây 2m. Vành được mô tả phải ở trên một mặt phẳng ở nửa chiều cao của các cuộn dây

## 18. Các dung sai

Các dung sai của trở kháng xác lập bởi thí nghiệm và / hay tính toán cho dòng ngắn mạch định mức:

$+^{20}_0$  % của trở kháng định mức.

Những dung sai trên trở kháng của những cuộn kháng ba pha:

Dòng đo được trong các cuộn của mỗi pha trong những điều kiện xác định ở tiêu mục 17.5 không được chệch quá 5% của trị số trung bình, nhưng luôn luôn trong miền ghi ở trên hay:

$+^{20}_0$  %

Những dung sai trên trở kháng dòng liên tục định mức, nếu được chỉ:

$+^{20}_0$  %

Dung sai trên các tổn thất (chỉ trong trường hợp ở đó một dòng liên tục định mức được quy định cho cuộn kháng)

+ 15% của trị số quy định

## TIẾT BỐN - NHỮNG CUỘN KHÁNG DAO ĐỘNG TẮT DẦN

### 19. Tổng quát

#### 19.1 Phạm vi áp dụng

Những cuộn kháng dao động tắt dần được sử dụng đặc biệt để giới hạn những dòng đóng xuất hiện khi đấu các bộ tụ điện vào một lưới xoay chiều. Chúng được đấu nối tiếp với các tụ điện.

Trong những điều kiện làm việc bình thường, dòng định mức của các tụ điện chảy trong các cuộn kháng dao động tắt dần. Dòng tối đa cho phép (quá tải) trong cuộn kháng dao động tắt dần bằng trị số tương ứng của bộ tụ ghi trong những tiêu chuẩn liên quan đến các tụ điện công suất (shunt)

*Ghi chú-* cho những áp dụng đặc biệt của các tụ điện tĩnh hay những hệ thống HVDC truyền tải năng lượng bằng dòng một chiều điện áp cao, những dòng quá tải quy định trong những tiêu chuẩn liên quan đến các tụ điện công suất không phải lúc nào cũng áp dụng được.

#### 19.2 Thiết kế

Những cuộn kháng dao động tắt dần nói chung là một pha hay ba pha, loại không làm lạnh tự nhiên, không lõi từ, được dự kiến để lắp đặt bên trong hay bên ngoài.

### 20. Những định nghĩa

#### 20.1 Dòng liên tục định mức $I_N$

Trị số hiệu dụng của dòng chảy trong cuộn kháng dao động tắt dần

#### 20.2 Dòng đóng định mức $I_{IN}$

Trị số đỉnh của dòng đóng tối đa quy định cho cuộn kháng dao động tắt dần

#### 20.3 Tụ cảm định mức $L_N$

Trị số cảm kháng ở tần số của lưới quy định cho cuộn kháng dao động tắt dần

#### 20.4 Hệ số $Q$

Tỷ số giữa điện kháng với điện trở của cuộn kháng dao động tắt dần ở tần số và ở nhiệt độ quy định

### 21. Những trị số định mức

#### 21.1 Dòng liên tục định mức

Dòng liên tục định mức của một cuộn kháng dao động tắt dần phải được chọn ít nhất bằng dòng tối đa cho phép của bộ hay một phần của bộ tụ điện kết hợp

*Ghi chú.*— Dòng tối đa cho phép theo ấn phẩm 70 IEC, là dòng có trị số hiệu dụng bằng 1,3 lần trị số có được ở điện áp hình sin định mức đến các đầu nối của tụ điện

### 21.2 *Dòng đóng định mức*

Dòng đóng định mức phải được chọn sao cho bao gồm tất cả những trường hợp đã biết về chuyển mạch của bộ tụ điện hay những phần tử của bộ. Tần số cộng hưởng khi đóng tương ứng phải được quy định trong đầu thầu. Nhà chế tạo theo yêu cầu, phải cung cấp đầy đủ các thông tin liên quan đến hệ số Q mong muốn của cuộn kháng dao động tắt dần tại tần số này. Cuộn kháng dao động tắt dần phải có thể chống với các hiệu ứng động lực do dòng đóng định mức.

- Những ghi chú.*-
1.  Hiệu ứng nhiệt của dòng đóng thường là không đáng kể
  2.  Nếu cuộn kháng dao động tắt dần được yêu cầu để có thể chịu một quá cường độ lớn hơn dòng đóng định mức, do, ví dụ, từ những sự cố của tụ điện, biên độ và thời gian của một quá cường độ như vậy phải được quy định

### 22. **Mức cách điện**

Trừ phi có quy định ngược lại, mức cách điện phải tương ứng với điện áp cao nhất  $U_m$  cho thiết bị của hệ thống trong đó cuộn kháng dao động tắt dần phải được đặt. Nếu một đầu của cuộn dây được dự kiến trực tiếp nối với đất một cách điện không đồng nhất có thể được áp dụng sau khi có thoả thuận giữa nhà chế tạo và người mua

### 23. **Sự tăng nhiệt độ**

Với những cuộn kháng dao động tắt dần, ấn định những giới hạn tăng nhiệt độ quy định trong mục 2 của ấn phẩm 76-2 IEC

### 24. **Tấm biển ghi thông số**

Mỗi cuộn kháng phải có một tấm biển ghi thông số bằng vật liệu chịu thời tiết xấu, cố định vào một nơi nhìn thấy được và mang những chỉ dẫn thích hợp, đánh số dưới đây. Việc ghi trên tấm phải không xoá được (ví dụ khắc hoá học, khắc hay rập)

#### 24.1 *Những thông tin để cung cấp trong tất cả các trường hợp*

Loại cuộn kháng  
 Lắp đặt bên ngoài/bên trong  
 Số thứ tự của tiêu chuẩn hiện tại  
 Số dây của nhà chế tạo  
 Năm sản xuất  
 Tần số định mức  
 Dòng liên tục định mức  
 Dòng đóng định mức  
 Mức cách điện  
 Cảm ứng định mức  
 Hệ số Q cho tần số quy định  
 Cấp nhiệt của cách điện (chỉ cho cuộn kháng loại khô)  
 Sự tăng nhiệt độ  
 Khối lượng tổng cộng

### 25. **Những thí nghiệm**

Những điều kiện chung cho những thí nghiệm thông lệ, những thí nghiệm mẫu và những thí nghiệm đặc biệt, xem tiểu mục 8.1 của ấn phẩm 76-1 IEC

25.1 *Những thí nghiệm thông lệ*

25.1.1 Đo sức bền của cuộn dây, xem tiểu mục 8.2 của ấn phẩm 76-1 IEC

25.1.2 Đo cảm kháng

Việc đo có thể thực hiện tại tất cả các giá trị của dòng thích hợp hay bởi một phương pháp cầu.

Trị số của cảm kháng định mức có quan hệ tới tần số của hệ thống

25.1.3 Thí nghiệm chịu điện áp đặt vào

25.1.4 Thí nghiệm chịu điện áp cảm ứng

Thí nghiệm này phải được thực hiện, nói chung, theo tiểu mục 17.8, loại trừ điểm sau:

Điện áp thí nghiệm phải bằng hai lần điện áp xuất hiện với dòng đóng định mức

25.2 *Những thí nghiệm mẫu*

25.2.1 Thí nghiệm tăng nhiệt độ, xem tiểu mục 17.9

25.2.2 Thí nghiệm xung sét, xem tiểu mục 17.10

25.3 *Những thí nghiệm đặc biệt*

25.3.1 Thí nghiệm dòng đóng

Thí nghiệm phải được thực hiện ở tần số của hệ thống theo tiểu mục 17.11 trong chừng mực tiểu mục này có thể áp dụng được

25.3.2 Đo hệ số Q

Việc đo phải được thực hiện bằng một phương pháp cầu cho tần số đóng quy định. Xem tiểu mục 31.6 trong chừng mực tiểu mục này có thể áp dụng được

**26. Những dung sai** $\begin{matrix} +20 \\ 0 \end{matrix} \%$  của cảm ứng quy định**TIẾT NĂM - NHỮNG CUỘN KHÁNG ĐIỀU CHỈNH (LỌC)****27. Tổng quát**27.1 *Phạm vi áp dụng*

Những cuộn kháng điều chỉnh, trong những hệ thống xoay chiều, được nối với các tụ điện để tạo thành những mạch lọc với sóng hài trong dải tần số âm thanh để giảm, chẵn hay lọc những sóng hài hay những tần số liên tục. Những cuộn kháng điều chỉnh được đấu hoặc theo một sơ đồ song song với hệ thống (điện áp của hệ thống như vậy được đặt vào giữa hai đầu của chúng), hoặc theo một sơ đồ nối tiếp (với dòng tải chảy trong những cuộn dây của chúng)

27.2 *Thiết kế*

Những cuộn kháng điều chỉnh là một pha hay ba pha, loại ngâm trong dầu hay loại khô. Những cuộn kháng có thể thiết kế với một thiết bị hiệu chỉnh của giá trị



cảm ứng ở bên trong một miền giới hạn, hay bằng di chuyển mạch từ và / hay những cuộn kháng việc này phải là mục tiêu của một thoả thuận và phải ghi trong đấu thầu hay mời thầu những cuộn kháng điều chỉnh cho những tín hiệu ở tần số âm thanh có thể được trang bị một cuộn dây thứ hai đấu với nguồn tần số âm thanh hay với các thành phần khác.

Khi những cuộn kháng được đấu theo một sơ đồ song song, chúng phải chịu những ứng lực đóng quá độ khi có những thao tác chuyển mạch

Khi chúng đấu theo sơ đồ nối tiếp, chúng phải chịu những quá dòng do những sự cố của hệ thống, những quá dòng mà chúng phải chịu đựng trong những điều kiện xác định

- Ghi chú. □
1. □ Trong trường hợp lắp đặt mạch lọc ba pha, cần phải chú ý đến nối từ giữa các pha khác nhau của cuộn kháng.
  2. □ Đối với những cuộn kháng điều chỉnh dao động tắt dần không vỏ bọc từ, người ta sẽ tính đến ảnh hưởng có thể xảy ra của cấu trúc kim loại lắp đặt

## 28. Những định nghĩa

- 28.1 *Dòng định mức ở tần số công nghiệp định mức  $I_N$*   
Trị số hiệu dụng của dòng khi dòng chảy liên tục trong cuộn kháng ở tần số công nghiệp
- 28.2 *Điện áp định mức ở tần số công nghiệp  $U_N$*   
Trị số hiệu dụng ở tần số công nghiệp, đặt liên tục ở đầu nối của cuộn kháng
- 28.3 *Dòng định mức ở tần số điều chỉnh định mức  $I_A$*   
Trị số hiệu dụng của dòng chảy liên tục trong cuộn ở tần số điều chỉnh
- Ghi chú. □ Trong một số áp dụng (tín hiệu ở tần số âm thanh), dòng ở tần số hiệu chỉnh là gián đoạn việc này sẽ được xem xét cho những tổn thất và tăng nhiệt độ
- 28.4 *Điện áp định mức ở tần số điều chỉnh  $U_A$*   
Trị số hiệu dụng của điện áp ở tần số điều chỉnh, đặt vào lâu dài ở các đầu nối của cuộn kháng
- 28.5 *Tần số điều chỉnh định mức  $f_A$*   
Tần số cộng hưởng của mạch lọc trong đó cuộn kháng là một thành phần
- 28.6 *Cảm kháng định mức  $L_A$*   
Trị số của cảm kháng ở tần số điều chỉnh định mức
- 28.7 *Hệ số Q định mức  $Q_A$*   
Tỷ số giữa điện kháng và điện trở ở tần số điều chỉnh và ở nhiệt độ tham khảo
- 28.8 *Dòng ngắn hạn định mức  $I_{KN}$*   
Trị số hiệu dụng của dòng ngắn hạn và thời gian của nó (nếu có thể áp dụng được) quy định cho cuộn kháng điều chỉnh

## 29. Các đại lượng định mức

### 29.1 Các đại lượng điện áp hay dòng điện định mức

Tuỳ theo cuộn kháng điều chỉnh dùng để đấu vào một sơ đồ nối tiếp hay song song, nó có các trị số định mức của dòng và điện áp cho những tần số của hệ thống và điều chỉnh tuỳ trường hợp.

Những trị số định mức phải được chọn ít nhất bằng các trị số mong muốn trong những điều kiện làm việc bình thường của những mạch lọc của hệ thống

### 29.2 Dòng ngắn hạn định mức

Với một cuộn kháng điều chỉnh song song, trị số này có quan hệ với các hiện tượng đóng và xác định theo tiểu mục 21.2

Cho một cuộn kháng điều chỉnh đấu nối tiếp, trị số này có quan hệ với các sự cố quá dòng (các tiểu mục 11.2 và 12.2)

Biên độ và thời gian dòng ngắn hạn định mức phải được quy định trong đấu thầu và mời thầu liên quan tới các cuộn kháng điều chỉnh cho những áp dụng đặc biệt. Với những cuộn kháng tiêu chuẩn hoá đến điện áp thấp nhất và không có những quy định khác, quá cường độ được giả thiết là giới hạn đến 2,5 lần dòng định mức lâu dài ở tần số của hệ thống với thời gian không vượt quá 2s

### 29.3 Hệ số Q định mức

Trừ phi có quy định ngược lại, đó là một trị số tối thiểu bảo đảm

### 29.4 Phổ của dòng và áp

Phổ của dòng và áp sóng hài và / hay không sóng hài trong những tần số của hệ thống tín hiệu phải được quy định trong đấu thầu

### 29.5 Mức cách điện

Trừ phi có quy định ngược lại, mức cách điện phải tương ứng với điện áp cao nhất  $U_m$  của thiết bị của hệ thống trong đó cuộn kháng được lắp đặt nếu một đầu của cuộn được dự kiến để đấu trực tiếp với đất, người ta, có thể, sau thoả thuận, áp dụng một cách điện không đồng nhất

*Ghi chú.* □ Khi một cuộn kháng được bổ xung vào một cuộn kháng có tín hiệu âm thanh, cuộn dây này nên được thiết kế với sự xem xét có thể chuyển thành quá điện áp từ hệ thống điện

## 30. Tấm biển ghi thông số

Mỗi cuộn kháng phải có một tấm biển ghi thông số bằng vật liệu chịu thời tiết xấu, cố định vào một nơi nhìn thấy được và mang những chỉ dẫn thích hợp dưới đây. Những việc ghi trên tấm phải không xoá được (ví dụ khắc hoá học, khắc hay đập)

### 30.1 Những thông tin để cung cấp trong tất cả các trường hợp

- Loại cuộn kháng
- Lắp đặt bên ngoài / bên trong
- Số thứ tự của tiêu chuẩn hiện tại
- Tên của nhà chế tạo
- Số dây của các nhà chế tạo
- Năm sản xuất

Tần số định mức của hệ thống  
 Tần số điều chỉnh định mức  
 Điện áp định mức ở tần số công nghiệp (tuỳ theo áp dụng)  
 Điện áp định mức ở tần số điều chỉnh (tuỳ theo áp dụng)  
 Dòng điện định mức ở tần số công nghiệp (tuỳ theo áp dụng)  
 Dòng điện định mức ở thời gian ngắn và thời gian của dòng đó  
 Mức cách điện  
 Tự cảm định mức  
 Hệ số Q  
 Khối lượng toàn bộ  
 Khối lượng dầu cách điện

### 31. Những thí nghiệm

- 31.1 *Những điều kiện chung cho các thí nghiệm thông lệ, những thí nghiệm mẫu và những thí nghiệm đặc biệt*  
 Xem tiểu mục 8.1 của ấn phẩm 76-1 IEC
- 31.2 *Những thí nghiệm thông lệ*
- Đo điện trở cuộn dây (xem ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.2)
  - Đo cảm ứng (tiểu mục 31.4)
  - Thí nghiệm bằng điện áp cảm ứng (tiểu mục 31.5)
  - Thí nghiệm bằng điện áp đặt vào (ấn phẩm 76-3 IEC, điều 10)
  - Đo hệ số Q (tiểu mục 31.6)
  - Đo các tổn thất (tiểu mục 31.7)
- 31.3 *Những thí nghiệm mẫu*
- Thí nghiệm tăng nhiệt độ (tiểu mục 31.8)
  - Thí nghiệm xung sét (ấn phẩm 76-3 IEC, mục 12)
- 31.4 *Đo cảm ứng*
- Đo cảm ứng của một cuộn kháng điều chỉnh phải được thực hiện ở tần số điều chỉnh và xấp xỉ bằng dòng hay bằng điện áp định mức tuỳ trường hợp loại trừ sau đây:
- Cảm ứng của một cuộn kháng không mạch từ được giả thiết là không đổi và độc lập với dòng và có thể đo được ở dòng (hay điện áp) giảm nhỏ.
- Nếu sự tuyến tính của cuộn kháng có mạch từ lên tới một dòng tần số điều chỉnh định mức được chứng minh ở tần số công nghiệp như vậy cảm ứng của tần số điều chỉnh có thể được đo tại dòng và áp đã bị giảm
- 31.5 *Thí nghiệm chịu đựng điện áp cảm ứng*
- Thí nghiệm phải được thực hiện, nói chung, theo tiểu mục 11.1 của ấn phẩm 76-3 IEC. Điện áp thí nghiệm phải bằng hai lần điện áp ở đầu nối của cực khi  $I_{KN}$  qua nó, hay hai lần  $(U_N + U_A)$ , cái nào lớn hơn được chọn.
- Nếu những yêu cầu của điện áp và công suất, cho những thí nghiệm này, vượt quá những khả năng của bộ thí nghiệm, nó phải được thay thế bằng một thí nghiệm xung sét, theo thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo

**31.6 Đo hệ số Q**

Việc đo phải thực hiện ở tần số điều chỉnh. Hệ số Q có được ở hiệu chỉnh đến nhiệt độ tham khảo, phải không được nhỏ hơn trị số bảo đảm.

Thể thức cho việc hiệu chỉnh nhiệt độ, nếu nó được áp dụng, phải được quy định và nói chung phù hợp với tiêu mục 8.7

**31.7 Đo các tổn thất**

Những tổn thất tổng của một cuộn kháng điều chỉnh gồm tổn thất sắt (nếu cuộn có một mạch hay vỏ bọc từ) và những tổn thất trong các cuộn dây do các thành phần ở các tần số công nghiệp, ở các tần số sóng hài có thể xảy ra và / hay không sóng hài xếp chồng (những tần số tín hiệu)

Những tổn thất sắt và những tổn thất trong những cuộn dây được xác định bằng đo ở tần số công nghiệp. Những tổn thất cho mỗi thành phần ở tần số cao hơn quy định được tính hoặc đo ở các tần số tương ứng, và thêm vào các tổn thất ở tần số của hệ thống. Những tổn thất tổng liên quan tới nhiệt độ tham khảo và không được vượt quá trị số bảo đảm

**31.8 Xác định sự tăng nhiệt độ**

Thí nghiệm tăng nhiệt độ phải được thực hiện ở tần số của hệ thống. Dòng hay áp thí nghiệm phải được điều chỉnh để tương ứng với những tổn thất tổng xác định theo tiêu mục 31.7

Thể thức thí nghiệm phải nói chung phù hợp với những ấn phẩm 76-2 hay 726 IEC (cho những cuộn loại khô)

**32. Những dung sai**

Nếu cuộn kháng điều chỉnh không được trang bị những phương tiện để điều chỉnh cảm ứng, người ta phải quy định và bảo đảm một dung sai về cảm ứng định mức

## TIẾT SÁU - NHỮNG MÁY BIẾN ÁP NỔ ĐẤT (NHỮNG CUỘN KHÁNG BA PHA NỔ ĐẤT)

**33. Giới thiệu**

Những máy biến áp nối đất được sử dụng trong những hệ thống với những nối đất khác nhau. Việc này phản ảnh trong quy định của dòng của trung tính trong trường hợp sự cố.

Khi điểm trung tính của máy biến áp nối đất được nối với đất, hoặc trực tiếp, hoặc qua trung gian của một cuộn kháng giới hạn dòng, dòng trung tính định mức (tiêu mục 35.3) là tương đối cao, nhưng một khoảng thời gian ngắn (chỉ một vài giây).

Khi trung tính nối với cuộn kháng dập hồ quang, dòng trung tính định mức thuộc biên độ giảm, nhưng khoảng thời gian dài hơn (một vài giờ hay ngay cả liên tục)

**34. Tổng quát****34.1 Phạm vi áp dụng**

Những máy biến áp nối đất là những máy biến áp ba pha (hay những cuộn kháng ba pha) được sử dụng để có thể tạo một trung tính nhân tạo có thể mang tải để nối đất một hệ thống tại một điểm mà ở đấy nếu không nó sẽ không nối đất

- nối đất trực tiếp
- qua trung gian một cuộn kháng của điểm trung tính, một điện trở hay một cuộn đập hồ quang

#### 34.2 *Thiết kế*

Những máy biến áp nối đất nói chung đầu zíc-zắc hay sao / tam giác. Cuộn tam giác có thể thuộc loại mở để cho phép cài đặt một điện trở một cuộn kháng để hiệu chỉnh một trở kháng đồng cực.

Những máy biến áp nối đất có thể có một cuộn thứ cấp (điện áp thấp) có một công suất định mức liên tục để cấp điện tự dùng cho trạm

*Ghi chú.* □ Những máy biến áp nối đất có thể cũng được sử dụng trong việc đấu một phụ tải một pha giữa dây và trung tính trong một hệ thống không trung tính

### 35. Những định nghĩa

#### 35.1 *Cuộn dây chính*

Cuộn dây của máy biến áp nối đất có những đầu nối của dây được dự kiến để nối với các pha của hệ thống mà người ta muốn nối đất

#### 35.2 *Điện áp định mức*

Điện áp ở tần số định mức, quy định để đặt vào hay phát triển khi không tải giữa các đầu nối dây của các cuộn dây

#### 35.3 *Dòng trung tính định mức*

Dòng chảy qua đầu nối của trung tính của cuộn dây chính ở tần số định mức, vì nó máy biến áp nối đất được thiết kế và nó phải chịu chế độ liên tục hay trong một thời gian quy định

#### 35.4 *Dòng liên tục định mức (với máy biến áp nối đất với một cuộn dây thứ cấp)*

Dòng ở tần số định mức tương ứng với công suất định mức của cuộn dây thứ cấp

#### 35.5 *Trở kháng đồng cực định mức $Z_0$ (của một máy biến áp hay một cuộn kháng ba pha)*

Trở kháng theo pha ở tần số định mức, bằng ba lần trị số được giữa các đầu nối của dây đầu chung, một cuộn dây đầu hình sao, và một đầu nối của trung tính

#### 35.6 *Các định nghĩa phụ*

Với các định nghĩa phụ, xem ấn phẩm 76-1 của IEC

### 36. Các đại lượng định mức

Trừ phi những điều kiện vận hành không chứng minh sự lựa chọn một trị số cao hơn, điện áp định mức phải bằng điện áp giữa các pha của hệ thống

### 36.2 *Dòng trung tính định mức*

Dòng trung tính định mức không được thấp hơn những dòng ở chế độ liên tục cao nhất trong những điều kiện làm việc, ví dụ trong trường hợp mất cân bằng giữa các pha.

Trong trường hợp sự cố liên tục trong một thời gian ngắn, thời gian khoảng cách giữa các lần đặt vào và số các lần đặt vào phải được quy định bởi người mua. Thời gian quy định dòng ngắn hạn phải được lựa chọn thích hợp.

Nếu cần thiết người mua có thể quy định, ví dụ một dòng liên tục gây ra bởi sự mất cân bằng giữa các pha

### 36.3 *Trở kháng thứ tự không định mức*

Trị số của trở kháng đồng cực có thể hoặc không được ghi trong quy định, hoặc được quy định, ví dụ, khi máy biến áp nối đất được sử dụng để giới hạn dòng sự cố chạm đất

### 36.4 *Những đại lượng định mức phụ*

Với những đại lượng định mức phụ, xem mục 4 của ấn phẩm 76-1 của IEC.

Việc này áp dụng khi máy biến áp nối đất có trang bị một cuộn thứ cấp để cấp điện cho tụ dùng của một trạm hay cho những áp dụng khác tương tự.

Trong trường hợp vận hành cuộn dây chính với một cuộn dây thứ cấp, những định nghĩa tương tự với những định nghĩa của máy biến áp, cũng như định nghĩa của công suất định mức, áp dụng được

## 37. Khả năng chịu đựng dòng trung tính định mức

Những máy biến áp nối đất phải được thiết kế để chịu đựng những hiệu ứng nhiệt và động lực do dòng trung tính định mức mà không gây ra hư hỏng gì.

## 38. Tăng nhiệt độ

### 38.1 *Tăng nhiệt độ ở dòng liên tục định mức*

Đặt những giới hạn tăng nhiệt độ cho trong mục 2 của ấn phẩm 76-2 IEC và trong mục 10 của ấn phẩm 726 IEC

### 38.2 *Nhiệt độ sau khimang tải thời gian ngắn*

Nhiệt độ các cuộn dây sau một tải thời gian ngắn tới 10s với dòng ngắn hạn không được vượt quá trị số mô tả trong tiểu mục 2.1.4 của ấn phẩm 76-5 IEC, liên quan đến những cuộn dây của máy biến áp đặt trong những điều kiện ngắn mạch.

Trong trường hợp vận hành với một cuộn kháng dập hồ quang, những quy tắc của mục 47 phải được áp dụng

## 39. Mức cách điện

Mức cách điện cho những đầu nối của cuộn dây chính của một máy biến áp nối đất phải được chọn theo ấn phẩm 76-3 IEC.

Đối với đầu nối trung tính người ta có thể có mức cách điện giảm (cách điện không đồng nhất)

#### 40. Tấm biển ghi thông số

Mỗi cuộn kháng phải có một tấm biển ghi thông số bằng vật liệu chịu thời tiết xấu, cố định vào một nơi nhìn thấy được và mang những chỉ dẫn thích hợp, đánh số dưới đây. Việc ghi trên tấm phải không xoá được (ví dụ khắc hoá học, khắc hay dập)

##### 40.1 Những thông tin để cấp trong tất cả các trường hợp

Loại máy biến áp hay cuộn kháng  
Lắp đặt bên ngoài / hay bên trong  
Số thứ tự của tiêu chuẩn hiện tại  
Tên của nhà chế tạo  
Số dây của nhà chế tạo  
Năm sản xuất  
Tần số định mức  
Điện áp định mức  
Dòng trung tính định mức và thời gian của nó  
Mức cách điện  
Tổ đấu dây hay ký hiệu của tổ đấu dây  
Trở kháng đồng cực (trị số đo được)  
Kiểu làm lạnh  
Khối lượng toàn bộ  
Khối lượng dầu cách điện

##### 40.2 Những thông tin phụ để cấp trong một số trường hợp

Trong trường hợp những máy biến áp nối đất với các cuộn dây thứ cấp, những hướng dẫn phụ phải được cấp, như cho máy biến áp công suất

#### 41. Những thí nghiệm

##### 41.1 Những điều kiện chung cho các thí nghiệm thông lệ, thí nghiệm mẫu và thí nghiệm đặc biệt.

Xem tiểu mục 8.1 của ấn phẩm 76-1 IEC

##### 41.2 Những thí nghiệm thông lệ

- a) Đo điện trở các cuộn dây (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.2)
- b) Đo trở kháng đồng cực (tiểu mục 41.5)
- c) Đo những tổn thất và dòng không tải (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.5)
- d) Những thí nghiệm điện môi (ấn phẩm 76-3 IEC) Với các máy biến áp nối đất với cuộn dây thứ cấp
- e) Đo tỷ số biến và kiểm tra tổ đấu dây (ấn phẩm 76-1 IEC tiểu mục 8.3)
- f) Đo điện áp ngắn mạch, trở kháng ngắn mạch và tổn thất khi mang tải (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.4)

##### 41.3 Những thí nghiệm mẫu

- g) những thí nghiệm điện môi (ấn phẩm 76-3 IEC)
- h) Những thí nghiệm tăng nhiệt độ (ấn phẩm 41.6)

41.4 *Những thí nghiệm đặc biệt*

- i) Thí nghiệm dòng điện thời gian ngắn (tiểu mục 41.7)
- j) Đo mức độ ồn (ấn phẩm 551 IEC)

41.5 *Đo trở kháng thứ tự không*

Trở kháng thứ tự không phải được đo trước dòng trung tính định mức và thể hiện bằng ôm theo pha. Người ta phải bảo đảm rằng dòng và thời gian đặt là tương hợp với kích thước các cuộn dây hay các bộ phận kim loại. Nếu điều kiện này không cho phép làm việc đo dòng trung tính định mức, toàn bộ dòng giữa 25% và 100% của dòng định mức này có thể được sử dụng.

Với phương pháp đo, xem tiểu mục 8.7 của ấn phẩm 76-1 IEC

41.6 *Tăng nhiệt độ cho dòng trung tính định mức*

Trong trường hợp những máy biến áp nối đất trong một thời gian vận hành không vượt quá 10s, khả năng chịu nhiệt được chứng minh bằng phép tính phù hợp với tiểu mục 2.1.5 của ấn phẩm 76-5 IEC.

Trong những trường hợp khác, việc đo phải được làm theo điều 3 của ấn phẩm 76-2 IEC. Khi bắt đầu thí nghiệm, trị số ban đầu của nhiệt độ dầu ở phần trên phải là nhiệt độ của một chế độ liên tục không tải hay một chế độ liên tục với công suất định mức của cuộn dây thứ cấp, trong chừng mực mà việc đó áp dụng.

Nhiệt độ các cuộn dây sau thí nghiệm được xác định bằng phương pháp điện trở

41.7 *Chứng minh khả năng chịu đựng dòng ngắn hạn*

Tiểu mục này áp dụng cho những máy biến áp nối đất với một dòng trung tính thời gian ngắn 10s hay ít hơn.

Khả năng chịu đựng các hiệu ứng động lực của dòng ngắn hạn được chứng tỏ bởi các thí nghiệm hay bởi tham khảo những thí nghiệm trên những thiết bị tương tự những thí nghiệm phải được thực hiện trên một máy biến áp nối đất sẵn sàng để vận hành.

Thí nghiệm này có thể thực hiện bằng hai cách sau đây:

- Máy biến áp nối đất được nối với một nguồn cấp điện ba pha đối xứng, và một ngắn mạch được tạo ra giữa một đầu nối của dây và đầu nối của trung tính
- Máy biến áp nối đất được nối với một nguồn cấp điện một pha giữa ba đầu nối dây chụm lại và đầu nối trung tính.

Số các thí nghiệm phải là hai, thời gian mỗi thí nghiệm là  $0,5 \pm 0,05s$ .

Khoảng cách thời gian giữa các thí nghiệm liên tiếp phải đủ để tránh một sự tăng nhiệt độ quá mức.

Hơn nữa những việc đo phải được thực hiện phù hợp với tiểu mục 2.2 của ấn phẩm 76-5 IEC.

## 42. Dung sai

Dung sai trên trở kháng thứ tự không được đo dưới dòng trung tính định mức

$^{+20}_0\%$  của trị số quy định.

Với các đại lượng khác sau khi chúng là đối tượng phải bảo đảm, ví dụ tổn thất tỷ số biến, trở kháng ngắn mạch v.v., tham khảo ấn phẩm 76-1 IEC trong chừng mực mà ấn phẩm này áp dụng được



## TIẾT BẢY - NHỮNG CUỘN KHÁNG DẬP HỒ QUANG

### 43. Tổng quát

#### 43.1 Phạm vi áp dụng

Những cuộn kháng dập hồ quang là những cuộn kháng một pha dùng để bù dòng điện dung xuất hiện trong trường hợp dòng sự cố giữa dây và đất trong một hệ thống trung tính cách ly.

Trong một hệ thống ba pha chúng được nối giữa trung tính một máy biến áp công suất hay một máy biến áp nối đất và đất.

Những cuộn kháng dập hồ quang có thể có một độ cảm ứng khác nhau, hoặc bởi từng nấc, hoặc bởi biến thiên liên tục, trong một miền quy định, để có thể hiệu chỉnh nó với điện dung của hệ thống.

Những cuộn kháng dập hồ quang có thể có một cuộn dây thứ cấp để đấu một điện trở mang tải và / hay một cuộn dây phụ dùng để đo

### 44. Các định nghĩa

#### 44.1 Điện áp định mức

Điện áp định mức là điện áp dùng để đặt vào, ở tần số định mức, giữa những đầu nối của cuộn dây chính

#### 44.2 Dòng điện định mức

Dòng chảy trong cuộn dây chính, khi người ta đặt vào một điện áp định mức ở tần số định mức, vì nó cuộn dây được thiết kế để vận hành lâu dài hay trong một thời gian quy định.

Nếu cảm ứng biến thiên trong một miền nào đó, dòng định mức liên quan tới cảm ứng tối thiểu

#### 44.3 Miền điều chỉnh

Với một cuộn kháng dập hồ quang có cảm ứng biến thiên, đó là tỷ số giữa dòng định mức và dòng bé nhất có được cho điện áp định mức

#### 44.4 Cuộn kháng tự dùng

Cuộn dây tự dùng để cấp điện cho những thiết bị đo và điều khiển, thiết bị thiết kế cho một điện áp thấp và một dòng điện nhỏ, ví dụ 100V, 10A

#### 44.5 Cuộn dây thứ cấp

Cuộn dây của một cuộn dập hồ quang, dùng để nối một điện trở, dự kiến cho một chế độ thời gian ngắn, để tăng thành phần điện trở của dòng sự cố ở đất.

### 45. Các đại lượng định mức

#### 45.1 Điện áp định mức

Điện áp định mức ít nhất phải bằng điện áp cao nhất có thể xuất hiện giữa trung tính của máy biến áp công suất hay nối đất, hay máy biến áp nối đất, và đất trong sự cố chạm đất

Nói chung điện áp định mức quy định bằng điện áp giữa dây và trung tính của hệ thống.

Cuộn kháng phải có đặc tính từ chủ yếu tuyến tính tới điện áp định mức (xem hình 1a).

#### 45.2 Dòng định mức

Dòng định mức và thời gian của nó phải được quy định không thấp hơn các trị số cao nhất xuất hiện trong những sự cố dây-đất.

Nếu nhiều sự cố liên tiếp có thể xuất hiện trong một thời kỳ ngắn, những khoảng cách thời gian giữa những lần đặt và số lần đặt phải được quy định bởi người mua. Thời gian quy định cho dòng định mức phải được chọn thích hợp

### 46. Miền điều chỉnh

Dòng tương ứng với áp và ở tần số định mức có thể được điều chỉnh bởi một trong những phương pháp sau:

- a) Thêm những bồi dây của cuộn dây từng nấc có hạn bằng một cái chuyển mạch không điện hoặc không tải.  
Làm giảm các khe hở của lõi sắt bằng phương tiện cơ học

*Ghi chú.* Trong trường hợp điểm a) một miền điều chỉnh không vượt quá 2,5:1 được khuyến nghị

### 47. Tăng nhiệt độ các cuộn dây

Tăng nhiệt độ các cuộn dây của một cuộn kháng dập hồ quang bằng dòng định mức không vượt quá những trị số sau khi nó được thí nghiệm theo tiêu mục 50.7:

- 80K cho một dòng định mức liên tục.
- 100K cho một thời gian quy định 2h tối đa, của dòng định mức

*Ghi chú.-* Những trị số tăng nhiệt độ tính đến khả năng ít xảy ra và thời gian ngắn của những sự cố chạm đất của hệ thống

Trong trường hợp của một tải ngắn hạn, tới 10 phút, của một cuộn dây thứ cấp, nhiệt độ của nó không được vượt quá những trị số ghi trong tiêu mục 2.1.4 của ấn phẩm 76-5 IEC, liên quan đến những cuộn dây của các máy biến áp đặt trong các điều kiện ngắn mạch

### 48. Mức cách điện

Trừ phi có quy định ngược lại, mức cách điện của cuộn kháng dập hồ quang phải bằng cách điện trung tính máy biến áp đấu với hệ thống. Với đầu của cuộn kháng dập hồ quang nối với đất một mức cách điện thấp hơn có thể được quy định (cách điện không đồng nhất).

Đối với những trị số cách điện, xem ấn phẩm 76-3 IEC

### 49. Tấm biển ghi thông số

Mỗi cuộn kháng phải có một tấm biển ghi thông số bằng vật liệu chịu được thời tiết xấu, cố định tại một chỗ nhìn thấy được và mang những chỉ dẫn thích hợp, đánh số dưới đây. Những ghi trên tấm phải không xoá được (ví dụ khắc hoạ hoá học, khắc hay rập)

- 49.1 *Những thông tin cần cấp trong tất cả các trường hợp*  
 Loại cuộn kháng  
 Lắp đặt bên ngoài / hay bên trong  
 Số thứ tự của tiêu chuẩn hiện tại  
 Tên của nhà chế tạo  
 Số thứ tự trong dãy của nhà chế tạo  
 Năm sản xuất  
 Tần số định mức  
 Điện áp định mức (điện áp không tải những cuộn dây phụ và thứ cấp, nếu áp dụng được)  
 Dòng điện định mức (của tất cả các cuộn dây) với thời gian quy định  
 Mức cách điện  
 Loại làm lạnh  
 Khối lượng toàn bộ  
 Khối lượng dầu cách điện
- 49.2 *Những thông tin phụ để cấp trong một số trường hợp*  
 Bảng và biểu đồ chỉ miền điều chỉnh cho những cuộn kháng dập hồ quang có độ tự cảm biến thiên

## 50. Những thí nghiệm

- 50.1 *Những điều kiện chung cho những thí nghiệm thông lệ, thí nghiệm mẫu và thí nghiệm đặc biệt.*  
 Xem tiểu mục 8.1 của ấn phẩm IEC 76-1
- 50.2 *Những thí nghiệm thông lệ*  
 a) Đo điện trở những cuộn dây (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.2)  
 b) Đo những dòng cho tất cả miền điều chỉnh trong trường hợp một cuộn có độ tự cảm biến thiên (tiểu mục 50.5)  
 c) Đo tỷ số điện áp giữa cuộn dây chính và thứ cấp, nếu có dịp (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.8)  
 d) Thí nghiệm điện môi (tiểu mục 50.8)  
 e) Những thí nghiệm cơ học về bước chuyển của các chuyển mạch hay sự thay đổi của khe hở ở lõi thép, nếu có dịp (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.3)
- 50.3 *Những thí nghiệm mẫu*  
 f) Những thí nghiệm điện môi (tiểu mục 50.8)  
 g) Thí nghiệm tăng nhiệt độ (tiểu mục 50.7)
- 50.4 *Những thí nghiệm đặc biệt*  
 h) Đo các tổn thất  
 i) Đo đặc tính áp - dòng tới 1,1 lần áp định mức
- 50.5 *Đo dòng*  
 Việc đo phải thực hiện cho toàn bộ miền điều chỉnh, trước tiên cho điện áp và tần số định mức nếu việc này không thể làm được, điện áp thí nghiệm cũng phải nâng càng cao càng tốt
- 50.6 *Đo áp không tải*  
 Những việc đo áp không tải của các cuộn dây phụ và thứ cấp phải được thực hiện trên toàn bộ miền điều chỉnh, của áp định mức đặt vào cuộn dây chính

50.7 *Thí nghiệm tăng nhiệt độ*

Việc đo phải được thực hiện với những đầu nối mở của những cuộn dây phụ và thứ cấp theo mục 3 của ấn phẩm 76-2 IEC.

Trước thí nghiệm, cuộn dây phải ở nhiệt độ thực tế gần kề nhiệt độ môi trường nhiệt độ cuộn dây vào lúc thí nghiệm xong được xác định bằng phương pháp điện trở

50.8 *Những thí nghiệm điện môi*

Những điện áp định mức chịu đựng được kiểm tra bằng những thí nghiệm điện môi sau:

*Cách điện đồng nhất.*

- a) Thí nghiệm bằng điện áp đặt vào (ấn phẩm 76-3 IEC, mục 10) (thí nghiệm thông lệ).
- b) Thí nghiệm bằng điện áp cảm ứng (ấn phẩm 76-3 IEC, tiểu mục 11.2) (thí nghiệm thông lệ).
- c) Thí nghiệm xung sét (ấn phẩm 76-3 IEC, tiểu mục 12.3.2) (thí nghiệm mẫu)

*Cách điện không đồng nhất.*

- a) Thí nghiệm bằng điện áp đặt vào đầu nối của trung tính của cuộn dây chính (ấn phẩm 76-3 IEC, tiểu mục 10) (thí nghiệm thông lệ).
- b) Thí nghiệm bằng điện áp cảm ứng (ấn phẩm 76-3 IEC, tiểu mục 11.3) (thí nghiệm thông lệ).
- c) Thí nghiệm xung sét (ấn phẩm 76-3 IEC, tiểu mục 12.3.2) (thí nghiệm mẫu)

Những cuộn có tự cảm biến thiên phải ở vị trí cho dòng tối thiểu trong những thí nghiệm này.

Nếu thí nghiệm bằng điện áp cảm ứng không thực hiện được, nó phải được thay thế bằng một thí nghiệm xung sét sau thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo, theo đặt hàng. Trong trường hợp này, người ta có thể chịu một thời gian dài hơn của sự dâng lên của đầu sóng, tới 13 $\mu$ s. Trong trường hợp của một cuộn dây với chuyển mạch, những thí nghiệm phải được thực hiện trên các vị trí tối đa và tối thiểu.

51. **Các dung sai**

Bảng I cho các dung sai áp dụng cho một số đại lượng định mức cũng như các đại lượng khác khi chúng là mục tiêu của những sự bảo đảm tham khảo trong tiêu chuẩn này. Những dung sai cho những đại lượng khác không ghi phải được quy định trong đấu thầu và trong đặt hàng

BẢNG I  
*Những dung sai*

Các đại lượng	Các dung sai
1) Dòng định mức của cuộn dây chính với độ tự cảm tối thiểu và ở điện áp định mức	$\pm 5\%$ trị số định mức
2) Dòng cho những điều chỉnh khác	$\pm 10\%$ của những trị số quy định
3) Điện áp không tải của những cuộn dây phụ và thứ cấp cho dòng định mức trong cuộn dây chính	$\pm 10\%$ của những trị số quy định

## TIẾT TÁM - NHỮNG CUỘN KHÁNG TRƠN

### 52. Tổng quát

#### 52.1 Phạm vi áp dụng

Những cuộn kháng tron dùng để cấp một trở kháng lớn cho sự chảy của các dòng sóng hài và để giảm sự tăng dòng trong hệ thống một chiều. Hai phạm vi chính áp dụng cho các cuộn kháng tron được định rõ như sau:

- a) Dòng một chiều có các thành phần sóng hài lớn xếp chồng. Tình hình đó xảy ra trong hệ thống một chiều cho những áp dụng công nghiệp. Vì những điện áp của hệ thống thường không cao hơn 10kV, những cuộn kháng tron thường được thiết kế cho lắp đặt trong nhà.
- b) Dòng một chiều có những thành phần sóng hài nhỏ xếp chồng. Tình hình này xảy ra trong những hệ thống truyền tải một chiều của hệ thống cao áp HVDC. Những điện áp hệ thống một chiều thường là 50kV hay cao hơn.

#### 52.2 Thiết kế

Những bộ cảm tron có thể là loại khô hoặc ngâm trong dầu.

Chúng có thể được thiết kế có hoặc không lõi sắt có khe hở hay vỏ bọc từ

### 53. Những định nghĩa

#### 53.1 Dòng điện một chiều định mức $I_{dN}$

Trị số trung bình công của dòng vì nó, thiết bị được thiết kế ở chế độ liên tục

#### 53.2 Những dòng sóng hài $I_h$

Những trị số hiệu dụng ở các tần số sóng hài tương ứng

#### 53.3 Điện áp một chiều định mức $U_{dN}$

Điện áp một chiều của hệ thống mà cuộn kháng phải đấu vào

#### 53.4 Dòng ngắn hạn định mức $I_{sN}$

Trị số đỉnh của dòng ngắn hạn mà thiết bị phải có thể chịu đựng

#### 53.5 Tự cảm so lệch định mức $L_{dN}$

Tự cảm so lệch định mức ở dòng một chiều định mức với sự chồng chất của một dòng sóng hài quy định

#### 53.6 Điện trở dòng một chiều của cuộn dây $R_d$

Điện trở dòng một chiều của cuộn dây, liên quan tới nhiệt độ tham khảo (cũng xem ấn phẩm 76-1 IEC, bảng IV)

## 54. Những đại lượng định mức

Dòng một chiều định mức, độ tự cảm so lệch định mức và phổ các dòng sóng hài phải được quy định bởi người mua.

## 55. Mức cách điện

### 55.1 *Mức cách điện cuộn dây với đất*

Mức cách điện này phải tương ứng với mức cách điện của hệ thống một chiều kết hợp.

*Ghi chú.- Những điều kiện phụ liên quan đến những khoảng cách dò cho cách điện bên ngoài phải là mục tiêu của một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo*

Đối với những cuộn kháng tron, những mức cách điện sẽ là

- điện áp chịu dòng một chiều,
- điện áp chịu xung sét (nếu có dịp),
- điện áp chịu đựng xung thao tác (nếu có dịp).

Những điện áp chịu đựng định mức phải được quy định bởi người mua

### 55.2 *Những điều kiện cách điện dọc cuộn dây*

Những điều kiện cách điện dọc cuộn dây phải là mục tiêu của một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo

## 56. Tăng nhiệt độ

IEC. Áp dụng những giới hạn tăng nhiệt độ đã cho trong mục 2 của ấn phẩm 76-2

## 57. Tấm biển ghi thông số

Mỗi cuộn kháng phải có một tấm biển ghi thông số bằng vật liệu chịu được thời tiết xấu, cố định tại một chỗ nhìn thấy được và mang những chỉ dẫn thích hợp, đánh số dưới đây. Những ghi trên tấm phải không xoá được (ví dụ khắc hoá học, khắc hay rập)

### 57.1 *Những thông tin để cấp trong tất cả các trường hợp*

- Loại cuộn kháng tron
- Lắp đặt bên ngoài / hay bên trong
- Số thứ tự của tiêu chuẩn hiện tại
- Tên của nhà chế tạo
- Số thứ tự trong dãy các nhà chế tạo
- Năm sản xuất
- Điện áp tối đa của hệ thống một chiều
- (những) Mức cách điện
- Dòng một chiều định mức
- Loại làm lạnh
- Khối lượng tổng cộng

- 57.2 *Khối lượng dầu cách điện*  
*Những thông tin phụ để cấp trong một số trường hợp*  
 Cấp nhiệt của cách điện (chỉ với những cuộn kháng loại khô).  
 Tăng nhiệt độ (trong trường hợp trị số khác với trị số bình thường)  
 Những chi tiết liên quan tới làm lạnh bằng nước (với những cuộn cả làm lạnh bằng nước).  
 Khối lượng vận chuyển (với những cuộn kháng có khối lượng tổng hơn 5t).  
 Khối lượng rút khỏi vỏ (với những cuộn kháng có khối lượng hơn 5t).  
 Bản chất của chất lỏng cách điện nếu không phải dầu khoáng

## 58. Những thí nghiệm

- 58.1 Những điều kiện chung cho những thí nghiệm thông lệ, thí nghiệm mẫu và thí nghiệm đặc biệt
- 58.2 *Những thí nghiệm thông lệ*  
 Xem tiểu mục 8.1 của ấn phẩm IEC 76-1
- 58.2.1 Những cuộn kháng có mái che bởi điểm a) tiểu mục 52.1:  
 a) Đo điện trở cuộn dây bằng dòng một chiều (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.2).  
 b) Đo độ tự cảm so lệch (tiểu mục 58.5).  
 c) Thí nghiệm bằng điện áp đặt vào với những điện áp xoay chiều và / hay một chiều, tùy theo các áp dụng (tiểu mục 58.6.1)
- 58.2.2 Những cuộn kháng có mái che bởi điểm b) của tiểu mục 52.1:  
 a) Đo điện trở cuộn dây bằng dòng một chiều (ấn phẩm 76-1 IEC, tiểu mục 8.2).  
 b) Đo độ tự cảm so lệch (tiểu mục 58.5).  
 c) Thí nghiệm bằng điện áp một chiều (tiểu mục 58.5).  
 d) Thí nghiệm xung sét (tiểu mục 58.7).  
 e) Thí nghiệm xung thao tác (tiểu mục 58.8)
- 58.3 *Thí nghiệm mẫu*.  
 Thí nghiệm tăng nhiệt độ (tiểu mục 58.9)
- 58.4 *Những thí nghiệm đặc biệt*.  
 a) Thí nghiệm chịu dòng ngắn mạch thời gian ngắn (tiểu mục 58.10).  
 b) Đo mức độ ồn (tiểu mục 58.11).  
 c) Đo trở kháng ở tần số cao (tiểu mục 58.12).  
 d) Đo các tổn thất (tiểu mục 58.9)
- 58.5 *Đo độ tự cảm so lệch*  
 Với những cuộn kháng trơn không có mạch từ cũng không có vỏ bọc từ, độ tự cảm có thể được đo ở bất kỳ trị số nào của dòng và của tần số.  
 Với những cuộn kháng trơn có mạch từ và vỏ bọc từ, việc đo tự cảm phải được làm trước với dòng sóng hài quy định, xếp chồng lên dòng một chiều định mức (trị số tự cảm so lệch định mức) và ở dòng một chiều không (trị số tự cảm không tải). Mạch đo mô tả trong hình 4 có thể sử dụng.  
 Nếu có sẵn hai cuộn trơn giống hệt nhau, nên dùng việc nối đo bằng cầu chỉ trong hình 5  
 Với thí nghiệm thông lệ, việc đo tự cảm so lệch có thể được thực hiện chỉ bằng dòng xoay chiều.

Những phương pháp khác có thể được sử dụng sau thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo.

*Ghi chú.* □ Với những cuộn kháng công suất lớn có mái che bởi điểm b) của tiểu mục 52.1 với mạch từ hay vỏ bọc từ, việc đo tự cảm so lệch với những dòng một chiều và những dòng xoay chiều xếp chồng không thực hiện được. Người ta cũng có thể quy định từ toàn vẹn sẽ được xác định theo phương pháp thoả thuận

## 58.6 Những thí nghiệm chịu đựng điện áp đặt vào.

### 58.6.1 Cuộn kháng tron có mái tại điểm b) của tiểu mục 52.1

Những thí nghiệm sau đây bằng áp một chiều đặt vào (nguồn riêng).

Phải được thực hiện trên những cuộn kháng tron đặt ở phía áp cao một chiều. Những thí nghiệm không áp dụng cho những cuộn kháng tron có thể của đất (phía trung tính) những điều kiện thí nghiệm cho những cuộn kháng như thế phải là mục tiêu của một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo

#### a) Cuộn kháng loại ngâm trong dầu

##### i) Thí nghiệm bằng dòng điện một chiều

Biên độ của áp thí nghiệm (cực tính dương)	1,5 U <sub>d</sub>
U <sub>d</sub> = áp một chiều làm việc cao nhất ở chế độ liên tục	
Thời gian thí nghiệm	60 phút
Khoảng cách để đo phóng điện bộ phận (PD)	10 phút cuối cùng
Số tối đa cho phép của các xung của PD	10 xung vượt quá 2000pC

##### ii) Thí nghiệm với cực tính đảo ngược

Biên độ của điện áp thí nghiệm	k × U <sub>d</sub>
Dãy đảo ngược và cực tính	2h (âm)
	2 phút thời gian đảo ngược 30 phút (dương)

- Ghi chú.* □
- Đảo ngược cực tính của nguồn một chiều không thể thực hiện trong nhà máy 2 phút. Trong trường hợp mà thời gian đảo ngược cực tính lớn hơn 2 phút, việc chọn giải pháp để thay thế chỉ trong điểm iii) dưới đây, phải là mục tiêu một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo.
  - Hệ số k thể hiện một giới hạn an toàn và bằng 1,1 trừ quy định ngược lại

##### iii) Thí nghiệm bằng điện áp một chiều thời gian ngắn:

(Thí nghiệm này là một giải pháp để thay thế thí nghiệm đảo ngược cực tính)

Biên độ điện áp thí nghiệm (cực tính âm)	2 U <sub>d</sub>
Thời gian thí nghiệm	2 phút

#### b) Những cuộn kháng loại khô, không lõi từ

Những cuộn kháng loại khô, không lõi từ, thường được lắp trên cách điện. Nó chỉ chịu thí nghiệm ghi tại điểm iii) ở trên

Thí nghiệm bằng điện áp một chiều	
Biên độ của điện áp thí nghiệm	2U <sub>d</sub>



(giữa cuộn dây và đất cực tính dương)

Thời gian thí nghiệm

2 phút

Ghi chú. □ Thực hiện thí nghiệm này, duy nhất như thí nghiệm mẫu, phải là mục tiêu một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo

### 58.7 Thí nghiệm xung sét

Thí nghiệm này phải được thực hiện, nói chung, theo các mục 12 và 13 của ấn phẩm 76-3 IEC, hay ấn phẩm 722 IEC. Thí nghiệm phải được thực hiện trực tiếp trên mỗi một đầu nối, đầu kia nối đất.

Ghi chú. □ Trong những trường hợp khác nhau giữa những điều kiện cách điện dọc các cuộn dây và những điều kiện cách điện với đất, thể thức sử dụng cho thí nghiệm xung sét là đối tượng một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo

### 58.8 Thí nghiệm xung thao tác.

Thí nghiệm này phải được thực hiện, nói chung, theo mục 14 của ấn phẩm 76-3 IEC và ấn phẩm 722 IEC với các loại trừ sau đây:

Thí nghiệm phải được thực hiện giữa hai đầu nối chung và đất. Sóng của điện áp phải là cực tính âm.

Ghi chú. □ Nếu vấn đề là các cuộn kháng thuộc loại khô, những thí nghiệm phải được thực hiện với những sóng có cực tính dương và âm.  
Nếu các cuộn kháng thuộc loại ngoài trời, những thí nghiệm dưới mưa phải là mục tiêu một thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo

### 58.9 Thí nghiệm tăng nhiệt độ và đo các tổn thất

Thí nghiệm phải được thực hiện nói chung, theo ấn phẩm 76-2 IEC.

Dòng một chiều của thí nghiệm  $I_T$  chảy trong cuộn kháng phải được xác định từ mối quan hệ sau:

$$I_T = \sqrt{\frac{R \cdot I_{dN}^2 + \sum P_H}{R}}$$

trong đó:

$I_T$  = dòng một chiều của thí nghiệm

$R$  = điện trở cuộn dây bằng dòng một chiều

$I_{dN}$  = dòng một chiều định mức

$\sum P_H$  = tổng các tổn thất sóng hài tính toán

Những tổn thất sẽ xác định bằng tích của điện trở bằng dòng điện một chiều nhân với bình phương của dòng một chiều thí nghiệm trong cuộn dây

#### 58.9.1 Các cuộn kháng loại khô.

Thí nghiệm phải được thực hiện với một dòng  $I_T$  của một trị số càng gần kề  $I_T$  càng tốt (nghĩa là bằng trị số này hay ít nhất 90% của nó) và tiếp tục cho tới khi tăng nhiệt độ  $\Delta\theta_1$  của cuộn dây, đo bằng phương pháp thay đổi điện trở, không lớn hơn 2 K một giờ

Độ tăng nhiệt độ của cuộn dây  $\Delta\theta_T$  ở trên nhiệt độ không khí làm lạnh cho dòng thí nghiệm  $I_T$  được tính theo công thức:

$$\Delta_{\tau} = \Delta_{\theta} \left[ \frac{I_{\tau}}{I_{\theta}} \right]^q$$

Trị số q bằng:

1,6 cho các cuộn làm lạnh AN

1,8 cho các cuộn làm lạnh AF

Nhiệt độ  $\theta$  của cuộn dây phải được tính từ việc đo bằng biến thiên của điện trở theo tiêu mục 3.3 của ấn phẩm 76-2 IEC

#### 58.9.2 Những cuộn kháng loại ngâm trong dầu

Độ tăng của nhiệt độ của dầu ở phần trên và độ tăng nhiệt độ của cuộn dây phải được xác định theo mục 3 của ấn phẩm 76-2 IEC

#### 58.10 Thí nghiệm dòng chịu thời gian ngắn

Thí nghiệm này phải được thực hiện, nói chung, theo tiêu mục 2.2 của ấn phẩm 76-5

#### 58.11 Đo mức độ ồn

Thí nghiệm này nói chung, phải thực hiện theo ấn phẩm 551 IEC

#### 58.12 Đo trở kháng ở tần số cao

Miền của tần số phải là:

a) từ 50Hz đến 2 500Hz

Hz đến 3 000Hz

b) từ 30kHz đến 1MHz

giữa các đầu nối hay

giữa các đầu nối

giữa các đầu nối

giữa các đầu nối và đất

### 59. Các dung sai

Các dung sai trên tự cảm so lệch định mức cho những cuộn kháng có má che bởi điểm a) của tiêu mục 52.1:

$+20\%$

Những dung sai trên tự cảm so lệch định mức cho những cuộn kháng có má che bởi điểm b) của tiêu mục 52.1:

$\pm 7\%$

Hình 1.— Các loại đặc tính từ cho những cuộn kháng shunt (các ví dụ)

QUANPHAM.VN

$\alpha_1$  = góc dốc của đường đặc tính trong phần không bão hoà  
 $\alpha_2$  = góc dốc của đường đặc tính trong phần bão hoà  
K = điểm uốn bão hoà, giao điểm của hai đường thẳng a và b

Hình 2.— Thông số của các đặc tính từ không tuyến tính

$V_1, V_2, V_3$ : số đọc của vôn mét  
 $A_1$ : số đọc của ămpe mét

$$\text{Điện kháng tương hồ} = \frac{V_2}{A_1} \text{ hay } \frac{V_3}{A_1} \text{ tương ứng}$$

Hình 3.— Đo điện kháng tương hồ cho những cuộn kháng ba pha hay bộ gồm ba cuộn một pha

QUANPHAM.VN

\* ở tần số sóng hài, điện kháng sẽ thấp với C và cao với B so với điện kháng của cuộn tròn

A = ampemét để đo dòng sóng hài  
 B = lọc chắn để tránh những dòng dò xoay chiều  
 C = tụ chắn để tránh những dòng dò một chiều  
 G = nguồn dòng xoay chiều ở tần số sóng hài  
 L = cuộn kháng tròn  
 M = thiết bị để đo dòng một chiều  
 R = điện trở phụ để đo điện áp sóng hài  
 S = nguồn dòng một chiều  
 V = vôn mét để đo điện áp sóng hài  
 W = watt mét để đo tổn thất sóng hài

Hình 4.— Mạch đo để xác định độ tự cảm các tổn thất ở tần số sóng hài của những cuộn kháng tròn với mạch từ hay vỏ bọc từ

A = ampemét để đo dòng sóng hài  
B = lọc chấn để tránh những dòng dò xoay chiều  
C = tụ chấn để tránh những dòng dò một chiều  
G = nguồn dòng xoay chiều ở tần số sóng hài  
L = cuộn kháng tron  
M = thiết bị để đo dòng một chiều  
R = điện trở phụ để đo điện áp sóng hài  
S = nguồn dòng một chiều  
V = vôn mét để đo điện áp sóng hài  
W = watt mét để đo tổn thất sóng hài

Hình 5. — Mạch đo để xác định độ tự cảm so lệch của hai cuộn kháng tron lớn

(theo đơn vị)                      Trị số đỉnh của từ thông bị bọc  
(theo đơn vị)

tuyến tính                      không tuyến tính

bão hoà

Trị số đỉnh của dòng  
(theo đơn vị)                      Trị số đỉnh của dòng  
(theo đơn vị)

QUANPHAM.VN