

TIÊU CHUẨN QUỐC TẾ

IEC

44-6

XUẤT BẢN LẦN THỨ NHẤT
1992

Máy biến điện đo lường

Phần 6 :

Các yêu cầu đối với các
máy biến dòng
dùng cho mạch bảo vệ
trong quá trình quá độ

Việc xem xét lại ấn phẩm này

Nội dung kỹ thuật của các ấn phẩm IEC được ủy ban kỹ thuật điện quốc tế xem xét lại thường xuyên, nhằm đảm bảo ấn phẩm phản ánh tốt tình trạng kỹ thuật hiện nay.

Các chỉ dẫn liên quan tới việc xem xét lại này, đến việc thực hiện các lần xuất bản đã được xét lại, và đến việc cập nhật tài liệu có thể nhận được từ các ủy ban quốc gia của IEC và có tham khảo các tài liệu dưới đây:

- Thông báo của IEC
- Báo cáo hoạt động của IEC công bố hàng năm
- **Danh mục các ấn phẩm của IEC** được công bố hàng năm.

Thuật ngữ

Về thuật ngữ chung, người đọc cần xem ở ấn phẩm 50 IEC: "Thuật ngữ kỹ thuật điện quốc tế" (IVE), được xây dựng dưới dạng các chương riêng rẽ, mỗi chương nói về một chủ đề xác định. Bảng tra cứu chung cũng được xuất bản riêng rẽ. Các chi tiết đầy đủ về IEC có thể nhận được theo đơn đặt hàng.

Các thuật ngữ và định nghĩa dùng trong ấn phẩm này có thể hoặc lấy từ IEC, hoặc được phê chuẩn đặc biệt, theo các mục tiêu của ấn phẩm này.

Các ký hiệu bằng đồ thị hoặc bằng chữ

Về ký hiệu bằng đồ thị, bằng chữ và các dấu hiệu sử dụng chung, đã được IEC phê chuẩn, người đọc có thể tham khảo ở:

- ấn phẩm 27 IEC : Các ký hiệu bằng chữ dùng trong kỹ thuật điện;
- ấn phẩm 617 IEC: Các ký hiệu bằng đồ thị khuyến nên dùng.

Các ký hiệu và dấu hiệu dùng trong ấn phẩm này hoặc lấy từ các ấn phẩm 27 hay 617 của IEC, hoặc được phê chuẩn riêng theo các mục tiêu của ấn phẩm này

Các ấn phẩm IEC cùng do ủy ban kỹ thuật này xây dựng

Xin mời người đọc lưu ý xem ở trang bìa 3. ở đây có liệt kê các ấn phẩm IEC do ủy ban kỹ thuật đã xây dựng ấn phẩm này soạn thảo.

Mục lục

1. Phạm vi áp dụng	6
2. Các tham khảo tiêu chuẩn	6
3. Định nghĩa	6
4. Giá trị chuẩn và yêu cầu về tính năng	10
5. Các phương pháp quy định kỹ thuật	12
6. Cách đánh dấu biển thông số máy	13
7. Thử nghiệm	15
A. Các phương trình lý thuyết cơ bản về kích cỡ quá độ	19
B. Xác định đặc tính kích thích của mạch từ	20
C. Các thử nghiệm trực tiếp	30
D. Hướng dẫn về tiêu chuẩn hoạt động của một máy biến dòng	38
E. Xác định sai số về tỷ số số vòng dây	44

ỦY BAN KỸ THUẬT ĐIỆN QUỐC TẾ (IEC)

MÁY BIẾN ĐIỆN ĐO LƯỜNG

Phần 6: Các yêu cầu trong quá trình quá độ cho các máy biến dòng dùng cho bảo vệ

LỜI NÓI ĐẦU

- 1) Các quyết định hoặc thoả ước chính thức của IEC về các vấn đề kỹ thuật, được soạn thảo bởi các Ủy ban kỹ thuật, trong đó có đại diện của tất cả các Ủy ban quốc gia đặc biệt quan tâm đến các vấn đề trên, thể hiện sự nhất trí quốc tế cao nhất về các chủ đề được xem xét.
- 2) Các quyết định và thoả ước này là các khuyến nghị có tính quốc tế và đã được các Ủy ban quốc gia thừa nhận theo đúng ý nghĩa ấy.
- 3) Để thúc đẩy một sự thống nhất quốc tế, IEC mong muốn rằng tất cả các Ủy ban quốc gia thừa nhận văn bản khuyến nghị của IEC và đưa vào các thể lệ quốc gia trong chừng mực mà các điều kiện quốc gia cho phép. Mọi sự khác biệt giữa khuyến nghị của IEC và thể lệ quốc gia tương ứng, trong chừng mực có thể, phải được chỉ rõ bằng các thuật ngữ rõ ràng trong các thể lệ quốc gia.

Phần này của tiêu chuẩn IEC 44 do Ủy ban kỹ thuật số 38 của IEC soạn thảo: "Máy biến điện đo lường".

Văn bản của phần này dựa trên các tài liệu sau:

Thể lệ 6 tháng	Báo cáo biểu quyết	Thủ tục 2 tháng	Báo cáo biểu quyết
38 (CO) 78	38 (CO) 81, 81A	38 (CO) 83	38 (CO) 86

Các báo cáo bỏ phiếu nêu trong bảng trên đây cho thông tin đầy đủ về việc bỏ phiếu phê chuẩn phần này.

Phần này của tiêu chuẩn IEC 44 phải được sử dụng phối hợp với tiêu chuẩn IEC 185 và bản sửa đổi số 1 của IEC 185.

Các phụ lục A, B, C, D, E là các phần hợp thành của phần 44-6 này.

Lời mở đầu

Các tiêu chuẩn tính năng các máy biến dòng cấp P, nêu ở chương III của IEC 185 có liên quan tới dòng sơ cấp đặt vào máy, ở chế độ xác lập, xoay chiều, hình sin, ứng với nó sức điện động thứ cấp giới hạn được định nghĩa ở mục 34.5 của IEC 185.

Trong phần này của IEC 44, các yêu cầu đối với các máy biến dòng dùng cho bảo vệ như đã được xếp loại ở mục 3.5, phải xét đến từ thông bổ sung móc vòng với dây quấn thứ cấp, do thành phần không chu kỳ của dòng điện từ hóa gây nên.

Nói một cách chặt chẽ, điều kiện giới hạn được xác định bởi tích phân của điện áp cảm ứng trong dây quấn thứ cấp của máy biến dòng, để tạo nên dòng điện chạy trong mạch vòng thứ cấp, bao gồm dây quấn và điện trở thứ cấp trong các điều kiện vận hành quy định

Để tiện trong việc tính toán, người ta dùng một sức điện động tương đương hình sin để xác định điều kiện giới hạn nói trên. Xin cũng tham khảo thêm ở phụ lục B.

QUANPHAM.VN

MÁY BIẾN ĐIỆN ĐO LƯỜNG

Phần 6. Các yêu cầu trong quá trình quá độ cho các máy biến dòng dùng cho bảo vệ

1. Phạm vi áp dụng

Phần này của IEC 44 liên quan đến các quy định kỹ thuật và các thử nghiệm, bổ sung cho các quy định đã được nêu ở chương I của IEC 185, áp dụng cho các máy biến dòng cảm ứng, dùng trong các hệ thống bảo vệ điện. Yêu cầu đầu tiên đối với máy biến dòng là phải đảm bảo độ chính xác khi dòng điện đi qua máy lớn hơn dòng điện định mức nhiều lần, và có thành phần không chu kỳ giảm dần theo hàm mũ với hằng số thời gian xác định.

2. Các tham khảo tiêu chuẩn

Các tiêu chuẩn sau đây chứa các nội dung, ghi trong văn bản này, tạo thành các nội dung của phần này của IEC 44. Tại thời điểm công bố này, các lần xuất bản nêu ở đây đều có hiệu lực. Mọi tiêu chuẩn đều phải xem xét lại, và các bên đi đến thoả thuận dựa trên phần này của IEC 44 đều được khuyến khích tìm các khả năng áp dụng các lần xuất bản mới nhất của các tiêu chuẩn nêu dưới đây.

Các thành viên của IEC và của ISO đều có bản ghi các Tiêu chuẩn quốc tế đang còn hiệu lực.

IEC 56: 1987, *Máy cắt điện (MCD) cao áp dòng điện xoay chiều.*

IEC 185: 1987, *Máy biến dòng.*

3. Định nghĩa

Đối với phần này của IEC 44, các định nghĩa sau đây được áp dụng.

3.1. Dòng điện ngắn mạch định mức sơ cấp (I_{psc}): R.M.S là giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch sơ cấp đối xứng, dựa vào đó để xét độ chính xác định mức của máy biến dòng.

3.2. Dòng điện sai số tức thời (i_v):

là hiệu số giữa các giá trị tức thời của dòng điện thứ cấp (i_s) nhân với tỷ số biến đổi định mức (K_n) và dòng điện sơ cấp (i_p).

$$i_v = K_n \cdot i_s - i_p$$

Khi dòng điện này chứa hai thành phần: xoay chiều và một chiều, thì các thành phần hợp thành đó được nhận dạng riêng như sau:

$$i_v = i_{v\ ac} + i_{v\ dc} = (K_n i_{sac} - i_{pac}) + (K_n i_{sdc} - i_{pdc}).$$

3.3. Sai số đỉnh tức thời (tổng) (ϵ): là dòng điện sai số tức thời cực đại, trong một chu trình vận hành quy định, thể hiện bằng phần trăm của giá trị tức thời của đỉnh dòng điện ngắn mạch định mức sơ cấp:

$$v = 100i_v / (\sqrt{2}I_{psc}) (\%)$$

3.4. Sai số đỉnh tức thời về thành phần xoay chiều của dòng điện (v_{ac}): là sai số tức thời cực đại về thành phần xoay chiều của dòng điện, tính bằng phần trăm của giá trị đỉnh tức thời của dòng điện ngắn mạch định mức sơ cấp:

$$v_{ac} = 100i_{vac} / (\sqrt{2}I_{psc}) (\%)$$

3.5. Các cấp của máy biến dòng dùng cho bảo vệ: Các máy biến dòng dùng cho bảo vệ, tùy theo các đặc tính chức năng đều được phân loại như sau:

Cấp P : giới hạn về chính xác được xác định bởi sai số phức hợp (ϵ_c) cho dòng điện sơ cấp đối xứng ở chế độ xác lập. Không có giới hạn về từ dư.

Cấp TPS: máy biến dòng có từ tản yếu, mà tính năng được xác định bởi các giới hạn về đặc tính kích thích thứ cấp và về sai số của tỷ số các vòng dây. Không có giới hạn về từ dư.

Cấp TPX: giới hạn về chính xác được xác định bởi sai số đỉnh tức thời (ϵ) trong một chu trình vận hành quá độ đặc trưng. Không có giới hạn về từ dư.

Cấp TPY: giới hạn về chính xác được xác định bởi sai số đỉnh tức thời (ϵ) trong một chu kỳ vận hành quá độ quy định. Từ dư không được vượt quá 10% của từ thông bão hòa.

Cấp TPZ: giới hạn về chính xác được xác định bởi sai số đỉnh tức thời của thành phần xoay chiều của dòng điện (ϵ_{ac}), trong một lần từ hóa đơn với thành phần một chiều cực đại, với hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp có một giá trị quy định.

Không có một đòi hỏi nào về sai số giới hạn đối với thành phần một chiều của dòng điện. Từ dư thực tế phải không đáng kể.

3.6. Hằng số thời gian sơ cấp quy định (T_p): là giá trị quy định về hằng số thời gian của thành phần một chiều dòng điện sơ cấp, dựa vào đó để định các tính năng của máy biến dòng. Giá trị này cũng có thể là giá trị định mức cho máy biến dòng các cấp TPX, TPY, và TPZ và sẽ được ghi trên biển ghi thông số máy.

3.7. Thời gian cho phép đến giới hạn của độ chính xác (t_{a1}): là thời gian, trong đó độ chính xác quy định được duy trì, trong suốt giai đoạn kích thích quy định của dòng điện thuộc một phần của chu trình vận hành đã cho.

Ghi chú - Thời gian đó thường được xác định bởi thời gian đo tới hạn của hệ thống bảo vệ liên quan. Khi đòi hỏi bức thiết nhất là sự vận hành ổn định của hệ thống bảo vệ, thì cũng cần xét cả thời gian cần thiết để MCD ngắt được dòng điện.

3.8. Thời gian cho đến từ thông cực đại (t_{max}): là thời gian trong chu kỳ đã định của dòng kích thích trong đó từ thông quá độ trong mạch từ của máy biến dòng đạt giá trị cực đại, với giả thiết là mạch từ không bão hoà.

3.9. Thời gian chết (trong quá trình tự động đóng lại) (t_{fr}): là khoảng thời gian từ khi cắt dòng điện ngắn mạch sơ cấp đến khi dòng điện ấy có trở lại, trong một chu trình tự động đóng trở lại của MCD (còn xem ở IEC 56).

3.10. Chu trình vận hành quy định (C-0 và/hoặc C-0-C-0): là chu trình vận hành, trong đó giả thiết rằng mỗi lần dòng điện sơ cấp quy định kích hoạt, nó đều phải hoàn toàn "không đối xứng" (xem ghi chú dưới đây) với hằng số thời gian giảm dần quy định (T_p) và với giá trị định mức (I_{psc}).

Các chu trình vận hành là các chu trình sau đây:

Dòng điện chỉ kích thích một lần: C-t'-0.

Dòng điện kích thích hai lần: C-t'-0- t_{fr} -C-t''-0.

(cả hai lần dòng điện kích thích từ thông đều có cùng cực)

trong đó:

t' - là khoảng thời gian dòng điện đi qua lần đầu; độ chính xác quy định được duy trì trong thời gian t'_{al} .

t'' - là khoảng thời gian dòng điện đi qua lần thứ hai; độ chính xác quy định được duy trì trong thời gian t''_{al} .

Ghi chú - Lượng mất đối xứng không toàn phần sẽ làm giảm giá trị yêu cầu của hệ số quá độ một lượng gần tỷ lệ với sự giảm bớt đó. Vì lẽ đó, cần phải định rõ các thông số khi mất đối xứng hoàn toàn là điều khuyến khích.

3.11. Tải trở định mức (R_6): là giá trị định mức của một tải trở nối vào các cực thứ cấp, tính bằng Ω .

3.12. Điện trở của dây quấn thứ cấp (R_{ct}): là điện trở dòng một chiều của dây quấn thứ cấp, tính bằng Ω quy về nhiệt độ 75°C , hoặc quy về các nhiệt độ có thể được quy định khác.

3.13. Điện trở của mạch vòng thứ cấp (R_s): là điện trở tổng của mạch vòng thứ cấp, bao gồm điện trở của dây quấn thứ cấp quy về nhiệt độ 75°C trừ khi có quy định khác và các tải ngoài nối vào máy biến dòng.

3.14. Hằng số thời gian định mức của mạch vòng thứ cấp (T_s): là giá trị của hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp của máy biến dòng được xác định từ tổng các cảm kháng từ hoá và từ tản (L_s) với điện trở của mạch vòng thứ cấp (R_s).

$$T_s = \frac{L_s}{R_s}$$

3.15. Hệ số dòng ngắn mạch đối xứng định mức (K_{ssc}) là tỷ số:

$$K_{ssc} = \frac{I_{psc}}{I_{pn}}$$

3.16. Hệ số quá độ (K_{tf}): là tỷ số của từ thông tổng lý thuyết do dây quấn thứ cấp ôm lấy, so với giá trị đỉnh tức thời của thành phần xoay chiều của từ thông đó, khi máy biến dòng chỉ có một dòng điện quy định đi qua với giả thiết là hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp (T_s) vẫn giữ nguyên giá trị không đổi trong suốt thời gian dòng điện đi qua.

3.17. Hệ số kích cỡ dùng cho chế độ quá độ định mức (K_{td}) là giá trị lý thuyết tượng trưng của kích cỡ cho chế độ quá độ, cần thiết để thoả mãn một chu trình vận hành quy định.

Các quan hệ toán học giữa các đại lượng T_p , T_s , K_{tf} , K_{td} cho trong phụ lục B.

3.18. Máy biến dòng có từ tản yếu: là loại máy biến dòng mà nếu biết được đặc tính kích từ thứ cấp và điện trở dây cuốn thứ cấp đó là đủ để xác định các đặc tính của máy ở chế độ quá độ với mọi tổ hợp tải và tổ hợp chu trình vận hành trong đó dòng điện ngắn mạch sơ cấp đối xứng có một giá trị bằng hoặc nhỏ hơn giá trị định mức, cho đến giới hạn lý thuyết về khả năng của máy biến dòng xác định bởi đặc tính kích từ của dây quấn thứ cấp.

3.19. Máy biến dòng có từ tản mạnh: là loại máy biến dòng không thoả mãn được các yêu cầu nêu ở mục 3.18 và với nó nhà chế tạo phải tăng thêm về kích cỡ để xét bù các tác động ảnh hưởng đã làm tăng tăng thêm từ thông tản

Người ta mong đợi loại máy biến dòng như vậy có thể để thoả mãn chu trình vận hành quy định.

Ghi chú - Nói chung, nếu hệ số kích cỡ lý thuyết quá độ (K_{td}) được thoả mãn cho chu trình vận hành C-0-C-0, thì độ chính xác sẽ được duy trì trong một chu trình vận hành C-0 ít nhất cho đến thời điểm đạt được sức điện động thứ cấp giới hạn định mức tương đương (E_{al}) c định nghĩa tại mục 3.20.

3.20. Sức điện động thứ cấp giới hạn tương đương định mức (E_{al}): là giá trị hiệu dụng của sức điện động tương đương trong mạch thứ cấp ở tần số định mức cần thiết để thoả mãn chu trình vận hành quy định và được tính như sau:

$$E_{al} = K_{ssc} \cdot K_{td} (R_{ct} + R_b) I_{Sn} \quad (\text{V. giá trị hiệu dụng})$$

3.21. Điện áp kích thích thứ cấp giới hạn tương đương định mức (U_{al}): là giá trị hiệu dụng của điện áp hình sin, ở tần số định mức, cần thiết để đảm bảo có thể đạt được tới sức điện động thứ cấp giới hạn tương đương định mức, sau khi đã xét đến mặt cấu tạo của máy biến dòng. Điện áp này khi đặt vào dây quấn thứ cấp của máy biến dòng sẽ sản ra dòng điện từ hoá, không vượt quá dòng điện sai số cực đại cho phép thích hợp với cấp chính xác của máy biến dòng.

$$U_{al} = E_{al} \cdot F_c \quad (\text{V. giá trị hiệu dụng})$$

ở đây: F_c là hệ số về cấu tạo của máy biến dòng được định nghĩa ở mục 3.29.

3.22. Sức điện động thứ cấp tương đương giới hạn về độ chính xác (E_{alc}): là giá trị hiệu dụng của sức điện động tương đương, ở tần số định mức, được xác định bằng thử nghiệm trực tiếp, khi dòng điện sai số quan sát được tương ứng với giới hạn thích hợp với cấp chính xác.

Ghi chú - Dòng điện sai số là một giá trị tuyệt đối, dựa trên giá trị quy định của dòng điện sơ cấp và do đó, không bị ảnh hưởng của bất kỳ sự thay đổi nào về thông số, có thể xem là cần thiết để đạt được điều kiện hạn chế sai số thứ cấp.

3.23. Điện áp thứ cấp tương đương về giới hạn độ chính xác (U_{alc}): là giá trị hiệu dụng của điện áp hình sin, tại tần số định mức, nếu đặt nó vào dây quấn thứ cấp của một máy biến dòng thì sẽ sinh ra một dòng kích thích tương ứng với dòng sai số cực đại cho phép, phù hợp với cấp chính xác của máy biến dòng.

3.24. Từ thông bão hoà (ψ_s): là giá trị đỉnh của từ thông có trong mạch từ, đi từ điều kiện không bão hoà sang điều kiện bão hoà hoàn toàn, và coi là điểm trên đặc tính B-H của mạch từ đang xét, mà độ tăng 10% của B ứng với độ tăng của H là 50%.

3.25. Từ dư (ψ_r): là giá trị của từ thông còn dư lại trong mạch từ 3 phút, sau khi đã ngắt dòng điện kích thích, có một đại lượng đủ để sản ra từ thông bão hoà (ψ_s) được xác định ở 3.24 trên đây.

3.26. Hệ số từ dư (K_r): là tỷ số $K_r = \psi_r / \psi_s$.

3.27. Từ thông giới hạn về chính xác (Φ_{al}): là giá trị của từ thông móc vòng với dây quấn thứ cấp ứng với E_{al} .

$$\Phi_{al} = \sqrt{2} E_{al} / (2f f).$$

với E_{al} được đo bằng Vôn (giá trị hiệu dụng) và Φ_{al} đo bằng Weber.

3.28. Dòng điện kích thích thứ cấp giới hạn về chính xác (I_{al}) là giá trị đỉnh của dòng điện kích thích (dòng điện sai số) tương ứng với cấp chính xác của máy biến dòng.

3.29. Hệ số cấu tạo (F_c): là hệ số có giá trị như nhà chế tạo công bố đối với kiểu cấu tạo liên quan. Giá trị này được xác định theo tỷ số:

$$F_c = U_{alc} / E_{alc}.$$

4. Giá trị chuẩn và yêu cầu về tính năng

4.1. Các giá trị tiêu chuẩn của hệ số dòng ngắn mạch đối xứng định mức (K_{SSC}) là giá trị tiêu chuẩn của K_{SSC} của các máy biến dòng dùng cho bảo vệ dự tính cho chế độ quá độ là:

$$3 - 5 - 7,5 - \underline{10} - 12,5 - \underline{15} - 17,5 - \underline{20} - 25 - 30 - 40 - 50.$$

các giá trị thích dụng đều được gạch dưới

4.2. Các giá trị tiêu chuẩn của dòng điện ngắn mạch đối xứng

4.2.1. Dòng điện định mức nhiệt ngắn hạn (I_{th})

Các giá trị hiệu dụng tiêu chuẩn tính bằng kA là:

6,3 - 8 - 10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100.

4.2.2. Dòng điện ngắn mạch định mức sơ cấp (I_{psc})

Các giá trị thích dụng được tính bằng cách nhân giá trị của I_{pn} với K_{SSC} được chọn trong các giá trị đã cho ở mục 4.1 của IEC 185 và ở mục 4.1 của phần này của tiêu chuẩn 44. IEC. Không nhất thiết là tích số đó phải đúng bằng I_{th} .

4.3. Các giá trị tiêu chuẩn của hằng số thời gian sơ cấp định mức (T_p)

Các giá trị tiêu chuẩn tính bằng miligiây là:

40 - 60 - 80 - 100 - 120.

Ghi chú - Đối với một vài ứng dụng, có thể đòi hỏi các giá trị hằng số thời gian định mức sơ cấp cao hơn, ví dụ: mạch của các máy phát - tuabin lớn.

4.4. Các giá trị tiêu chuẩn của hệ số kích cỡ quá độ định mức (K_{td}):

Hiện nay không có các giá trị tiêu chuẩn cho hệ số kích cỡ quá độ định mức, vì giá trị của hệ số này phụ thuộc vào các ứng dụng.

4.5. Các giá trị tiêu chuẩn của tải trở định mức (R_b)

Các giá trị tiêu chuẩn của tải trở kháng định mức tính bằng Ôm, cho các máy biến dòng các cấp TP đều dựa trên cơ sở lấy dòng điện thứ cấp định mức bằng 1A.

2,5 - 5 - 7,5 - 10 - 15

Các giá trị thích dụng đều được gạch dưới. Với các máy biến dòng, có dòng điện thứ cấp định mức khác 1A, thì các giá trị được nêu lên ở trên phải được hiệu chỉnh theo tỷ lệ nghịch với bình phương của dòng điện.

4.6. Giới hạn sai số đối với các máy biến dòng cấp TPS.

Tỷ số giữa số các vòng dây sơ và thứ cấp của một máy biến dòng cấp TPS, về số phải bằng $1/K_n$. Sai số về tỷ số các vòng dây không được vượt quá $\pm 0,25\%$.

Các điều kiện giới hạn về độ chính xác được xác định bởi đặc tính từ hoá và điện áp kích thích thứ cấp giới hạn (U_{al}) không được nhỏ hơn giá trị quy định. Các điều kiện đó phải làm sao để cho khi giá trị của nó tăng 10% không làm cho giá trị đỉnh tức thời của dòng điện kích thích tương ứng tăng quá 100%.

Giá trị đỉnh của dòng điện kích thích đo được tại điện áp thứ cấp kích thích giới hạn không được vượt quá giá trị quy định, nếu như giá trị này là do bên mua hàng (quy định) yêu cầu. Nếu như không đặt một giới hạn nào thì trong mọi trường hợp dòng điện kích thích không quy về bên thứ cấp (xem bảng 1 về các biến dòng cấp TPX) được vượt quá giá trị ứng với 10% của I_{th} .

Điện áp kích thích thứ cấp giới hạn do bên mua hàng định t, hông thường được biểu thị như sau:

$$U_{al} \geq K \cdot K_{SSC} (R_{ct} + R_b) I_{sn}$$

Trong biểu thức trên K là một thông số về kích cỡ do bên mua hàng quy định. R_{ct} do nhà thiết kế chế tạo xác định, trừ một vài ứng dụng, là do bên mua hàng định để đảm bảo sự phối hợp với các thiết bị khác.

4.7. Các giới hạn về sai số đối với các máy biến dòng cấp TPX, TPY, TPZ.

Với điện trở mạch vòng thứ cấp hiệu chỉnh theo giá trị $R_s = R_{ct} + R_b$, các sai số không được vượt quá các giá trị nêu trong bảng 1.

Bảng 1. Các giới hạn về sai số

Cấp	Tại đồng điện định mức sơ cấp			Tại điều kiện giới hạn độ chính xác
	Sai số về tỷ số %	Độ lệch pha		Sai số tức thời cực đại của đỉnh %
		Mín (phút)	Centigrad	
TPX	± 0,5	±30	± 0,9	$\varepsilon = 10$
TPY	±1,0	±60	±1,8	$\varepsilon = 10$
TPZ	±1,0	180 ± 18	5,3±0,6	$\varepsilon_{ac} = 10$

Ghi chú - Với một vài ứng dụng, có thể cần có sự sai lệch so với các giá trị đã nêu ra ở trên (có thể tham khảo thêm ở phần phụ lục D.3). Tương tự như vậy, giá trị tuyệt đối của độ lệch pha trong một vài trường hợp, có thể không quan trọng bằng yêu cầu đạt được một độ lệch tối thiểu so với giá trị trung bình trong một xêri (dây) sản xuất đã cho.

5. Các phương pháp quy định kỹ thuật

Các phương pháp quy định kỹ thuật cho các cấp biến dòng khác nhau được nêu ở bảng 2.

Bảng 2. Các phương pháp quy định kỹ thuật

Cấp (chính xác) của máy biến dòng	TPS	TPX	TPY	TPZ
Dòng sơ cấp định mức	×	×	×	×
Dòng thứ cấp định mức	×	×	×	×
Tần số định mức	×	×	×	×
Điện áp cao nhất đối với thiết bị và mức cách điện định mức	×	×	×	×
I_{th}	×	×	×	×
I_{dyn}	×	×	×	×
Tỷ số cần cho quy định kỹ thuật	×	×	×	×
K_{SSC}	×	×	×	×
T_p	-	×	×	×
T_s	-	-	- xem ghi chú	-
Chu trình vận hành đơn: t'; t' _{al} kép: t'; t' _{al} ; t''; t'' _{al}	-	×	×	-
R_b	×	×	×	×
K	×	-	-	-
I_{al} cực đại tại U_{ac}	×	-	-	-
R_{ct}	×	-	-	-
× - áp dụng; - không áp dụng				
<p>Ghi chú - Khi người mua muốn đạt được sự tương thích giữa các thiết bị đã có và thiết bị mới, một sự quy định kỹ thuật theo bảng trên có thể xác định các giá trị giới hạn cho một vài thông số, ví dụ T_s hoặc R_{ct}. Tuy nhiên, cần phải thừa nhận có thể có các sự khác nhau về thiết kế. Sự thông báo các mục tiêu chính cho một ứng dụng dự kiến và các thông tin tối đa về các máy biến dòng đã có (biểu thông số máy) thường cho phép đạt được các kết quả có thể chấp nhận.</p>				

6. Cách đánh dấu biển thông số máy

Biển thông số máy phải mang các chỉ dẫn thích hợp với điều khoản 23 của IEC 185. Bảng 3 quy định các chỉ dẫn phụ cần phải có trên biển thông số máy.

Bảng 3. Các chỉ dẫn cần thiết phải có trên biển thông số máy

Cấp (chính xác) của máy biến dòng	TPS	TPX	TPY	TPZ	Tham khảo ở		
					IEC 185	IEC 44.6	Ghi chú
I_{pn}	×	×	×	×	3,6	-	1
I_{sn}	×	×	×	×	3,7	-	1
I_{th}	×	×	×	×	3,25	-	3
I_{dyn}	×	×	×	×	3,26	-	3
K_{ssc}	×	×	×	×	- - -	3,1 3,15 4,2	
R_b	×	×	×	×	-	3,11	
R_{ct} (tại ...°C)	×	×	×	×	-	3,12	
K_{td}	-	×	×	×	-	3,17	
K	×	-	-	-	-	4,6	
U_{al}	×	-	-	-	-	3,21	
I_{al}	×	-	-	-	-	3,28	
F_c	-	×	×	×	-	3,29	2
T_p	-	×	×	×	-	3,6	5
T_s	-	-	×	-	-	3,14	4,5
Chu trình vận hành Đơn: t' t'al Kép: t', t'al, t'fr, t'', t''ac	-	×	×	-	- -	3,9 3,10	5
× - áp dụng; - không áp dụng							
<p>Ghi chú -</p> <ol style="list-style-type: none"> Với các máy biến dòng nhiều tỷ số dùng cho bảo vệ, I_{pn} và K_n thông thường là các giá trị cao nhất trong cả giải các tỷ số Tham số cần cho , nếu như $F_c > 1,1$ Các giá trị của I_{dyn} có thể vượt quá $2,5 I_{th}$ tùy theo các giá trị của T_p và của I_{spc} Khi T_s vượt quá 10s, thông thường chỉ cần ghi trên biển thông số máy $T_s > 10s$ Vì T_p, T_s và các chu trình vận hành có liên hệ qua lại với nhau, và có thể không cần ghi chúng trên biển thông số máy trong trường hợp các máy biến dòng có từ tản yếu. 							

7. Thử nghiệm

7.1. Để chứng tỏ rằng máy biến dòng đáp ứng được các quy định kỹ thuật của tiêu chuẩn này, các thử nghiệm sau đây cần được tiến hành theo yêu cầu của trình tự thử nghiệm nêu trong bảng 4.

Bảng 4 - Trình tự thử nghiệm

Thử nghiệm	Cấp (chính xác) của máy biến dòng				Tham khảo	
	TPS	TPX	TPY	TPZ	Điều khoản hoặc mục	Ghi chú
Sai số về tỷ số các vòng dây	×	-	-	-	7.2.1	1
Sai số về tỷ số và về lệch pha ở chế độ xác lập	-	×	×	×	7.2.2	1
R_{ct}	×	×	×	×	7.2.3	1
Đặc tính kích từ	×	×	×	×	7.2.4	1
K_r	-	-	×	-	7.2.5	1
T_s	-	-	×	×	7.2.6	1
Sai số ở các điều kiện giới hạn	-	×	×	×	7.3	2
F_C	-	×	×	×	7.3.1	2
Kiểm tra một thiết kế của loại máy có từ tản yếu ($F_C < 1,1$)	×	-	-	-	7.4	3
× - áp dụng; - không áp dụng						
Ghi chú - 1) Thử nghiệm mẫu và thử nghiệm theo thông lệ 2) Thử nghiệm mẫu 3) Thử nghiệm đặc biệt chỉ tiến hành theo thoả thuận giữa nhà chế tạo và người mua hàng						

7.2. Thử nghiệm mẫu và thử nghiệm theo thông lệ

7.2.1. Sai số về tỷ số các vòng dây

Sai số về tỷ số các vòng dây phải được xác định theo một phương pháp thích hợp. Xem phụ lục E.

7.2.2. Sai số về tỷ số và về lệch pha ở chế độ xác lập

Với điện trở của mạch vòng thứ cấp đã được hiệu chỉnh về giá trị định mức ($R_s = R_{ct} + R_b$), cần đo lấy sai số về tỷ số và về lệch pha tại dòng điện định mức (I_{pn}).

7.2.3. Xác định điện trở dây quấn thứ cấp (R_{ct})

Cần phải tiến hành đo điện trở dây quấn thứ cấp, và áp dụng một sự hiệu chỉnh thích hợp, nếu việc đo lường được thực hiện tại một nhiệt độ khác với 75°C, hoặc khác với mọi nhiệt độ quy định khác. Giá trị đã được hiệu chỉnh như vậy là giá trị định mức của R_{ct} .

7.2.4. Xác định đặc tính kích thích thứ cấp

Đối với các thử nghiệm mẫu, cần vẽ lấy đường cong kích từ ít nhất đến 1,1 lần từ thông bão hoà. Nhà chế tạo có thể chọn phương pháp thử nghiệm. Một vài phương pháp thử nghiệm được nêu ra ở phụ lục B.

Với các thử nghiệm theo thông lệ cho các máy biến dòng các cấp TPX và TPY cần đo giá trị đỉnh của dòng kích thích ở điện áp U_{al} .

Với các thử nghiệm theo thông lệ cho các máy biến dòng cấp TPZ, giá trị đỉnh của dòng điện kích thích thứ cấp I_{al} không được vượt quá giá trị tính được theo biểu thức.

$$I_{al} \leq \sqrt{2} I_{sn} K_{SSC} \{ [(K_{td} - 1) / \sqrt{S_{T_5}}] + 0,1 \}$$

Ghi chú - Với các máy biến dòng thuộc cấp chính xác TPZ, độ chính xác chỉ được quy định cho thành phần xoay chiều, còn để xác định giá trị cho phép của I_{al} khi thử nghiệm gián tiếp, cũng cần thiết phải xét đến thành phần một chiều trong dòng điện kích thích. Trong phương trình trên đây thành phần một chiều được thể hiện bằng $(K_{td} - 1)$ và sai số cho phép trong thành phần xoay chiều được thể hiện bằng 0,1.

7.2.5. Xác định hệ số từ dư (K_r)

Hệ số từ dư (K_r) cần được xác định để chứng tỏ rằng có sự tuân thủ các giới hạn liên quan tới cấp chính xác xét. Xem phụ lục B.

7.2.6. Tính toán hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp (T_s)

Hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp (T_s) phải được xác định. Hằng số này không được khác giá trị công bố hoặc giá trị định mức quá $\pm 30\%$ đối với các máy biến dòng cấp chính xác TPY, và không quá $\pm 10\%$ đối với các máy thuộc cấp chính xác TPZ. Xem phụ lục B.

7.3. Thử nghiệm mẫu

7.3.1. Các vấn đề chung

Các thử nghiệm trực tiếp cần được tiến hành ở các thông số giới hạn quy định và theo chu trình làm việc quy định đều là các thử nghiệm mẫu. Các thử nghiệm này nhằm mục đích:

- Đo giá trị đỉnh của dòng điện sai số tức thời của máy biến dòng khi máy được đặt làm việc theo chu trình vận hành quy định, theo mục 3.3 (cho các cấp chính xác TPX và TPY) và mục 3.4 cho cấp chính xác TPZ.
- Xác định hệ số cấu tạo (F_C) (xem 3.29).

Các thử nghiệm có thể được tiến hành trên một mô hình to bằng thật có lắp ghép các bộ phận tác động của máy biến dòng kể cả các phần vỏ bọc kim loại, nhưng với cách điện giảm nhẹ.

Các thử nghiệm trực tiếp có thể thay thế bằng thử nghiệm kích thích dây quấn thứ cấp, nếu một trong các điều kiện sau đây được thoả mãn:

a) Nếu máy biến dòng là thuộc loại có tản từ yếu:

Để thoả mãn yêu cầu này, cần dùng một hình vẽ để chứng minh rằng máy biến dòng đó thực tế có một mạch từ hình xuyên liên tục, các khe hở không khí phân bố đều, có dây quấn thứ cấp cũng phân bố đều, có dây quấn sơ cấp được bố trí đối xứng đối với phép quay và ảnh hưởng của các dây dẫn của pha kề bên nằm ngoài vỏ bọc của máy biến dòng và của các pha bên gần đó là không đáng kể.

b) Có một báo cáo về thử nghiệm mẫu cho một máy biến dòng thực tế có cùng cấu trúc và cùng dòng điện ngắn mạch định mức sơ cấp.

Ghi chú - Nếu như đã có các thông tin đã cho trên đây, người mua hàng vẫn yêu cầu phải có thử nghiệm trực tiếp, thì điều đó phải được nêu rõ trong đơn đặt hàng.

7.3.2. Đo dòng điện sai số đỉnh tức thời

Các phương pháp đo lường trực tiếp dòng điện sai số đỉnh tức thời theo các điều kiện giới hạn về độ chính xác được nêu trong phụ lục C.

Cần ghi lại các giá trị tức thời của các dòng sơ cấp thứ cấp và dòng sai số, cũng như tích phân theo thời gian của điện áp tại các đầu cực thứ cấp. Từ sự ghi chép đó có thể suy ra các giá trị của sức điện động thứ cấp tương đương ở các điều kiện giới hạn (E_{al} và E_{alc}).

Các số liệu sau đây cần được đưa vào báo cáo thử nghiệm mẫu:

- a) Chỉ dẫn về kiểu loại (máy biến dòng)
- b) Năm chế tạo / số của xêri sản xuất.
- c) Các số liệu ghi trên biển thông số máy.
- d) các kết quả thử nghiệm kích thích dây quấn thứ cấp (xem phụ lục B).
- e) Kết quả các thử nghiệm trực tiếp bao gồm các thông số thử nghiệm, sơ đồ mạch thử nghiệm, một (hoặc một số) ảnh về cách bố trí thử nghiệm cũng như các bản ghi chép và phân tích kết quả.
- f) Tuyên bố của nhà chế tạo liên quan đến tính hiệu lực đại diện đối với máy biến dòng được đặt hàng, của thử nghiệm mẫu được tiến hành trên máy biến dòng các thông số kỹ thuật khác ..

Có thể lập được sự tương quan giữa các thử nghiệm trực tiếp và gián tiếp (đo đặc tính kích thích của dây quấn thứ cấp) suy từ một trong các mục sau đây. Nhưng có thể là không cần thiết nếu như có được các chứng chỉ cho các máy đã thử nghiệm mẫu trước đây, là loại máy có cùng cấu tạo và có cùng các quy định kỹ thuật.

7.3.3. Xác định hệ số cấu tạo (F_C)

Phương pháp xác định hệ số cấu tạo cho ở phụ lục C.

Hệ số cấu tạo tính được từ tỷ số U_{alc} / E_{alc} có giá trị đối với tính năng máy biến dòng tại các điều kiện định mức, và với giá trị lý thuyết cao nhất của hệ số kích cỡ quá độ (K_{td}). Do đó, nếu quy định làm với cả chu trình vận hành C-0 và chu trình vận hành C-0-C-0, thì K_{td} sẽ được xác định theo chu trình vận hành nào cho giá trị cao nhất.

Khi hệ số cấu tạo không vượt quá 1,1, thì kiểu thiết kế có thể, thoả mãn hoặc không các tiêu chuẩn cho các máy biến dòng có tản từ yếu.

Nói một cách chặt chẽ, hệ số cấu tạo chỉ nói đến quan hệ của các đặc tính kích thích thứ cấp với công năng của máy biến dòng trong các điều kiện quy định mà thôi.

7.4. Thử nghiệm đặc biệt để kiểm tra một máy biến dòng là có từ tản yếu

Các thử nghiệm trực tiếp để kiểm tra xem một máy biến dòng có đáp ứng được các yêu cầu cơ bản về thiết kế loại máy có từ tản yếu hay không (xem 3.18) phải được tiến hành bằng một số các tổ hợp đủ lớn giữa giá trị dòng điện đặt vào, chu trình vận hành và phụ tải để có thể khẳng định được một cách hợp lý rằng độ lệch cực đại giữa sức điện động thứ cấp tương đương lý thuyết và, giá trị đo được không vượt quá 10%.

Ghi chú

1) Kinh nghiệm thu t được về các thử nghiệm cho đến nay chưa cho phép ta quy định được chính xác về các quan hệ các thông số và về các giới hạn cho tất cả các cấp (chính xác).

2) Các thử nghiệm gián tiếp dùng để kiểm tra thiết bị thuộc loại có tản từ yếu có thể được tiến hành bổ sung cho thử nghiệm trực tiếp trong các giới hạn quy định.

Giá trị U_{al} được xác định từ các đặc tính kích thích thứ cấp tại một giá trị ở đó khi tăng giá trị hiệu dụng 10% sẽ kéo theo một lượng tăng giá trị đỉnh của dòng kích thích thứ cấp không dưới 50% và không trên 100%.

Phụ lục A

Các phương trình lý thuyết cơ bản về kích cỡ quá độ

A.1. Dòng điện ngắn mạch

Biểu thức tổng quát cho giá trị tức thời của dòng điện ngắn mạch có một thành phần đối xứng (I_{psc}) có thể viết như sau:

$$i(t) = \sqrt{2} I_{psc} [e^{-t/T_p} \cdot \cos \theta - \cos(\check{S}t + \theta)] \quad (A1)$$

Dòng điện sẽ mất đối xứng hoàn toàn khi $\theta = 0$ và:

$$i(t) = \sqrt{2} I_{psc} (e^{-t/T_p} \cdot \cos \check{S}t) \quad (A2)$$

A.2. Hệ số kích cỡ quá độ

Hệ số quá độ của một dòng ngắn mạch hoàn toàn không đối xứng [phương trình (A2)] sau t giây được thể hiện bằng:

$$K_{tf} = [\check{S}T_p T_s / (T_p - T_s)] (e^{-t/T_p} - e^{-t/T_s}) \sin \check{S}t \quad (A3)$$

Khi tính toán hệ số quá độ cần cho việc xác định kích cỡ, phương trình (A3) được đơn giản hoá bằng cách cho $\sin \check{S}t = -1$; khi đó K_{tf} sẽ có giá trị cực đại ở thời điểm $t = t_{max}$.

Giá trị của t_{max} được xác định bởi:

$$t_{max} = [T_p T_s / (T_p - T_s)] \ln (T_p / T_s) \quad (A4)$$

giá trị tương ứng của K_{tf} là:

$$K_{tf \max} = \check{S}T_p (T_p / T_s)^{T_p / (T_s - T_p)} + 1 \quad (A5)$$

Với chu kỳ vận hành C-0 đóng cắt (xem 3.10), giá trị cần thiết của hệ số kích cỡ quá độ được xác định bởi:

$$K_{td} = [\check{S}T_p T_s / (T_p - T_s)] (e^{-t'_{al}/T_p} - e^{-t'_{al}/T_s}) + 1 \quad (A6)$$

Với chu kỳ vận hành C-0-C-0 (xem 3.10), giá trị cần thiết của hệ số kích cỡ quá độ được xác định bởi:

$$K_{td} = \{ [\check{S}T_p T_s / (T_p - T_s)] (e^{-t'/T_p} - e^{-t'/T_s}) - \sin \check{S}t' \} \cdot e^{-(t'_{fr} + t'_{al})/T_s} + [\check{S}T_p T_s / (T_p - T_s)] [e^{-t''_{al}/T_p} - e^{-t''_{al}/T_s}] + 1 \quad (A7)$$

PHỤ LỤC B

Xác định đặc tính kích thích của mạch từ

B.1. Tổng quát

Khi máy biến dòng có dòng điện ngắn mạch hoàn toàn không đối xứng chạy qua, thành phần một chiều của dòng điện sẽ sinh ra trong mạch từ một sóng từ thông có biên độ lớn với thời gian tương đối dài. Do vậy có thể nói rằng chính các thử nghiệm trực tiếp đã gây nên thông lượng một hướng trong mạch từ của máy biến dòng có tính chất hiện thực hơn.

Với các máy biến dòng thuộc cấp TPS và TPX cần khử từ mạch từ trước mỗi lần thử nghiệm, vì có hệ số từ dư cao. Với các máy biến dòng thuộc cấp TPY thường có từ dư yếu có thể bỏ qua.

Việc khử từ cần dùng các phương tiện phụ, để tạo nên trong mạch từ, những chu trình từ hệ có biên độ giảm dần trạng thái bão hòa xuống. Do vậy khi dùng phương pháp thử nghiệm bằng dòng điện một chiều cần chuẩn bị một nguồn điện một chiều được điều chỉnh bằng tay hay tự động.

Việc đo đặc đặc tính từ hóa của mạch từ đòi hỏi thiết lập được quan hệ giữa từ thông móc vòng qua dây quấn thứ cấp và dòng điện từ hóa.

Nếu đặt một điện áp bất kỳ $U(t)$ vào các đầu cực thứ cấp (xem hình B1) từ thông của mạch từ $W(t)$ móc vòng qua dây quấn thứ cấp tại thời điểm t sẽ liên hệ với điện áp trên qua phương trình:

$$W(t) = \int_0^t (U - R_{ct} \cdot i_m) \cdot dt \quad (Wb) \quad (B1)$$

Các phương pháp được mô tả sau này đều dựa trên quan hệ đó.

Ta sẽ đánh giá hệ quả của sụt áp trên điện trở dây quấn thứ cấp. Nếu độ sụt áp ấy vượt quá 2 % thì giá trị của sụt áp ấy sẽ được tính suy ra từ điện áp đo được.

B.2. Phương pháp dòng điện xoay chiều

Đặt vào các đầu cực thứ cấp một điện áp xoay chiều hầu như là hình sin, và đo giá trị tương ứng của dòng điện từ hóa.

Thử nghiệm có thể được thực hiện tại tần số giảm thấp, nhằm tránh một cường bức điện áp không thể chấp nhận trên dây quấn và các đầu cực thứ cấp. Ở tần số thấp, hệ quả về tổn thất ký sinh do dòng Fucô trong mạch từ, và do các dòng điện dung giữa các lớp của dây quấn sẽ ít có khả năng làm sai các phép đo.

Dòng kích thích phải được đo với một dụng cụ chỉ giá trị đỉnh để cho kết quả đo ứng với giá trị đỉnh của từ thông.

Điện áp kích thích phải được đo với một dụng cụ có đáp ứng tỷ lệ với giá trị trung bình, nhưng được khắc độ bằng giá trị hiệu dụng.

Giá trị của từ thông W móc vòng với dây quấn thứ cấp có thể suy ra từ giá trị hiệu dụng của điện áp đặt vào U' tại tần số f' như sau:

$$W = \frac{\sqrt{2}}{2ff'} \cdot U' \quad (\text{Wb}) \quad (\text{B2})$$

và giá trị hiệu dụng của điện áp tương đương tại tần số định mức được xác định bởi:

$$U = \frac{2ff}{\sqrt{2}} \cdot W \quad (\text{V.hdụng}) \quad (\text{B3})$$

Kết quả đo đạc được trình bày dưới dạng một đường cong thể hiện quan hệ cần tìm giữa giá trị đỉnh của dòng điện từ hóa i_m và giá trị đỉnh của từ thông W tính theo giá trị hiệu dụng U của điện áp kích thích ứng với tần số định mức.

Cảm kháng từ hóa được xác định bởi độ dốc trung bình của đường cong nói trên, được tính cho miền giữa 20 % và 90 % của từ thông bão hòa W_s :

$$L_m = \frac{W_s}{i_m} = \frac{\sqrt{2}U}{2ff_i_m} \quad (\text{H}) \quad (\text{B4})$$

Khi cảm kháng tản của mạch thứ cấp là không đáng kể, hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp T_s với tải trở tổng ($R_{ct} + R_b$) có thể tính được như sau:

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} = \frac{L_m}{R_{ct} + R_b} \quad (\text{S}) \quad (\text{B5})$$

Khi tính hệ số từ dư (K_r) theo phương pháp thử nghiệm bằng dòng xoay chiều, cần tính tích phân của điện áp từ hóa như ở hình B2. Điện áp được tích phân kết hợp với dòng điện tương ứng sẽ vẽ trên dao động ký X-Y một chu trình từ trễ. Nếu dòng điện kích thích có giá trị đủ để đạt tới từ thông bão hòa W_s , thì giá trị của từ thông khi dòng điện qua zêro sẽ được xem là từ thông dư W_r . Hệ số từ dư K_r khi đó sẽ được tính căn cứ theo định nghĩa của nó, như là tỷ số $W_r / W_s = \psi_r / \psi_s$.

B.3. Phương pháp dùng dòng một chiều

Nội dung Phương pháp bão hòa bằng dòng một chiều là đặt vào một điện áp một chiều trong một thời gian sao cho từ thông đạt được cùng giá trị đó. Vì dòng điện từ hóa có tốc độ tăng chậm, nên cần phải xét đến sụt áp trên điện trở dây quấn. Việc đo từ thông được tính ra từ tích phân của điện áp trên các cực của dây quấn được kích thích cộng thêm một điện áp phụ tương ứng với $R_{ct} i_m$. Mạch thử nghiệm mẫu được cho ở hình B3.

Nếu có thêm một dây quấn phụ độc lập trên cùng mạch từ đó, hoặc nếu dây quấn thứ cấp có dự tính có các đầu lấy ra để qua đó có thể tiến hành thử nghiệm, thì điện áp cảm ứng trên các đầu cực của dây quấn tự do có thể dùng trực tiếp để rút ra giá trị của từ thông bằng cách tích phân, miễn là tỷ số các vòng dây là đã biết, và các phần dây quấn được từ hóa và phân tự do của dây quấn phân bố đều dọc theo đường sức trung bình của mạch từ. Thêm vào việc xác định giá trị của từ thông, tỷ số các vòng dây có thể dùng để xác định các giá trị của dòng kích thích, khi ta cần có một độ chính xác ở chế độ quá độ đối với một đầu phân áp khác với đầu được cung cấp điện.

Hình B5 vẽ một mạch thử nghiệm mẫu.

Muốn cho các giá trị giới hạn yêu cầu về dòng điện từ hóa có thể đạt được trong một thời gian hợp lý, giá trị cực đại (I_m) của dòng điện từ hóa phải cao hơn giá trị quy định. Ví dụ I_m có thể lấy bằng hai lần giá trị giới hạn của dòng điện sai số quá độ đối với tất cả các cấp trừ cấp TPS, Với cấp TPS, I_m có thể bằng 5 lần giá trị dòng điện từ hóa ở E_{al} . Trong việc xác định hệ số từ dư (K_r) còn có thể lấy các giá trị của I_m cao hơn nữa để làm cho mạch từ bão hòa.

Điện áp của ác quy chọn dùng phải cao hơn tích $R_{ct} I_m$ một chút để có thể hiệu chỉnh dòng điện bằng điện trở giới hạn R_1 như đã trình bày.

Điện trở phóng điện R_d phải được nối vào, nếu không cảm kháng của mạch từ có thể gây nên các quá điện áp rất cao khi mở cầu dao S lúc đó dòng cảm kháng sẽ bị cắt.

Nếu giá trị của điện trở R_d được lựa chọn sao cho tổng $R_d + R_{sh}$ bằng R_b thì hằng số thời gian của mạch vòng phóng điện sẽ gần như hằng số thời gian định mức của mạch vòng thứ cấp T_s và ta có thể ghi lại chế độ phóng điện của mạch thứ cấp lúc mở cầu dao S. Tuy nhiên, trong thực tế giá trị đó có thể dẫn đến các dòng rất cao, và do đó cần phải chọn một giá trị cao hơn cho điện trở R_d .

Một thời gian sau khi cầu dao S đã được đóng lại, giả thiết là dòng điện từ hóa i_m đã đạt tới giá trị cực đại (I_m) ở đó từ thông trong mạch từ bão hòa giữ nguyên không đổi. Nếu ta không dùng mạch cho ở hình B3, độ sụt áp không được bù $R_{ct} i_m$ sẽ gây nên một lượng thêm không mong muốn vào bộ tích phân và kết quả sẽ là một sự tăng từ thông đều và sai theo thời gian. Việc bù được tiến hành bằng cách điều chỉnh hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại nối vào mạch (shunt) song song, và ta sẽ chỉnh tốt việc bù khi ở dòng $i_m = I_m$ mà giá trị từ thông đó đạt tới hằng ổn.

Tất cả các linh kiện điện tử của các mạch tích phân phải được ráp ghép trong một dụng cụ đặc biệt, để đo từ thông có bù điện trở, có thể khắc độ với một độ chính xác thích hợp.

Ghi chú: Mạch tích phân đó đối với việc tích phân một điện áp U đã cho, trong thời gian 15s không được sai khác với $15 U$ von-giây quá $\pm 3\%$.

Muốn xác định đặc tính từ hóa, cầu dao S phải được đóng ngay tức khắc ngay khi đã tiến hành việc đặt lại bộ tích phân (reset về zero).

Các giá trị tăng của dòng kích thích và của từ thông phải được ghi lại cho đến lúc các giá trị đó trở nên không đổi, sau đó mở dao cắt S.

Các ghi chép thử nghiệm mẫu của giá trị từ thông $W(t)$ và của dòng từ hóa $i_m(t)$ theo thời gian được trình bày ở hình B4. ở đây các giá trị của từ thông có thể cho bằng webe, hoặc thể hiện bằng giá trị hiệu dụng của điện áp hiệu dụng tương đương $U'(t)$ tại tần số định mức f' , phù hợp với phương trình (B3).

Có thể tính ra cảm kháng từ hóa (L_m) từ các điểm thích hợp trên đường cong từ hóa bằng cách chia $W(t)$ cho $i_m(t)$ tương ứng, hoặc bằng cách dùng phương trình (B4) khi các giá trị từ thông được tính qua giá trị hiệu dụng của điện áp tương đương $U(t)$.

Vì các biến dòng thuộc các cấp TPS và TPX đòi hỏi một sự đánh giá độ dốc trung bình của đặc tính hỗn hợp $W(i_m)$, cho nên khuyên dùng một máy ghi X-Y.

Hằng số thời gian (T_s) của mạch vòng thứ cấp sau đó được tính toán bằng phương trình (B5).

Khi mở cầu dao S, có một dòng điện từ hóa giảm dần chạy qua dây quấn thứ cấp và điện trở phóng điện R_d . Giá trị của từ thông tương ứng cũng giảm, nhưng có thể không bằng không, khi dòng điện triệt tiêu. Khi một dòng điện từ hóa I_m đã được chọn hợp lý để đạt từ thông bão hòa W_s , giá trị của từ thông còn sót lại khi dòng điện bằng không, được xem như là bằng từ thông dư W_r .

Với các máy biến dòng thuộc các cấp TPS và TPX, mà mạch từ đã buộc phải khử từ trước, và đối với các máy biến dòng cấp TPY đã được khử từ, hệ số từ dao (K_r) được xác định theo tỷ số W_r / W_s .

Với các máy biến dòng cấp TPY mà mạch từ không được khử từ trước, hệ số từ dư (K_r) có thể được xác định bằng một thử nghiệm phụ với các đầu cực thứ cấp đã được đổi chỗ cho nhau. Trong trường hợp này, hệ số từ dư K_r có thể được tính toán như ở trên, nhưng với điều kiện là W_r lấy bằng nửa giá trị của từ thông dư đo được trong lần thử nghiệm thứ hai.

B.4. Một cách khác của phương pháp thử nghiệm dùng dòng một chiều

Với các máy biến dòng cấp TPY có thể dùng dạng đơn giản hóa sau của phương pháp một chiều cơ bản mô tả ở B3, miễn là cảm kháng từ hóa (L_m) có một giá trị không đổi cho đến khi có dòng bão hòa, và ác quy được dùng vẫn có được một sức điện động không đổi cho đến giá trị dòng điện đó. Mạch thử nghiệm cho ở hình B6.

Để xác định đặc tính từ hóa người ta đóng cầu dao S lại và ghi lấy giá trị tăng của dòng điện kích thích cho đến khi thấy giá trị i_m đã trở nên không đổi và bằng I_m (xem hình B7).

Nếu như sức điện động của ác quy giữ nguyên không đổi, thì dòng điện sẽ tăng theo hàm mũ cho đến khi bão hòa theo một tốc độ ứng với hằng số thời gian T và giá trị tiệm cận I_m .

Xuất phát từ số liệu ghi chép được, ta tính được hằng số thời gian T bằng cách xét rằng T/2 là để đạt được một dòng điện có giá trị bằng $0,393 I_m$. Điện trở tổng tương đương (R_{eq}) của mạch sẽ tính bằng cách chia sức điện động (E) của ác quy cho dòng điện I_m .

Cảm kháng từ hóa khi đó được tính như sau:

$$L_m = T \cdot R_{eq} = T \cdot \frac{E}{I_m} \quad (H) \quad (B6)$$

Từ thông móc vòng với dây quấn thứ cấp tại dòng điện i_m đã cho trong miền không bão hòa khi đó là:

$$W = L_m \cdot i_m \quad (Wb) \quad (B7)$$

Giá trị hiệu dụng của điện áp giới hạn tương đương tại tần số định mức khi $i_m \leq i_{al}$ có thể tính được bằng cách dùng phương trình (B3).

B.5. Phương pháp phóng điện một tụ điện

Phương pháp phóng điện một tụ điện dùng điện tích của một tụ để kích thích mạch từ của máy biến dòng từ phía thứ cấp. Tụ được nạp với một điện áp đủ cao để sản ra một điện áp với tích phân điện áp theo thời gian tại các đầu cực của máy biến dòng bằng hoặc cao hơn giá trị ứng với điện áp kích thích thứ cấp giới hạn tương đương định mức (U_{al}) (xem hình 3.21).

Giá trị đỉnh của dòng kích thích i_m do dây quấn thứ cấp phải được đo và không được vượt quá dòng điện kích thích giới hạn về độ chính xác (I_{al}) (xem hình 3.28).

Mạch thử nghiệm cho ở hình B8.

Giá trị của tụ phải được chọn sao cho không cần xét đến sụt áp trên điện trở dây quấn thứ cấp. Điều này sẽ được thỏa mãn nếu như tích phân điện áp theo thời gian của R_{ct} i_m trong khoảng thời gian t_D không vượt quá 2 % thời gian tổng, do đó là không có bão hòa:

$$t_D \leq 0,02f \cdot \frac{L_s}{R_{ct}} = 0,06T_s \cdot \frac{R_{ct} + R_b}{R_{ct}} \quad (S) \quad (B8)$$

Một số ghi chép mẫu cho ở hình B9.

Hằng số thời gian thứ cấp (T_s) phải được xác định bằng cách đặt vào các đầu cực thứ cấp của máy biến dòng một điện áp có tích phân điện áp theo thời gian bằng 90 % của giá trị định mức. Ta đo được dòng kích thích tương ứng i'_m và tính ra hằng số thời gian thứ cấp sẽ tính được như sau:

$$T_s = \frac{\sqrt{2} \times 0,9 \cdot U_{at}}{2ff \cdot (R_{ct} + R_b) \cdot i_m} \quad (S) \quad (B9)$$

Để xác định hệ số từ dư (K_r), người ta vẽ và dùng chu trình từ trễ X-Y trên giao động ký về điện áp tích phân với dòng điện tương ứng.

Nếu dòng điện từ hóa đủ để đạt được từ thông bão hòa, thì giá trị của từ thông tại điểm mà dòng điện đi qua zéro sẽ xem như là từ thông dư W_r . Hệ số từ dư K_r khi đó sẽ tính ra bằng tỷ số W_r / W_s .

QUANPHAM.VN

Hình B1. Mạch cơ bản

QUANPHAM.VN

Hình B2. Xác định hệ số từ dư K_r bằng chu trình từ trễ

Dao động ký hoặc máy ghi X-Y

Hình B3. Mạch cơ sở của phương pháp dùng dòng điện một chiều

bảng dao động ký

bảng máy ghi X-Y

Hình 4. Ghi chép về đường cong

Dao động ký hoặc máy ghi X-Y

Hình B5. Đo từ thông với một dây quấn phụ trợ

QUANPHAM.VN

Dao động ký

Hình B6. Mạch của một cách dùng phương pháp dòng điện một chiều

Hình B7. Bảng ghi kết quả theo một phương án thực hiện phương pháp dòng điện một chiều

QUANPHAM.VN

Hình B8. Mạch thực hiện phương pháp dùng phóng điện của tụ điện

QUANPHAM.VN

Hình B9. Các đường cong ghi chép dùng phương pháp phóng điện của tụ điện

PHỤ LỤC C

CÁC THỬ NGHIỆM TRỰC TIẾP

C.1. Đo dòng điện sai số

Dòng điện sai số tức thời có thể đo được bằng nhiều cách khác nhau. Trong mọi trường hợp, sai số của hệ đo lường không được vượt quá 10 % của giới hạn sai số, ứng với cấp của máy biến dòng điện thử nghiệm trong toàn bộ chu trình vận hành.

a. Trong các mạch thử nghiệm ở các hình C1 và C2a, người ta dùng một máy biến dòng tham khảo. Máy biến dòng tham khảo phải thuộc loại có tản từ nhỏ và phải được lắp ráp sao cho các ảnh hưởng của các dây dẫn mạch vòng là không đáng kể. Khi máy biến dòng tham khảo có một hệ số từ dư cao, cần phải khử từ mạch từ của nó trước khi đặt vào dòng điện thử nghiệm vào. Sai số của máy biến dòng tham khảo có thể không xét đến, nếu như hằng số thời gian thứ cấp kể cả các shunt, lớn hơn hằng số thời gian của máy biến dòng cần thử nghiệm một thừa số ít nhất là 10 suốt trong toàn bộ chu trình vận hành.

Xem các ví dụ đồ thị dao động ký ở các hình C3a và C31

b. Nếu dùng các phương pháp điện áp sơ lệch tại các hình C2a và C2b, thì phải đảm bảo rằng các shunt đo lường có cùng hằng số thời gian, và mức nhiễu loạn điện trong mạch đo lường giảm xuống tới cực tiểu. Đối với mạch tại hình C2b, shunt được ghép cặp với nhau sao cho chúng đó có một tỷ số hiệu dụng tổng thể giống như tỷ số của máy biến dòng được thử nghiệm.

c. Cũng có thể dùng kỹ thuật số để đo dòng sơ cấp và thứ cấp riêng rẽ nhau và tính ra các dòng sai số tức thời theo định nghĩa của chúng (xem 3.3 và 3.4). Quá trình lấy mẫu các dòng điện sơ và thứ cấp phải được đồng bộ và chu kỳ lấy mẫu phải đủ ngắn để đạt được độ chính xác yêu cầu.

C.2. Đo tích phân của điện áp thứ cấp

Tích phân theo thời gian của điện áp trên các đầu cực thứ cấp cũng có thể đo được bằng cách dùng kỹ thuật tương tự (ví dụ bằng cách dùng các bộ khuếch đại thao tác) hoặc là kỹ thuật số (ví dụ bằng cách dùng hệ thập và xử lý số liệu).

Cả trong 2 trường hợp đó, cần dùng phương trình dưới đây :

$$W(t) = \frac{R_{ct} + R_b}{R_b} \int_0^t R_b \cdot i_Y \cdot dt \quad (C1)$$

ở đây: $W(t)$ là từ thông móc vòng với dây quấn thứ cấp, tính bằng webe

R_{ct} là điện trở của dây quấn thứ cấp

R_b là điện trở nối vào mạch thứ cấp

Điện áp hiệu dụng tương đương $U(t)$ ở tần số định mức f được tính theo:

$$U(t) = \frac{2ff}{\sqrt{2}} \cdot \frac{R_{ct} + R_b}{R_b} \int_0^t R_b \cdot i_s \cdot dt \quad (C2)$$

Sai số về đo lường từ thông bằng thử nghiệm trực tiếp không được vượt quá $\pm 5\%$.

C.3. Các thử nghiệm trực tiếp trong các điều kiện giới hạn về độ chính xác

Các máy biến dòng thuộc các cấp TPS và TPX phải được khử từ trước lúc thử nghiệm trực tiếp do chúng có hệ số từ dư cao. Việc khử từ các máy biến dòng thuộc cấp TPY cũng có thể là cần thiết, nếu hệ số từ dư không thể bỏ qua.

Hai thử nghiệm trực tiếp cần được tiến hành tại tần số định mức và tại phụ tải thứ cấp định mức:

a) Đặt dòng điện ngắn mạch sơ cấp định mức tại tần số định mức vào (mạch thử) một cách thật đối xứng. Đo lấy thành phần xoay chiều của dòng điện sai số tức thời. Thành phần này phải phù hợp với giá trị lý thuyết ứng với hằng số thời gian thứ cấp ($1/\omega T_s$).

b) Đặt dòng điện ngắn mạch sơ cấp định mức, tại tần số định mức vào (mạch thử) một cách mất đối xứng lớn nhất. Với các giá trị của hằng số thời gian sơ cấp quy định đến 80 ms, tiến hành việc thử nghiệm theo điều kiện giới hạn độ chính xác quy định (theo chu trình vận hành quy định). Hằng số thời gian sơ cấp không được sai khác với giá trị quy định quá 10%.

Với các giá trị quy định cho hằng số thời gian trên 80 ms, các thử nghiệm sẽ có thể được thực hiện trong các điều kiện giới hạn về độ chính xác tương đương, theo như sự thỏa thuận giữa nhà chế tạo và bên sử dụng.

Trong mỗi chu kỳ từ hóa bằng dòng điện sơ cấp, giá trị tức thời của đỉnh đầu tiên của dòng điện sơ cấp không được nhỏ hơn giá trị tương ứng các điều kiện quy định. Thời gian duy trì dòng điện kích từ và phụ tải thứ cấp phải được điều chỉnh sao cho tích phân của điện áp thứ cấp đo được (phương trình C1) đạt tới được từ thông giới hạn về chính xác (W_{al}) trong thời gian thử nghiệm (xem hình 3.27).

Ta đo lấy giá trị ghi được tương ứng của dòng sai số đỉnh tức thời. Giá trị đó không được vượt quá giá trị giới hạn của dòng sai số đối với cấp chính xác xét (bảng 1). Với các máy biến dòng thuộc các cấp (chính xác) TPX và TPY, phải đo dòng sai số tổng. Với các máy biến dòng thuộc cấp TPZ, thành phần xoay chiều của dòng điện sai số được đo bằng cách lấy một nửa giá trị đỉnh đến đỉnh (xem hình C4).

Ghi chú:

1. Trường hợp các máy biến dòng thuộc cấp TPZ, nếu không thể đạt được giá trị định mức của I_{psc} , và nếu phụ tải thứ cấp được chỉnh sao cho đạt tới a từ thông (\mathcal{B}_{al}) yêu cầu trong quá trình thử nghiệm, giá trị đo được của thành phần xoay chiều của dòng sai số phải được nhân với hệ số hiệu chỉnh sau đây:

$$(R_{ct} + R_b) / (R_{ct} + R'_b)$$

trong đó R_b là phụ tải định mức, còn R'_b là phụ tải khi thử nghiệm

2. Người ta nhận thấy rằng, nếu phụ tải thứ cấp được hiệu chỉnh để đạt được mức yêu cầu về từ thông có thể nhận thấy quá trình thử nghiệm về độ dài của chu kỳ (hoặc các chu kỳ) từ hóa cần thiết sẽ có sự thay đổi. Đặc biệt cần lưu ý điều đó ở chu trình vận hành C-O-C-O của các máy biến dòng thuộc các cấp TPX và TPY, mức từ thông lúc bắt đầu cho dòng điện đi qua lần thứ hai không được thay đổi. ảnh hưởng của việc thay đổi các thông số có thể tìm thấy trong các phương trình của phụ lục A.

C.4. Xác định hệ số cấu tạo (Fc) (xem 3.29)

Tham khảo thử nghiệm b) ở mục C.3 trên đây, người ta tăng độ dài thời gian kích từ và/hoặc tăng phụ tải thứ cấp sao cho dòng điện sai số tức thời đo được, đạt tới giá trị giới hạn chính xác xem xét (bảng 1). Ta tính được giá trị tương ứng của tích phân của điện áp thứ cấp theo hàm thời gian. Với các máy biến dòng thuộc cấp TPZ, dùng cách nội suy tuyến tính để xác định thời điểm đạt được giá trị giới hạn của thành phần xoay chiều của dòng điện sai số.

Từ thử nghiệm kích từ mạch thứ cấp, ta xác định được giá trị tích phân của điện áp thứ cấp theo hàm thời gian tương ứng với cùng giá trị, do dòng kích thích và từ đó tính ra hệ số cấu tạo liên quan tới ảnh hưởng của dây quấn sơ cấp.

QUANPHAM.VN

]

Các ký hiệu:

X = máy biến dòng cân thử nghiệm.
N = máy biến dòng tham khảo loại có từ tản yếu
Sh = mạch shunt không có cảm kháng

R_b : tải thứ cấp định mức và nếu cần, được chỉnh để đáp ứng các thông số thử nghiệm

Hình C1. Cách bố trí thử nghiệm dùng dòng điện so lệch

Hình C2a. Với các shunt thứ cấp được nối vào

QUANPHAM.VN

Hình C2b. Với shunt sơ cấp và shunt thứ cấp có tỷ số phối hợp nhau

Các ký hiệu:

X = máy biến dòng cân thử nghiệm.
N = máy biến dòng tham khảo loại có từ tản yếu
Sh = shunt không cảm kháng
1 = I_s
2 = I_p / K_n

R_b : tải thứ cấp định mức và nếu cần, được điều chỉnh để đáp ứng các thông số thử nghiệm

Hình C2. Phương pháp điện áp so lệch

QUANPHAM.VN

Hình C3a. Dao động đồ điển hình cho máy biến dòng loại TPZ

Hình C3b. Dao động đồ điển hình cho máy biến dòng loại TPY

Hình C3. Các dao động ký đồ

Hình C4a. Đo hàng số thời gian sơ cấp cho máy biến dòng loại TPZ

QUANPHAM.VN

Hình C4b. Đo các dòng sai số cho máy biến dòng loại TPY và TPZ

Hình C4. Các dao động ký đồ

PHỤ LỤC D

Hướng dẫn về tiêu chuẩn hoạt động của một máy biến dòng dùng cho bảo vệ rơle

D.1. Lời mở đầu

Bản hướng dẫn này dùng để nhận dạng một số nhân tố có thể ảnh hưởng tới việc lựa chọn cấp của máy biến dòng, chủ yếu dựa vào các dòng điện sự cố sơ cấp của hệ thống có các thành phần quá độ không chu kỳ.

Các yêu cầu về công năng các máy biến dòng thuộc cấp P (xem chương III của IEC 185) được xác định theo dòng điện sơ cấp đặt vào là hình sin và đối xứng. Điều này không loại trừ khả năng thực hiện các máy biến dòng thuộc cấp P đối với chế độ quá độ, miễn là phải có được các số liệu thích hợp. Ví dụ, một máy biến dòng thỏa mãn được các yêu cầu của điểm b) ở điều 39 IEC 185 chủ yếu phải có cấu trúc với tản từ yếu, và có thể xem xét theo cùng cách với máy biến dòng cấp TPS chừng nào mà cách áp dụng đó có liên quan tới nó.

Nhiều kinh nghiệm trong vận hành cũng như trong thử nghiệm tại phòng thí nghiệm xác minh việc sử dụng các máy biến dòng cấp P có kích thước tăng thêm cho chế độ quá độ, xuất phát từ việc quy định về một công suất đầu ra cao hơn. Trên thực tế, vấn đề quan trọng nhất đặt ra là cần xét đến lượng tiêu hao nội bộ (điện trở dây quấn) khi xem xét đến tính năng tổng thể.

Chẳng hạn, người ta có thể nghĩ tới một máy biến dòng dự kiến cho 60 VA 5P20 để sử dụng với phụ tải nối vào các cực thứ cấp là 2W, lúc đó phải cần một hệ số kích cỡ là 30. Tuy nhiên, trong thực tế một máy biến dòng như vậy có thể có tải nội bộ gần 20W, nghĩa là cần có hệ số kích cỡ thực tế vào khoảng 3.

Năng lực của một máy biến dòng có thể được xác định theo công suất tiêu tán trong mạch thứ cấp, hoặc bởi điện áp kích thích cực đại tương đương cần để tạo một dòng điện chạy qua trong mạch thứ cấp.

ở đây biểu thức của điện áp đó sẽ được dùng với các giá trị tương đương sau đây:

$$E_{al} = K_{SSC} \cdot K_{td} \cdot (R_{Ct} + R_b) \cdot I_{Sn} = \frac{P_i + P_e}{I_{Sn}} \cdot K_{SSC} \cdot K_{td} \quad (D1)$$

Trong biểu thức trên, P_i và P_e thứ tự thể hiện các công suất tương đương tiêu tán trong dây quấn thứ cấp của máy biến dòng và trong tải bên ngoài. Tất cả các tham số có thể do người mua quy định hay ước tính với một độ chính xác hợp lý, trừ điện trở của dây quấn thứ cấp của máy biến dòng.

D.2. Hằng số thời gian sơ cấp (T_p)

Hằng số thời gian sơ cấp quy định (xem 3.6) là để nhằm bảo đảm rằng máy biến dòng được thiết kế với kích cỡ thích hợp theo yêu cầu sử dụng đã định trước, có xét đến chu trình vận hành.

Nếu như có nhiều nguồn cung cấp vào thanh góp mà ta quan tâm, ta có thể xem mỗi một nguồn đó góp đưa vào một dòng điện hình sin và một thành phần một chiều có giá trị ban đầu và một hằng số thời gian tương ứng.

QUANPHAM.VN

Với một chu trình vận hành đã cho, từ thông trong máy biến dòng gắn với thành phần đặc biệt ấy của dòng điện có thể biểu diễn bằng một giá trị tương ứng của E_{al} . Tổng các giá trị tính được như vậy là đại biểu cho các đòi hỏi về từ thông tổng của một máy biến dòng. Có thể đơn giản hóa và xem rằng tất cả mọi dòng điện hình sin đều có cùng pha.

D.3. Chọn cấp của máy biến dòng

Trong nhiều trường hợp, việc lựa chọn các cấp TPS, TPX, TPY hoặc TPZ là do thực tế người mua xác định, xét đến việc các thiết bị bảo vệ rơ le làm việc trên lưới điện có dùng các máy biến dòng. Một vài đặc tính chính của các cấp đặc biệt được thảo luận dưới đây:

Các máy biến dòng thuộc cấp (chính xác) TPS đòi hỏi không những phải là loại có tản từ yếu, mà còn phải có tỷ số các vòng dây hoàn toàn xác định. Hai đòi hỏi trên đều là chủ yếu đối với các sơ đồ bảo vệ sự cố giữa các pha, cũng như sự cố chạm đất, đều dựa trên một nguyên lý đơn giản về biến đổi dòng điện và đều sử dụng các role có tổng trở cao.

Bởi vì từ thông dư không có một giới hạn quy định, nên các giới hạn áp dụng cho các role đo lường bảo vệ thường dựa trên các công thức thực nghiệm, lấy từ việc thử nghiệm và trong kinh nghiệm vận hành.

Khi máy biến dòng đang bão hòa mạnh thì việc cắt dòng điện đặt vào mạch sơ cấp sẽ tạo nên một sự giảm rất nhanh dòng điện trong mạch thứ cấp, tương ứng với việc từ thông giảm từ giá trị bão hòa xuống đến giá trị dư. Thời gian trở về của các role bảo vệ thường không bị ảnh hưởng một cách đáng kể bởi đặc tính suy giảm dòng điện mạch thứ cấp của các máy biến dòng thuộc cấp TPS khi ngắt dòng điện sơ cấp.

Các đặc tính cơ bản của các máy biến dòng cấp TPX thông thường cũng tương tự như các đặc tính của các máy biến dòng cấp TPS, trừ vấn đề các giới hạn sai số đã quy định là khác và các tác động ảnh hưởng có thể có đòi hỏi một hệ số cấu tạo lớn hơn 1,1.

Với các máy biến dòng cấp TPY, từ thông dư phải nhỏ hơn, hoặc quá lắm là bằng 0,1 từ thông bão hòa. Trong quá trình chuyển từ trạng thái bão hòa sang trạng thái từ dư, dòng điện trong mạch thứ cấp sẽ duy trì ở mức cao hơn và lâu hơn so với trường hợp các máy biến dòng thuộc các cấp TPS và TPX có kích thước tương tự, và có tải tương tự nối vào các đầu cực thứ cấp. Với chu trình vận hành C-O-C-O, hệ số kích cỡ cần thiết cho chế độ quá độ đối với các máy biến dòng thuộc cấp TPY sẽ chịu ảnh hưởng mạnh bởi quan hệ giữa hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp (T_s) và thời gian chết (t_r).

Vì giới hạn sai số tổng cho phép là 10 %, nên hệ số kích cỡ cho chế độ quá độ sẽ được xem xét cùng với hằng số thời gian của mạch vòng thứ cấp:

$$\frac{100 \cdot K_{td}}{2ffT_s} = v \leq 10\% \quad (D2)$$

Với các máy biến dòng cấp TPZ, từ thông dư là không đáng kể và các giới hạn thông số của hàng số thời gian của mạch vòng thứ cấp đã được quy định. Dòng điện suy giảm thứ cấp sau bão hòa mạch sẽ được duy trì ở một giá trị cao hơn trường hợp các máy biến dòng cấp TPY trong chu kỳ đầu cần xem xét (thời gian trở về của role). Nhiều hệ thống role có các máy chuyển đổi dòng điện/ điện áp đầu vào để biến các đại lượng đo lường dùng cho việc sử lý. Như vậy, chỉ có thành phần xoay chiều của dòng điện thứ cấp can thiệp vào, và các đặc tính trở về của các role hầu như độc lập với thành phần một chiều của máy biến dòng.

Việc tính toán hệ số kích cỡ quá độ cần thiết cho mỗi một cấp của các máy biến dòng nói trên có thể thực hiện bằng cách thế các số liệu vào các phương trình thích hợp cho ở phụ lục A.

D.4. Các ví dụ điển hình về các bước chuẩn bị cho việc quy định kỹ thuật

Chu trình vận hành C-O cho các máy biến dòng các cấp TPZ dựa trên giả thiết là có đủ các điều kiện để đạt được từ thông cực đại. Vì rằng các giới hạn dung sai về hàng số thời gian của mạch vòng thứ cấp đã được quy định, K_{td} có thể được tính toán trực tiếp.

Với các máy biến dòng thuộc cấp TPS và TPX ở đó $t' < t_{max}$ và $T_p \ll T_s'$, có thể dùng một phương trình đơn giản hóa để tính hệ số quá độ khi kích từ vào máy một lần dòng điện là:

$$K_{ff} = 2 \cdot f \cdot f \cdot T_p \cdot (1 - e^{-t'/T_p}) + 1 \quad (D3)$$

Việc xác định các yêu cầu đối với các máy biến dòng thuộc cấp TPY khó hơn và được xem xét dưới đây.

Giả thiết là các số liệu liên quan một lưới truyền tải cao áp, và các đòi hỏi cơ bản như sau:

Số liệu của máy cắt:	50 Hz, dòng định mức: 2000A Dòng cắt ngắn mạch định mức: 40 kA (xem 4.101 của IEC 56)
Dòng điện sự cố đi vào thanh góp:	$I_p' = 15$ kA tại $T_p' = 240$ ms (do các máy phát địa phương, $X/R = 76$) $I_p'' = 20$ kA tại $T_p'' = 60$ ms (dòng từ lưới đến)
Máy biến dòng điện:	Cấp TPY Tỷ số biến đổi 2000/1 Tải nối bên thứ cấp: $R_b = (3 + 4) = 7 \Omega$
Chu trình vận hành:	C-O $t_{al}' = 240$ ms C-O-C-O $t' = 120$ ms $t'' = 60$ ms $t_{fr} = 450$ ms

Hệ số quá độ (K_{td} , K_{ff} , K_{ffmax}) được xác định bằng cách thay các số liệu tương ứng vào các phương trình thích hợp cho ở phụ lục A, riêng trong mọi trường hợp ta thay sin ωt bằng -1.

Tối ưu hóa việc thiết kế máy biến dòng là trách nhiệm của nhà chế tạo. Tuy nhiên, để kiểm tra các quy định yêu cầu kỹ thuật cần được cung cấp không dẫn tới việc thiết kế quá rộng rãi phi hiện thực, cần phải tiến hành một vài hoặc tất cả các bước tính toán sau :

Bước 1

Các yêu cầu kỹ thuật của máy biến dòng có thể dựa trên $I_{PS} = 40 \text{ kA}$. Với tính toán sơ bộ, hằng số thời gian tương đương sơ cấp có thể tính như sau:

$$T_{P \text{ tương đương}} = \frac{15000}{40000} \cdot 240 + \frac{20000}{40000} \cdot 60 = 120 \text{ ms} \quad (\text{D4})$$

Bước 2

Xác định T_S . Trên thực tế giá trị của nó nằm trong giải giữa 1s và 3s. Lấy $T_S = 3 \text{ s}$ và $T_P = 120 \text{ s}$, tính giá trị tương ứng của K_{td} . Với chu trình vận hành C-O, $K_{td} = 34$. Với chu trình vận hành C-O-C-O, $k_{td} = 36$.

Từ phương trình (D2) ở trên, giá trị cho phép của T_S thỏa mãn giới hạn sai số của cấp (chính xác) là:

$$T_S = \frac{100}{10} \cdot \frac{36}{2ff} = 1,15 \text{ s}$$

Tính đến các dung sai về chế tạo và lấy dòng cơ sở $I_{PSC} = 40 \text{ kA}$, giá trị mới của $T_S = 1,35 \text{ s}$ dùng cho các tính toán về sau được xem là hợp lý.

Bước 3

ước tính điện trở dây quấn thứ cấp (R_{Ct}). Về nguyên tắc, giá trị của R_{Ct} không được vượt quá 50 % điện trở ngoài nối vào các đầu cực thứ cấp. Trong trường hợp này $R_{Ct} \leq 7/2 = 3,5 \Omega$.

Giá trị thực sẽ được xác định bằng các thông số tương quan giữa chúng với nhau bao gồm: tiết diện mạch từ, không gian dành cho dây quấn thứ cấp, số vòng dây và tiết diện dây dẫn của dây quấn thứ cấp. Mặc dù không có giới hạn tuyệt đối, nhưng tiết diện mạch từ 10^4 mm^2 có thể xem là giá trị giới hạn cao nhất cho một cấu trúc kinh tế với điện trở dây quấn thứ cấp tương ứng vào khoảng $7/A_w \cdot \text{m}\Omega/\text{vòng dây}$ (trong đó A_w là tiết diện đồng tính bằng mm^2 của dây quấn thứ cấp). Thông thường giá trị ấy trong khoảng từ 1 đến $3,5 \Omega/1000$ vòng .

Vì $R_{Ct} = 3,5 \Omega$ là hợp lý, và có thể dùng điện trở của mạch vòng thứ cấp $R_S = 10,5 \Omega$ cho các tính toán tiếp theo.

Bước 4

Xác định sức điện động giới hạn thứ cấp tương đương (E_{ai}) bằng cách sử dụng các số liệu đã được hiệu chỉnh lại :

$$I_{PSC} = 40 \text{ kA} , T_P = 120 \text{ ms} , T_S = 1,35 \text{ s} , R_S = 10,5 \Omega$$

Với chu trình vận hành C-O: $t'_{al} = 240$ ms, từ đó

$$K_{td} = 30$$

Với chu trình C-O-C-O: $t' = 120$ ms, $t_{fr} = 450$ ms, $t'' = 60$ ms, từ đó:

$$K'_{ff} = 23,6 \quad K''_{ff} = 15,5$$

$$K_{td} = 23,6 \cdot 0,685 + 15,5 = 31,7$$

Với $e^{-\frac{(t_{ff} + t'_{al})}{T_s}} / T_s = 0,685$

$$E_{al} = 31,7 \cdot \frac{40000}{2000} \cdot 10,5 = 6,7 \text{ kV (giá trị hiệu dụng) hay } 3,35 \text{ V/vòng}$$

Với một mạch từ bằng tôn silic có hạt định hướng tiết diện 10^4 mm², một giá trị gần bằng 4 V/vòng nằm trong miền các khả năng lý thuyết. Như vậy các chỉ tiêu kỹ thuật xây dựng trên cơ sở các giới hạn thông số xác định trên đây là có thể chấp nhận.

Bước 5

Xác định E_{al} khi có dòng kích từ trong các điều kiện vận hành thực. Các giả thiết đơn giản hóa là:

- Bỏ qua ảnh hưởng của việc lệch pha giữa các thành phần.
- Giá trị quá độ cực đại mà mỗi thành phần dòng điện đạt được, được sử dụng như sau trong mỗi trường hợp kích từ dưới:

Với chu trình vận hành C-O:

$$\text{Khi } T_P = 240 \text{ ms, } K_{td} = K_{tf} = 44$$

$$\text{Khi } T_P = 60 \text{ ms, } K_{td} = K_{tf \max} = 17,3$$

$$E_{al} = \left[44 \cdot \frac{15000}{2000} + 17,3 \cdot \frac{20000}{2000} \right] \cdot 10,5 = 5282V$$

Với chu trình vận hành C-O-C-O:

$$\text{Khi } T_P = 240 \text{ ms, } K_{td} = 29,3 \cdot 0,685 + 17,3 = 37,4$$

$$\text{Khi } T_P = 60 \text{ ms, } K_{td} = 16,4 \cdot 0,685 + 12,6 = 23,8$$

$$E_{al} = \left[37,4 \cdot \frac{15000}{2000} + 23,8 \cdot \frac{20000}{2000} \right] \cdot 10,5 = 5444V$$

Từ các tổ hợp thông số trên đây, các chỉ tiêu kỹ thuật có thể lại được tinh chỉnh lại xuất phát từ số liệu của bước 4. Ví dụ giảm T_P đến 80 ms sẽ kéo theo việc giảm giá trị lý thuyết của E_{al} xuống khoảng 6,1 kV. Như vậy các đặc tính kỹ thuật khuyến nghị sẽ là:

$$2000/1A ; TPY ; K_{SSC} = 20 ; p_{T_P} = 80 \text{ ms}$$

$$R_b = 7 \Omega ; K_r \leq 0,1 ; T_s \geq 1,35 \text{ s}$$

Các chu trình vận hành là: C - 240 ms - 0

$$C - 120 \text{ ms} - 0 - 450 \text{ ms} - C - 60 \text{ ms} - 0$$

Ghi chú: Trình tự tính trên đây có thể thích nghi dùng cho một sự mất đối xứng cục bộ, nhưng sự tương đương có ngay sau khi đặt dòng điện vào là điều không chắc

chấn vì cần phải tính đến biên độ đỉnh đầu tiên của dòng điện kích từ sơ cấp.

D5. Tác động ảnh hưởng của dây dẫn trở về

Một máy biến dòng loại hình xuyên có dây quấn thứ cấp được bố trí đều và chỉ có một dây dẫn sơ cấp loại thanh xuyên qua bố trí theo trục hình học của kết cấu sẽ là loại có tản từ yếu, trừ khi nó chịu ảnh hưởng của một dây dẫn bên cạnh.

Trong một thử nghiệm trực tiếp, sai số ghi được sẽ là tổng của thành phần một chiều và thành phần xoay chiều tần số định mức. Thành phần xoay chiều phải tỷ lệ với dòng điện kích từ tương ứng. Tuy nhiên, trong bố trí thử nghiệm thực tế, thành phần xoay chiều của dòng sai số cũng có thể chứa một thành phần có biên độ, xác định theo hiệu của các tỷ số giữa tín hiệu từ máy biến dòng thử nghiệm và tín hiệu thể hiện dòng điện sơ cấp đặt vào.

Vì lẽ đó, nên xây dựng việc phân tích những kết quả ghi được trong thử nghiệm về việc ước tính thành phần một chiều trong miền làm việc không bão hòa.

Tuy nhiên, khi có một dây dẫn khác ở ngoài, nhưng gần lõi từ của máy biến dòng có dòng điện đi qua, như trường hợp một dây quấn sơ cấp loại cặp tóc hay loại xuyên từ thông do dây dẫn thứ cấp gây nên cũng có ảnh hưởng đến mạch từ. Hậu quả chính của việc này là tạo nên bão hòa cục bộ sớm hơn trên một phần của mạch từ và hệ quả là làm thay đổi đặc tính vận hành.

Trong quá trình thử nghiệm trực tiếp, với hậu quả xuất hiện rất rõ trong việc ghi dòng điện sai số, trong đó thành phần xoay chiều thể hiện một dãy các đỉnh nhọn ngắn hạn tăng lên tuần tự, xếp chồng lên dạng hình sin cơ bản.

Trước khi bắt đầu bão hòa, sai số một chiều đo được rất có thể nhỏ hơn chút ít so với sai số suy ra từ việc ước tính điện áp cảm ứng thứ cấp nếu so với dòng điện kích thích tương ứng được cung cấp bởi thử nghiệm (gián tiếp) tức thử nghiệm kích thích từ mạch thứ.

Có hai phương pháp có thể dùng để cải thiện cách thực hiện máy biến dòng, và dùng để giảm nhẹ hệ số cấu tạo (F_C) so với thiết kế chỉ dùng một dây quấn thứ cấp phân bố đều, đó là:

a. Dùng các dây quấn quấn theo kiểu "đồng" bố trí sao cho sự phân bố các vòng dây thứ cấp về lý thuyết tương ứng với sự phân bố thực các ampe-vòng khi có xét đến hiệu ứng của dây dẫn trở về.

b. Dùng các dây quấn bù:

Với các kiểu thiết kế, trong đó việc dùng một dây quấn thứ cấp phân bố không đều đã được cân nhắc kỹ điều quan trọng là phải đảm bảo rằng các máy biến dòng đều được bố trí chính xác so với các dây dẫn sơ cấp trong mọi sản phẩm đã được chế tạo. Việc đo các đặc tính thứ cấp thông thường không tự tin chắc về mặt này, nên cần có sự kiểm tra chặt chẽ trong thời kỳ chế tạo.

PHỤ LỤC E

Xác định sai số về tỷ số số vòng dây

Không có một phương pháp trực tiếp đơn giản nào cho phép xác định một cách chính xác sai số về tỷ số số vòng dây của một máy biến dòng đã chế tạo xong, Tỷ số biến đổi thực chịu ảnh hưởng bởi các sai số từ ba nguồn sau đây:

- Sự khác nhau giữa tỷ số số vòng dây và tỷ số biến đổi định mức.
- Dòng kích thước của mạch từ (I_e).
- Các dòng điện chạy qua điện dung rò có liên quan với các dây quấn.

Trên hình E1 trình bày một mạch cơ sở đơn giản cho một máy biến dòng trong đó chỉ nêu lên các phần tử có tính trở kháng và cảm kháng, còn hình E2 còn nêu lên thuộc các điện dung rò đáng kể của các máy biến dòng có số vòng dây nhiều (trên 1000).

Nếu như tỷ số biến đổi là nhỏ (ví dụ 1 %) thì có thể xem là hợp lý khi giả thiết với một giá trị đã cho của sức điện động cảm ứng (E_s) trong dây quấn thứ cấp, dòng điện sai số do điện dung rò vì do từ hóa lõi thép sẽ duy trì một giá trị không đổi, không phụ thuộc vào giá trị của dòng điện sơ cấp định mức (I_p).

Về lý thuyết, E_s có thể duy trì ở một giá trị không đổi đối với một dải biến thiên của dòng điện đặt vào, miễn là tổng trở của mạch vòng thứ cấp có thể hiệu chỉnh một cách thích hợp. Với các máy biến dòng được thiết kế theo loại có tản từ yếu (ví dụ cấp TPS) điện kháng tản mạch thứ cấp có thể bỏ qua. Như vậy chỉ cần xem xét điện trở của dây quấn thứ cấp. Do đó, bất kỳ với dòng điện nào trong hai dòng I'_s và I''_s , phương trình cơ sở xác định yêu cầu thử nghiệm được biểu thị bởi:

$$I'_s(R_{ct} + R'_b) = E_s = I''_s(R_{ct} + R''_b)$$

Các sai số về tỷ số đo được biểu thị bằng ϵ'_c và ϵ''_c , sai số về tỷ số số các vòng dây là ϵ_t , còn tổ hợp của dòng kích thích và các dòng điện rò là I_x , thì các dòng sai số lấy gần đúng lần lượt là các dòng rò biểu thị bằng:

$$(v'_c - v_t) \frac{K_n I'_s}{100} = I_x = (v''_c - v_t) \cdot K_n \cdot \frac{I''_s}{100}$$

từ đó:

$$V_t = \frac{V'_C \cdot I'_S - V''_C \cdot I''_S}{(I'_S - I''_S)}$$

Nếu $I'_S = 2 I''_S$ thì sai số về tỷ số số các vòng dây tính gần đúng là $2\varepsilon'_C - \varepsilon''_C$.

Làm thử nghiệm tại dòng định mức với một tải cực tiểu nối vào các đầu cực thứ cấp tiếp đó là một thử nghiệm với nửa dòng định mức và tăng điện trở mạch vòng thứ cấp lên một cách thích hợp ta sẽ đạt được các kết quả mong muốn.

Hình E1. Mạch tương đương đơn giản hóa cho máy biến dòng

Hình E2. Mạch tương đương đơn giản hóa cho máy biến dòng
có điện dung ký sinh

ẤN PHẨM CỦA IEC DO ỦY BAN KỸ THUẬT SỐ 38 SOẠN THẢO

44.	Máy biến điện đo lường.
44.3 (1980)	Phần 3. Các máy biến áp tổ hợp.
44.4 (1980)	Phần 4. Đo phóng điện từng phần.
44.6 (1992)	Phần 6. Các quy định liên quan đến các máy biến dòng dùng cho bảo vệ trong chế độ quá độ.
185 (1987)	Máy biến dòng.
186 (1987)	Bản sửa đổi số 1 (1990). máy biến điện áp Bản sửa đổi số 1 (1988)