

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9729-4:2013

ISO 8528-4:2005

Xuất bản lần 1

**TỔ MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU DẪN ĐỘNG BỞI
ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG KIỂU PIT TÔNG
PHẦN 4: TỦ ĐIỀU KHIỂN VÀ TỦ ĐÓNG CẮT**

*Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets –
Part 4: Controlgear and switchgear*

HÀ NỘI – 2013

Mục lục**Trang**

Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Các qui định khác và yêu cầu bổ sung.....	8
4 Các yêu cầu chung của các thiết bị.....	8
4.1 Lắp đặt.....	8
4.2 Kết cấu.....	8
4.3 Điện áp hoạt động.....	8
4.4 Tần số danh định.....	9
4.5 Dòng điện danh định.....	9
4.6 Điện áp mạch điều khiển.....	9
4.7 Hệ thống khởi động bằng ắc qui.....	9
4.8 Điều kiện môi trường.....	10
4.9 Vỏ thiết bị và mức độ bảo vệ.....	10
5 Tủ đóng cắt của tổ máy phát điện.....	11
5.1 Yêu cầu chung.....	11
5.2 Cầu dao ngắt tải.....	12
5.3 Phạm vi của dòng điện sự cố.....	12
5.4 Dây cáp và thiết bị liên kết.....	12
5.5 Bảo vệ máy phát.....	12
6 Các chế độ điều khiển.....	13
6.1 Yêu cầu chung.....	13
6.2 Khởi động/tắt bằng tay.....	13
6.3 Khởi động bằng điện tại chỗ/ tắt bằng tay.....	13

TCVN 9729-4:2013

6.4	Khởi động/ tắt bằng điện tại chỗ	13
6.5	Khởi động bằng bộ điều khiển từ xa/ tắt bằng điện	13
6.6	Khởi động/tắt tự động.....	13
6.7	Khởi động theo yêu cầu.....	14
6.8	Điều khiển từ chế độ chờ sang chế độ chính	14
6.9	Điều khiển chế độ chờ luân phiên của hai tổ máy phát điện.....	15
6.10	Điều khiển chế độ chờ luân phiên của ba tổ máy phát điện.....	15
6.11	Điều khiển từ chế độ chờ sang chế độ chính luân phiên của hai tổ máy phát điện	15
6.12	Hoạt động song song.....	15
6.13	Phương pháp tắt máy.....	17
7	Giám sát tổ máy phát điện.....	18
7.1	Yêu cầu chung	18
7.2	Thiết bị đo điện	18
7.3	Thiết bị bảo vệ điện và điều khiển giám sát	18
7.4	Hệ thống bảo vệ động cơ.....	21
7.5	Thiết bị đo động cơ.....	22
	Thư mục tài liệu tham khảo.....	27

Lời nói đầu

TCVN 9729-4:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 8528-4:2005.

TCVN 9729-4:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 70 *Động cơ đốt trong* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 9729 (ISO 8528), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông* gồm các phần sau:

- TCVN 9729-1:2013 (ISO 8528-1:2005), Phần 1: Ứng dụng, công suất danh định và tính năng;
- TCVN 9729-2:2013 (ISO 8528-2:2005), Phần 2: Động cơ;
- TCVN 9729-3:2012 (ISO 8528-3:2005), Phần 3: Máy phát điện xoay chiều cho tổ máy phát điện ;
- TCVN 9729-4:2013 (ISO 8528-4:2005), Phần 4: Tủ điều khiển và tủ đóng cắt;
- TCVN 9729-5:2013 (ISO 8528-5:2005), Phần 5: Tổ máy phát điện;
- TCVN 9729-6:2013 (ISO 8528-6:2005), Phần 6: Phương pháp thử;
- TCVN 9729-7: 2013 (ISO 8528-7:1994), Phần 7: Bảng công bố đặc tính kỹ thuật và thiết kế;
- TCVN 9729-8: 2013 (ISO 8528-8:1995), Phần 8: Yêu cầu và thử nghiệm cho tổ máy phát điện công suất thấp;
- TCVN 9729-9:2013 (ISO 8528-9:1995), Phần 9: Đo và đánh giá rung động cơ học;
- TCVN 9729-10:2013 (ISO 8528-10:1998), Phần 10: Đo độ ồn trong không khí theo phương pháp bề mặt bao quanh;
- TCVN 9729-12:2013 (ISO 8528-12:1997), Phần 12: Cung cấp nguồn điện khẩn cấp cho các thiết bị an toàn.

Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông –

Phần 4: Tủ điều khiển và tủ đóng cắt

Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets –

Part 4: Controlgear and switchgear

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các tiêu chí đối với tủ điều khiển và tủ đóng cắt được sử dụng trong các tổ máy phát điện và động cơ đốt trong kiểu pit tông.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho tổ máy phát điện xoay chiều (a.c) được dẫn động bởi động cơ RIC khi sử dụng đất liền và trên biển, không áp dụng cho các tổ máy phát điện sử dụng trên máy bay hoặc trên máy xúc và đầu máy xe lửa.

Đối với một số ứng dụng cụ thể (ví dụ, dùng trong bệnh viện, nhà cao tầng, v.v...), có thể phải thêm các yêu cầu bổ sung. Các quy định trong tiêu chuẩn này được dùng làm cơ sở để thiết lập các yêu cầu bổ sung.

Đối với các tổ máy phát điện được dẫn động bởi động cơ khác có cùng dạng chuyển động quy hồi của pit tông (ví dụ như động cơ hơi nước) các quy định của tiêu chuẩn này được dùng làm cơ sở để thiết lập các yêu cầu bổ sung.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 4933 (ISO 6826), *Động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phòng cháy chữa cháy*

TCVN 6592-1 (IEC 60947-1), *Tủ đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Quy tắc chung.*

TCVN 9729-4:2013

TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), *Máy điện quay – Phần 1: Thông số đặc trưng và tính năng.*

TCVN 7994-1 (IEC 60439-1), *Tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp - Phần 1: Tủ điện được thử nghiệm điển hình và tủ điện được thử nghiệm điển hình từng phần.*

TCVN 8096-200 (IEC 62271-200), *Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 200: Tủ điện đóng cắt và điều khiển xoay chiều có vỏ bọc bằng kim loại dùng cho điện áp danh định lớn hơn 1 kV đến và bằng 52 kV.*

TCVN 9729-1 (ISO 8528-1), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 1: Ứng dụng, công suất danh định và tính năng.*

TCVN 9729-5 (ISO 8528-5), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 5: Tổ máy phát điện.*

3 Các qui định khác và yêu cầu bổ sung

Đối với các tổ máy phát điện xoay chiều a.c sử dụng trên tàu thủy và công trình biển phải tuân theo các nguyên tắc của tổ chức phân cấp, các yêu cầu bổ sung của tổ chức phân cấp phải được tuân thủ. Tên của các tổ chức phân cấp phải được nêu rõ với khách hàng trước khi đặt hàng.

Đối với các tổ máy phát điện xoay chiều a.c sử dụng trong các thiết bị không được phân cấp, bất kỳ yêu cầu bổ sung nào cũng phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Nếu có các yêu cầu đặc biệt từ bất kỳ cơ quan có thẩm quyền nào khác, cần phải được đáp ứng. Tên của các cơ quan có thẩm quyền phải được khách hàng nêu rõ trước khi đặt hàng.

Bất kỳ yêu cầu bổ sung nào cũng phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

4 Các yêu cầu chung của các thiết bị

4.1 Lắp đặt

Tủ đóng cắt, điều khiển và thiết bị giám sát có thể được gắn bên trên hoặc bên ngoài tổ máy phát và trong một hoặc nhiều tủ điện.

4.2 Kết cấu

Thiết bị phải có kết cấu phù hợp với các yêu cầu sau đây:

- a) Đối với điện áp định mức lên đến 1 kV, áp dụng TCVN 7994-1 (IEC 60439-1).
- b) Đối với điện áp định mức từ 1 kV đến 52 kV, áp dụng TCVN 8096-200 (IEC 62271-200).

4.3 Điện áp hoạt động

Định nghĩa điện áp hoạt động được nêu trong TCVN 7994-1 (IEC 60439-1) và TCVN 8096-200 (IEC 62271-200).

4.4 Tần số danh định

Tần số hoạt động của các tủ đóng cắt và tủ điều khiển phải giống với tần số danh định của tổ máy phát điện.

Tần số hoạt động này phải nằm trong giới hạn theo quy định trong các tiêu chuẩn IEC đối với các thành phần được tích hợp với nhau. Trừ trường hợp đã được thể hiện rõ, việc chấp nhận các giá trị hoạt động giới hạn phải được thừa nhận phù hợp với các yêu cầu trong Điều 16 của TCVN 9729-5 (ISO 8528-5).

4.5 Dòng điện danh định

Dòng điện danh định của tủ đóng cắt phải được thể hiện rõ, được điền vào tờ khai công suất danh định của tất cả các thành phần của các thiết bị điện trong mạch điện chính trong quá trình lắp ráp, bố trí và sử dụng.

Dòng điện danh định phải được xác định với sự tăng nhiệt độ của bất kỳ bộ phận nào cũng không được vượt quá giá trị giới hạn theo quy định trong các TCVN 7994-1 (IEC 60439-1) và TCVN 8096-200 (IEC 62271-200).

Nếu tủ đóng cắt được lắp đặt cho mạch điện bao gồm nhiều mạch điện chính, thì sự giảm dòng phụ tải phải được thực hiện, điền vào tờ khai tổng dòng điện thực tế lớn nhất tại một thời điểm bất kỳ.

Sự thay đổi điện áp trong quá trình hoạt động của máy phát phải được điền vào tờ khai khi xác định dòng điện danh định của các thiết bị (xem 12.3 trong TCVN 6627-1 (IEC 60034-1)).

4.6 Điện áp mạch điều khiển

Phải sử dụng điện áp nhỏ hơn 250 V. Các mức điện áp sau đây được khuyến khích sử dụng:

- a) Đối với dòng điện xoay chiều: 48V, 110V, 230V, (250V)¹⁾;
- b) Đối với dòng điện một chiều: 12V, 24V, 36V, 48V, 110V, 125V.

CHÚ THÍCH: Các giới hạn đối với mức độ thay đổi đối với nguồn điện điều khiển phải được điền vào tờ khai để đảm bảo sự hoạt động chính xác của các thiết bị trong mạch điều khiển.

4.7 Hệ thống khởi động bằng ắc quy

Nếu động cơ được khởi động bằng điện, các ắc quy khởi động cỡ lớn có dung lượng phù hợp phải được sử dụng và giới hạn cho phép phù hợp với nhiệt độ môi trường tại nơi hoạt động.

Không được lấy một phần điện áp từ ắc quy trừ khi ắc quy được nạp.

1) Giá trị không được quy định trong IEC 38:1983, các điện áp tiêu chuẩn IEC.

TCVN 9729-4:2013

Nếu mạch điều khiển cũng được kết nối với ắc qui khởi động, thì ắc qui phải có đủ dung lượng để đảm bảo quá trình hoạt động tin cậy của các thiết bị điều khiển dưới tất cả các điều kiện, thậm chí ngay cả khi khởi động động cơ (xem 4.6).

Đối với các ắc qui được nối song song đến nơi tiêu thụ, và chúng chỉ cung cấp điện trong trường hợp có hư hỏng của nguồn cung cấp hoặc yêu cầu dòng điện lớn, một bộ nạp tích điện phù hợp đối với nơi tiêu thụ phải được sử dụng.

Mỗi thiết bị nạp phải có đủ đầu ra để cung cấp cho hệ thống điều khiển dòng phụ tải cố định được thêm vào với dòng nạp cần thiết đối với quá trình nạp lại ắc qui trong một khoảng thời gian thích hợp.

Khi động cơ RIC được trang bị hệ thống cơ khí dẫn động máy phát để nạp điện cho ắc qui, quá trình nạp lại của ắc qui phải được thực hiện trong thời gian chạy động cơ phù hợp. Khi một máy phát điện dùng để nạp điện cho ắc qui được cung cấp, bộ nạp tích điện có thể cung cấp cho hệ thống điều khiển chỉ với dòng điện cố định và cung cấp một dòng điện nạp thích hợp.

Thiết bị nạp phải được lựa chọn sao cho không có hư hỏng nào có nguyên nhân do điều khiển trễ và các cuộn dây bị kết nối qua ắc qui bởi hiện tượng quá áp trong quá trình nạp.

Dây cáp của động cơ khởi động phải có kích thước sao cho tổng điện áp rơi trên cáp, trong quá trình khởi động động cơ, không vượt quá 8 % điện áp thông thường của ắc qui.

4.8 Điều kiện môi trường

Các điều kiện bảo dưỡng thông thường được quy định trong TCVN 7994-1 (IEC 60439-1) và TCVN 8096-200 (IEC 62271-200).

Tại những nơi mà các sai lệch xuất hiện từ các điều kiện bảo dưỡng thông thường thì chúng phải được tuân thủ và thực hiện theo các quy định hoặc các thỏa thuận đặc biệt giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Khách hàng phải thông báo cho nhà sản xuất nếu như có các điều kiện bảo dưỡng khác.

Để thiết lập nhiệt độ môi trường không khí, cần phải xem xét nhiệt do quá trình tản nhiệt của các thiết bị cùng được lắp đặt trong phòng.

4.9 Vỏ thiết bị và mức độ bảo vệ

Vỏ thiết bị phải được xác định và có thể được lựa chọn từ các yêu cầu được quy định trong TCVN 7994-1 (IEC 60439-1). Mức độ bảo vệ con người chống lại các nguy hiểm khi tiếp xúc với các phần đang hoạt động nên được lựa chọn theo TCVN 8096-200 (IEC 62271-200).

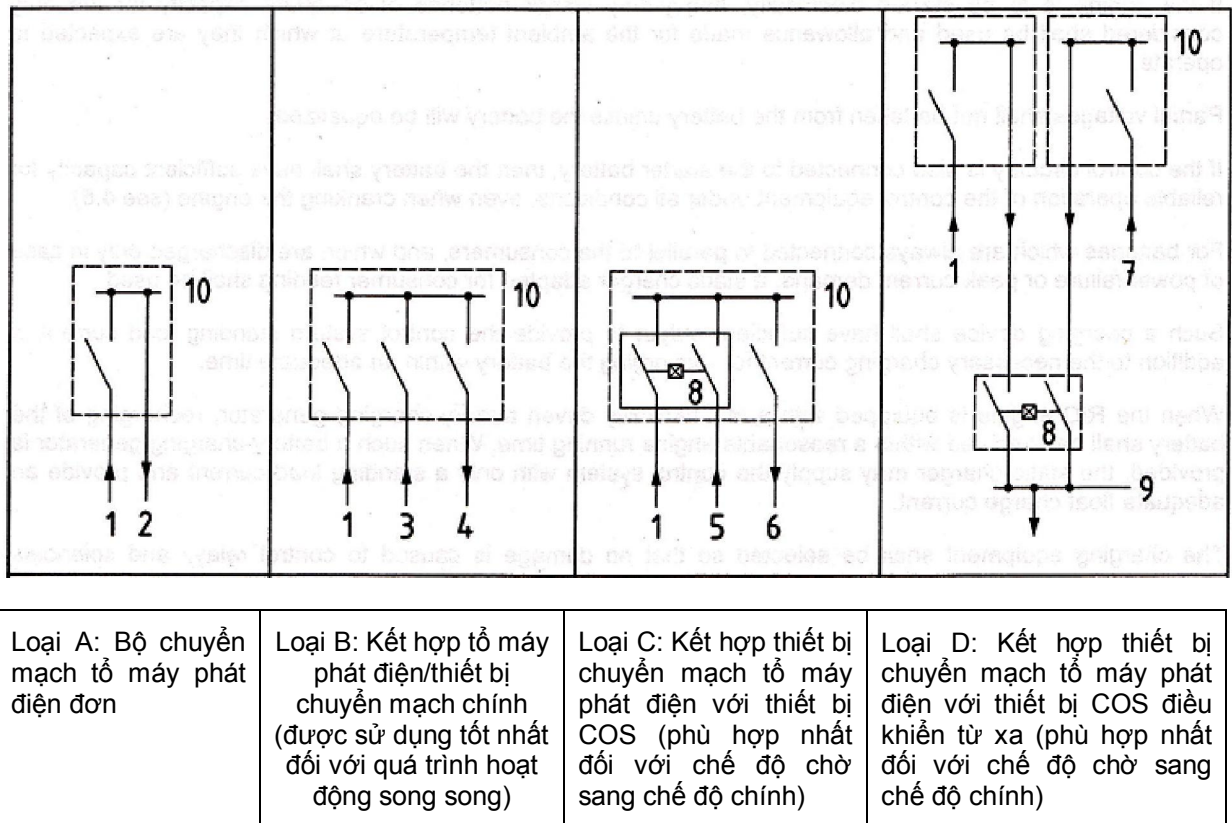
5 Tủ đóng cắt của tổ máy phát điện

5.1 Yêu cầu chung

Tủ đóng cắt của tổ máy phát điện bao gồm toàn bộ các thiết bị của mạch điện chính trong khối đi đến máy phát. Nếu được yêu cầu, chúng có thể được trang bị thêm mạch nguồn chính và mạch phân phối liên quan.

Sơ đồ cơ bản của tủ đóng cắt của tổ máy phát điện được thể hiện trên Hình 1.

Tất cả các thành phần được kết hợp trong tủ đóng cắt phải phù hợp với các quy định hoạt động của máy phát. Chúng cũng phải phù hợp, nếu được yêu cầu, đối với các hoạt động chính.



CHÚ DẪN:

1. Đi vào tổ máy phát điện
2. Đi ra tổ máy phát điện
3. Đi vào tổ máy phát điện và/hoặc nguồn chính
4. Phối hợp phân phối
5. Mạch nguồn chính
6. Mạch phân phối liên quan
7. Nguồn lưới
8. Thiết bị đóng ngắt (COS) (Khóa liên động bằng điện hoặc cơ khí)
9. Phân phối tải
10. Phân phối nguồn lưới chính

Hình 1 – Sơ đồ tủ đóng cắt của tổ máy phát điện

TCVN 9729-4:2013

5.2 Cầu dao ngắt tải

Phạm vi dòng điện của cầu dao ngắt tải phải được lựa chọn thích hợp với phạm vi làm việc liên tục của máy phát, điền vào tờ khai sử dụng tương ứng (bảo dưỡng) loại yêu cầu (thường là AC-1)²⁾.

Nếu phạm vi loại AC-1 có thể bị vượt quá trong quá trình bảo dưỡng, thực hiện các quy định của nhà sản xuất và/hoặc ngắt mạch đối với cầu dao ngắt tải thì nên được xem xét.

Khách hàng phải chỉ rõ số lượng các cực theo yêu cầu phụ thuộc vào yêu cầu của bộ phận cung cấp nguồn.

Tại những nơi mà phạm vi của nguồn cung cấp chính và nguồn cung cấp bởi tổ máy phát điện không giống nhau, thì thiết bị đóng ngắt phải phù hợp với các yêu cầu về phụ tải tương ứng.

5.3 Phạm vi của dòng điện sự cố

Trong một khoảng thời gian ngắn theo quy định, tủ đóng cắt và dây cáp phải có khả năng chịu được dòng điện sự cố của mạch điện.

Đối với khối đi vào nguồn chính kết hợp trong tủ đóng cắt, khách hàng phải cung cấp thông tin về các điều kiện ngắn mạch tại điểm lắp đặt [xem 7994-1 (IEC 60439-1)].

Bảo vệ ngắn mạch bởi một thiết bị hạn chế dòng (ví dụ như sự hỗ trợ bởi cầu chì cắt nhanh HRC hoặc bộ ngắt hạn chế dòng) được áp dụng tại nơi thích hợp. Khi một thiết bị bảo vệ hạn chế dòng được sử dụng, toàn bộ các thành phần và các kết nối bên dưới cần được lựa chọn đối với điều kiện danh định của dòng ngắn mạch.

5.4 Dây cáp và thiết bị liên kết

Sự tăng nhiệt độ của dây cáp và thiết bị liên kết phải không được vượt quá giới hạn nhiệt độ lớn nhất cho phép của vật liệu bọc chúng. Các dây cáp không được đặt ở nơi truyền nhiệt vì nó sẽ gây ảnh hưởng không tốt tới các thiết bị kết nối, hoặc các phần ở gần nhau.

Điện áp rơi trên các thiết bị liên kết phải thỏa mãn các yêu cầu đối với các chức năng sử dụng dự kiến của quá trình lắp đặt.

Các thiết bị đầu cuối phải được thiết kế sao cho các dây dẫn và dây cáp tương ứng với dòng điện định mức phù hợp có thể được kết nối.

Các dây cáp và các thanh nối điện (thanh cái) phải được trang bị các thiết bị cơ khí thích hợp.

5.5 Bảo vệ máy phát

Càng xa càng tốt, việc bố trí một thiết bị bảo vệ tiêu chuẩn cần được áp dụng (xem Bảng 1 và 7.2).

²⁾ Xem TCVN 6592-4-1 (IEC 60947-4-1, a2), Tủ đóng cắt và tủ điều khiển điện áp thấp – Phần 4-1: Công tắc và bộ khởi động động cơ – Công tắc kiểu điện-cơ và bộ khởi động động cơ.

Phải xem xét đưa ra các yêu cầu hoạt động khi lựa chọn thiết bị bảo vệ máy phát (xem TCVN 6627-1 (IEC 60034-1)).

Các thông tin sau phải được nhà sản xuất máy phát đưa ra:

- a) Dòng điện ngắn mạch được duy trì của máy phát (nếu có) với thời gian giới hạn tương ứng;
- b) Điện kháng trước quá độ và điện kháng quá độ, cùng với thời gian không đổi tương ứng; và
- c) Đặc tính điện áp quá độ được thể hiện như là kết quả của sự thay đổi các bước tải cụ thể.

6 Các chế độ điều khiển

6.1 Yêu cầu chung

Các chế độ điều khiển được quy định theo các phương pháp được sử dụng đối với một trình tự điều khiển.

Bảng 1 nêu các hướng dẫn trên thiết bị bảo vệ tổ máy phát điện và thiết bị điều khiển

6.2 Khởi động/tắt bằng tay

Tất cả các chức năng điều khiển đều được thực hiện bằng tay. Chúng thường được sử dụng trên các tổ máy phát điện có công suất định mức đến 20 kW và thường không bao gồm hệ thống điều khiển bảo vệ.

6.3 Khởi động bằng điện tại chỗ/ tắt bằng tay

Đây là sự cải tiến so với 6.2 khi kết hợp với một hệ thống khởi động bằng điện. Dạng thiết kế này của tổ máy phát điện thường được cung cấp mà không có hệ thống điều khiển bảo vệ.

6.4 Khởi động/ tắt bằng điện tại chỗ

Đây là sự cải tiến so với 6.3 khi kết hợp với một hệ thống tắt bằng điện. Một hệ thống tắt bằng điện được thêm vào trước hết là để thuận tiện cho cả việc điều khiển bảo vệ tự động.

6.5 Khởi động bằng bộ điều khiển từ xa/ tắt bằng điện

Đây thực chất là loại khởi động / tắt bằng điện cục bộ nhưng được sắp xếp sao cho quá trình khởi động được bắt đầu bằng tay và thiết bị điều khiển dừng không được đặt trên hoặc gần với tổ máy phát điện. Trong các trường hợp này nơi mà các tín hiệu thực hiện bằng tay được bắt đầu từ một vị trí ở nơi mà tín hiệu đặt không thể nhận biết được hoặc nhận biết tín hiệu phản hồi không thuận lợi, một bộ điều khiển bảo vệ tự động phải được sử dụng.

6.6 Khởi động/tắt tự động

Với kiểu điều khiển này, quá trình khởi động và tắt tổ máy phát điện được bắt đầu bởi các tín hiệu độc lập mà không có sự can thiệp bằng tay.

TCVN 9729-4:2013

Các ứng dụng cơ bản bao gồm điều khiển các lỗi hư hỏng về điện, điều khiển mức tải, rơ le thời gian, điều khiển mức chất lỏng và điều khiển nhiệt độ.

Sự phòng ngừa phải đảm bảo sự khác nhau giữa giá trị các điểm chuyển đổi ở các mức tăng dần và giảm dần, các giá trị nhiệt độ, vv..., về tới mức tối thiểu một cách thường xuyên trong quá trình hoạt động của tổ máy phát điện.

6.7 Khởi động theo yêu cầu

Chế độ này thường được áp dụng khi lắp đặt tổ máy phát điện trong nhà trong đó tổ máy phát điện là nguồn cung cấp điện duy nhất.

Khi mức tải nhỏ nhất theo thỏa thuận được bật lên, tổ máy phát điện khởi động tự động và chạy liên tục cho đến khi ngắt kết nối tải.

6.8 Điều khiển từ chế độ chờ sang chế độ chính

Trong trường hợp nguồn cung cấp điện chính bị lỗi hoàn toàn hoặc sai lệch điện áp vượt quá giới hạn cho phép, kiểu điều khiển này sẽ phát một tín hiệu phát hiện lỗi, tín hiệu này sẽ tự động dừng tổ máy phát điện. Hệ thống được thiết kế tương tự để dừng tổ máy phát điện và phục hồi lại nguồn cung cấp chính tới các phụ tải sau khi khôi phục các giá trị điện áp và tần số của nguồn điện chính ở trong mức giới hạn cho phép.

Để đạt được điều này, các điều kiện tối thiểu sau đây phải được kết hợp chặt chẽ:

- a) Phát hiện lỗi hệ thống chính;
- b) Điều khiển liên tục tắt/bật động cơ;
- c) Bộ đếm thời gian;
- d) Thiết bị điều khiển đóng cắt; và
- e) Công tắc lựa chọn chế độ, bằng tay/tự động (MANUAL/AUTO)

Các khả năng bổ sung sau đây có thể được kết hợp:

- f) Độ trễ khởi động;
- g) Khởi động lặp lại đối với động cơ;
- h) Thiết bị định thời gian chạy ấm máy động cơ;
- i) Công tắc định thời gian có trễ;
- j) Thiết bị định thời gian khôi phục lại hệ thống chính;
- k) Độ trễ khi dừng động cơ tại tốc độ không tải;
- l) Phát hiện lỗi nạp điện acqui;
- m) Khởi động bánh răng của bộ khởi động;

- n) Hệ thống sấy nóng;
- o) Bộ đếm thời gian làm việc;
- p) Thiết bị giám sát đối với các thông số đặc biệt của mạng kết nối;

6.9 Điều khiển chế độ chờ luân phiên của hai tổ máy phát điện

Chế độ này liên quan tới chế độ quay vòng tự động công suất của hai tổ máy phát điện, một tổ hợp đang vận hành phát công suất và tổ hợp còn lại được dùng để dự phòng. Sự thay đổi tổ hợp phát công suất được điều khiển bởi một đồng hồ định thời gian, tương tự như khi bắt đầu hoặc khi có sự cố của việc phát công suất của chính tổ máy phát điện.

Việc sắp xếp luân phiên chế độ chờ được sử dụng đối với các tổ máy phát điện không được giám sát liên tục trong quá trình hoạt động.

6.10 Điều khiển chế độ chờ luân phiên của ba tổ máy phát điện

Chế độ này được áp dụng tại nơi có ba tổ máy phát điện hoạt động ở chế độ tương tự nhau, các tổ máy phát điện sẽ hoạt động luân phiên.

6.11 Điều khiển từ chế độ chờ sang chế độ chính luân phiên của hai tổ máy phát điện

Chế độ này cũng giống như điều khiển chế độ chờ luân phiên hai tổ máy phát điện ngoại trừ các phụ tải thông thường được cung cấp bởi nguồn cung cấp chính, và sự luân phiên được mô tả trong 6.9 được sử dụng trong trường hợp hệ thống cung cấp chính có sự cố.

Tại thời điểm phục hồi nguồn cung cấp chính phù hợp, tải ở mức bình thường, nhưng không cần thiết, hệ thống được cung cấp trở lại bởi nguồn cung cấp chính và việc lựa chọn chế độ chờ luân phiên của các tổ máy phát điện được hủy bỏ.

Sự thay đổi cách thức sắp xếp này có thể xảy ra khi các tổ máy phát điện được sử dụng luân phiên như là nguồn cung cấp điện chủ yếu ở chế độ chờ luân phiên với nguồn cung cấp chính đóng vai trò là nguồn dự phòng.

6.12 Hoạt động song song

6.12.1 Yêu cầu chung

Đây là kiểu vận hành với một loạt các máy phát điện được lắp đặt cùng với nhau và kết nối với nguồn điện vào chính, nguyên tắc hoạt động này là nguyên tắc hoạt động song song (xem 6.3.2 và 6.3.3 của TCVN 9729-1 (ISO 8528-1)).

Quá trình vận hành song song yêu cầu các máy phát điện phải được đồng bộ hóa, và điều này có thể đạt được bằng cách điều khiển bằng tay hoặc tự động. Sự đồng bộ hóa điện áp và tần số điều chỉnh cung cấp cho các máy tiêu thụ phải phù hợp với sự đồng bộ pha của hệ thống đang tồn tại.

TCVN 9729-4:2013

6.12.2 Vận hành bằng tay

Các thiết bị điều khiển và thiết bị đo sau phải được sẵn sàng vận hành đồng bộ bằng tay và hoạt động song song:

- a) Cầu dao tổ máy phát điện;
- b) Công tắc hoặc công tắc tải;
- c) Thiết bị bảo vệ ngắn mạch;
- d) Thiết bị điều chỉnh điện áp, nếu có thể áp dụng;
- e) Thiết bị điều chỉnh tần số;
- f) Đèn báo đồng bộ, đồng hồ mạch pha dây không hoặc máy đo đồng bộ để hiển thị cấp độ trượt tần số và vị trí pha.

Sự chuyển mạch phải được tiến hành rất chính xác tới mức mà “độ sáng” của đèn không ảnh hưởng tới độ nhạy của công tắc. Các đèn đồng bộ hóa chỉ nên là các thiết bị bổ sung. Nếu các đèn đồng bộ được sử dụng, một đèn kết hợp nên được kết nối tới một đèn quay để thể hiện tình trạng đồng bộ hóa.

Khi đồng hồ mạch pha dây không được sử dụng, điện áp phải được hòa trước khi hòa tần số.

- g) Thiết bị bảo vệ công suất phản kháng;
- h) Thiết bị đo công suất hiệu dụng;
- i) Ampe kế;
- j) Vôn kế.

Các Thiết bị điều khiển và đo lường sau được đề nghị sử dụng:

- k) Thiết bị đo tần số kép (đường đến và thanh cái);
- l) Vôn kế kép (đường đến và thanh cái);
- m) Điều khiển bộ chia phụ tải hiệu dụng;
- n) Kiểm tra khả năng đồng bộ;
- o) Thiết bị đo công suất phản kháng;
- p) Điều khiển bộ chia phụ tải phản kháng.

6.12.3 Hoạt động tự động

Các thiết bị điều khiển và các thiết bị đo sau phải có khả năng đồng bộ hóa tự động và hoạt động song song:

- a) Cầu dao máy phát điện được điều khiển từ xa hoặc đóng tải trong thời gian ngắn;
- b) Thiết bị bảo vệ ngắn mạch;

- c) Thiết bị điều chỉnh điện áp, nếu áp dụng (đối với việc hiệu chỉnh công suất phản kháng);
- d) Thiết bị điều chỉnh tần số (Đối với việc hiệu chỉnh công suất hiệu dụng);
- e) Thiết bị điều khiển phụ tải tự động;
- f) Thiết bị bảo vệ công suất phản kháng;
- g) Thiết bị đồng bộ hóa tự động;
- h) Công tắc lựa chọn chế độ đồng bộ, bằng tay/tự động;

CHÚ THÍCH: Sử dụng công tắc lựa chọn chế độ đồng bộ hóa đòi hỏi cần phải có các thiết bị được liệt kê trong 6.12.2.

- i) Ampe kế;
- j) Vôn kế;
- k) Thiết bị đo công suất hiệu dụng;

Các thiết bị điều khiển và đo lường sau được đề nghị sử dụng:

- l) Thiết bị đo tần số kép (đường đến và thanh cái);
- m) Thiết bị đo điện áp kép (đường đến và thanh cái);
- n) Đèn báo đồng bộ, điểm không của vôn kế hoặc đồng bộ để chỉ thị loại tần số lỗi và pha cục bộ.

Sự chuyển mạch phải được tiến hành rất chính xác tới mức mà “độ sáng” của đèn không ảnh hưởng tới độ nhạy của công tắc. Các đèn đồng bộ duy nhất sẽ là thiết bị được trang bị thêm. Nếu đèn đồng bộ được sử dụng, một loạt đèn sẽ được kết nối để đèn quay chỉ trạng thái đồng bộ. Khi đồng hồ mạch pha dây không được sử dụng, điện áp phải được hòa trước khi hòa tần số.

- o) Thiết bị bảo vệ quá dòng với thiết bị phân biệt ngắn mạch;
- p) Đồng hồ đo công suất phản kháng;
- q) Thiết bị điều khiển phân chia tải phản kháng tự động;
- r) Thiết bị điều khiển tự động hệ số công suất;

CHÚ THÍCH: Quá trình hoạt động song song chỉ cần thiết đối với một hệ thống cung cấp điện thương mại.

6.13 Phương pháp tắt máy

Khi một hệ thống được yêu cầu tắt máy, một thiết bị phải được cung cấp, sao cho khi hoạt động nó sẽ ngắt nguồn cung cấp nhiên liệu đi vào động cơ. Một vài thiết bị phải được lắp ráp để duy trì khả năng “tắt máy” cho đến khi động cơ ngừng quay hoàn toàn.

CHÚ THÍCH: Bổ sung, một van ngắt không khí có thể được yêu cầu trong trường hợp quá tốc độ.

Khi thiết bị tắt máy được kích hoạt bởi bộ phận an toàn tự động hoặc rơ le bảo vệ, thiết bị tắt máy phải có khả năng điều chỉnh bằng tay.

7 Giám sát tổ máy phát điện

7.1 Yêu cầu chung

Theo mục đích của tiêu chuẩn này, thiết bị giám sát có nhiệm vụ theo dõi hoạt động của tổ máy phát điện để xác định sự chính xác của các chức năng thông qua quá trình đo hoặc bảo vệ và giám sát các tham số điều khiển (xem Bảng 1).

7.2 Thiết bị đo điện

Các tổ máy phát điện phải được trang bị tối thiểu một Vôn kế và một Ampe kế phù hợp. Các thiết bị đo bổ sung đối với quá trình hoạt động song song được thể hiện trong 6.12.

Đối với các tổ hợp động cơ máy phát có công suất đầu ra lớn hơn 100 kW phải được trang bị một thiết bị đo tần số và bộ đếm thời gian chạy máy. Đối với tổ máy phát điện ba pha, điện áp và dòng điện phải được đo tại tất cả các pha.

7.3 Thiết bị bảo vệ điện và điều khiển giám sát

7.3.1 Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ chống quá tải chỉ yêu cầu ngắt kết nối của máy phát khỏi phụ tải trong trường hợp cần thiết.

Bảo vệ chống ngắn mạch có thể được thực hiện bởi một máy cắt tiêu chuẩn với một cơ cấu ngắt khi xảy ra quá dòng. Để đảm bảo, tại những khu vực cần thiết, sự lựa chọn rơ le hoặc cầu chì bảo vệ ngắn mạch hoặc quá dòng trong một mạch điện nối tiếp phải được lựa chọn sao cho dòng điện làm việc của rơ le hoặc cầu chì gần với mức dòng điện cần bảo vệ nhất.

Sự phối hợp của các thiết bị bảo vệ ngắn mạch phải là đối tượng thỏa thuận giữa nhà sản xuất tổ máy phát điện và khách hàng.

CHÚ THÍCH: Xem 10.3 và 12.2 của TCVN 9729 (ISO 8528) đối với máy phát-đuy trì tác dụng hệ thống bảo vệ được lựa chọn đối với dòng ngắn mạch.

7.3.2 Động cơ khởi động

Các tổ máy phát điện được cung cấp các động cơ cảm ứng thì phải điều khiển bằng tay các dòng của động cơ khởi động.

Các dòng khởi động đôi khi có thể là khá lớn khi so sánh với dòng định mức của máy phát. Trong các trường hợp này, sự xem xét đặc biệt các rơ le bảo vệ quá dòng của máy phát có thể được yêu cầu.

CHÚ THÍCH: Thông số kỹ thuật được công bố bởi nhà sản xuất động cơ/máy phát thông thường bao gồm các khả năng của động cơ khởi động tính theo công suất của động cơ đốt trong trên mỗi kW công suất danh định của máy phát và điện áp rơi lớn nhất.

7.3.3 Bảo vệ tốc độ thấp

Các máy phát xoay chiều có thể dễ bị hư hỏng nếu chúng hoạt động dưới tốc độ đồng bộ tại điện áp thông thường trong khoảng thời gian dài. Trong các trường hợp này, các giá trị trung bình phù hợp phải được cung cấp để bảo vệ chúng.

7.3.4 Bảo vệ công suất ngược

Tất cả các tổ máy phát điện hoạt động ở chế độ song song phải được cung cấp thiết bị bảo vệ công suất ngược. Role bảo vệ công suất ngược phải phân biệt tải trọng ngược của động cơ để cho thiết bị này sẽ ngắt mạch máy phát trong một thời gian trễ cụ thể.

7.3.5 Bảo vệ tải, ngắt tải

Hoạt động của máy phát có kết quả là đặc tính ra của điện áp và / hoặc tần số không được chấp nhận về thông tin chắc chắn của thiết bị từ một phần của tải trọng điện. Khách hàng sẽ đưa ra giá trị giới hạn và thông tin về bảo vệ điện áp và tần số quá cao /quá thấp được sử dụng.

Hệ thống ngắt tức thời hoạt động trong các trường hợp: quá tải, khẩn cấp, với mục đích là khi mất tải vẫn duy trì nguồn cung cấp trong khoảng thời gian nhất định. Hệ thống sẽ tạo ra tải trọng nhỏ đầu tiên.

7.3.6 Bảo vệ mạch điều khiển

Tất cả các thiết bị đo và thiết bị điều khiển phải được bảo vệ đủ độ tin cậy chống lại hiện tượng quá dòng.

7.3.7 Nối đất bảo vệ

Nối đất bảo vệ có thể được áp dụng cho các tổ máy phát điện hoặc từ các hệ thống tới các phần tử được kết nối.

Khi một phương pháp nối đất cụ thể được sử dụng cho hệ thống, được kết hợp với hệ thống bảo vệ bằng role, hệ thống này phụ thuộc vào phương pháp đã lựa chọn (xem Hình 2)

Nối đất bảo vệ thông thường được cung cấp bởi ba role trong mạch để phát hiện dòng điện thứ tự không.

a) Role trong mạch dư

Dòng điện chạm đất được phát hiện bởi cảm biến dòng điện còn lại trong cuộn thứ cấp của máy biến áp đo lường ba pha. Role bảo vệ nối đất trong máy biến áp đo lường kết nối để mang dòng điện chỉ khi lỗi nối đất xuất hiện (xem Hình 3a)

b) Cảm biến nối đất

Máy biến áp lõi cân bằng loại hở dòng điện truyền đi vòng quanh tất cả các pha dây dẫn (biến áp dẫn điện bằng cáp). Role dòng mát phát hiện sự không cân bằng và lưu giữ thành phần dòng điện không. Đối với tải kết nối trung lập, biến áp lõi cân bằng cũng gắn với dòng trung tính (xem Hình 3b).

c) Sắp xếp nối đất trung tính

Dòng nối đất được cảm nhận bởi role bảo vệ nối đất kiểu biến áp dòng điện qua máy biến áp tỷ lệ với dòng nối đất qua điện trở nối với dây trung tính (xem Hình 3c)

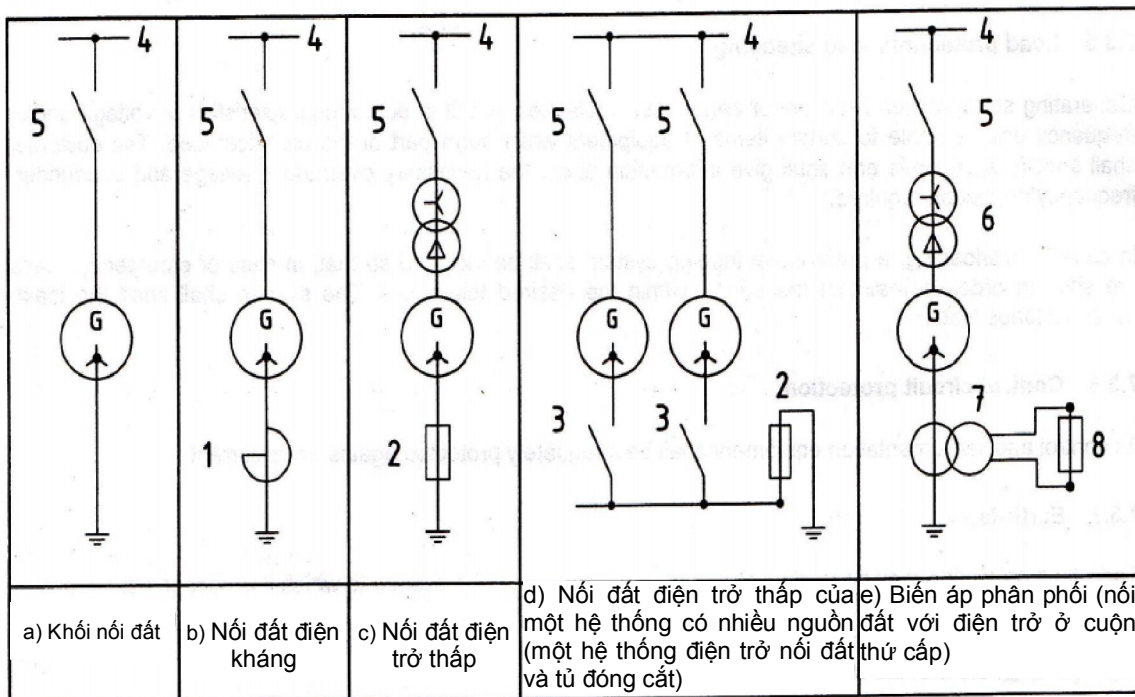
TCVN 9729-4:2013

Để lựa chọn hệ thống bảo vệ, hệ thống nối đất bảo vệ giới hạn thường được sử dụng. Hệ thống này chỉ bảo vệ tại một khu vực cụ thể, thường là các cuộn dây stator của máy phát, đến các điểm mà tại đó dòng điện dò của máy biến áp được làm cho phù hợp. Việc nối đất bên ngoài khu vực bảo vệ này được hạn chế từ việc ngắt rơ le bảo vệ chống chạm đất trực tiếp. Trong trường hợp điện trở nối đất trung tính thấp, rơ le phân cực được làm việc bởi dòng điện thứ tự không và, trong trường hợp điện trở nối đất trung tính cao, rơ le phân cực được làm việc bởi điện áp thứ tự không.

Việc bảo vệ nối đất không hạn chế có thể được cung cấp cho một tổ máy phát điện độc lập.

Đối với các tổ máy phát điện hoạt động ở điện áp cao, nên sử dụng hệ thống bảo vệ nối đất.

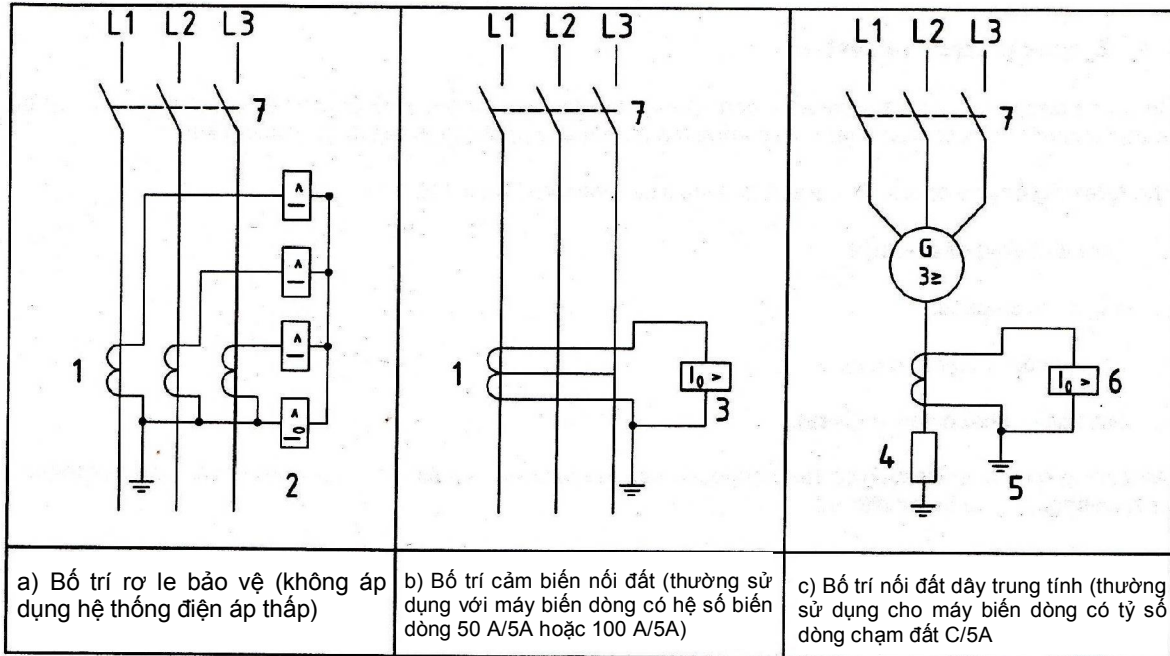
Việc phối hợp giữa các thiết bị nối đất có thể là đối tượng trong việc thỏa thuận giữa nhà cung cấp điện, khách hàng và nhà sản xuất tổ máy phát điện.



CHÚ DẪN:

- | | | |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1) Điện kháng | 2) Điện trở nối đất | 3) Cầu dao nối đất |
| 4) Thanh góp chung | 5) Cầu dao | 6) Khối biến áp tăng áp |
| 7) Biến áp phân phối | 8) Điện trở ở cuộn thứ cấp | G) Máy phát |

Hình 2 – Các phương pháp nối đất dây trung tính của máy phát



CHÚ DẪN:

- | | | |
|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 1) Máy biến dòng | 2) Rơ le bảo vệ dòng | 3) Rơ le cảm biến nối đất |
| 4) Điện trở nối đất | 5) Dòng điện chạm đất | 6) Role nối đất dây trung tính |
| G) Máy phát | | |

Hình 3 – Nối đất bảo vệ dòng điện dò

7.4 Hệ thống bảo vệ động cơ

Việc lựa chọn và mở rộng các thiết bị bảo vệ và giám sát đối với động cơ RIC phải được thỏa thuận bởi nhà sản xuất và khách hàng sau khi xem xét các thông số đầu ra và ứng dụng của tổ máy phát điện.

Các thông số hoạt động sau đây của động cơ phải được giám sát (xem Bảng 1):

- Áp suất thấp của dầu bôi trơn;
- Sự quá tốc độ của động cơ;
- Nhiệt độ làm mát động cơ;
- Hỏng dây đai (động cơ làm mát bằng khí);

Phụ thuộc vào ứng dụng của tổ máy phát điện, các thông số hoạt động bổ sung sau của động cơ có thể được đề nghị giám sát:

- Mức nước làm mát;
- Nhiệt độ khí thải;
- Nhiệt độ dầu bôi trơn;
- Bảo vệ chống cháy (phù hợp với các yêu cầu của TCVN 4933 (ISO 6826)).

TCVN 9729-4:2013

Bảng 1 nêu thêm một số thông số cần giám sát của động cơ.

Khi các thông số giám sát của động cơ vượt quá các giới hạn hoạt động cho phép, một trong các hành động sau phải được thiết lập:

- i) Chỉ cảnh báo (không dừng);
- j) Cảnh báo và ngắt kết nối với phụ tải;
- k) Cảnh báo và ngắt ngay lập tức;

Cảnh báo có thể dưới dạng nhận biết bằng mắt và/hoặc âm thanh.

7.5 Thiết bị đo động cơ

Phụ thuộc vào ứng dụng và công suất danh định của động cơ, thiết bị đo có thể được lắp đặt theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Động cơ phải được lắp đặt một thiết bị đo để hiển thị áp suất dầu bôi trơn, và có thể được lắp một đồng hồ đo tốc độ và thiết bị đo nhiệt độ dầu bôi trơn và nhiệt độ nước làm mát (xem Bảng 1).

Các thiết bị đo này thường được đặt ở trên động cơ.

CHÚ THÍCH: Đối với các ứng dụng đặc biệt hoặc các hệ thống đặc biệt của tổ máy phát điện, thì việc thay thế hoặc bổ sung các thiết bị trên có thể cần thiết.

Bảng 1 – Các thông số điều khiển và giám sát của tổ máy phát điện

TT	Thông số	Giá trị giám sát giới hạn		Cấp độ yêu cầu ^a			Thiết bị đo	Cấp độ yêu cầu ^a		
		Cao	Thấp	REQ	HRE	REC		REQ	HRE	REC
Tổ máy phát điện										
1	Sự quá tốc độ ^b	x	–	x			–			–
2	Lỗi khởi động ^{c,d}	–	–		x		Tín hiệu quang học hoặc/và âm thanh ^c		x	
3	Điện áp tức qui ^{c,d}	–	x		x		Tín hiệu quang học hoặc/và âm thanh ^d			x
4	Lỗi nạp điện tức qui ^{c,d}	–	–		x		–			–
5	Mức nhiên liệu ^{c,d}	x	x		x		Tín hiệu quang học hoặc/và âm thanh ^d			x
6	Áp suất khí khởi động ^{d,e}	–	x			x	Điều khiển điều chế tự động đối với tổ hợp động cơ - máy phát hoạt động ở chế độ tự động			x
7	Khởi động bánh răng ^e	–	–			x	–			–
8	Bảo vệ thiết bị đếm giờ	–	–	x			–			–
9	Khởi động trễ ^c	–	–		x		–			–
10	Độ trễ khi dừng tại tốc độ không tải ^{c,d,g}	–	–		x		–			–
11	Ngắt máy phát sau khi tải giảm	–	–		x		–			–
12	Công tắc công suất ^c	–	–		x		–			–
13	Tần số	–	–		–		Đồng hồ đo tần số Đồng hồ đo tần số kép trong trường hợp đồng bộ hóa			x
14	Bảo vệ tần số ^b	x	x			x	–			–
15	Điện áp	–	–		–		Vôn kế Ứng dụng để đọc điện áp ba pha Vôn kế kép trong trường hợp đồng bộ hóa	x		
16	Bảo vệ điện áp ^b	x	x		x		–			–
17	Tốc độ cài đặt ^j	–	–		x		–			–
18	Điện áp cài đặt ^j	–	–		x		–			–

Bảng 1 (tiếp theo)

TT	Thông số	Giá trị giám sát giới hạn		Cấp độ yêu cầu ^a			Thiết bị đo	Cấp độ yêu cầu ^a		
		Cao	Thấp	REQ	HRE	REC		REQ	HRE	REC
19	Cảm biến đo điện áp chính ^k	–	–		x		–	–		
20	Hệ thống sấy	–	–			x	–	–		
21	Số giờ hoạt động	–	–	–			Bộ đếm giờ hoạt động			x
22	Dòng điện	–	–	–			Ampe kế cho mỗi pha	x		
23	Công suất thực	–	–	–			Đồng hồ đo công suất thực; được đo trên từng pha khi tải cân bằng	x ^j		x
24	Hệ số công suất	–	–	–			Đồng hồ đo hệ số công suất			x
25	Công suất phản kháng	–	–	–			Đồng hồ đo công suất phản kháng			x
26	Thiết bị đồng bộ hóa ^{i,j}	–	–	x			Máy đo đồng bộ, Vôn kế không hoặc các đèn đồng bộ hóa	x		
27	Bảo vệ ngắn mạch	x	–	x			–	–		
28	Bảo vệ quá tải	x	–	x			–	–		
29	Thời gian trễ khi bảo vệ quá dòng ^g	x	–		x		–	–		
30	Điện áp giới hạn khi bảo vệ quá dòng ^m	x	–		x		–	–		
31	Thời gian bảo vệ quá dòng trực tiếp	x	–		x		–	–		
32	Bảo vệ công suất ngược	–	–		x		–	–		
33	Thiết bị ngắt kết nối hệ thống	–	–		x		–	–		
34	Thiết bị giới hạn dòng phản kháng ^{h,o}	–	–		x		–	–		
35	Hệ thống bảo vệ chống chạm đất	–	–			x	–	–		
36	Bảo vệ chống chạm đất Stator ^{n,p}	–	–			x	–	–		

Bảng 1 (tiếp theo)

TT	Thông số	Giá trị giám sát giới hạn		Cấp độ yêu cầu ^a			Thiết bị đo	Cấp độ yêu cầu ^a		
		Cao	Thấp	REQ	HRE	REC		REQ	HRE	REC
37	Bảo vệ khi có chênh lệch dòng ^{h,g,n,p}	–	–		x		–		–	
38	Bảo vệ khi tải không cân bằng ^q	–	–		x		–		–	
Động cơ										
39	Tốc độ	–	–			x	Đồng hồ đo tốc độ			x
40	Áp suất dầu bôi trơn	–	x	x			Đồng hồ đo áp suất dầu bôi trơn	x		
41	Nhiệt độ dầu bôi trơn	–	x			x	Đồng hồ đo nhiệt độ dầu bôi trơn			x
42	Mức dầu bôi trơn	–	x			x	–		–	
43	Nhiệt độ dung dịch làm mát động cơ	x	–	x			Đồng hồ đo nhiệt độ dung dịch làm mát		x	
44	Mức của dung dịch làm mát động cơ ^c	–	x		x		–		–	
45	Lỗi dây đai ^f	–	–	x			–		–	
46	Lỗi quạt làm mát	–	–			x	–		–	
47	Nhiệt độ khí thải	x	–			x	Đồng hồ đo nhiệt độ khí xả			x
48	Khởi động	–	–			x	Thiết bị đếm khởi động			x
Máy phát										
49	Nhiệt độ đáp ứng khi bảo vệ quá tải	x	–			x	–		–	
50	Bảo vệ roto chống chạm đất ^{n,t}	–	–			x	–		–	
51	Tồn thất của trường bảo vệ	–	–			x	–		–	

Bảng 1 (kết thúc)

- ^a REQ: Được yêu cầu. HRE: Được đề nghị ở mức cao. REC: Được đề nghị.
- ^b Thường không được sử dụng cho tổ máy phát điện dưới 100 kW.
- ^c Đối với các tổ máy phát điện được vận hành tự động.
- ^d Được yêu cầu đối với việc lắp đặt an toàn.
- ^e Động cơ được khởi động bằng khí nén.
- ^f Động cơ được khởi động bằng điện.
- ^g Đối với các máy phát điện áp thấp lớn hơn 2 MVA.
- ^h Đối với hoạt động song song cùng với hệ thống điện thương mại.
- ⁱ Không ngắt khi thay đổi từ tổ hợp động cơ máy phát sang hệ thống cung cấp chính.
- ^j Đối với hoạt động song song.
- ^k Điều khiển từ chế độ chờ tới chế độ chính.
- ^l Để đạt được lựa chọn, tốt hơn hết xác định khoảng thời gian đối với việc bảo vệ ngắn mạch; ngược với khoảng thời gian bảo vệ quá tải.
- ^m Khi máy phát cung cấp thiếu dòng ngắn mạch được duy trì liên tục.
- ⁿ Đối với các máy phát điện áp cao.
- ^o Sai lệch điện áp của các hệ thống cung cấp điện thương mại (> 5%) trong thời gian quá dài.
- ^p Máy phát phải được kích thích.
- ^q Trong trường hợp hoạt động liên tục trong hệ thống tải mất cân bằng. Cũng cho bảo vệ pha hở.
- ^r Đối với động cơ làm mát bằng không khí.
- ^s Thường không sử dụng cho các tổ máy phát điện cao áp khi các cảm biến nhiệt độ loại điện trở nhiệt được bao trong stator.
- ^t Thường không được sử dụng với các máy phát không chổi than.
- ^u Các tổ máy phát điện tốc độ thấp và trung bình.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 7144-3 (ISO 3046-3), *Động cơ đốt trong kiểu pit tông – Đặc tính – Phần 3: Các phép đo thử.*
-