

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 6627-16-1:2014

IEC 60034-16-1:2011

Xuất bản lần 1

**MÁY ĐIỆN QUAY –
PHẦN 16-1: HỆ THỐNG KÍCH TỬ MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ –
ĐỊNH NGHĨA**

*Rotating electrical machines –
Part 16-1 : Excitation systems for synchronous machines - Definitions*

HÀ NỘI – 2014

Mục lục**Trang**

Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Qui định chung	7
3 Định nghĩa về bộ kích từ	13
4 Định nghĩa về chức năng điều khiển	14

Lời nói đầu

TCVN 6627-16-1:2014 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-16-1:2011;

TCVN 6627-16-1:2014 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Bộ Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6627, *Máy điện quay* được xây dựng trên cơ sở chấp nhận hoàn toàn IEC 60034 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* xây dựng. Bộ TCVN 6627 (IEC 60034) hiện đã có các tiêu chuẩn sau:

- 1) TCVN 6627-1:2014 (IEC 60034-1:2010), Máy điện quay – Phần 1: Thông số đặc trưng và tính năng
- 2) TCVN 6627-2-1:2010 (IEC 60034-2-1:2007), Máy điện quay – Phần 2: Phương pháp tiêu chuẩn để xác định tổn hao và hiệu suất bằng thử nghiệm (không kể máy điện dùng cho xe kéo)
- 3) TCVN 6627-2A:2001 (IEC 60034-2A:1974), Máy điện quay – Phần 2: Phương pháp thử nghiệm để xác định tổn hao và hiệu suất của máy điện quay (không kể máy điện dùng cho xe kéo). Đo tổn hao bằng phương pháp nhiệt lượng
- 4) TCVN 6627-3:2010 (IEC 60034-3:2007), Máy điện quay – Phần 3: Yêu cầu cụ thể đối với máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin hơi hoặc tuabin khí
- 5) TCVN 6627-5:2008 (IEC 60034-5:2000 and amendment 1:2006), Máy điện quay – Phần 5: Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài nhờ thiết kế tích hợp (Mã IP) – Phân loại
- 6) TCVN 6627-6:2011 (IEC 60034-6:1991), Máy điện quay – Phần 6: Phương pháp làm mát (Mã IC)
- 7) TCVN 6627-7:2008 (IEC 60034-7:2004), Máy điện quay – Phần 7: Phân loại các kiểu kết cấu, bố trí lắp đặt và vị trí hộp đầu nối (Mã IM)
- 8) TCVN 6627-8:2010 (IEC 60034-8:2007), Máy điện quay. Phần 8: Ghi nhãn đầu nối và chiều quay
- 9) TCVN 6627-9:2011 (IEC 60034-9:2007), Máy điện quay. Phần 9: Giới hạn mức ồn
- 10) TCVN 6627-11:2008 (IEC 60034-11:2004), Máy điện quay – Phần 11: Bảo vệ nhiệt
- 11) Máy điện quay – Phần 12: Đặc tính khởi động của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha một tốc độ
- 12) TCVN 6627-14:2008 (IEC 60034-14:2003 and amendment 1:2007), Máy điện quay – Phần 14: Rung cơ khí của một số máy điện có chiều cao tâm trục bằng 56 mm và lớn hơn – Đo, đánh giá và giới hạn độ khắc nghiệt rung
- 13) TCVN 6627-15:2011 (IEC 60034-15:2009), Máy điện quay – Phần 15: Mức chịu điện áp xung của cuộn dây stato định hình dùng cho máy điện xoay chiều
- 14) TCVN 6627-16-1:2014 (IEC 60034-16-1:2011), Máy điện quay – Phần 16-1: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Định nghĩa
- 15) TCVN 6627-16-2:2014 (IEC/TR 60034-16-2:1991), Máy điện quay – Phần 16-2: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Mô hình để nghiên cứu hệ thống điện

TCVN 6627-16-1:2014

- 16) TCVN 6627-16-3:2014 (IEC 60034-16-3:1996), Máy điện quay – Phần 16-3: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Tính năng động học
- 17) TCVN 6627-18-1:2011 (IEC 60034-18-1:2010), Máy điện quay – Phần 18-1: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Hướng dẫn chung
- 18) TCVN 6627-18-21:2011 (IEC 60034-18-21:1992 with amendment 1:1994 and amendment 2:1996), Máy điện quay – Phần 18-21: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn kiểu quấn dây – Đánh giá về nhiệt và phân loại
- 19) TCVN 6627-18-31:2014 (IEC 60034-18-31:2012), Máy điện quay – Phần 18-31: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá về nhiệt và phân loại các hệ thống cách điện sử dụng trong máy điện quay
- 20) TCVN 6627-18-32:2014 (IEC 60034-18-32:2010), Máy điện quay – Phần 18-32: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá bằng độ bền nhiệt
- 21) TCVN 6627-18-33:2014 (IEC/TS 60034-18-33:2010), Máy điện quay – Phần 18-33: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá nhiều yếu tố bằng độ bền khi đồng thời chịu ứng suất nhiệt và điện
- 22) TCVN 6627-18-34:2014 (IEC 60034-18-34:2012), Máy điện quay – Phần 18-34: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá độ bền cơ nhiệt của hệ thống cách điện
- 23) TCVN 6627-26:2014 (IEC 60034-26:2006), Máy điện quay – Phần 26: Ảnh hưởng của điện áp mất cân bằng lên tính năng của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha
- 24) TCVN 6627-30:2011 (IEC 60034-30:2008), Máy điện quay – Phần 30: Cấp hiệu suất của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha một tốc độ (Mã IE)
- 25) TCVN 6627-31:2011 (IEC/TS 60034-31:2010), Máy điện quay – Phần 31: Lựa chọn động cơ hiệu suất năng lượng kể các các ứng dụng biến đổi tốc độ – Hướng dẫn áp dụng

Máy điện quay –

Phần 16-1: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Định nghĩa

Rotating electrical machines –

Part 16-1: Excitation systems for synchronous machines - Definitions

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các thuật ngữ và định nghĩa áp dụng cho hệ thống kích từ của máy điện đồng bộ.

2 Định nghĩa

2.1

Hệ thống kích từ (excitation system)

Thiết bị cung cấp dòng kích từ cho máy điện đồng bộ, kể cả toàn bộ các phần tử điều chỉnh và điều khiển, cũng như thiết bị xả hay khử kích từ và cơ cấu bảo vệ.

2.1.1

Hệ thống kích từ số (digital excitation system)

Hệ thống kích từ của máy điện có một số bộ phận, nếu không phải là tất cả, các chức năng điều chỉnh, điều khiển, hạn chế và bảo vệ được thực hiện bằng công nghệ số.

CHÚ THÍCH: Tối thiểu là chức năng điều chỉnh điện áp phải được số hóa trong một hệ thống như vậy.

2.1.2

Hệ thống kích từ đảo chiều được (reversible excitation system)

Hệ thống kích từ cho phép thay đổi cường độ chiều của từ thông, bằng một hoặc nhiều cuộn kích từ của máy điện đồng bộ.

2.2

Bộ kích từ (exciter)

Nguồn điện, cung cấp điện áp và dòng điện kích từ cho máy điện đồng bộ, được điều chỉnh bằng bộ điều khiển kích từ.

CHÚ THÍCH: Ví dụ về nguồn kích từ:

- máy điện quay một chiều hoặc xoay chiều có bộ chỉnh lưu;
- một hoặc một số máy biến áp có các bộ chỉnh lưu.

2.3

Điều khiển kích từ (excitation control)

Việc điều khiển hệ thống kích từ để điều chỉnh công suất kích từ bằng cách đáp ứng các tín hiệu đặc trưng cho trạng thái của hệ thống bao gồm máy điện đồng bộ, bộ kích từ và lưới điện mà nó được đấu nối vào.

CHÚ THÍCH: Nhìn chung, điện áp máy điện đồng bộ là đại lượng được điều khiển.

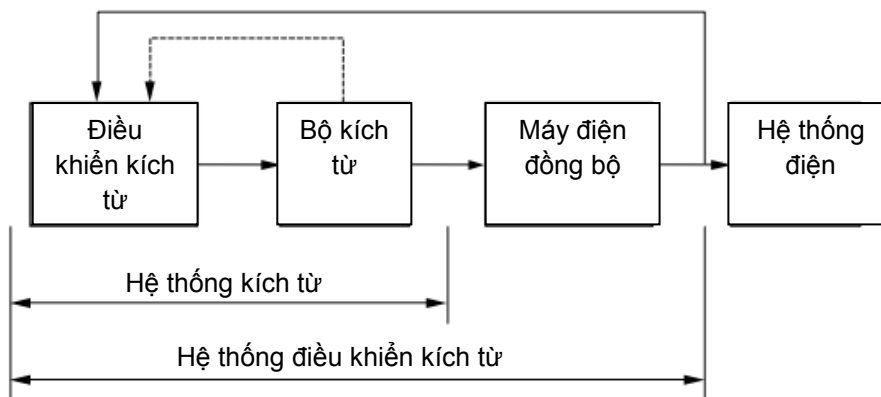
2.4

Hệ thống điều khiển kích từ (excitation control system)

Hệ thống điều khiển có phản hồi bao gồm máy điện đồng bộ hoạt động trong hệ thống điện và hệ thống kích từ của nó.

CHÚ THÍCH 1: Thuật ngữ này được dùng để phân biệt tính năng của máy điện đồng bộ và hệ thống kích từ điều khiển mạch vòng kín với hệ thống điện với tính năng của riêng hệ thống kích từ.

CHÚ THÍCH 2: Hình 1 biểu thị sơ đồ khối của một hệ thống điều khiển kích từ.



Hình 1 – Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển kích từ

2.5

Đầu nối của cuộn kích từ (field winding terminals)

Vị trí để đưa điện vào cuộn kích từ của máy điện đồng bộ.

CHÚ THÍCH 1: Nếu có chổi than, vành trượt thì chúng được coi là một phần của cuộn kích từ.

CHÚ THÍCH 2: Trong máy điện không có chổi than, những điểm đấu nối giữa bộ chỉnh lưu quay và dây dẫn đầu vào của cuộn kích từ là các đầu nối của cuộn kích từ.

2.6

Đầu nối ra của hệ thống kích từ (excitation system output terminals)

Vị trí đầu ra từ thiết bị chứa hệ thống kích từ.

CHÚ THÍCH: Các đầu nối ra của hệ thống kích từ có thể khác với các đầu nối của cuộn kích từ.

2.7

Dòng kích từ danh định I_{fN} (rated field current)

Dòng điện một chiều trong cuộn kích từ của máy điện khi máy điện đang hoạt động ở điện áp, dòng điện, hệ số công suất và tốc độ danh định.

2.8

Điện áp kích từ danh định U_{fN} (rated field voltage)

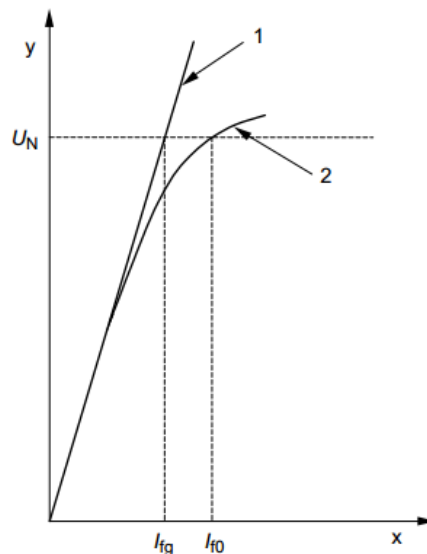
Điện áp một chiều trên các đầu nối của cuộn kích từ để tạo ra dòng điện kích từ danh định ở nhiệt độ cuộn kích từ ứng với tải danh định và các điều kiện danh định với chất làm mát sơ cấp ở nhiệt độ lớn nhất của nó.

CHÚ THÍCH: Nếu máy điện làm việc theo chu kỳ, mà không đạt được nhiệt độ cuộn kích từ ổn định thì điện áp kích từ danh định (U_{fN}) được xác định dựa trên nhiệt độ lớn nhất đạt được của cuộn kích từ trong chu kỳ làm việc đó.

2.9

Dòng điện kích từ không tải I_{f0} (no-load field current)

Dòng điện một chiều trong cuộn kích từ của máy điện cần thiết để tạo ra điện áp danh định khi máy điện làm việc không tải và tốc độ danh định (Xem Hình 2).



CHÚ DẪN

y Điện áp đầu nối U (U_N là điện áp danh định của máy điện đồng bộ)

x Dòng điện kích từ I_f

1 Đặc tính khe hở không khí

2 Đặc tính không tải

Hình 2 – Xác định dòng điện kích từ không tải I_{f0} và dòng điện kích từ khe hở không khí I_{fg}

TCVN 6627-16-1:2014

CHÚ THÍCH: Dòng điện kích từ khe hở không khí là giá trị cơ sở để sử dụng trong các mô hình biểu diễn bằng máy tính các hệ thống kích từ.

2.10

Điện áp kích từ không tải U_{f0} (no-load field voltage)

Điện áp một chiều tại các đầu nối cuộn kích từ của máy điện đồng bộ cần thiết để tạo ra dòng điện kích từ không tải ở nhiệt độ cuộn kích từ 25 °C.

2.11

Dòng điện kích từ khe hở không khí I_{fg} (air-gap field current)

Dòng điện trong cuộn kích từ của máy điện đồng bộ mà theo lý thuyết là cần thiết để tạo ra điện áp danh định khi không tải trên đường đặc tính khe hở không khí (xem Hình 2).

2.12

Điện áp kích từ khe hở không khí U_{fg} (air-gap field voltage)

Điện áp một chiều trên các đầu nối cuộn kích từ của máy điện đồng bộ cần thiết để tạo ra dòng kích từ khe hở không khí khi điện trở cuộn kích từ bằng U_{fN}/I_{fN} .

CHÚ THÍCH: Điện áp kích từ khe hở không khí là giá trị cơ sở để sử dụng trong các mô hình biểu diễn bằng máy tính các hệ thống kích từ.

2.13

Dòng điện danh định hệ thống kích từ I_{eN} (excitation system rated current)

Dòng điện một chiều tại các đầu nối ra của hệ thống kích từ mà hệ thống kích từ có thể tạo ra dưới các điều kiện vận hành xác định, có tính đến các yêu cầu kích từ đòi hỏi cao nhất của máy điện (thường là do các biến đổi về điện áp và tần số của máy điện).

2.14

Điện áp danh định hệ thống kích từ U_{eN} (excitation system rated voltage)

Điện áp một chiều tại các đầu nối ra của hệ thống kích từ có thể cung cấp khi cấp dòng điện danh định của hệ thống kích từ, khi vận hành trong các điều kiện xác định.

CHÚ THÍCH: Điện áp danh định hệ thống kích từ ít nhất phải bằng giá trị để kích từ cho máy điện khi các yêu cầu kích từ đòi hỏi cao nhất (thường là do các biến đổi về điện áp và tần số máy điện).

2.15

Dòng điện trần của hệ thống kích từ I_p (excitation system ceiling current)

Giá trị lớn nhất của dòng điện một chiều mà hệ thống kích từ có thể tạo ra trên các đầu nối của nó trong thời gian qui định, bắt đầu từ lúc cấp liên tục dòng điện kích từ danh định.

CHÚ THÍCH: Thời gian xác định được tính từ khi dòng điện đạt 95 % giá trị ổn định cuối cùng.

2.16**Điện áp trần dương của hệ thống kích từ U_p** (excitation system positive ceiling voltage)

Điện áp một chiều lớn nhất mà hệ thống kích từ có thể tạo ra tại các đầu nối của nó trong các điều kiện xác định.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các hệ thống kích từ mà nguồn cấp của nó phụ thuộc vào điện áp và (nếu áp dụng) dòng điện của máy điện, thì bản chất của nhiều hệ thống điện và các tham số thiết kế cụ thể của hệ thống kích từ và máy điện đồng bộ ảnh hưởng tới đầu ra của hệ thống kích từ. Đối với hệ thống như vậy, điện áp trần được xác định có tính đến một mức điện áp rơi và (nếu áp dụng) một mức tăng dòng điện được xác định phù hợp.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các hệ thống kích từ sử dụng bộ kích từ quay, điện áp trần được xác định ở tốc độ danh định và ở các điều kiện làm việc danh định của bộ kích từ.

2.17**Điện áp trần âm hệ thống kích từ U_n** (excitation system negative ceiling voltage)

Điện áp một chiều âm nhất, nếu có, mà hệ thống kích từ có thể cung cấp từ các đầu nối của nó ở các điều kiện xác định.

2.18**Điện áp trần không tải hệ thống kích từ U_{p0}** (excitation system no-load ceiling voltage)

Điện áp một chiều lớn nhất mà hệ thống kích từ có thể cung cấp từ các đầu nối của nó khi làm việc không mang tải.

2.19**Điện áp trần dương mang tải của hệ thống kích từ U_{pL}** (excitation system on-load positive ceiling voltage)

Điện áp một chiều lớn nhất mà hệ thống kích từ có thể cung cấp từ các đầu nối của nó tại dòng điện ban đầu bằng với dòng điện kích từ danh định và ở các điều kiện danh định của máy điện.

2.20**Điện áp trần âm mang tải của hệ thống kích từ U_{nL}** (excitation system on-load negative ceiling voltage)

Điện áp âm một chiều lớn nhất, nếu có, mà hệ thống kích từ có thể cung cấp từ các đầu nối của nó tại dòng điện ban đầu bằng với dòng điện kích từ danh định và các điều kiện danh định của máy điện.

2.21**Đáp ứng danh nghĩa của hệ thống kích từ V_e** (excitation system nominal response)

Tốc độ tăng của điện áp đầu ra hệ thống kích từ (xem Hình 3), được xác định từ đường cong đáp ứng điện áp của hệ thống kích từ, chia cho điện áp kích từ danh định theo công thức:

$$V_e = \frac{\Delta U_e}{0,5U_{fN}} \text{ s}^{-1}$$

TCVN 6627-16-1:2014

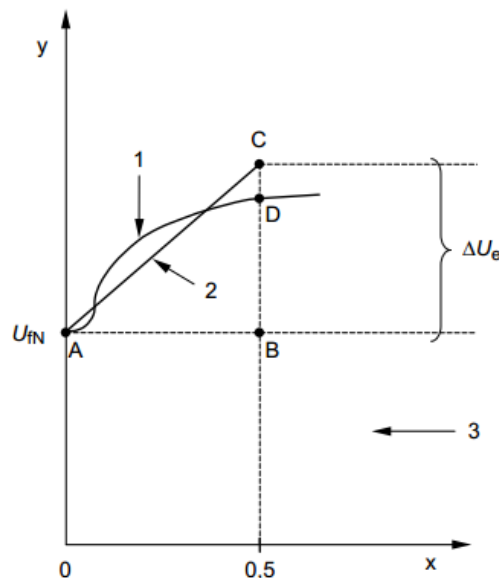
CHÚ THÍCH 1: Tốc độ tăng này, nếu giữ không đổi (đường A-C trên Hình 3), thì sẽ tạo ra diện tích điện áp- thời gian bằng diện tích thu được từ đường cong thực tế (đường A-D trên Hình 3) trong khoảng thời gian nửa giây đầu tiên (hoặc trong khoảng thời gian khác, nếu được chỉ rõ).

CHÚ THÍCH 2: Đáp ứng danh nghĩa của hệ thống kích từ được xác định với hệ thống kích từ mang tải là điện trở có giá trị bằng U_{fN}/I_{fN} và điện cảm đủ để hiệu ứng điện áp rơi, dòng điện và dạng sóng điện áp được tính đến một cách hợp lý.

CHÚ THÍCH 3: Đáp ứng danh nghĩa của hệ thống kích từ được xác định với điện áp hệ thống kích từ ban đầu bằng điện áp kích từ danh định của máy điện đồng bộ, sau đó điện áp trần của hệ thống kích từ nhanh chóng đạt được bằng cách tạo ra một bước nhảy lỗi của điện áp quy định.

CHÚ THÍCH 4: Đối với các hệ thống kích từ mà nguồn cấp của nó phụ thuộc vào điện áp và (nếu áp dụng) dòng điện của máy điện đồng bộ thì bản chất của nhiều hệ thống điện và các tham số thiết kế cụ thể của hệ thống kích từ và máy điện đồng bộ ảnh hưởng tới đầu ra của hệ thống kích từ. Với các hệ thống như vậy, đáp ứng danh nghĩa của hệ thống kích từ được xác định có xem xét với một mức độ điện áp rơi và (nếu áp dụng) một mức tăng dòng điện thích hợp.

CHÚ THÍCH 5: Đối với các hệ thống sử dụng bộ kích từ quay, đáp ứng danh nghĩa của hệ thống kích từ được xác định ở tốc độ danh định và ở các điều kiện làm việc danh định của bộ kích từ.



CHÚ DẪN

y Điện áp hệ thống kích từ U_e

x Thời gian, tính bằng s

1 Đường cong thực

2 Đường dốc thay thế tương đương

3 Diện tích $ABC = ABD$

Hình 3 – Xác định đáp ứng danh nghĩa hệ thống kích từ, V_e

2.22**Thời gian đáp ứng điện áp của hệ thống kích từ (excitation system voltage response time)**

Thời gian, tính bằng giây, để điện áp kích từ đạt được 95 % của sai lệch giữa điện áp trần và điện áp kích từ danh định, tính từ thời điểm điện áp đầu nối của máy điện đồng bộ thay đổi theo cấp qui định.

2.23**Hệ thống kích từ có đáp ứng ban đầu cao (high initial response excitation systems)**

Hệ thống kích từ có thời gian đáp ứng điện áp là 0,1 s hoặc ít hơn.

CHÚ THÍCH: Đối với hệ thống kích từ đáp ứng ban đầu cao, thời gian đáp ứng là rất ngắn so với hằng số thời gian kích từ của máy điện đồng bộ và so với các dao động đặc trưng của hệ thống điện, và không cần quan tâm tới dạng đáp ứng ban đầu.

3 Định nghĩa về bộ kích từ**3.1****Bộ kích từ quay (rotating exciter)**

Máy điện quay lấy cơ năng từ trục và cấp điện năng cho cuộn kích từ.

CHÚ THÍCH: Trục có thể được truyền động bởi máy điện đồng bộ hoặc máy điện khác.

3.1.1**Bộ kích từ một chiều (d.c. exciter)**

Bộ kích từ quay sử dụng một bộ cổ góp và các chổi than để cấp dòng điện một chiều.

3.1.2**Bộ kích từ xoay chiều (a.c. exciter)**

Bộ kích từ quay phát ra công suất xoay chiều và sử dụng bộ chỉnh lưu để cấp dòng điện một chiều.

CHÚ THÍCH: Bộ chỉnh lưu có thể là loại không có điều khiển hoặc có điều khiển.

3.1.2.1**Bộ kích từ xoay chiều có chỉnh lưu tĩnh (a.c. exciter with stationary rectifiers)**

Bộ kích từ xoay chiều có bộ chỉnh lưu mà đầu ra của nó được nối tới chổi than của các vành trượt của cuộn kích từ máy điện đồng bộ.

3.1.2.2**Bộ kích từ xoay chiều có chỉnh lưu quay (bộ kích từ không chổi than) (a.c. exciter with rotating rectifiers (brushless exciter))**

Bộ kích từ xoay chiều có bộ chỉnh lưu quay với trục chung của bộ kích từ và máy điện đồng bộ, đầu ra của nó được nối trực tiếp với cuộn kích từ của máy điện đồng bộ, không có vành trượt hoặc chổi than.

3.2

Bộ kích từ tĩnh (static exciter)

Bộ kích từ lấy điện năng chỉ từ một hoặc nhiều nguồn điện tĩnh, sử dụng chỉnh lưu tĩnh để cấp dòng điện một chiều.

3.2.1

Bộ kích từ tĩnh nguồn điện áp (potential source static exciter)

Bộ kích từ tĩnh lấy điện năng chỉ từ một nguồn điện áp (có thể từ các đầu nối của máy điện đồng bộ) và dùng bộ chỉnh lưu có điều khiển.

3.2.2

Bộ kích từ tĩnh nguồn hỗn hợp (compound source static exciter)

Bộ kích từ tĩnh lấy điện năng từ cả nguồn dòng và nguồn áp (phụ thuộc vào các đại lượng đầu ra của máy điện đồng bộ).

CHÚ THÍCH: Việc bổ sung các đầu vào từ cả nguồn dòng và nguồn áp có thể được thực hiện từ phía xoay chiều hoặc một chiều của bộ chỉnh lưu và có thể được nối song song hoặc nối tiếp. Bộ chỉnh lưu có thể có điều khiển hoặc không điều khiển, tùy thuộc vào thiết kế.

3.2.3

Bộ kích từ tĩnh nguồn cuộn dây phụ (auxiliary winding source static exciter)

Bộ kích từ tĩnh lấy điện năng từ một cuộn công suất riêng trên stato của máy điện đồng bộ chính.

3.3

Bộ kích từ lái (pilot exciter)

Thiết bị cấp nguồn kích từ cho việc kích từ bộ kích từ khác.

4 Định nghĩa về chức năng điều khiển

4.1

Điều chỉnh điện áp (voltage regulation)

Chức năng mà mục đích của nó là so sánh điện áp thực tế của máy điện đồng bộ với một giá trị tham chiếu và để điều khiển, bằng biện pháp thích hợp, đầu ra của bộ kích từ phụ thuộc vào các độ sai lệch đó.

4.2

Bù dòng tải (load current compensation)

Chức năng chi phối việc điều chỉnh điện áp để điều khiển điện áp tại một điểm khác với điểm mà điện áp của máy điện đồng bộ được đo.

CHÚ THÍCH: Một ứng dụng của chức năng bù dòng tải là bù một phần điện áp rơi trên trở kháng ngoài. Một ứng dụng khác là để chia sẻ công suất phản kháng giữa các thiết bị nối song song mà không có trở kháng giữa chúng.

4.3**Giới hạn quá kích từ** (overexcitation limitation)

Chức năng mà mục tiêu của nó là giới hạn dòng điện kích từ của máy điện đồng bộ và của thiết bị kích từ đến một giá trị cho phép.

CHÚ THÍCH: Việc giới hạn có thể được thực hiện tức thời hoặc sau thời gian trễ, hoặc kết hợp cả hai.

4.4**Hạn chế dòng stato** (stato current limitation)

Chức năng để ngăn chặn dòng stato vượt quá một giá trị đặt trước.

CHÚ THÍCH: Nếu máy điện đồng bộ đang hoạt động quá kích từ, chức năng giới hạn sẽ làm giảm kích từ, trong khi máy hoạt động dưới kích từ, chức năng này sẽ làm tăng kích từ.

4.5**Hạn chế thiếu kích từ** (underexcitation limitation)

Chức năng mà mục tiêu của nó là hạn chế kích từ không giảm quá giới hạn ổn định hoặc vượt quá khả năng chịu nhiệt của máy điện loại roto hình trụ do sự phát nóng của đầu lõi stato.

CHÚ THÍCH: Các biến đầu vào thường là:

- dòng điện tác dụng, dòng điện phản kháng và điện áp trên đầu nối của máy điện đồng bộ;
- góc pha của tải; hoặc
- dòng điện kích từ (có thể kết hợp với nhiều biến khác).

4.6**Giới hạn V/Hz** (Volts per Hertz limitation)

Chức năng hoạt động theo cách sao cho làm giảm điện áp được điều chỉnh tỷ lệ với mức giảm tần số, nếu tần số giảm xuống thấp hơn một giá trị xác định.

CHÚ THÍCH: Mục đích của chức năng giới hạn V/Hz là để ngăn chặn từ thông quá mức trong máy điện đồng bộ hoặc máy biến áp.

4.7**Ổn định hệ thống điện** (power system stabilization)

Chức năng mà mục tiêu của nó là điều khiển đầu ra của bộ kích từ theo cách để dao động điện của máy điện đồng bộ tắt dần.

CHÚ THÍCH: Các biến đầu vào có thể là tần số được bù, tốc độ trục quay, tần số điện áp trên đầu nối, dòng điện roto, công suất (hoặc sự kết hợp của nhiều biến).