

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 13893:2023**

**IEC 61377:2016**

Xuất bản lần 1

**ỨNG DỤNG ĐƯỜNG SẮT - PHƯƠNG PHÁP THỬ PHỐI HỢP  
CHO CÁC HỆ THỐNG ĐIỆN KÉO**

*Railway applications - Combined test method for traction systems*

**HÀ NỘI - 2023**

## Mục lục

1	Phạm vi áp dụng .....	7
2	Tài liệu viện dẫn.....	9
3	Thuật ngữ và định nghĩa .....	10
4	Các đặc tính của hệ thống điện kéo .....	14
5	Các yêu cầu chung về thử nghiệm.....	16
6	Các điều kiện chung về thử nghiệm .....	17
6.1	Thiết lập thử nghiệm.....	17
6.2	Làm mát trong quá trình thử nghiệm.....	21
6.3	Đo công suất cơ học.....	21
6.4	Dung sai và độ chính xác của phép đo .....	26
6.5	Điều kiện môi trường .....	26
7	Thử nghiệm đặc tính mô men xoắn.....	26
7.1	Yêu cầu chung.....	26
7.2	Thử nghiệm đặc tính mô-men xoắn của động cơ ở trạng thái nóng.....	27
7.3	Thử nghiệm các đặc tính mô-men xoắn của động cơ ở trạng thái nguội.....	29
7.4	Mômen khởi động ở vận tốc không.....	30
8	Thử nghiệm đo hiệu suất và mức tiêu thụ năng lượng.....	30
8.1	Yêu cầu chung.....	31
8.2	Các đặc tính về hiệu suất .....	31
8.3	Đo mức tiêu thụ năng lượng theo đặc tính của tuyến .....	32
9	Thử nghiệm tăng nhiệt độ .....	34
9.1	Yêu cầu chung.....	34
9.2	Thử nghiệm tăng nhiệt ở trạng thái tải không đổi.....	34
9.3	Thử nghiệm tăng nhiệt độ theo đặc tính của tuyến .....	35
9.4	Thử nghiệm khi có sự chênh lệch đường kính bánh xe đối với các động cơ không đồng bộ mắc song song.....	37

## TCVN 13893:2023

10	Thử nghiệm chức năng hệ thống .....	40
10.1	Khởi động từ chuyển động lùi .....	40
10.2	Chuyển đổi giữa kéo - hãm .....	40
11	Sự thay đổi của điện áp đường dây .....	42
11.1	Mục đích thử nghiệm .....	42
11.2	Điều kiện thử nghiệm .....	42
11.3	Quy trình thử nghiệm .....	43
11.4	Tiêu chí chấp nhận .....	44
12	Thử nghiệm bảo vệ hệ thống .....	44
12.1	Yêu cầu chung .....	44
12.2	Thử nghiệm thay đổi điện áp nhanh .....	44
12.3	Gián đoạn điện áp nguồn hệ thống điện kéo .....	46
12.4	Mất tiếp xúc nguồn cấp điện kéo .....	47
12.5	Đột ngột mất khả năng hãm tái sinh .....	48
12.6	Dừng biến tần kéo .....	49
12.7	Chức năng tính toán nhiệt độ .....	50
12.8	Bảo vệ quá dòng và quá áp .....	50
12.9	Gián đoạn nguồn cấp điện cho ác quy điều khiển .....	51
13	Kiểm tra việc quản lý sự cố .....	51
13.1	Yêu cầu chung .....	51
13.2	Mất chức năng cảm biến .....	52
13.3	Mất tín hiệu ra lệnh và tín hiệu phản hồi .....	52
13.4	Sự cố trong hệ thống làm mát .....	52
13.5	Sự cố ngắn mạch và nổi đất .....	52
Phụ lục A - Danh mục các thử nghiệm phối hợp .....		54
Phụ lục B - Danh mục các điều khoản được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất .....		56
Phụ lục C - Các hạng mục và các điều kiện thử nghiệm cụ thể đối với các động cơ DC .....		58
Thư mục tài liệu tham khảo .....		61

## **Lời nói đầu**

TCVN 13893:2023 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn IEC 61377:2016.

TCVN 13893:2023 do Cục Đăng kiểm Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.



## **Ứng dụng đường sắt - Phương pháp thử phối hợp cho các hệ thống điện kéo**

*Railway applications - Combined test method for traction systems*

### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này áp dụng cho hệ thống điện kéo bao gồm động cơ điện kéo, bộ biến đổi điện, thiết bị điều khiển lực kéo bao gồm phần mềm, máy biến áp, các bộ lọc đầu vào, các bộ điện trở hãm, máy cắt chính, thiết bị làm mát, các bộ chuyển đổi tín hiệu, các công tắc tơ, ...

Hình 1 thể hiện minh họa về cấu trúc của hệ thống điện kéo nhưng không phải là đại diện cho tất cả các cấu trúc của hệ thống điện kéo.

Thiết bị gom điện, các loại hệ thống hãm cơ khí và hộp giảm tốc không nằm trong phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này.

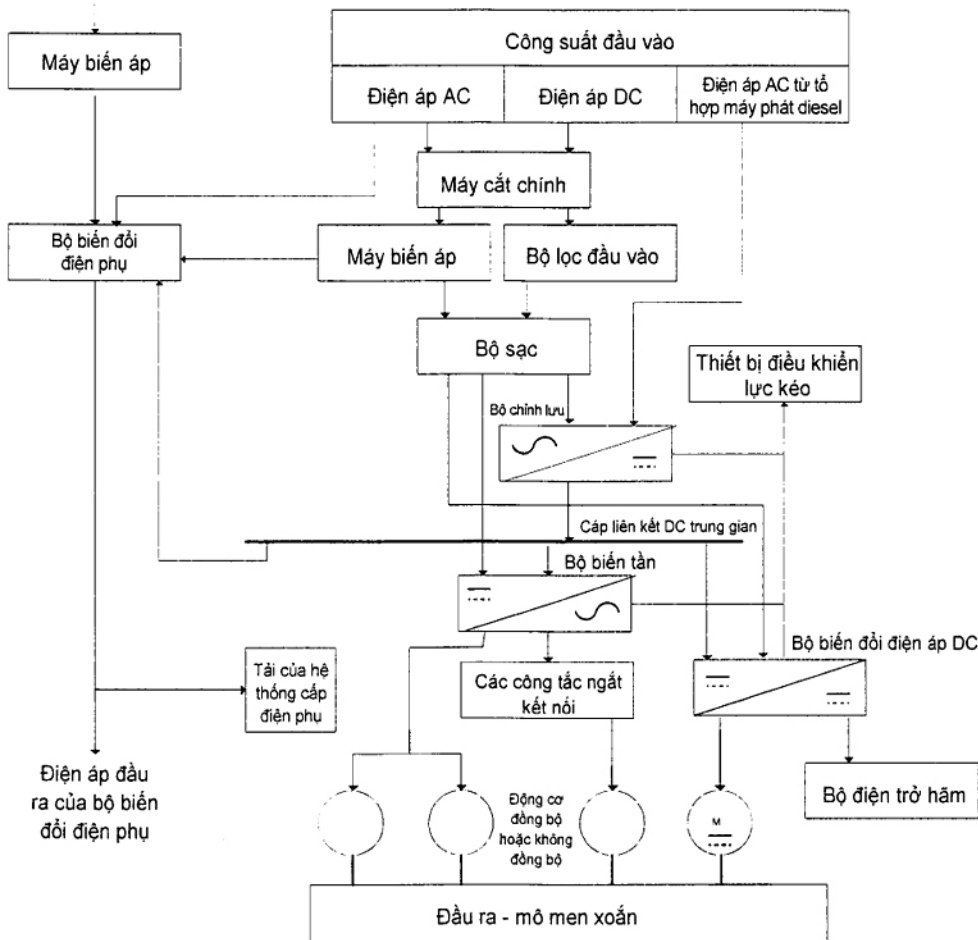
Các loại động cơ điện kéo áp dụng trong tiêu chuẩn này là động cơ không đồng bộ, hoặc động cơ đồng bộ bao gồm động cơ đồng bộ sử dụng nam châm vĩnh cửu (PMM) hoặc động cơ đồng bộ sử dụng điện một chiều.

Bộ biến đổi điện áp dụng trong tiêu chuẩn này là bộ biến đổi điện phụ được tích hợp trong bộ biến đổi điện kéo. Ngược lại, khi hệ thống điện kéo cấp điện cho một hệ thống phụ bên ngoài bộ biến đổi điện kéo, thì hệ thống phụ này có thể được thay thế bằng một loại tải tương đương với nó.

Chú thích 1: Hệ thống lưu trữ năng lượng không được xem xét trong tiêu chuẩn này vì không có tiêu chuẩn thử nghiệm kiểu loại cụ thể đối với hệ thống lưu trữ năng lượng.

Chú thích 2: Việc thẩm định các loại tải phụ không thuộc phạm vi của tiêu chuẩn này.

Chú thích 3: Hộp giảm tốc có thể là một bộ phận trong quá trình thiết lập thử nghiệm, nhưng hộp giảm tốc không thuộc hệ thống điện kéo.



Hình 1 - Tổng quan về cấu trúc hệ thống điện kéo

Mục đích của tiêu chuẩn này là quy định thử nghiệm kiểu loại hệ thống điện kéo, chủ yếu bao gồm:

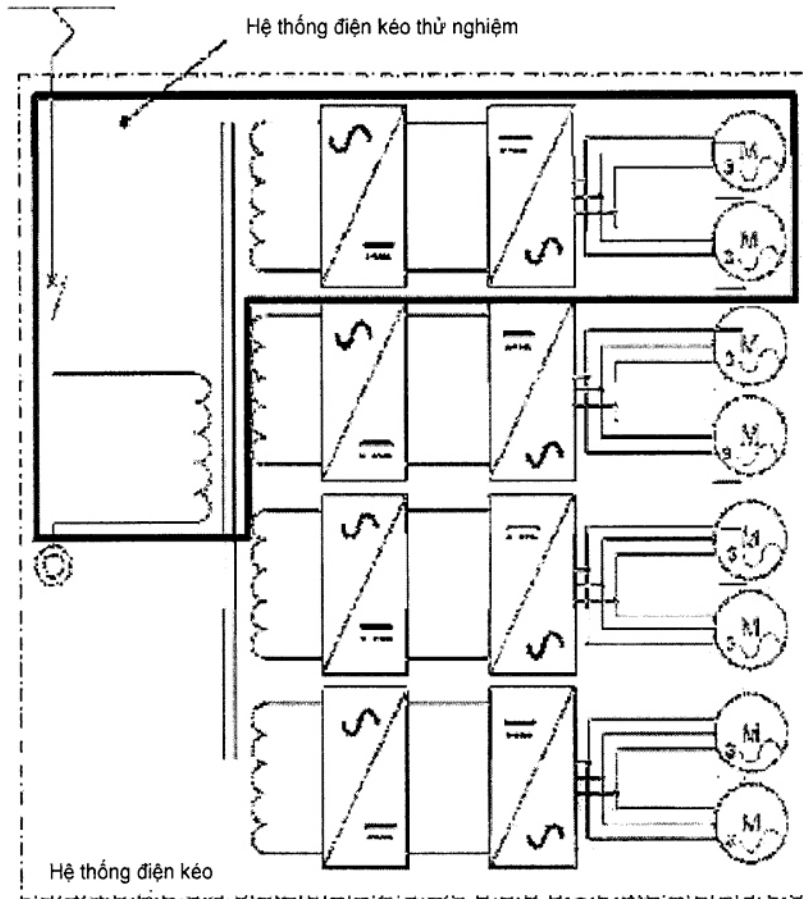
- Thử nghiệm các đặc tính về hiệu năng;
- Các phương pháp thử nghiệm để thẩm tra các đặc tính về hiệu năng này.

Tiêu chuẩn này không quy định thử nghiệm kiểu loại cho từng tổng thành riêng lẻ.

Hệ thống điện kéo thử nghiệm phải kết nối với ít nhất một đường dây cáp điện cho bộ biến đổi điện kéo hoàn chỉnh (ít nhất phải có một bộ biến đổi điện kéo và các loại tải liên quan đến nó, một máy biến áp trong trường hợp nguồn cấp là điện xoay chiều hoặc bộ lọc đầu vào trong trường hợp nguồn cấp là điện một chiều). Các thông số đại diện của hệ thống điện kéo thử nghiệm so với hệ thống điện kéo

thực tế phải được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Hình 2 là ví dụ về mối quan hệ giữa hệ thống điện kéo thử nghiệm và tổng thể của một hệ thống điện kéo.



Hình 2 - Ví dụ về mối quan hệ giữa “hệ thống điện kéo thử nghiệm” và “hệ thống điện kéo”

Hệ thống điện kéo thử nghiệm phải được trang bị các tổng thành/thiết bị đại diện cho loạt sản phẩm đã được sản xuất.

Các giá trị về sai lệch cho phép có thể theo thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất, những giá trị sai lệch này phải được chứng minh từ quan điểm đánh giá tác động trước khi thử nghiệm. Được phép sử dụng các tổng thành hoặc thiết bị tương đương nếu những tổng thành hoặc thiết bị đó không có ảnh hưởng đáng kể đến kết quả thử nghiệm.

## 2 Tài liệu viện dẫn

### TCVN 13893:2023

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

TCVN 8095 (IEC 60050): Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế.

TCVN 11825:2017 (IEC 60850:2014), Ứng dụng đường sắt - Điện áp nguồn của hệ thống điện kéo.

TCVN 11854:2017 (IEC 61133:2016), Ứng dụng đường sắt - Phương tiện đường sắt - Thử nghiệm phương tiện đường sắt có kết cấu hoàn chỉnh và trước khi đưa vào sử dụng

IEC 60349-1, Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 1: Machines other than electronic converter-fed alternating current motors (*Điện kéo - Máy điện quay dùng cho phương tiện đường sắt và đường bộ - Phần 1: Máy điện quay không phải là động cơ điện xoay chiều được cấp điện bằng bộ biến đổi điện tử*).

IEC 60349-2, Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors (*Điện kéo - Máy điện quay dùng cho phương tiện đường sắt và đường bộ - Phần 2: Động cơ điện xoay chiều được cấp điện bằng bộ biến đổi điện tử*).

IEC TS 60349-3, Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 3: Determination of the total losses of converter-fed alternating current motors by summation of the component losses (*Điện kéo - Máy điện quay dùng cho phương tiện đường sắt và đường bộ - Phần 3: Xác định tổng tổn hao của động cơ điện xoay chiều được cấp điện bằng bộ biến đổi điện bằng cách tính tổng tổn hao của các tổng thành*).

IEC 60349-4, Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 4: Permanent magnet synchronous electrical machines connected to an electronic converter (*Điện kéo - Máy điện quay dùng cho phương tiện đường sắt và đường bộ - Phần 4: Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu được kết nối với bộ biến đổi điện tử*).

IEC 61287-1, Railway applications - Power converters installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test methods (*Ứng dụng đường sắt - Bộ biến đổi điện lắp trên phương tiện đường sắt - Phần 1: Các đặc tính và phương pháp thử*).

IEC 62313, Railway applications - Power supply and rolling stock - Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock (*Ứng dụng đường sắt - Nguồn cung cấp điện và phương tiện đường sắt - Tiêu chí kỹ thuật về sự phối hợp giữa nguồn cung cấp điện (trạm điện kéo) và phương tiện đường sắt*).

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 8095-411, IEC 60050-551, TCVN 8095-811 và các định nghĩa, thuật ngữ sau:

### 3.1

#### **Hệ thống điện kéo (traction system)**

Hệ thống tạo ra mô-men kéo, biến đổi điện năng đầu vào thành cơ năng trong quá trình kéo và biến đổi cơ năng thành điện năng hoặc nhiệt năng trong quá trình hãm (nếu có), bao gồm toàn bộ thiết bị biến đổi điện được lắp đặt giữa thiết bị gom điện (không bao gồm thiết bị gom điện) và (các) trục của động cơ điện kéo, bao gồm tất cả các thiết bị phụ liên quan cần thiết để vận hành hệ thống này.

### 3.2

#### **Hệ thống điện kéo thử nghiệm (traction system under test)**

Hệ thống điện kéo đại diện để thực hiện thử nghiệm phối hợp, theo Điều 1.

### 3.3

#### **Tổng thành (component)**

Là các bộ phận cấu thành hệ thống điện kéo.

### 3.4

#### **Đơn vị sử dụng (user)**

Tổ chức đặt hàng hệ thống điện kéo (xem Hình 3).

Chú thích: Đơn vị sử dụng thường là một tổ chức khai thác phương tiện được trang bị hệ thống điện kéo, trừ khi trách nhiệm này được giao cho nhà thầu chính hoặc đơn vị tư vấn.

### 3.5

#### **Nhà sản xuất (manufacturer)**

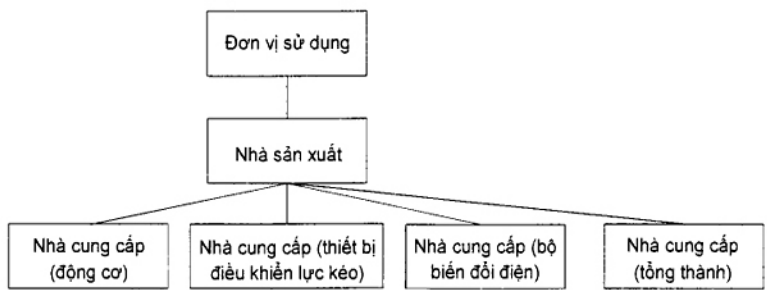
Tổ chức chịu trách nhiệm về mặt kỹ thuật đối với việc cung cấp hệ thống điện kéo (xem Hình 3).

Chú thích: Nhà sản xuất có thể là nhà cung cấp một hoặc nhiều tổng thành của hệ thống điện kéo.

### 3.6

#### **Nhà cung cấp (supplier)**

Tổ chức chịu trách nhiệm về việc cung cấp một hoặc nhiều tổng thành của hệ thống điện kéo.



**Hình 3 - Hệ thống điện kéo - mối quan hệ giữa đơn vị sử dụng, nhà cung cấp và nhà sản xuất**

**3.7**

**Chế độ làm việc (duty)**

Tải mà hệ thống điện kéo phải chịu, bao gồm tải trong quá trình kéo, tải trong quá trình chạy đà, và tải trong quá trình hãm điện nếu có.

**3.8**

**Chu trình làm việc (duty cycle)**

Trình tự của các điều kiện làm việc theo quy định, ví dụ: vận tốc và mômen xoắn theo thời gian trên một tuyến cơ bản.

Chú thích 1: Một số ví dụ về tuyến cơ bản là:

- Tàu chính tuyến: tuyến qua lại giữa hai thành phố;
- Tàu điện: tuyến giữa hai điểm dừng;
- Tàu điện ngầm: tuyến giữa hai nhà ga.

Chú thích 2: Chu trình làm việc điển hình được quy định theo thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

**3.9**

**Đặc tính của tuyến (route profile)**

Việc lặp lại hoặc kết hợp các chu trình làm việc điển hình để đạt được nhiệt độ ổn định (nhiệt độ đỉnh lặp đi lặp lại trong các chu trình làm việc liên tiếp nằm trong giá trị dung sai cho phép) hoặc để đại diện cho điều kiện làm việc hàng ngày của phương tiện.

**3.10**

**Tải không đổi (constant load)**

Tải tác dụng ở các điều kiện làm việc không đổi (ví dụ: vận tốc, điện áp).

Chú thích: Có thể quy định một số loại tải.

**3.11****Tải theo đặc tính của tuyến (route profile load)**

Tải dựa trên đặc tính của tuyến mà hệ thống điện kéo thử nghiệm sẽ vận hành.

**3.12****Tốc độ vòng quay (speed)**

Là vận tốc của động cơ điện kéo, tính bằng vòng/phút.

Chú thích: Vận tốc của động cơ điện kéo (vòng/phút) có thể được chuyển đổi từ vận tốc của phương tiện (km/h) dựa trên đường kính bánh xe và tỷ số truyền quy định.

**3.13****Tốc độ vòng quay làm việc lớn nhất (maximum working speed)**

Vận tốc của động cơ điện kéo tương ứng với vận tốc thiết kế lớn nhất của phương tiện khi bánh xe mòn hoàn toàn hoặc khi đường kính vòng lăn là nhỏ nhất đối với các loại bánh xe lốp cao su.

**3.14****Kế hoạch thử nghiệm (test plan)**

Danh mục tất cả các thử nghiệm do nhà sản xuất thực hiện, bao gồm các thử nghiệm bắt buộc và các thử nghiệm tùy chọn đã được thỏa thuận với đơn vị sử dụng.

Chú thích: Trong kế hoạch thử nghiệm, nên mô tả các tổng thành được sử dụng trong hệ thống điện kéo thử nghiệm.

**3.15****Chỉ dẫn kỹ thuật thử nghiệm (test specification)**

Tất cả các thông tin, các yêu cầu và các thông số kỹ thuật được áp dụng để thực hiện và đánh giá thử nghiệm, ví dụ: phạm vi thử nghiệm, mục đích thử nghiệm, điều kiện thử nghiệm, phương pháp thử nghiệm, quy trình thử nghiệm, phương pháp đánh giá, các phép đo, tiêu chí chấp nhận cùng với các

giá trị dung sai cho phép.

### 3.16

#### **Kết quả thử nghiệm (test result)**

Báo cáo đánh giá cuối cùng về thử nghiệm.

### 3.17

#### **Thử nghiệm tùy chọn (optional test)**

Thử nghiệm không bắt buộc và tùy thuộc vào thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

## **4 Các đặc tính của hệ thống điện kéo**

Về nguyên tắc chung, chỉ dẫn kỹ thuật của hệ thống điện kéo phải bao gồm các đường cong đặc tính. Các đường cong này được xác định theo các đặc tính quy định. Các đường cong này phải được vẽ theo các giới hạn làm việc thiết kế của từng biến. Thông thường, các đường cong này phải được vẽ đối với điện áp nguồn cấp của hệ thống điện kéo là điện xoay chiều hoặc điện một chiều tại giá trị danh nghĩa quy định của nó. Các đường cong này cũng có thể được vẽ đối với điện áp nguồn cấp của hệ thống điện kéo thấp hơn và cao hơn nếu được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Các đặc tính này phải được vẽ ứng với nhiệt độ chuẩn của động cơ điện kéo (cuộn dây hoặc nam châm) và nhiệt độ thiết kế của các chi tiết trong bộ biến đổi điện, máy biến áp và bộ lọc đường dây, ... mà nhà cung cấp dự kiến cung cấp.

Nhiệt độ chuẩn của động cơ điện kéo (cuộn dây hoặc nam châm) phải phù hợp với các giá trị trong bộ tiêu chuẩn IEC 60349 hoặc tùy thuộc vào thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Phải xác định các đặc tính sau:

a) Các đặc tính quy định: các giá trị được xác định để đáp ứng các yêu cầu theo hợp đồng của đơn vị sử dụng. Chúng là các giá trị chuẩn để đo và các giá trị này phải được đánh giá, thẩm định trên bộ thử.

b) Các đặc tính bên trong: các giá trị thiết kế bên trong phải được đo và sử dụng để chứng minh cho thiết kế đó nhưng không được ảnh hưởng đến việc chấp nhận thử nghiệm phối hợp này, chẳng hạn như giá trị dòng điện/điện áp hiệu dụng của động cơ điện kéo.

Với điều kiện là các kết quả đo phù hợp với các đặc tính quy định, các kết quả thử nghiệm vẫn duy trì hiệu lực, ngay cả khi các đặc tính bên trong không hoàn toàn giống với các đặc tính quy định. Sự sai lệch này nên được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.



Tập hợp các đặc tính quy định tại các điểm làm việc cố định trên đường cong mô men xoắn - vận tốc, tại điện áp đường dây quy định (theo tiêu chuẩn TCVN 11852:2017 hoặc được quy định khác nếu nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn TCVN 11852:2017) và đường kính bánh xe quy định là:

- Mô men xoắn tương ứng với vận tốc;
- Hiệu suất của hệ thống điện kéo tương ứng với vận tốc ở mô men xoắn chuẩn lớn nhất lấy theo đường cong đặc tính.

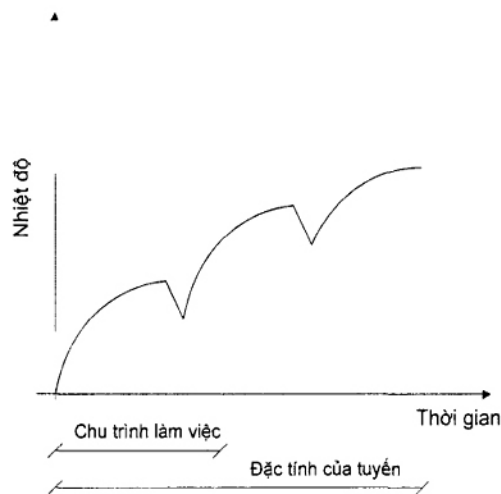
Các đặc tính quy định và các đặc tính bên trong có thể được đo trong quá trình thử nghiệm dải vận tốc hoặc thử nghiệm ở vận tốc không đổi.

Chú thích 1: Trong trường hợp dải vận tốc, khối lượng quán tính của rôto động cơ điện kéo ảnh hưởng đáng kể đến phép đo mômen xoắn trên trục động cơ điện kéo.

Tập hợp các đặc tính quy định theo đặc tính của tuyến ở điện áp đường dây quy định là:

- Giá trị mô men xoắn chuẩn và vận tốc tương ứng với thời gian ứng với đường kính bánh xe quy định;
- Dòng điện và điện áp đường dây;
- Tất cả các giá trị nhiệt độ đỉnh liên quan (xem Hình 4);
- Mức tiêu thụ điện năng đầu vào tính bằng kWh (giá trị cài đặt trên toàn bộ tuyến).

Chú thích 2: Các đặc tính quy định và các đặc tính bên trong ngoại trừ các đặc tính được liệt kê ở trên được mô tả trong các điều khoản dưới đây đối với từng thử nghiệm.



Hình 4 - Ví dụ về nhiệt độ đỉnh theo đặc tính của tuyến

## 5 Các yêu cầu chung về thử nghiệm

Thử nghiệm phối hợp hệ thống điện kéo là cơ hội để vận hành thử và kiểm tra các tổng thành của hệ thống điện kéo thử nghiệm ở các điều kiện vận hành gần với điều kiện khai thác nhất.

Đầu tiên, tất cả các tổng thành phải được thử nghiệm kiểu loại theo các tiêu chuẩn tương ứng của chúng (ngoại trừ một số thử nghiệm cụ thể quy định phải thực hiện khi thử nghiệm phối hợp). Không cần thiết phải thực hiện lại các thử nghiệm đó trên bộ thử nghiệm phối hợp nếu các thử nghiệm đó đã được thực hiện ở cấp thử nghiệm kiểu loại của tổng thành.

Chú thích: Các thử nghiệm kiểu loại của các tổng thành hoặc chi tiết của hệ thống điện kéo có thể được thực hiện trên cùng một bộ thử của thử nghiệm phối hợp, nhưng chúng không thuộc phạm vi của tiêu chuẩn này. Các kết quả của các thử nghiệm kiểu loại tổng thành được cung cấp làm tài liệu tham khảo cho thử nghiệm phối hợp.

Các thử nghiệm trong tiêu chuẩn này được phân loại thành các thử nghiệm bắt buộc và các thử nghiệm tùy chọn. Các thử nghiệm bắt buộc (nếu có) phải được thực hiện. Các thử nghiệm tùy chọn phải tuân theo thỏa thuận. Bảng A.1 đưa ra các thử nghiệm bắt buộc hoặc các thử nghiệm tùy chọn và nên sử dụng bảng này để đánh dấu các thử nghiệm tùy chọn đã được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất. Các hạng mục thử nghiệm cụ thể đối với các động cơ điện kéo một chiều được quy định trong Phụ lục C.

Đối với tất cả các hệ thống điện kéo thiết kế mới, các thử nghiệm quy định trong tiêu chuẩn này phải được thực hiện trên một hệ thống điện kéo mới trừ khi nhà sản xuất chứng minh được sự tuân thủ (đối với một, một số hoặc tất cả các phép thử) với tiêu chuẩn này, thông qua các thử nghiệm được thực hiện trên hệ thống điện kéo hiện có. Việc thực hiện này phải tuân theo thỏa thuận trong hợp đồng giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Nếu quyết định thực hiện sửa đổi thiết kế của các tổng thành sau khi đã thực hiện thử nghiệm phối hợp, thì tác động của việc sửa đổi này đối với hiệu năng của hệ thống điện kéo phải được đánh giá lại. Khi đó, đơn vị sử dụng và nhà sản xuất có thể thỏa thuận về việc có thực hiện lại thử nghiệm phối hợp hay chỉ thực hiện một số thử nghiệm có liên quan. Các sửa đổi về phần mềm có thể được thẩm định bằng các thử nghiệm về phần mềm thích hợp (ví dụ: sử dụng trình mô phỏng theo thời gian thực).

Các phiên bản được sử dụng của tất cả các tổng thành (bao gồm cả phần mềm) phải có thể truy vết được đối với từng thử nghiệm, nếu có liên quan.

Đơn vị sử dụng và nhà sản xuất có thể thỏa thuận với nhau để thực hiện thử nghiệm trên bộ thử hoặc thực hiện thử nghiệm trên phương tiện. Thử nghiệm có thể được chia làm 2 bước, bước 1 thực hiện trên bộ thử và bước 2 thực hiện trên phương tiện. Các thử nghiệm kiểu loại trên phương tiện được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 11854:2017. Một số thử nghiệm có thể được thực hiện khi thử nghiệm phối hợp. Việc phê duyệt các thử nghiệm này là tùy thuộc vào thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà

sản xuất.

Kế hoạch thử nghiệm và chỉ dẫn kỹ thuật thử nghiệm đối với thử nghiệm phối hợp hệ thống điện kéo nên được nộp cho đơn vị sử dụng và được đơn vị sử dụng chấp thuận. Sau khi thử nghiệm, nộp kết quả thử nghiệm cho đơn vị sử dụng. Dữ liệu thô và các quy trình đánh giá không cần phải đưa vào báo cáo kết quả thử nghiệm.

## **6 Các điều kiện chung về thử nghiệm**

### **6.1 Thiết lập thử nghiệm**

#### **6.1.1 Thiết lập hệ thống điện kéo thử nghiệm**

Các tổng thành cần trang bị các cảm biến nhiệt độ do nhà sản xuất đề xuất thống nhất với đơn vị sử dụng.

Khi đã thống nhất, nhà cung cấp phải trang bị các cảm biến nhiệt độ cho các tổng thành của hệ thống điện kéo. Nhà cung cấp tổng thành có trách nhiệm xác định vị trí tốt nhất để lắp đặt cảm biến nhiệt độ tùy thuộc vào nhiệt độ cao nhất dự kiến. Nếu không thể lắp đặt cảm biến nhiệt độ tại điểm nóng nhất thì nhà cung cấp tổng thành phải quy định về việc hiệu chỉnh nhiệt độ.

Các điều kiện về đi dây điện chính xác trên tàu là không bắt buộc trong quá trình thiết lập hệ thống điện kéo thử nghiệm.

#### **6.1.2 Cấu trúc bộ thử**

##### **6.1.2.1 Yêu cầu chung**

Cấu trúc bộ thử phải bao gồm những hạng mục sau:

- a) Nguồn cung cấp điện cho bộ thử;
- b) Hệ thống mô phỏng phụ tải kéo;
- c) Nguồn cung cấp điện phụ và tải phụ.

##### **6.1.2.2 Nguồn cung cấp điện cho bộ thử**

Nguồn cung cấp điện cho bộ thử nên cung cấp được ở dải điện áp rộng để có thể làm việc theo các điều kiện quy định trong tiêu chuẩn TCVN 11852:2017 (hoặc quy định khác nếu nằm ngoài dải điện áp của tiêu chuẩn TCVN 11852:2017). Dải điện áp hoặc giá trị giới hạn công suất của nguồn cung cấp điện phải được thỏa thuận với đơn vị sử dụng. Các đặc tính của hệ thống điện kéo trong vùng điện áp vượt quá các giá trị điện áp giới hạn có thể được thử nghiệm với các giá trị / thông số giới hạn giảm.

Điện cảm, điện dung, trở kháng, tần số và dạng sóng điện áp (sóng gợn, sóng đỉnh, sóng hài và can nhiễu) của hệ thống cung cấp điện không được ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống điện kéo và không ảnh hưởng đến các kết quả thử nghiệm.

6.1.2.3 Hệ thống mô phỏng phụ tải kéo

6.1.2.3.1. Yêu cầu chung

Chủ yếu có hai phương pháp sau để mô phỏng phụ tải cho hệ thống điện kéo:

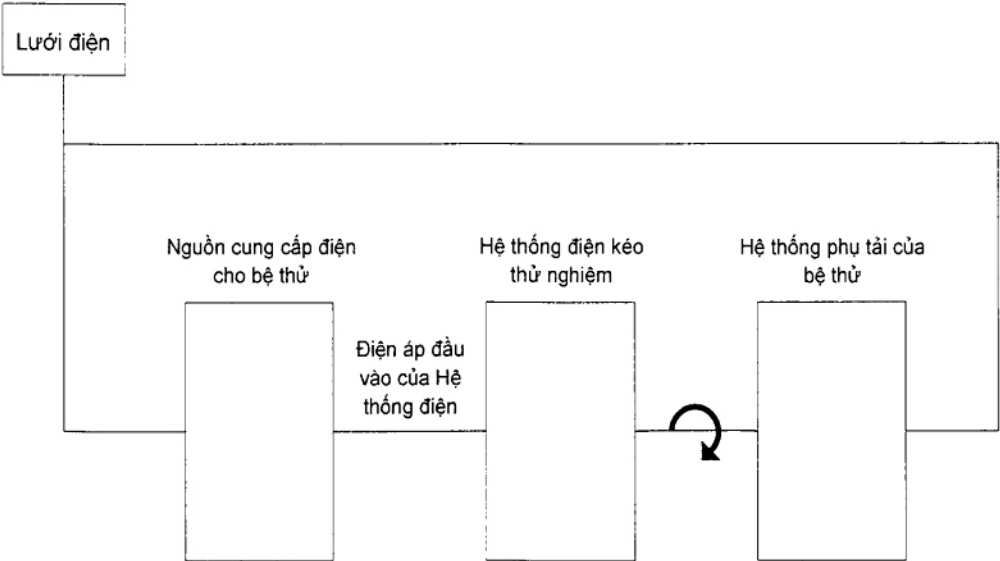
- a) Hệ thống phụ tải được kiểm soát bằng vận tốc;
- b) Phụ tải quán tính.

6.1.2.3.2. Hệ thống phụ tải được kiểm soát bằng vận tốc

Có các tùy chọn sau:

- a) Phương án 1:

Cơ năng được tạo ra từ hệ thống điện kéo thử nghiệm được biến đổi thành điện năng bởi hệ thống phụ tải và được trả trở lại lưới điện hoặc nguồn cung cấp điện cho bộ thử (xem Hình 5).



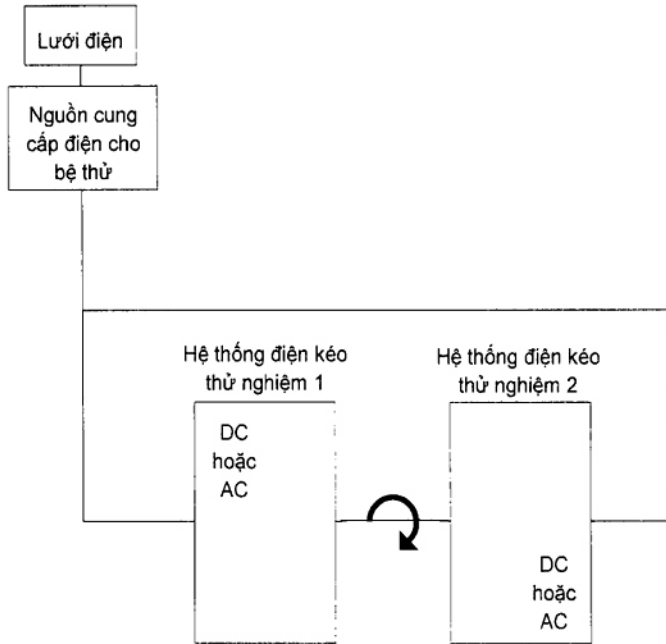
Hình 5 - Ví dụ về cấu trúc của bộ thử có hệ thống phụ tải được kiểm soát bằng vận tốc

- b) Phương án 2:

Sử dụng hai hệ thống điện kéo thử nghiệm giống hệt nhau lắp đặt đầu đầu ngược nhau như thể hiện 18

trên Hình 6.

Cơ năng tạo ra từ hệ thống điện kéo thử nghiệm được biến đổi thành điện năng bởi hệ thống điện kéo thử hai.



Hình 6 - Ví dụ về cấu trúc của bộ thử theo phương pháp lắp đầu đầu ngược nhau

#### 6.1.2.3.3. Phụ tải quán tính

Bánh đà được sử dụng để mô phỏng phụ tải quán tính tương đương với tải của phương tiện. Do các hạn chế của trang thiết bị trên bộ thử (có thể không chạy được với tốc độ không đổi khi có lực kéo), các điều kiện tải (ví dụ như mô-men xoắn tương ứng với thời gian) không nhất thiết phải giống với các điều kiện vận hành thực tế. Phương pháp tính toán có thể được sử dụng để chứng minh tính hợp lệ của phương pháp phụ tải quán tính và tính đại diện của các điều kiện tải để mô phỏng các điều kiện vận hành thực tế.

#### 6.1.2.4 Nguồn cung cấp điện phụ và tải phụ của tàu

##### 6.1.2.4.1. Yêu cầu chung

Phạm vi của mục này bao gồm tất cả các loại phụ tải bên ngoài hệ thống điện kéo nhưng được cấp điện từ hệ thống điện kéo, ví dụ, các loại tải phụ của tàu hoặc chính bộ biến đổi điện phụ khi được cấp điện bởi hệ thống điện kéo (từ đường cáp liên kết DC hoặc cuộn dây phụ của máy biến áp).

Tải phụ kéo là các loại tải cần thiết để vận hành hệ thống điện kéo, ví dụ: quạt làm mát động cơ, máy bơm nước.

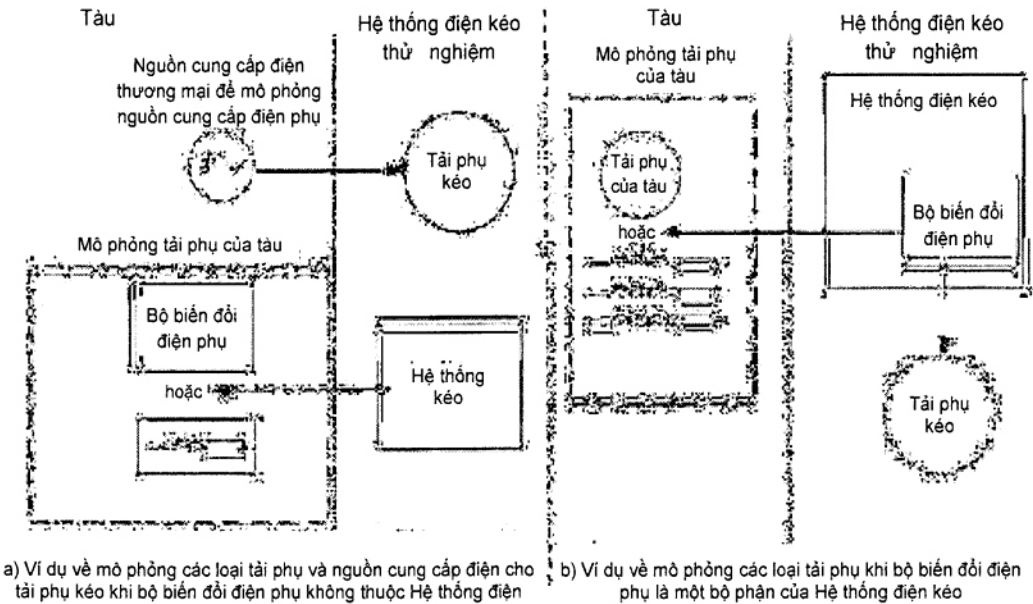
Tải phụ của tàu là một trong các loại tải tiêu thụ trên phương tiện được cấp điện bởi bộ biến đổi điện phụ hoặc hệ thống điện kéo nhưng không phải là thành phần quan trọng đối với hệ thống điện kéo, các loại tải phụ này có thể được mô phỏng bằng tải thụ động hoặc tải chủ động tương đương.

Nhà cung cấp hệ thống điện kéo quyết định việc liệu có mô phỏng các tải phụ này hay không tùy thuộc vào ảnh hưởng đến quá trình thẩm định.

**6.1.2.4.2. Nguồn cung cấp điện cho tải phụ**

Nguồn điện thương mại có thể được sử dụng cho tải phụ kéo.

Hình 7 đưa ra các ví dụ mô phỏng các loại tải phụ và nguồn cung cấp điện cho tải phụ kéo.



**Hình 7 - Các ví dụ về mô phỏng nguồn cung cấp điện cho tải phụ và tải kéo**

Trong ví dụ a) của Hình 7, bộ biến đổi điện phụ không thuộc hệ thống điện kéo thử nghiệm. Trong trường hợp này, tải thụ động hoặc tải chủ động tương đương có thể được sử dụng để mô phỏng bộ biến đổi điện phụ và nguồn điện thương mại có thể được sử dụng để cấp điện cho tải phụ kéo.

Trong ví dụ b) của Hình 7, bộ biến đổi điện phụ là một bộ phận của hệ thống điện kéo thử nghiệm. Trong trường hợp này, có thể sử dụng tải chủ động hoặc tải thụ động tương đương để mô phỏng các loại tải phụ của tàu.

## 6.2 Làm mát trong quá trình thử nghiệm

Hệ thống điện kéo phải được thử nghiệm cùng với hệ thống làm mát của hệ thống điện kéo (có tính đến việc giảm áp suất động của hệ thống làm mát):

- Giống như khi hệ thống điện kéo sẽ được sử dụng trong quá trình khai thác sau này, bao gồm đường ống dẫn và các bộ lọc được xem là một bộ phận của phương tiện; hoặc
- Bố trí, sắp xếp đưa ra các điều kiện tương đương.

Việc làm mát tỉ lệ với quá trình di chuyển của phương tiện có thể được mô phỏng cho các chi tiết của thiết bị được làm mát tự nhiên. Việc mô phỏng quá trình làm mát này được thực hiện theo thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Các phép đo các đặc tính bên trong (tốc độ dòng chảy, áp suất, nhiệt độ của chất làm mát, ...) được thực hiện để chứng tỏ rằng các điều kiện làm mát tương đương với các điều kiện quy định.

Nếu thử nghiệm không được thực hiện ở nhiệt độ môi trường lớn nhất quy định, các kết quả đo nhiệt độ phải được hiệu chỉnh tuyến tính (nhiệt độ môi trường xung quanh từ 10 °C đến 40 °C hoặc khi chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ môi trường lớn nhất quy định và nhiệt độ môi trường đo được nằm trong phạm vi  $\pm 30$  K) để ngoại suy kết quả đến nhiệt độ làm việc lớn nhất. Ngoài dải nhiệt độ đó, việc ngoại suy phải được thực hiện theo thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

## 6.3 Đo công suất cơ học

### 6.3.1 Yêu cầu chung

Mô men xoắn của hệ thống điện kéo thử nghiệm được đánh giá bằng tổng của tất cả các mô men xoắn của các động cơ điện kéo.

Công suất cơ học phải được đo trực tiếp trên (các) trục của động cơ điện kéo. Nếu hộp giảm tốc là một bộ phận trong quá trình thiết lập thử nghiệm thì mô men xoắn có thể được đo trên đầu ra của trục hộp giảm tốc.

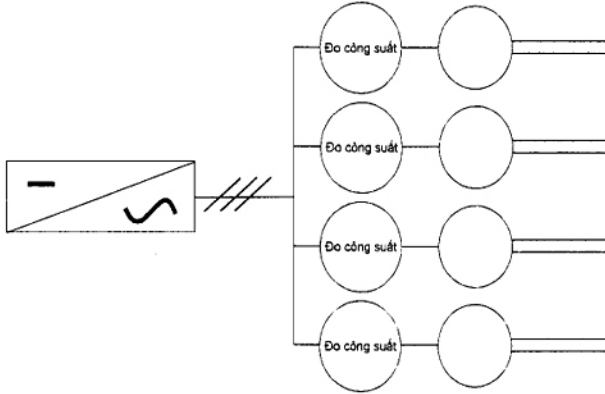
Ngoài ra, nếu được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất, công suất cơ học (của một hoặc tất cả các động cơ điện kéo của hệ thống điện kéo) có thể được suy ra từ các phương pháp thay thế. Các ví dụ về các phương pháp thay thế là:

- a) Phương pháp tổng tổn hao;
- b) Phương pháp so sánh công suất;
- c) Phương pháp so sánh dòng điện;

d) Phương pháp đấu đầu ngược nhau.

### 6.3.2 Phương pháp tổng tổn hao

Mô men xoắn trên các động cơ điện kéo có thể được tính toán theo các phương pháp được mô tả trong tiêu chuẩn IEC TS 60349-3 và việc tính toán công suất được thực hiện bằng phương pháp tổng tổn hao (xem Hình 8).



Hình 8 - Ví dụ về phép đo sử dụng phương pháp tổng tổn hao

$$P_{losses} = 3 \times R \times I^2 \quad (1)$$

Trong đó:

$P_{losses}$  Là tổn hao trở kháng của stato;

$R$  Là trở kháng của stato được lấy từ thử nghiệm kiểu loại của động cơ điện kéo được điều chỉnh phù hợp với nhiệt độ đo;

$I$  Là dòng điện pha cơ bản.

Mô men xoắn tương ứng với khe hở không khí được tính:

$$T_{air-gap} = \frac{60 \times (P_{el} - P_{losses} - P_{iron})}{2 \times \pi \times N_s} \quad (2)$$

Trong đó:

$T_{air-gap}$  Là mô men xoắn tương ứng với khe hở không khí;

$P_{el}$  Là công suất đầu vào cơ bản của động cơ điện kéo;



$P_{losses}$  Là tổn hao trở kháng của stato;

$P_{iron}$  Là tổn hao trở kháng của lõi sắt;

$N_s$  Là vận tốc (góc) đồng bộ của động cơ.

Mô men xoắn của động cơ điện kéo được tính:

$$T = T_{air-gap} - \frac{60 \times (P_f + P_{stray})}{2 \times \pi \times N} \quad (3)$$

Trong đó:

$T$  Là giá trị mô men xoắn của động cơ điện kéo;

$T_{air-gap}$  Là mô men xoắn tương ứng với khe hở không khí;

$P_f$  Là tổn hao ma sát lấy từ thử nghiệm kiểu loại của động cơ điện kéo;

$P_{stray}$  Là tổn hao tương ứng với từ thông rò phân tán được xác định theo tiêu chuẩn IEC TS 60349-3, nếu không lấy được từ các thử nghiệm kiểu loại của động cơ điện kéo;

$N$  Là tốc độ vòng quay cơ học của từng động cơ điện kéo.

Kết quả tính toán mô men xoắn là:

$$T = \frac{60}{2 \times \pi \times N} \times \left( (P_{el} - 3 \times R \times I^2 - P_{iron}) \times \left( \frac{N}{N_s} \right) - P_f - P_{stray} \right) \quad (4)$$

Phương pháp này chỉ áp dụng đối với động cơ không đồng bộ.

### 6.3.3 Phương pháp so sánh công suất

Nếu mô men xoắn của một động cơ điện kéo đo được là ( $T_1$ ), thì từng mô men xoắn riêng lẻ có thể được tính theo công thức sau (xem Hình 9):

$$\frac{T_i}{T_1} = \frac{N_1}{N_i} \times \frac{(P_{el_i} - 3 \times R_i \times I_i^2 - P_{iron_i}) \times N_i / N_{s_i} - P_{f_i} - P_{stray_i}}{(P_{el_1} - 3 \times R_1 \times I_1^2 - P_{iron_1}) \times N_1 / N_{s_1} - P_{f_1} - P_{stray_1}} \quad (5)$$

Trong đó:

$T_1$  Là mô men xoắn đo được của một động cơ điện kéo;

$P_{el_1}$  Là công suất đầu vào cơ bản của một động cơ điện kéo;

**TCVN 13893:2023**

$I_1$  Là dòng điện pha cơ bản;

$N_1$  Là tốc độ vòng quay cơ học của một động cơ điện kéo;

$R_1$  Là trở kháng của stato được lấy từ thử nghiệm kiểu loại của động cơ điện kéo được điều chỉnh phù hợp với nhiệt độ đo;

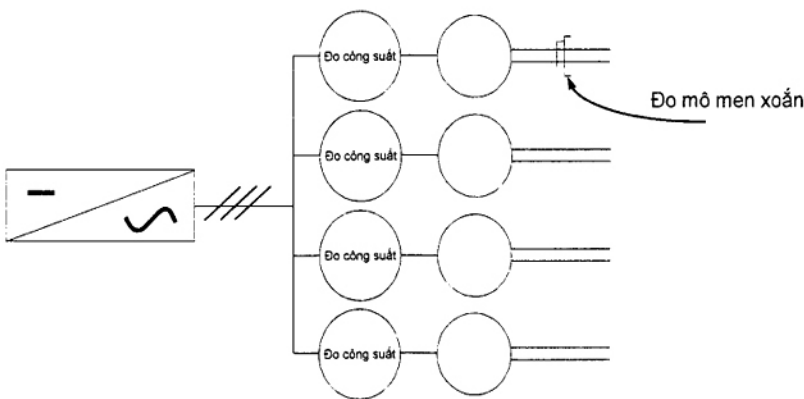
$P_{iron\_1}$  Là tổn hao trở kháng của lõi sắt động cơ điện kéo;

$N_{s\_1}$  Là vận tốc (góc) đồng bộ của động cơ;

$P_{f\_1}$  Là tổn hao ma sát của một động cơ điện kéo lấy từ thử nghiệm kiểu loại của động cơ điện kéo;

$P_{stray\_1}$  Là tổn hao tương ứng với từ thông rò phân tán của một động cơ điện kéo được xác định trong tiêu chuẩn IEC TS 60349-3, nếu không lấy được từ các thử nghiệm kiểu loại của động cơ điện kéo;

$T_i, P_{el\_i}, I_i, N_i, R_i, P_{iron\_i}, N_{s\_i}, P_{f\_i}, P_{stray\_i}$  Là các giá trị của các động cơ điện kéo khác.



**Hình 9 - Ví dụ về phép đo sử dụng phương pháp so sánh công suất**

Phương pháp này chỉ áp dụng đối với động cơ không đồng bộ.

Phương pháp so sánh công suất có thể được đơn giản hóa miễn là hiệu suất của các động cơ điện kéo thử nghiệm được giả định là như nhau và chênh lệch công suất nhỏ hơn hoặc bằng 20 %, (áp dụng cho tất cả các loại động cơ điện kéo):

$$T_i \approx T_1 \times P_{el\_i} / P_{el\_1} \times N_1 / N_i \quad (6)$$

Trong đó:

- $T_1$  Là mô men xoắn đo được của một động cơ điện kéo;
- $P_{el\_1}$  Là công suất đầu vào cơ bản của một động cơ điện kéo;
- $N_1$  Là tốc độ vòng quay cơ học của một động cơ điện kéo;
- $T_i, P_{el\_i}, N_i$  Là các giá trị của các động cơ điện kéo khác.

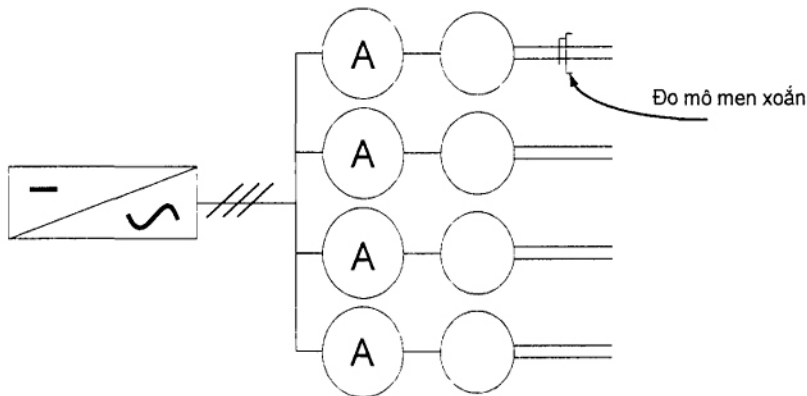
#### 6.3.4 Phương pháp so sánh dòng điện

Trong trường hợp các động cơ điện kéo mắc song song có tốc độ quay bằng nhau (ví dụ: tất cả các động cơ điện kéo được ghép nối một cách cơ học) và với điều kiện là hiệu suất và các hệ số công suất của động cơ điện kéo thử nghiệm được giả định là như nhau và chênh lệch dòng điện trong động cơ điện kéo nhỏ hơn hoặc bằng 5 %, tổng các mô men xoắn (thay vì đo mô men xoắn của từng trục) có thể được tính toán từ một giá trị mô men xoắn đo được (mô men xoắn chuẩn) và các dòng điện trong động cơ điện kéo đo được (hoặc tổng của chúng) (xem Hình 10):

$$T_i \approx T_1 \times I_{el\_i} / I_{el\_1} \quad (7)$$

Trong đó:

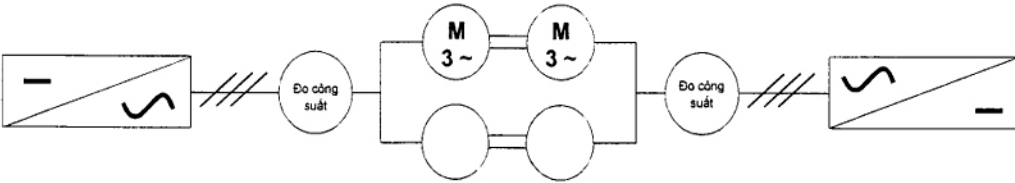
- $T_1$  Là mô men xoắn đo được của một động cơ điện kéo;
- $I_{el\_1}$  Là dòng điện cơ bản của một động cơ điện kéo;
- $T_i, I_{el\_i}$  Là các giá trị của các động cơ điện kéo khác.



Hình 10 - Ví dụ về phép đo sử dụng phương pháp so sánh dòng điện

#### 6.3.5 Phương pháp đầu đầu ngược chiều

Khi hiệu suất của các động cơ điện kéo thử nghiệm và các động cơ điện kéo có tải được giả định là như nhau, thì mô men xoắn được tính từ tổng công suất đo được của các động cơ điện kéo (cả động cơ điện kéo thử nghiệm và động cơ điện kéo có tải) (xem Hình 11).



Hình 11 - Ví dụ về phép đo sử dụng phương pháp đầu đầu ngược chiều

#### 6.4 Dung sai và độ chính xác của phép đo

Tiêu chí chấp nhận phải thể hiện các giá trị quy định với các giá trị giới hạn về dung sai có thể chấp nhận được và áp dụng cho các kết quả đo như được quy định dưới đây. Giá trị giới hạn về dung sai được xác định trong từng chỉ dẫn kỹ thuật thử nghiệm trong các điều khoản sau.

Các kết quả hiệu chỉnh là các giá trị đọc được hiệu chỉnh theo các sai số của hệ thống.

Chú thích 1: Sai số của hệ thống là các sai lệch hoặc các sai số được chỉ ra trên các đường cong chuẩn của các dụng cụ đo.

Kết quả đo là kết quả đã hiệu chỉnh được điều chỉnh theo cấp chính xác (trong tiêu chuẩn này được xem là cấp chính xác của thiết bị so với các mẫu chuẩn) của thiết bị đo. Kết quả đo phải nằm trong các giá trị giới hạn dung sai quy định.

Nhà sản xuất có trách nhiệm lựa chọn cấp chính xác thích hợp của thiết bị đo.

Chú thích 2: Chỉ áp dụng cho việc thẩm định các đặc tính quy định. Các đặc tính bên trong có thể được đo bằng các thiết bị đo của hệ thống điện kéo (chẳng hạn như bộ biến đổi dòng điện / điện áp, các giá trị được tính toán bằng phần mềm).

#### 6.5 Điều kiện môi trường

Nhiệt độ môi trường, áp suất và độ ẩm của không khí phải được ghi lại nếu có liên quan đến thử nghiệm. Các điều kiện môi trường đặc biệt mà cần thiết cho các thử nghiệm phải được mô tả trong chỉ dẫn kỹ thuật thử nghiệm.

### 7 Thử nghiệm đặc tính mô men xoắn

#### 7.1 Yêu cầu chung

Mục đích của thử nghiệm này là để chứng minh sự phù hợp với các đặc tính mô men xoắn quy định của hệ thống điện kéo. Thử nghiệm này phải được thực hiện bằng cách cho (các) động cơ điện kéo làm việc ở vận tốc quy định, sau đó tác dụng giá trị mômen xoắn chuẩn từ hệ thống điều khiển lực kéo.

Các thông số được mô tả trong các điều kiện thử nghiệm phải phù hợp với các thông số được sử dụng trong các đặc tính quy định, như được quy định trong Điều 4.

Tối thiểu phải vẽ các đường cong đặc tính đối với mô men xoắn chuẩn lớn nhất trên toàn bộ dải vận tốc áp dụng, trong quá trình kéo và hãm nếu sử dụng hãm điện. Cũng có thể phải vẽ các đường cong đặc tính ứng với mức  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  và  $\frac{3}{4}$  giá trị mô men xoắn chuẩn lớn nhất ở tất cả các vận tốc, nếu được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Nếu có các bộ giá trị chuẩn khác nhau (các đường cong đặc tính), ví dụ trong các điều kiện làm việc khác nhau, thì tất cả các bộ giá trị chuẩn phải được đo.

Các thử nghiệm đối với các đặc tính mô men xoắn bao gồm phép đo các đặc tính quy định (xem Điều 4):

- Mô men xoắn tương ứng với vận tốc;

Và các đặc tính bên trong (các hạng mục được khuyến nghị):

- Dòng điện hiệu dụng cơ bản của từng pha động cơ (hoặc mômen xoắn tương ứng);
- Tổng dòng điện hiệu dụng của từng pha động cơ;
- Điện áp hiệu dụng cơ bản của pha-pha động cơ (hoặc chỉ số điều chế);
- Tổng điện áp hiệu dụng pha-pha động cơ hoặc hàm lượng sóng hài;
- Điện áp đường cáp liên kết DC;
- Điện áp đường dây.

Nhiệt độ là một thông số quan trọng ảnh hưởng đến mô men xoắn đầu ra, đặc biệt đối với hệ thống điện kéo sử dụng các động cơ không đồng bộ và PMM. Các thử nghiệm đặc tính mô men xoắn bao gồm thử nghiệm ở trạng thái động cơ điện kéo nóng và động cơ điện kéo nguội.

## **7.2 Thử nghiệm đặc tính mô men xoắn của động cơ điện kéo ở trạng thái nóng**

### **7.2.1 Mục đích thử nghiệm**

Mục đích của việc thử nghiệm là để chứng minh sự phù hợp với các đặc tính mô men xoắn quy định khi động cơ điện kéo ở trạng thái nóng.

### **7.2.2 Điều kiện thử nghiệm**

Các động cơ điện kéo ở trạng thái nóng khi nhiệt độ cuộn dây của stato bằng nhiệt độ chuẩn quy định trong tiêu chuẩn IEC 60349 hoặc tùy thuộc vào thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất, với giá trị dung sai cho phép là  $\pm 20$  K.

Để đạt được trạng thái nóng, có thể sử dụng một trong các phương pháp sau:

- a) Cho hệ thống làm việc và cấp tải cho động cơ (ở trạng thái tải không đổi hoặc các loại tải khác) cho đến khi nhiệt độ đo được ở cuộn dây của stato đạt đến trạng thái nóng, nhiệt độ này phải được chọn để đại diện cho nhiệt độ nóng trung bình;
- b) Cho hệ thống làm việc theo điều kiện thử nghiệm được quy định trong Điều 9 hoặc điều kiện tương đương miễn là đạt được trạng thái nóng quy định trong quá trình thử nghiệm.

### **7.2.3 Quy trình thử nghiệm**

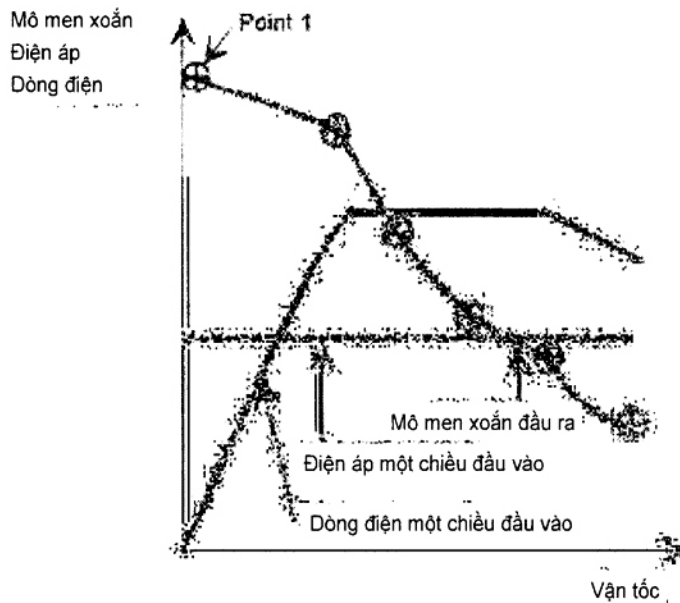
Thử nghiệm này có thể được thực hiện bằng cách đo mô men xoắn ở:

- a) Vận tốc không đổi

Nên đo luân phiên ở vận tốc thấp và vận tốc cao để nhiệt độ của động cơ luôn ổn định nhất có thể. Các phép đo phải được thực hiện nhanh để giữ cho nhiệt độ của cuộn dây trong động cơ nằm trong dải quy định trong 7.2.2.

Số lượng các điểm được vẽ trên đồ thị phải đủ để có một cái nhìn chính xác về các đặc tính này. Hình 12 đưa ra các ví dụ về số điểm cần thiết phải thể hiện.

Điểm 1



**Hình 12 – Đặc tính mô men xoắn của hệ thống điện kéo**

**b) Dải vận tốc**

Phép đo mô men xoắn được thực hiện với đặc tính mô men xoắn trong Hình 12, quét trong quá trình kéo từ không đến vận tốc lớn nhất và trong quá trình hãm từ vận tốc lớn nhất về vận tốc nhỏ nhất.

Chú thích: Trong trường hợp dải vận tốc, khối lượng quán tính của rôto động cơ điện kéo ảnh hưởng đáng kể đến phép đo mô men xoắn trên trục động cơ điện kéo.

**7.2.4 Tiêu chí chấp nhận**

Chênh lệch giữa kết quả đo tổng các mômen xoắn (như được quy định trong 6.3 và trong 6.4) và giá trị quy định phải nằm trong dung sai  $\pm 5\%$  giá trị quy định từ vận tốc thấp nhất (Điểm 1 trên Hình 12) đến 90 % tốc độ vòng quay làm việc lớn nhất.

**7.3 Thử nghiệm các đặc tính mô men xoắn của động cơ điện kéo ở trạng thái nguội**

**7.3.1 Mục đích thử nghiệm**

Thử nghiệm này nhằm chứng minh sự phù hợp với các đặc tính mô men xoắn quy định của hệ thống điện kéo khi động cơ điện kéo ở trạng thái nguội.

**7.3.2 Điều kiện thử nghiệm**

Động cơ điện kéo ở trạng thái nguội khi chênh lệch nhiệt độ giữa động cơ điện kéo (stato, cuộn dây

của stato hoặc khung) và môi trường xung quanh nằm trong khoảng 20 K.

Trạng thái nguội có thể đạt được bằng cách duy trì động cơ điện kéo ở trạng thái tắt, ở nhiệt độ môi trường hoặc làm mát bằng không khí cưỡng bức.

### **7.3.3 Quy trình thử nghiệm**

Phép đo phải được thực hiện ngay sau khi hệ thống đã được khởi động. Các phép đo phải được thực hiện tại một điểm duy nhất ở tốc độ thấp nhất (điểm 1 trên Hình 12, điểm này đã được đo ở trạng thái nóng của hệ thống trong 7.2.3).

### **7.3.4 Tiêu chí chấp nhận**

Chênh lệch giữa kết quả đo tổng các mômen xoắn (như được quy định trong 6.3 và trong 6.4) và giá trị quy định phải nằm trong dung sai  $\pm 5 \%$  giá trị quy định.

## **7.4 Mômen khởi động ở vận tốc không**

### **7.4.1 Mục đích thử nghiệm**

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra khả năng của hệ thống điện kéo tạo ra mô men xoắn lớn nhất ở vận tốc bằng 0, ví dụ: bằng cách khóa rôto hoặc sử dụng phương pháp tương đương.

Thử nghiệm này chỉ bắt buộc đối với các hệ thống điện kéo của đầu máy.

Thử nghiệm này có thể được thay thế bằng thử nghiệm đặc tính mô men xoắn khi động cơ điện kéo ở trạng thái nguội, nếu vận tốc nhỏ nhất được quy định trong 7.3.3 bằng không.

### **7.4.2 Điều kiện thử nghiệm**

Thử nghiệm phải được thực hiện trên ít nhất một động cơ điện kéo, ở trạng thái nóng và nguội như được quy định trong 7.2.2 và 7.3.2.

### **7.4.3 Quy trình thử nghiệm**

Khi rôto bị khóa, động cơ điện kéo được vận hành ở mô men xoắn chuẩn lớn nhất và sau đó thực hiện đo mô men xoắn.

### **7.4.4 Tiêu chí chấp nhận**

Chênh lệch giữa kết quả đo và giá trị quy định phải nằm trong dung sai  $\pm 5 \%$  của giá trị quy định.

## **8 Thử nghiệm đo hiệu suất và mức tiêu thụ năng lượng**



## 8.1 Yêu cầu chung

Mục đích của thử nghiệm này là để chứng minh sự phù hợp với các đặc tính hiệu suất hoặc mức tiêu thụ năng lượng quy định của hệ thống điện kéo.

Hiệu suất của hệ thống điện kéo là tỷ số giữa công suất đầu ra và tổng công suất nguồn đầu vào cần thiết để biến đổi công suất điện thành công suất cơ học đầu ra.

Mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống điện kéo là tổng mức năng lượng được tiêu thụ từ tổng các nguồn công suất đầu vào để vận hành các động cơ trên một đặc tính của tuyến cụ thể.

Chú thích: Các nguồn công suất đầu vào là công suất đầu vào của đường dây, công suất đầu vào của máy phát điện, công suất đầu vào của hệ thống cấp điện phụ (ví dụ các thiết bị điều khiển, kích từ của các động cơ điện kéo một chiều) cần thiết để vận hành hệ thống điện kéo.

Đơn vị sử dụng và nhà sản xuất phải thỏa thuận việc thực hiện phép đo hiệu suất hoặc mức tiêu thụ năng lượng.

Tất cả các tổng thành của hệ thống điện kéo như được định nghĩa trong 3.2 phải được phối hợp nếu chúng có liên quan trực tiếp đến hệ thống điện kéo. Nếu bộ biến đổi điện phụ là một phần của hệ thống điện kéo thì nó chỉ được đặt tải ứng với tải tương ứng của hệ thống điện kéo. Công suất của các thiết bị phụ khác và tổn hao trong các tổng thành kéo để tạo ra công suất này phải không được coi là liên quan đến hệ thống điện kéo.

Nếu phạm vi của hệ thống điện kéo thử nghiệm khác với phạm vi của hệ thống điện kéo trên, ví dụ máy biến áp và hệ thống phụ chỉ được sử dụng một phần thì các đặc tính quy định phải được xác định theo phạm vi của hệ thống điện kéo thử nghiệm.

Nếu việc làm mát được kiểm soát bằng các cảm biến nhiệt độ thì phải xem xét đến vấn đề này và các thiết bị làm mát phải làm việc theo quy định. Nhiệt độ môi trường phải được ghi lại. Nếu không thể thực hiện được (ví dụ như không có hệ thống kiểm soát việc làm mát) thì hệ thống làm mát có thể được vận hành hết công suất và nhu cầu công suất làm mát giảm có thể được xem xét thông qua tính toán.

Hiệu suất và tổn hao của hệ thống điện kéo tại các điểm làm việc quy định ở trạng thái ổn định (ở mức đầy tải hoặc một phần tải) có thể được đo trực tiếp bằng phép đo trực tiếp công suất đầu vào và công suất đầu ra hoặc bằng phép đo trực tiếp tổn hao hoặc đo bằng cách thiết lập thử nghiệm đầu đầu ngược chiều hoặc có thể sử dụng phương pháp tổng hợp các tổn hao hoặc kết hợp các phương pháp trên.

## 8.2 Các đặc tính về hiệu suất

### 8.2.1 Mục đích thử nghiệm

## TCVN 13893:2023

Mục đích của thử nghiệm này là để đo và thẩm định hiệu suất của hệ thống điện kéo trong các điều kiện vận hành quy định.

### 8.2.2 Điều kiện thử nghiệm

Hiệu suất có thể được đo trong các thử nghiệm ở mục 7.2.

### 8.2.3 Quy trình thử nghiệm

Các thử nghiệm đối với các đặc tính hiệu suất bao gồm các phép đo:

- a) Các đặc tính quy định và các điều kiện làm việc liên quan:
  - Hiệu suất tương ứng với vận tốc và mô men xoắn;
  - Điện áp đường dây;
  - Nhiệt độ tương ứng với hiệu suất.

Vì hiệu suất không được đo trực tiếp nên các phép đo sau phải được thực hiện đồng thời để tính toán hiệu suất:

- Vận tốc, mô men xoắn, công suất làm việc của tất cả các nguồn cấp điện đầu vào.
- b) Các đặc tính bên trong (các hạng mục khuyến nghị):
  - Dòng điện trên đường dây.

### 8.2.4 Tiêu chí chấp nhận

Các giá trị đo phải đạt được:

$$1 - \eta_M < (1 - \eta_S) \times 1,15 \quad (8)$$

Trong đó:

$\eta_M$  Là hiệu suất đo được;

$\eta_S$  Là hiệu suất quy định;

Chú thích: 15 % là dung sai cho phép về tổn hao trên tổng thành theo tiêu chuẩn IEC 60349.

## 8.3 Đo mức tiêu thụ năng lượng theo đặc tính của tuyến

### 8.3.1 Mục đích thử nghiệm

Mục đích của thử nghiệm này là để đo và thẩm định mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống điện kéo theo đặc tính của tuyến quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thử nghiệm.

Điều kiện tải có thể khác với điều kiện thực tế do những hạn chế của trang thiết bị trên bộ thử. Thử nghiệm này nhằm mục đích thẩm tra các giá trị thiết kế so với các kết quả đo trong các điều kiện thử nghiệm.

### 8.3.2 Điều kiện thử nghiệm

Điều kiện thử nghiệm tuân theo đặc tính của tuyến được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thử nghiệm, trong đó các đặc tính được xác định trong Điều 4.

Các đặc tính của tuyến phải được tính toán lại trước khi thử nghiệm bằng cách sử dụng kết quả của các đặc tính mô men xoắn mô tả trong Điều 7, thay vì mô men xoắn chuẩn.

### 8.3.3 Quy trình thử nghiệm

Các thử nghiệm đo mức tiêu thụ năng lượng bao gồm phép đo các mục sau:

- a) Các đặc tính quy định và các điều kiện làm việc liên quan:
  - Mức tiêu thụ năng lượng tương ứng với thời gian;
  - Điện áp đường dây tương ứng với thời gian;
  - Nhiệt độ liên quan đến mức tiêu thụ năng lượng;
  - Công suất đường dây (hoặc dòng điện đường dây) tương ứng với thời gian;
  - Tốc độ vòng quay của động cơ điện kéo tương ứng với thời gian;
- b) Các đặc tính bên trong (các hạng mục được khuyến nghị):
  - Mô men xoắn chuẩn tương ứng với thời gian.

Phép đo năng lượng phải được làm rõ để phân biệt rõ giữa năng lượng tiêu thụ và năng lượng trả lại hệ thống.

Mức tiêu thụ năng lượng phải được đo bằng phép đo công suất đầu vào và sự kết hợp với thời gian hoặc đo trực tiếp bằng hệ thống đo năng lượng. Cả hai phương pháp đo phải tuân theo các yêu cầu của tiêu chuẩn liên quan về đo năng lượng.

Các phương pháp thay thế có thể được sử dụng theo thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

### 8.3.4 Tiêu chí chấp nhận

**TCVN 13893:2023**

Mức tiêu thụ năng lượng đo được (tính bằng kWh) phải phù hợp với mức tiêu thụ năng lượng quy định với dung sai cho phép là  $\pm 10\%$ , trừ khi có quy định khác.

**9 Thử nghiệm tăng nhiệt độ**

**9.1 Yêu cầu chung**

Mục đích của thử nghiệm này là để thẩm tra các giá trị thiết kế về nhiệt độ so với các kết quả đo trong các điều kiện thử nghiệm.

Thử nghiệm tăng nhiệt độ được thực hiện bằng một trong các phương pháp sau:

- Thử nghiệm với tải không đổi (9.2);
- Thử nghiệm với tải theo đặc tính của tuyến (9.3).

Phương pháp thử nghiệm sử dụng phải được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Điều kiện tải có thể khác với điều kiện thực tế do các hạn chế của các trang thiết bị trên bộ thử. Trong trường hợp này, nhà sản xuất phải chứng minh rằng kết quả thử nghiệm là tương đương.

Phải đo trị số nhiệt độ gia tăng của các tổng thành của hệ thống điện kéo thử nghiệm. Các tổng thành cần được giám sát trong quá trình thử nghiệm tăng nhiệt độ phải được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất. Được phép thực hiện thử nghiệm tăng nhiệt độ mà không cần có sự tham gia của các tổng thành không ảnh hưởng đến việc tăng nhiệt độ của hệ thống điện kéo.

Thử nghiệm tăng nhiệt độ khi có sự chênh lệch về đường kính bánh xe có thể được thực hiện ở trạng thái tải không đổi hoặc theo đặc tính của tuyến. Phương pháp thử nghiệm sử dụng phải được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

**9.2 Thử nghiệm tăng nhiệt ở trạng thái tải không đổi**

**9.2.1 Mục đích thử nghiệm**

Thử nghiệm này nhằm chứng minh rằng việc tăng nhiệt không vượt quá các giá trị thiết kế, tại các thông số danh nghĩa của hệ thống đã được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

**9.2.2 Điều kiện thử nghiệm**

Tại các thông số danh nghĩa của hệ thống điện kéo thử nghiệm được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất, hệ thống này phải được đặt tải theo 6.1.2 trong quá trình kéo hoặc hãm (hoặc cả hai nếu cần thẩm tra tất cả các tổng thành) và thực hiện hãm điện trở hoàn toàn để kiểm tra các bộ điện trở hãm (nếu trong phạm vi thử nghiệm), liệu cái nào sẽ gây ra sự tăng nhiệt độ cao hơn.

Thời gian để đạt đến nhiệt độ ổn định có thể được rút ngắn bằng cách bắt đầu thử nghiệm ở một mức tải gia tăng hoặc giảm chế độ thông gió của một số tổng thành của hệ thống, miễn là sau đó các trạng thái danh nghĩa được duy trì trong ít nhất 2 h hoặc cho đến khi chứng minh được bằng các phương thức phù hợp rằng đã đạt được nhiệt độ ổn định trên tất cả các tổng thành riêng lẻ liên quan (thay đổi nhiệt độ phải nhỏ hơn 4 K trong vòng 1 h).

### 9.2.3 Quy trình thử nghiệm

Đo giá trị tăng nhiệt của tất cả các bộ phận liên quan và của các chất làm mát, ví dụ:

- Stato của động cơ điện kéo;
- Rôto của động cơ điện kéo (bằng cảm biến nhiệt độ hoặc các giá trị tính toán từ phần mềm điều khiển kéo), như là đặc tính bên trong;
- Chất làm mát bộ biến tần hoặc bộ tần nhiệt;
- Chất làm mát máy biến áp trong trường hợp nguồn cấp là điện xoay chiều, chất làm mát cuộn kháng đường dây trong trường hợp nguồn cấp là điện một chiều;
- Bộ điện trở hãm (nếu trong phạm vi thử nghiệm);
- Nhiệt độ môi trường xung quanh.

Không yêu cầu phải đo trực tiếp nhiệt độ của cuộn dây vì nó đã được đo trong thử nghiệm kiểu loại. Chỉ cần đánh giá và so sánh nhiệt độ của chất làm mát với nhiệt độ của chất làm mát từ thử nghiệm kiểu loại là đủ. Trong trường hợp chỉ một phần của cuộn dây máy biến áp được sử dụng trong thử nghiệm thì phép đo độ tăng nhiệt máy biến áp là tùy chọn.

### 9.2.4 Tiêu chí chấp nhận

Nhiệt độ đo được phải thể hiện rằng nhiệt độ của tất cả các tổng thành liên quan nằm trong giới hạn theo các tiêu chuẩn và chỉ dẫn kỹ thuật liên quan.

## 9.3 Thử nghiệm tăng nhiệt độ theo đặc tính của tuyến

### 9.3.1 Mục đích thử nghiệm

Thử nghiệm này nhằm chứng minh rằng việc tăng nhiệt độ không vượt quá các giá trị thiết kế theo đặc tính của tuyến quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thử nghiệm tại các thông số danh nghĩa của hệ thống đã được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

### 9.3.2 Điều kiện thử nghiệm

## **TCVN 13893:2023**

Các điều kiện thử nghiệm tương tự như trong 8.3.2 trừ khi có quy định khác.

Giá trị tăng nhiệt độ nên được đo khi xem xét các nhiệt độ đỉnh lặp lại như được xác định trong Điều 4 và 3.9. Đặc tính của tuyến được tiếp tục sử dụng cho đến khi hệ thống đạt tới nhiệt độ ổn định (mức tăng nhiệt độ đỉnh lặp lại trong các chu kỳ làm việc liên tiếp phải nhỏ hơn 4 K trong vòng 1 h hoặc trong trường hợp các chu kỳ dài hơn 1 h, 4K tại cùng thời điểm của hai chu kỳ làm việc liên tiếp). Thời gian để đạt đến nhiệt độ ổn định có thể được rút ngắn bằng cách bắt đầu thử nghiệm tại các thông số danh nghĩa tương đương được tính toán và tiếp tục với các chu kỳ lặp lại.

Thay vào đó, thử nghiệm có thể được thực hiện bằng cách tái tạo lại các hoạt động hàng ngày của phương tiện.

### **9.3.3 Quy trình thử nghiệm**

Quy trình thử nghiệm tương tự như trong 8.3.3 trừ khi có quy định khác.

Đo độ tăng nhiệt độ của tất cả các bộ phận liên quan và các chất làm mát, ví dụ:

- Stato của động cơ điện kéo;
- Tất cả các nhiệt độ đỉnh liên quan theo Điều 4;
- Rôto của động cơ điện kéo (bằng cảm biến nhiệt độ hoặc các giá trị tính toán từ phần mềm điều khiển lực kéo), như là đặc tính bên trong;
- Chất làm mát bộ biến tần hoặc nhiệt độ tản nhiệt;
- Chất làm mát máy biến áp trong trường hợp nguồn cấp là điện xoay chiều, chất làm mát cuộn kháng đường dây trong trường hợp nguồn cấp là điện một chiều.
- Bộ điện trở hãm (nếu trong phạm vi thử nghiệm);
- Nhiệt độ môi trường xung quanh.

Không yêu cầu phải đo trực tiếp nhiệt độ của cuộn dây vì nhiệt độ này đã được đo trong quá trình thử nghiệm kiểu loại. Chỉ cần đánh giá và so sánh nhiệt độ của các chất làm mát với nhiệt độ của chất làm mát từ thử nghiệm kiểu loại là đủ. Trong trường hợp chỉ một phần của các cuộn dây máy biến áp được sử dụng trong thử nghiệm, thì phép đo độ tăng nhiệt máy biến áp là tùy chọn.

### **9.3.4 Tiêu chí chấp nhận**

Nhiệt độ đo được phải thể hiện rằng nhiệt độ của tất cả các tổng thành liên quan nằm trong giới hạn theo các tiêu chuẩn và chỉ dẫn kỹ thuật liên quan.

9.4 Thử nghiệm khi có sự chênh lệch đường kính bánh xe đối với các động cơ không đồng bộ mắc song song

9.4.1 Yêu cầu chung

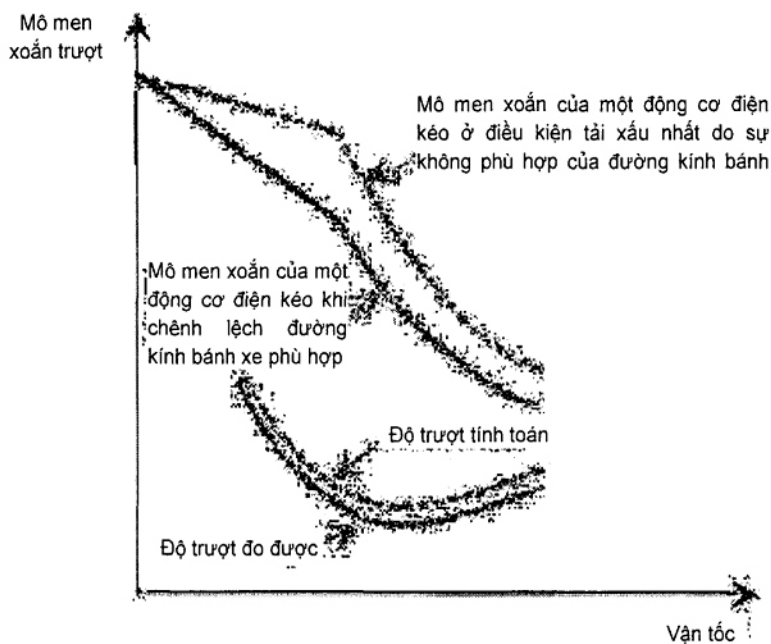
Thử nghiệm phải được thực hiện ở trạng thái tải không đổi hoặc theo đặc tính của tuyến.

9.4.2 Mục đích thử nghiệm

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra nhiệt độ của động cơ điện kéo và các phản ứng của hệ thống bảo vệ (giảm mô men xoắn) khi có sự chênh lệch về vận tốc do chênh lệch đường kính bánh xe.

Thử nghiệm này chỉ áp dụng cho động cơ không đồng bộ.

Hình 13 đưa ra một ví dụ về ảnh hưởng của sự không phù hợp của đường kính bánh xe đến đặc tính mô men xoắn và sự tiến triển của hiện tượng trượt:



Chú thích 1: Độ trượt tính toán bằng:

$$s_c = s \pm (\Delta D / D) [(n-1) / n] \quad (9)$$

(+ khi kéo, - khi hãm)

Trong đó:

## TCVN 13893:2023

$s_c$  Là độ trượt tính toán;

$s$  Là độ trượt đo được trong các thử nghiệm đặc tính (động cơ điện kéo ở trạng thái nóng, tham khảo 7.2);

$n$  Là số lượng động cơ điện kéo mắc song song;

$\Delta D/D$  Là chênh lệch lớn nhất về đường kính bánh xe.

Chú thích 2: Chênh lệch vận tốc bánh xe cũng có thể do trượt bánh xe gây ra. Trong trường hợp này, các điều kiện quá tải của động cơ điện kéo không thể được xác định rõ ràng. Điều kiện này không được xem xét ở đây.

### **Hình 13 – Tác động của sự không phù hợp về đường kính bánh xe ảnh hưởng đến đặc tính mô men xoắn của động cơ không đồng bộ**

#### **9.4.3 Điều kiện thử nghiệm**

Các điều kiện thử nghiệm được quy định trong 9.2.2 và 9.3.2.

#### **9.4.4 Quy trình thử nghiệm**

##### **9.4.4.1 Yêu cầu chung**

Đo độ tăng nhiệt của các bộ phận sau của động cơ điện kéo ở trạng thái tải cao nhất:

- Stato của động cơ điện kéo;
- Rôto của động cơ điện kéo (bằng cảm biến nhiệt độ hoặc các giá trị tính toán từ phần mềm điều khiển lực kéo), như là đặc tính bên trong.

##### **9.4.4.2 Trường hợp 1 - Nhiệt độ động cơ điện kéo tăng**

###### **9.4.4.2.1. Yêu cầu chung**

Khi một số động cơ không đồng bộ được cấp nguồn song song bởi một bộ biến tần, sự chênh lệch về đường kính bánh xe có thể làm cho một số động cơ điện kéo rơi vào các điều kiện tải xấu nhất của chúng. Nếu bộ điều khiển được thiết kế để cho phép một số động cơ điện kéo rơi vào các điều kiện tải xấu nhất của chúng, thì phải thực hiện thử nghiệm tăng nhiệt độ bổ sung cho động cơ điện kéo đó.

Thử nghiệm này có thể được thực hiện bằng một trong ba phương pháp sau:

- a) (Chỉ đối với tải không đổi) thử nghiệm khi có sự chênh lệch vận tốc không đổi của một động cơ điện kéo được xem xét. Vận tốc của các động cơ điện kéo mắc song song được điều khiển độc lập theo sự chênh lệch vận tốc tương ứng với sự chênh lệch đường kính bánh xe lớn nhất cho phép. Thử nghiệm phải được thực hiện trong điều kiện xấu nhất khi kéo hoặc khi hãm hoặc trong cả hai trường



hợp. Khi kéo, một động cơ điện kéo phải được làm cho có vận tốc thấp hơn các động cơ điện kéo còn lại, dẫn đến mô men xoắn cao hơn. Khi hãm, một động cơ điện kéo phải được làm cho có vận tốc cao hơn các động cơ điện kéo còn lại, dẫn đến mô men xoắn thấp hơn.

b) (Chỉ đối với đặc tính của tuyến) thử nghiệm khi có sự chênh lệch vận tốc không đổi của một động cơ điện kéo được xem xét. Vận tốc của các động cơ điện kéo mắc song song được điều khiển độc lập theo sự chênh lệch vận tốc tương ứng với sự chênh lệch đường kính bánh xe lớn nhất cho phép. Một động cơ điện kéo phải được điều khiển sao cho có vận tốc thấp hơn các động cơ điện kéo còn lại, dẫn đến mô men xoắn cao hơn khi kéo cũng như mô men xoắn thấp hơn khi hãm.

c) Hoặc thử nghiệm này có thể được thực hiện với một hoặc nhiều động cơ điện kéo ở cấp trượt không đổi tương đương trong các điều kiện quá tải theo sự chênh lệch đường kính bánh xe quy định. Thử nghiệm này phải xem xét rằng chỉ có một động cơ điện kéo vận hành một bánh xe có đường kính bánh xe chênh lệch lớn nhất. Tiêu chuẩn về điều khiển phải được sửa đổi sao cho độ trượt tương ứng với các điều kiện tải xấu nhất do sự chênh lệch lớn nhất cho phép về đường kính bánh xe, giữ cho các thông số khác (ví dụ từ thông) không thay đổi. Khả năng áp dụng của phương pháp này phải được chứng minh. Thử nghiệm có thể được thực hiện cùng với thử nghiệm kiểu loại của động cơ điện kéo.

Nếu được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất, thử nghiệm có thể được thay thế bằng phương pháp tính toán giá trị nhiệt độ gia tăng dựa trên các phép đo trong các thử nghiệm kiểu loại của các tổng thành và thử nghiệm phối hợp.

#### **9.4.4.2.2. Tiêu chí chấp nhận**

Độ tăng nhiệt của động cơ điện kéo trong điều kiện xấu nhất phải duy trì trong các giới hạn quy định và hệ thống phải phản ứng phù hợp. Tác động lên mô men xoắn cần phải được chứng minh.

#### **9.4.4.3 Trường hợp 2 – Mô men xoắn giảm**

##### **9.4.4.3.1. Yêu cầu chung**

Bộ điều khiển có thể được thiết kế để duy trì tất cả các động cơ điện kéo trong phạm vi tải sẽ áp dụng nếu không có sự chênh lệch đường kính bánh xe bằng cách giảm lực kéo. Do đó, tác động của sự chênh lệch đường kính bánh xe sẽ ảnh hưởng đến đặc tính mô men xoắn, hoặc sự tăng nhiệt độ của động cơ điện kéo hoặc cả hai.

Trong trường hợp này, khi bộ điều khiển được thiết kế để duy trì tất cả các động cơ điện kéo trong phạm vi tải cho phép bằng cách giảm lực kéo, một đặc tính mô men xoắn bổ sung nên đạt được. Điều này có thể được thực hiện bằng cách đo đạc, tính toán hoặc mô phỏng (ví dụ mô phỏng các tín hiệu vận tốc khác nhau), hoặc các thử nghiệm khác để chứng minh phản ứng bảo vệ của hệ thống có thể được thực hiện. Thử nghiệm có thể được thực hiện với các giá trị giới hạn giảm.

Nếu được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất, thử nghiệm có thể được thay thế bằng tính toán độ tăng nhiệt và mô men xoắn, dựa trên các phép đo trong thử nghiệm kiểu loại của các tổng thành và thử nghiệm phối hợp.

#### **9.4.4.3.2. Tiêu chí chấp nhận**

Phải thể hiện sự giảm mô men hoặc công suất của từng động cơ điện kéo độc lập hoặc tổng của tất cả các động cơ điện kéo và nhiệt độ phải được duy trì trong các giá trị giới hạn quy định.

### **10 Thử nghiệm chức năng hệ thống**

#### **10.1 Khởi động từ chuyển động lùi**

##### **10.1.1 Mục đích thử nghiệm**

Mục đích của thử nghiệm này là để chứng minh khả năng của hệ thống điện kéo để di chuyển phương tiện từ hướng lùi sang hướng tiến về phía trước, mô phỏng chức năng khởi động trên một số đường dốc.

Nếu khởi động từ chuyển động lùi không phải là một yêu cầu của hệ thống điện kéo thì không áp dụng thử nghiệm này.

##### **10.1.2 Điều kiện thử nghiệm**

Thử nghiệm phải được thực hiện trên bề thử để mô phỏng các loại phụ tải quy định của phương tiện trên đường dốc quy định.

Chú thích: Nhiệt độ động cơ điện kéo không liên quan đến thử nghiệm này.

##### **10.1.3 Quy trình thử nghiệm**

Hệ thống điện kéo thử nghiệm phải khởi động từ hướng lùi / ngược chiều và chuyển sang hướng tiến, ứng với mô men xoắn lớn nhất.

##### **10.1.4 Tiêu chí chấp nhận**

Hệ thống lực kéo thử nghiệm phải có khả năng tăng tốc theo hướng yêu cầu mà không bị gián đoạn hoạt động.

#### **10.2 Chuyển đổi giữa kéo - hãm**

##### **10.2.1 Mục đích thử nghiệm**

Mục đích của thử nghiệm này là để chứng minh khả năng của hệ thống thực hiện chuyển đổi từ trạng

thái kéo sang trạng thái hãm và ngược lại trong các điều kiện khác nhau.

Thử nghiệm này không áp dụng cho các động cơ điện kéo một chiều.

### 10.2.2 Điều kiện thử nghiệm

Thử nghiệm phải thực hiện các chuyển đổi sau (nếu có):

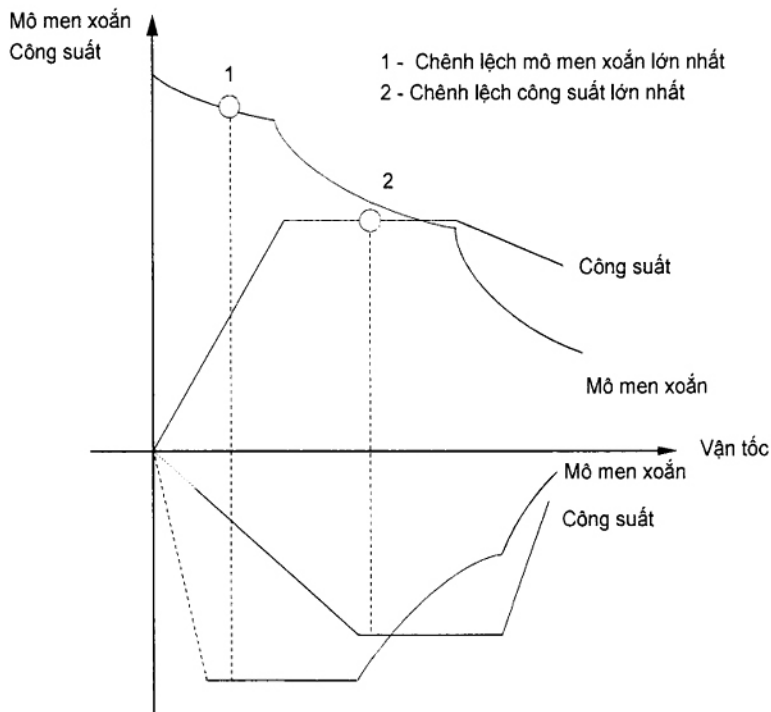
- Chuyển đổi từ chế độ kéo chuyển sang chế độ hãm điện trở, và ngược lại;
- Chuyển đổi từ chế độ kéo chuyển sang chế độ hãm tái sinh, và ngược lại.

Chú thích 1: Nhiệt độ động cơ điện kéo không liên quan đến thử nghiệm này.

Chú thích 2: Bao gồm cả việc chuyển đổi từ chế độ kéo sang chế độ hãm khẩn cấp, nếu có.

Quá trình chuyển đổi được thử nghiệm với mô men xoắn/công suất kéo/hãm lớn nhất ở hai vận tốc sau (xem Hình 14):

- Vận tốc ở điểm 1: Chênh lệch mô men xoắn lớn nhất giữa chế độ kéo và chế độ hãm;
- Vận tốc ở điểm 2: Chênh lệch công suất lớn nhất giữa chế độ kéo và chế độ hãm.



Hình 14 - Các điều kiện thử nghiệm đối với quá trình chuyển đổi kéo - hãm

### 10.2.3 Quy trình thử nghiệm

Quá trình chuyển đổi, ở tốc độ thay đổi lớn nhất của mô men xoắn chuẩn, được thực hiện bằng lệnh kéo/hãm ở từng điều kiện thử nghiệm.

### 10.2.4 Tiêu chí chấp nhận

Tốc độ thay đổi của mômen xoắn phải nằm trong các giá trị quy định.

Thay vì đo trực tiếp mô men xoắn, có thể đo các thông số khác, ví dụ: dòng điện trên đường dây, dòng điện trên động cơ điện kéo, công suất đầu vào.

Hệ thống điện kéo thử nghiệm phải có thể thực hiện các quá trình biến đổi theo yêu cầu mà không cần có bất kỳ hoạt động bảo vệ nào (ví dụ: quá dòng, quá áp, ...).

## 11 Sự thay đổi của điện áp đường dây

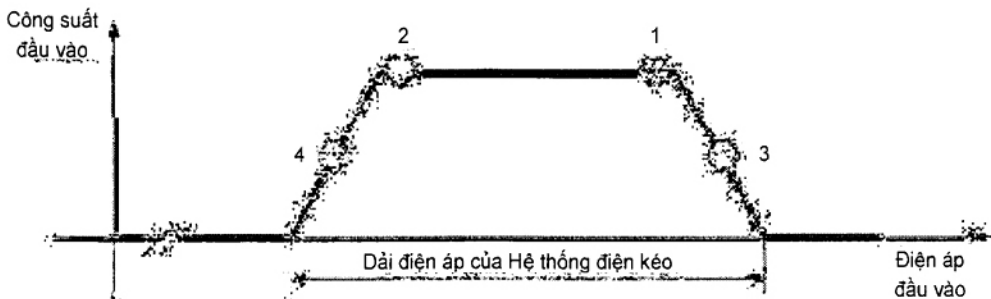
### 11.1 Mục đích thử nghiệm

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra rằng hệ thống điện kéo làm việc chính xác trong dải điện áp quy định, theo tiêu chuẩn TCVN 11852:2017 hoặc chỉ dẫn kỹ thuật.

### 11.2 Điều kiện thử nghiệm

Thử nghiệm phải được thực hiện trên toàn bộ dải điện áp, như trong ví dụ trên Hình 15:

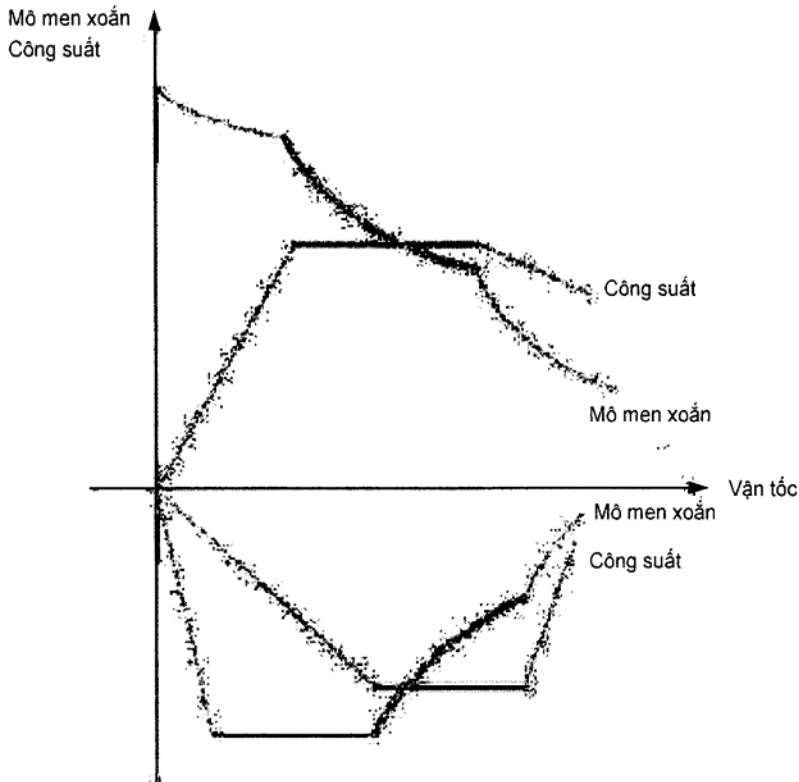
- Điện áp lớn nhất khi hoạt động hết công suất (điểm 1);
- Điện áp nhỏ nhất khi hoạt động hết công suất (điểm 2);
- Và ít nhất một điểm trong khu vực điện áp thấp và điện áp cao nơi thường xảy ra giảm công suất (điểm 3 và điểm 4), theo tiêu chuẩn IEC 62313 hoặc chỉ dẫn kỹ thuật.



**Hình 15 - Các điều kiện thử nghiệm trong dải điện áp của hệ thống điện kéo**

Chú thích: Tác động của tải phụ được quy định trong 6.1.2.4.

Thử nghiệm phải được thực hiện khi hãm và kéo ở điểm vận tốc có vùng công suất lớn nhất không đổi ở mô men xoắn chuẩn lớn nhất (xem vùng in đậm trên Hình 16).

**Hình 16 - Điều kiện thử nghiệm đối với sự thay đổi của điện áp**

### 11.3 Quy trình thử nghiệm

Ở giá trị điện áp đường dây không đổi, mô men xoắn lớn nhất được áp dụng phù hợp với các điều kiện thử nghiệm.

Các thử nghiệm bao gồm phép đo một hoặc nhiều đặc tính quy định sau:

- Dòng điện đường dây;
- Công suất đường dây;
- Hệ số công suất cơ bản đầu vào (trong trường hợp đầu vào là điện xoay chiều),

- Mô men xoắn.

#### 11.4 Tiêu chí chấp nhận

Công suất đầu vào (hoặc dòng điện đầu vào hoặc mô men xoắn hoặc hệ số công suất cơ bản đầu vào) tại mỗi điểm làm việc được quy định trong các điều kiện thử nghiệm phải như quy định.

### 12 Thử nghiệm bảo vệ hệ thống

#### 12.1 Yêu cầu chung

Mục đích của thử nghiệm này là để thẩm tra rằng các chức năng bảo vệ hệ thống làm việc chính xác.

Khi không ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm, việc thực hiện các thử nghiệm trên hệ thống điện kéo thử nghiệm mà không có một số tổng thành hoặc không có nguồn điện cao áp nên được chấp nhận.

Ở mức tối thiểu, các thử nghiệm không được ảnh hưởng xấu đến hệ thống điện kéo. Hệ thống điện kéo phải tiếp tục đạt được hiệu năng kỳ vọng mà không bị biến dạng vĩnh cửu, kể cả trong những điều kiện vận hành khắc nghiệt nhất.

Chú thích: Các thử nghiệm bảo vệ hệ thống khác không có trong Điều 12 phải tuân theo thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

#### 12.2 Thử nghiệm thay đổi điện áp nhanh

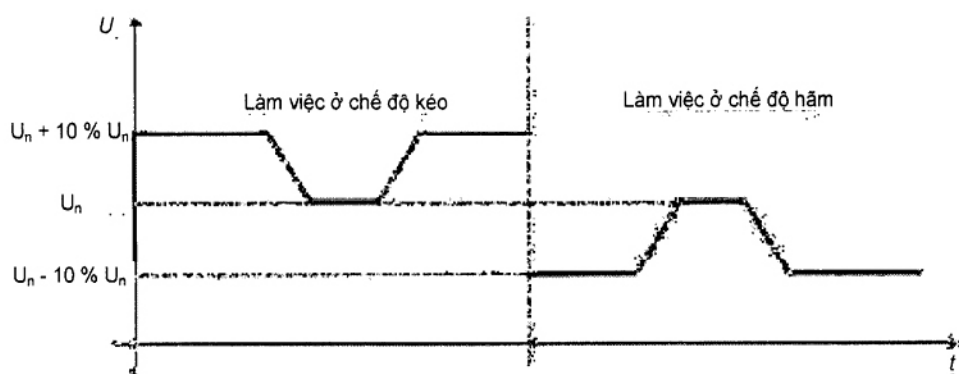
##### 12.2.1 Mục đích thử nghiệm

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra xem hệ thống điện kéo có thể duy trì sự thay đổi điện áp nhanh (thay đổi trạm điện kéo, thay đổi phụ tải trên đường dây).

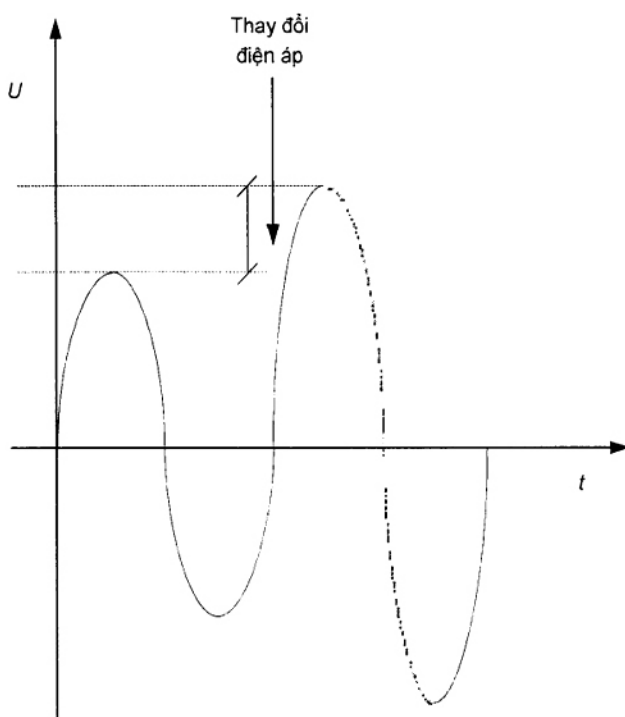
##### 12.2.2 Điều kiện thử nghiệm

Điện áp nguồn phải được tăng đột ngột lên gần điện áp nguồn danh định.

Điện áp đường dây phải nhảy từ  $U_n + 10\% U_n$  sang  $U_n$  và quay trở lại ở chế độ kéo và từ  $U_n - 10\% U_n$  sang  $U_n$  và quay trở lại ở chế độ hãm ở mức hoạt động hết công suất khi kéo và ở mức dòng điện hãm tái sinh lớn nhất có thể đạt được (nếu hãm tái sinh được áp dụng), như trong Hình 17 và Hình 18. Thời gian tăng và thời gian giảm của các thay đổi điện áp tùy thuộc vào thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất



Hình 17 - Sự thay đổi điện áp nhanh với điện áp đường dây là điện một chiều



Hình 18 - Sự thay đổi điện áp nhanh với điện áp đường dây là điện xoay chiều

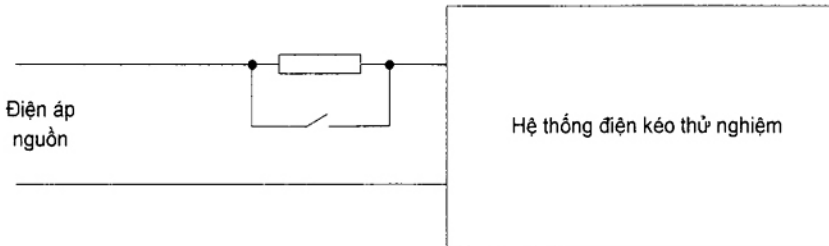
### 12.2.3 Quy trình thử nghiệm

Thử nghiệm có thể được thực hiện bằng các phương pháp sau:

- Sử dụng bộ điều khiển của nguồn cấp điện cho bộ thử;

**TCVN 13893:2023**

- Sử dụng công tắc tơ mắc song song với bộ điện trở được kết nối như trong Hình 19;
- Sử dụng bộ điều chỉnh điện áp.



**Hình 19 - Ví dụ về phương pháp tạo ra sự thay đổi điện áp nhanh**

**12.2.4 Tiêu chí chấp nhận**

Hệ thống điện kéo phải duy trì sự thay đổi điện áp mà không bị gián đoạn hoạt động.

**12.3 Gián đoạn điện áp nguồn hệ thống điện kéo**

**12.3.1 Mục đích thử nghiệm**

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra xem hệ thống điện kéo có phản ứng với sự gián đoạn điện áp, như quy định trong tiêu chuẩn TCVN 11852:2017 hoặc chỉ dẫn kỹ thuật, thường gây ra bởi sự cố của các máy cắt và hoạt động tự động đóng trở lại máy cắt sau khi phát hiện sự cố.

**12.3.2 Điều kiện thử nghiệm**

Điện áp bị ngắt, trong khoảng thời gian nhỏ hơn 10 s, ở điện áp danh định, ở công suất lớn nhất trong quá trình kéo và dòng điện hãm tái sinh lớn nhất có thể đạt được (nếu áp dụng hãm tái sinh).

Chú thích: Khoảng thời gian gián đoạn tùy theo đặc tính của nguồn cung cấp điện hoặc có thể tham khảo tiêu chuẩn TCVN 11852:2017 nếu không được quy định.

Tất cả các thiết bị bảo vệ, kể cả thiết bị bảo vệ không có điện áp, phải làm việc trong các thử nghiệm này.

**12.3.3 Quy trình thử nghiệm**

Đối với quá trình kéo và hãm tái sinh, điện áp nguồn bên ngoài phải được ngắt và nối lại (ví dụ bằng máy cắt) với tổng thời gian gián đoạn, như được xác định trong các điều kiện thử nghiệm.

**12.3.4 Tiêu chí chấp nhận**



Hệ thống điện kéo phải phản ứng như quy định mà không bị hư hỏng.

Chú thích: Tiêu chuẩn IEC 62313 đưa ra các yêu cầu về sự phối hợp giữa hệ thống điện kéo và nguồn cung cấp điện.

## 12.4 Mất tiếp xúc nguồn cấp điện kéo

### 12.4.1 Mục đích thử nghiệm

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra xem hệ thống điện kéo có phản ứng với sự mất xúc điện áp để mô phỏng điều kiện khi cần lấy điện nhảy hoặc đi qua các đoạn trung tính, ...

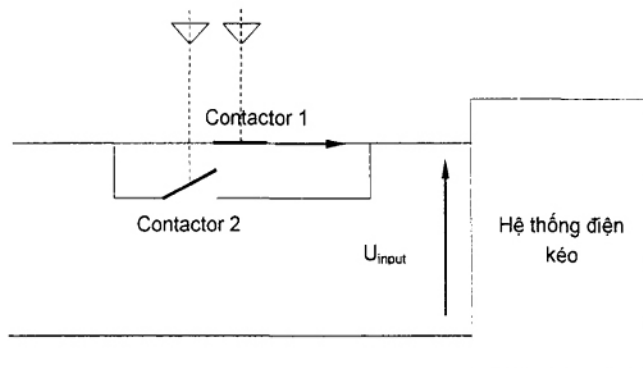
### 12.4.2 Điều kiện thử nghiệm

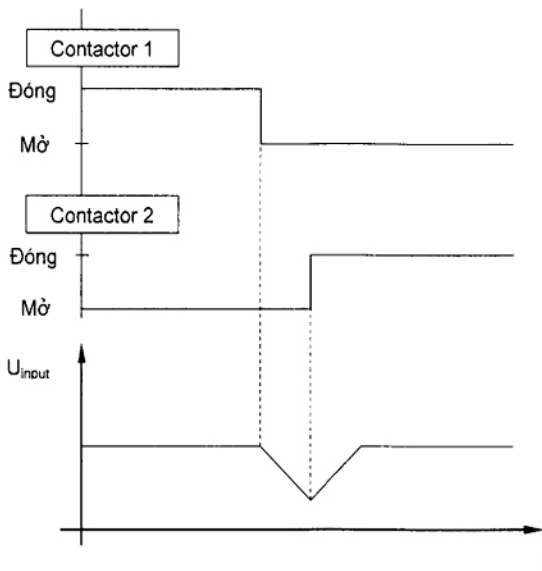
Tiếp xúc điện áp bị mất, trong khoảng thời gian từ 10 ms đến 200 ms hoặc dựa trên thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất, ở điện áp danh định, ở công suất lớn nhất trong quá trình kéo và ở dòng điện hãm tái sinh lớn nhất có thể đạt được (nếu áp dụng hãm tái sinh).

Chú thích: Trong quá trình mất tiếp xúc, cho phép điện áp đầu vào của hệ thống điện kéo không về 0 V.

### 12.4.3 Quy trình thử nghiệm

Đối với quá trình kéo và hãm tái sinh, điện áp nguồn bên ngoài phải được ngắt và kết nối lại, ví dụ: như trong Hình 20, với tổng thời gian mất tiếp xúc, như được xác định trong các điều kiện thử nghiệm.





Hình 20 - Ví dụ về phương pháp mô phỏng mất tiếp xúc nguồn cấp điện kéo

#### 12.4.4 Tiêu chí chấp nhận

Hệ thống điện kéo phải phản ứng như quy định mà không bị hư hỏng.

### 12.5 Đột ngột mất khả năng hãm tái sinh

#### 12.5.1 Mục đích thử nghiệm

Mục đích của thử nghiệm này là mô phỏng sự mất khả năng hãm tái sinh để kiểm tra xem quá trình biến đổi có biến đổi từ trạng thái hãm tái sinh sang hãm điện trở hay không.

Thử nghiệm chỉ có thể thực hiện nếu hệ thống có trang bị hãm điện trở.

#### 12.5.2 Điều kiện thử nghiệm

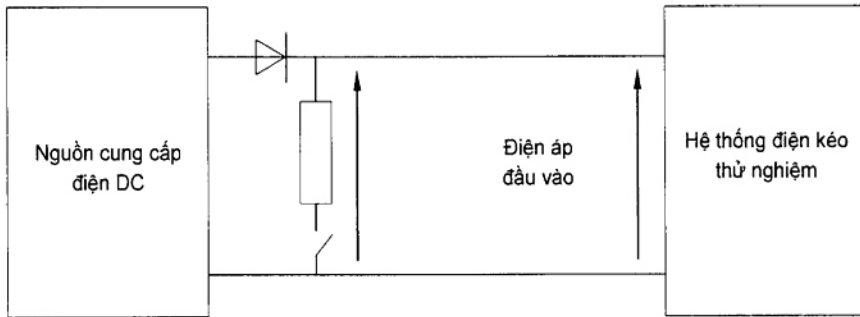
Ở điện áp danh định, khả năng hãm tái sinh bị gián đoạn ở công suất hãm tái sinh lớn nhất có thể đạt được.

#### 12.5.3 Quy trình thử nghiệm

Khả năng hãm tái sinh bị gián đoạn có thể đạt được thông qua các phương pháp sau đối với đường dây cấp điện loại xoay chiều và một chiều, ví dụ:

- Ngắt kết nối nguồn cung cấp điện;
- Chặn khả năng nhận nguồn điện từ hãm tái sinh (ví dụ: sử dụng song song nguồn điện không

phải từ hãm tái sinh và tải điện trở như trong Hình 21 đối với điện một chiều).



Hình 21 - Ví dụ về phương pháp tạo ra sự mất khả năng hãm tái sinh

#### 12.5.4 Tiêu chí chấp nhận

Quá trình biến đổi từ hãm tái sinh sang hãm điện trở phải diễn ra trơn tru mà không có sự thay đổi mô men xoắn đáng kể.

Chú thích: Có thể đo dòng điện của động cơ thay vì đo trực tiếp mô men xoắn.

Điện áp đầu vào phải duy trì dưới giá trị lớn nhất quy định.

### 12.6 Dừng biến tần kéo

#### 12.6.1 Mục đích thử nghiệm

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra rằng sau khi giảm tải đột ngột do hậu quả của việc tắt đột ngột bộ biến tần kéo thì hệ thống điện kéo không bị hư hỏng.

#### 12.6.2 Điều kiện thử nghiệm

Thử nghiệm phải được thực hiện tại các điểm vận hành sau, trong quá trình kéo và hãm:

- Công suất lớn nhất (đối với tất cả các loại động cơ điện kéo);
- 90% tốc độ vòng quay làm việc lớn nhất của động cơ điện kéo trong quá trình hoạt động bình thường (chỉ trong trường hợp PMM).

#### 12.6.3 Quy trình thử nghiệm

Khi đạt đến các điều kiện mô tả trong 12.6.2, tất cả các bộ biến tần được kết nối với đường liên kết điện một chiều chung phải dừng làm việc thông qua việc ngắt ngay lập tức các xung lệnh bán dẫn của

**TCVN 13893:2023**

bộ biến tần kéo.

Nếu các bộ biến tần nằm trên đường liên kết điện một chiều chung nhưng được điều khiển và bảo vệ độc lập thì không cần thiết phải dừng chúng cùng một lúc.

**12.6.4 Tiêu chí chấp nhận**

Hệ thống phải có thể khởi động lại và hoạt động trở lại bình thường theo một trình tự được quy định (khôi phục sự cố).

**12.7 Chức năng tính toán nhiệt độ**

**12.7.1 Yêu cầu chung**

Nhiệt độ được tính toán trong hệ thống điện kéo là các giá trị bên trong, được sử dụng cho các chức năng bảo vệ.

Đối với các tổng thành liên quan và chỉ khi hệ thống điện kéo được trang bị các chức năng tính toán nhiệt độ làm chức năng bảo vệ, thì các chức năng tính toán nhiệt độ do thiết bị điều khiển lực kéo của hệ thống điện kéo thực hiện phải được thẩm định trong quá trình thử nghiệm độ tăng nhiệt (Điều 9).

Chú thích: Các chức năng bảo vệ quá nhiệt được thẩm định trong quá trình thẩm định phần mềm hoặc trong một số thử nghiệm thiết bị.

**12.7.2 Mục đích thử nghiệm**

Mục đích của thử nghiệm này là để thẩm định các chức năng tính toán nhiệt độ làm cơ sở cho chức năng bảo vệ.

**12.7.3 Điều kiện thử nghiệm**

Xem Điều 9.

**12.7.4 Quy trình thử nghiệm**

Xem Điều 9.

**12.7.5 Tiêu chí chấp nhận**

Các chức năng tính toán nhiệt độ đáp ứng mục đích của chúng.

**12.8 Bảo vệ quá dòng và quá áp**

Thử nghiệm phải được thực hiện trong quá trình thử nghiệm kiểu loại bộ biến đổi điện và thử nghiệm kiểu loại tổng thành theo tiêu chuẩn IEC 61287-1.

## **12.9 Gián đoạn nguồn cấp điện cho ác quy điều khiển**

### **12.9.1 Mục đích thử nghiệm**

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra rằng hệ thống điện kéo thử nghiệm không bị hư hỏng trong quá trình gián đoạn nguồn cấp điện cho ác quy điều khiển.

### **12.9.2 Điều kiện thử nghiệm**

Thử nghiệm phải được thực hiện tại các điểm vận hành sau, trong quá trình kéo và hãm:

- Công suất lớn nhất (đối với tất cả các loại động cơ điện kéo);
- 90% tốc độ vòng quay làm việc lớn nhất của động cơ điện kéo trong quá trình hoạt động bình thường (chỉ trong trường hợp PMM).

Nếu có những hạn chế do khả năng hư hỏng các trang thiết bị của bộ thử, thì được phép thực hiện thử nghiệm này trong điều kiện điện áp thấp hoặc bằng cách sử dụng tải khác thay cho động cơ điện kéo.

### **12.9.3 Quy trình thử nghiệm**

Khi đạt đến các điều kiện mô tả ở trên, nguồn cấp điện cho ác quy điều khiển phải bị ngắt.

### **12.9.4 Tiêu chí chấp nhận**

Hệ thống phải có thể khởi động lại và hoạt động bình thường theo trình tự được quy định (khởi phục sự cố).

## **13 Kiểm tra việc quản lý sự cố**

### **13.1 Yêu cầu chung**

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra việc quản lý các sự cố bên trong hệ thống điện kéo thông qua giám sát:

- Việc phát hiện sự cố;
- Chức năng bảo vệ;
- Cảnh báo sự cố;
- Hoạt động khắc phục (nếu có).

Các phương pháp thử nghiệm phải kích hoạt các chức năng bảo vệ. Phần cứng mô phỏng tình trạng sự cố được chấp nhận.

## **TCVN 13893:2023**

Nếu không ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm, thì việc thực hiện các thử nghiệm với hệ thống điện kéo thử nghiệm mà không cần có sự tham gia của một số tổng thành hoặc không có nguồn điện cao áp nhìn chung nên được chấp nhận.

Nếu các phần (hoặc tất cả) các chức năng đã được thử nghiệm ở cấp tổng thành, thì chỉ được phép thử nghiệm các chức năng còn lại.

Tiêu chí chấp nhận đối với thử nghiệm trong các điều khoản phụ sau đây là hệ thống điện kéo thử nghiệm không bị hư hỏng và phát hiện lỗi chính xác, chức năng bảo vệ chính xác, cảnh báo lỗi chính xác và hoạt động khắc phục (nếu có) được áp dụng.

### **13.2 Mất chức năng cảm biến**

Liên quan đến thử nghiệm này là các sự cố cảm biến (ví dụ: các bộ biến đổi điện áp, bộ biến đổi dòng điện, bộ biến đổi nhiệt độ).

Được phép thực hiện thử nghiệm này bằng cách tạo ra các trạng thái sự cố cho các cảm biến ở trạng thái tắt, trước khi khởi động hệ thống.

### **13.3 Mất tín hiệu ra lệnh và tín hiệu phản hồi**

Liên quan đến thử nghiệm này là mất tín hiệu ra lệnh và tín hiệu phản hồi từ phần cứng đối với các tổng thành (ví dụ: máy cắt chính, các công tắc tơ).

Được phép thực hiện thử nghiệm này bằng cách tạo ra các trạng thái sự cố đối với tín hiệu ở trạng thái tắt, trước khi khởi động hệ thống.

### **13.4 Sự cố trong hệ thống làm mát**

Liên quan đến thử nghiệm này là các gián đoạn hoặc giảm hiệu năng làm mát. Ví dụ như:

- Vận tốc của các tổng thành bị giảm hoặc dừng, ví dụ: máy bơm, quạt làm mát;
- Dòng môi chất làm mát bị gián đoạn hoặc giảm.

Được phép thực hiện thử nghiệm này bằng cách tạo ra các trạng thái sự cố ở trạng thái không hoạt động, trước khi khởi động hệ thống.

### **13.5 Sự cố ngắn mạch và nối đất**

Đơn vị sử dụng phải quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật khi hệ thống điện kéo xảy ra sự cố ngắn mạch và nối đất.

Liên quan đến thử nghiệm này là các sự cố nối đất hoặc các trạng thái ngắn mạch theo quy định. Các

sự cố xảy ra bên trong các tổng thành có thể được loại trừ.

Ví dụ, các trường hợp thử nghiệm phải như sau:

- Tại đường cáp liên kết DC (bao gồm cả mạch cộng hưởng nếu có);
- Ở đầu ra;
- Ở đầu vào;
- Tại bộ điện trở hãm.

Được phép thực hiện thử nghiệm này bằng cách tạo trạng thái sự cố ở trạng thái tắt, trước khi khởi động hệ thống.

Nếu có các hạn chế do khả năng xảy ra hư hỏng các trang thiết bị của bộ thử, thì phương pháp thử nghiệm phải được xác định theo thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất.

Phụ lục A

(Quy định)

Danh mục các thử nghiệm phối hợp

Bảng A.1 - Danh mục các thử nghiệm phối hợp

Thử nghiệm số	Tham chiếu	Trường hợp thử nghiệm	Thử nghiệm bắt buộc	Thử nghiệm tùy chọn
1	7.2	Thử nghiệm đặc tính mô men xoắn khi động cơ điện kéo ở trạng thái nóng	X	
2	7.3	Thử nghiệm đặc tính mô men xoắn khi động cơ điện kéo ở trạng thái nguội	X	
3	7.4	Mô men xoắn khởi động ở vận tốc không		X
4	8.2	Các đặc tính hiệu suất		X (thay thế cho 8.3)
5	8.3	Mức tiêu thụ năng lượng theo đặc tính của tuyến		X (thay thế cho 8.2)
6	9.2	Thử nghiệm tăng nhiệt độ với tải không đổi	X (thay thế cho 9.3)	
7	9.3	Thử nghiệm tăng nhiệt độ theo đặc tính của tuyến	X (thay thế cho 9.2)	
8	9.4	Thử nghiệm khi có sự chênh lệch đường kính bánh xe đối với các động cơ không đồng bộ mắc song song		X
9	10.1	Khởi động từ chuyển động lùi		X
10	10.2	Chuyển đổi chế độ kéo - hãm	X	
11	11	Thay đổi điện áp đường dây	X	
12	12.2	Thử nghiệm thay đổi điện áp nhanh		X
13	12.3	Gián đoạn điện áp nguồn hệ thống điện kéo		X
14	12.4	Mất tiếp xúc cấp điện kéo		X



**Bảng A.1 - Danh mục các thử nghiệm phối hợp**

Thử nghiệm số	Tham chiếu	Trường hợp thử nghiệm	Thử nghiệm bắt buộc	Thử nghiệm tùy chọn
15	12.5	Đột ngột mất khả năng hâm tái sinh	X	
16	12.6	Dừng bộ biến tần kéo		X
17	12.7	Chức năng tính toán nhiệt độ		X
18	12.8	Bảo vệ quá dòng quá áp		X
19	12.9	Gián đoạn nguồn cấp điện cho ác quy điều khiển		X
20	13.2	Suy giảm chức năng của cảm biến		X
21	13.3	Mất tín hiệu ra lệnh và tín hiệu phản hồi		X
22	13.4	Sự cố trong hệ thống làm mát		X
23	13.5	Sự cố ngắn mạch và nối đất		X
24	C.3	Thử nghiệm đảo chiều (chỉ đối với động cơ điện một chiều)	X	

Phụ lục B

(Tham khảo)

Danh mục các điều khoản được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất

Bảng B.1 - Danh mục các điều khoản được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất

Tham chiếu	Tiêu đề của điểm tham chiếu	Tiêu đề của điều khoản tham chiếu	Nội dung
1		Phạm vi	Các thông số đại diện cho hệ thống điện kéo thử nghiệm so với hệ thống điện kéo và các giá trị sai lệch
4		Các đặc tính của hệ thống điện kéo	Cấp điện áp của nguồn cấp, nhiệt độ chuẩn của động cơ điện kéo và giá trị sai lệch trong các kết quả đo các đặc tính bên trong
5		Các yêu cầu chung về thử nghiệm	Thử nghiệm tùy chọn, cần lặp lại thử nghiệm kiểu loại trong trường hợp hệ thống điện kéo hiện có, các sửa đổi và thử nghiệm trên phương tiện
6.1.1	Thiết lập hệ thống điện kéo thử nghiệm	Các điều kiện chung về thử nghiệm	Các tổng thành được trang bị các cảm biến nhiệt độ
6.1.2.2	Cung cấp điện cho bộ thử	Các điều kiện chung về thử nghiệm	Dải điện áp hoặc giá trị giới hạn công suất của nguồn cấp điện
6.2	Làm mát trong quá trình thử nghiệm	Các điều kiện chung về thử nghiệm	Mô phỏng quá trình làm mát và hiệu chỉnh nhiệt độ môi trường xung quanh
6.3.1	Yêu cầu chung	Đo công suất cơ học	Các phương pháp thay thế để đo công suất cơ học
7.1	Yêu cầu chung	Thử nghiệm đặc tính mô men xoắn	Phép đo tại ¼, ½ và ¾ giá trị mô men xoắn chuẩn lớn nhất
7.2.2	Điều kiện thử nghiệm	Thử nghiệm đặc tính mô men xoắn	Nhiệt độ trên cuộn dây của stato
8.1	Yêu cầu chung	Thử nghiệm đo hiệu suất và mức tiêu thụ năng lượng	Đo hiệu suất hoặc mức tiêu thụ năng lượng
8.3.3	Quy trình thử nghiệm	Thử nghiệm đo hiệu	Phương pháp đo mức tiêu thụ năng

**Bảng B.1 - Danh mục các điều khoản được thỏa thuận giữa đơn vị sử dụng và nhà sản xuất**

<b>Tham chiếu</b>	<b>Tiêu đề của điểm tham chiếu</b>	<b>Tiêu đề của điều khoản tham chiếu</b>	<b>Nội dung</b>
		suất và mức tiêu thụ năng lượng	lượng
9.1	Yêu cầu chung	Thử nghiệm tăng nhiệt độ	Phương pháp thử nghiệm tăng nhiệt độ
9.2.1	Mục đích thử nghiệm	Thử nghiệm tăng nhiệt độ	Các thông số định mức của hệ thống
9.2.2	Điều kiện thử nghiệm	Thử nghiệm tăng nhiệt độ	Các thông số định mức của hệ thống
9.3.1	Mục đích thử nghiệm	Thử nghiệm tăng nhiệt độ	Các thông số định mức của hệ thống
9.4.4.2.1	Yêu cầu chung	Thử nghiệm tăng nhiệt độ	Phương pháp tính toán thay thế cho việc thử nghiệm
9.4.4.3.1	Yêu cầu chung	Thử nghiệm tăng nhiệt độ	Phương pháp tính toán thay thế cho việc thử nghiệm
12.1	Yêu cầu chung	Thử nghiệm bảo vệ hệ thống	Các thử nghiệm bảo vệ các hệ thống khác
12.2.2	Điều kiện thử nghiệm	Thử nghiệm bảo vệ hệ thống	Thời gian tăng và thời gian giảm của việc thay đổi điện áp
12.4.2	Điều kiện thử nghiệm	Thử nghiệm bảo vệ hệ thống	Khoảng thời gian mất tiếp xúc điện áp
13.5	Sự cố ngắn mạch và nổi đất	Thử nghiệm quản lý sự cố	Phương pháp thử
Phụ lục A	Bảng A.1 - Danh mục các thử nghiệm phối hợp	Danh mục các thử nghiệm phối hợp	Các thử nghiệm tùy chọn

**Phụ lục C**

(Quy định)

**Các hạng mục và các điều kiện thử nghiệm cụ thể đối với các động cơ điện kéo một chiều**

**C.1 Yêu cầu chung**

Các điều kiện và các hạng mục thử nghiệm cụ thể đối với các động cơ điện kéo một chiều được quy định trong phụ lục này.

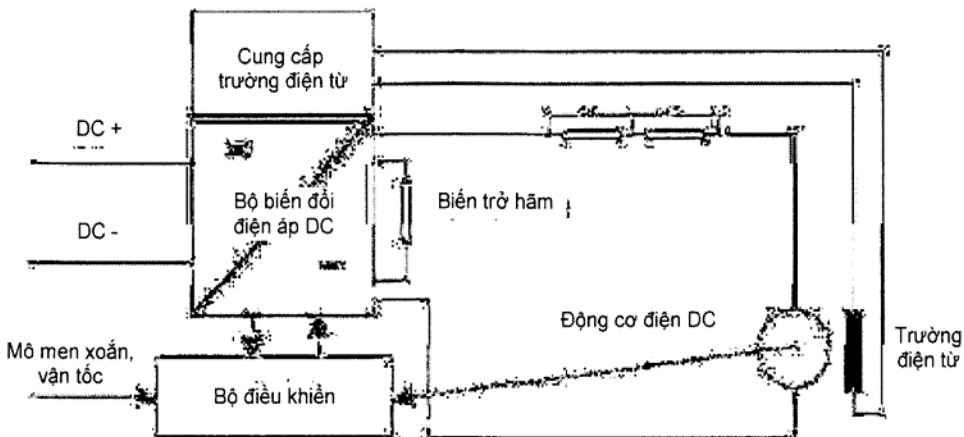
Các điều khoản sau không áp dụng đối với động cơ điện kéo một chiều:

- 9.4. Thử nghiệm khi có sự chênh lệch đường kính bánh xe đối với các động cơ không đồng bộ mắc song song (không áp dụng Hình 13 và công thức tính độ trượt);
- 10.2. Chuyển đổi chế độ kéo - hãm.

**C.2 Cấu trúc bộ thử**

**C.2.1 Thiết lập thử nghiệm**

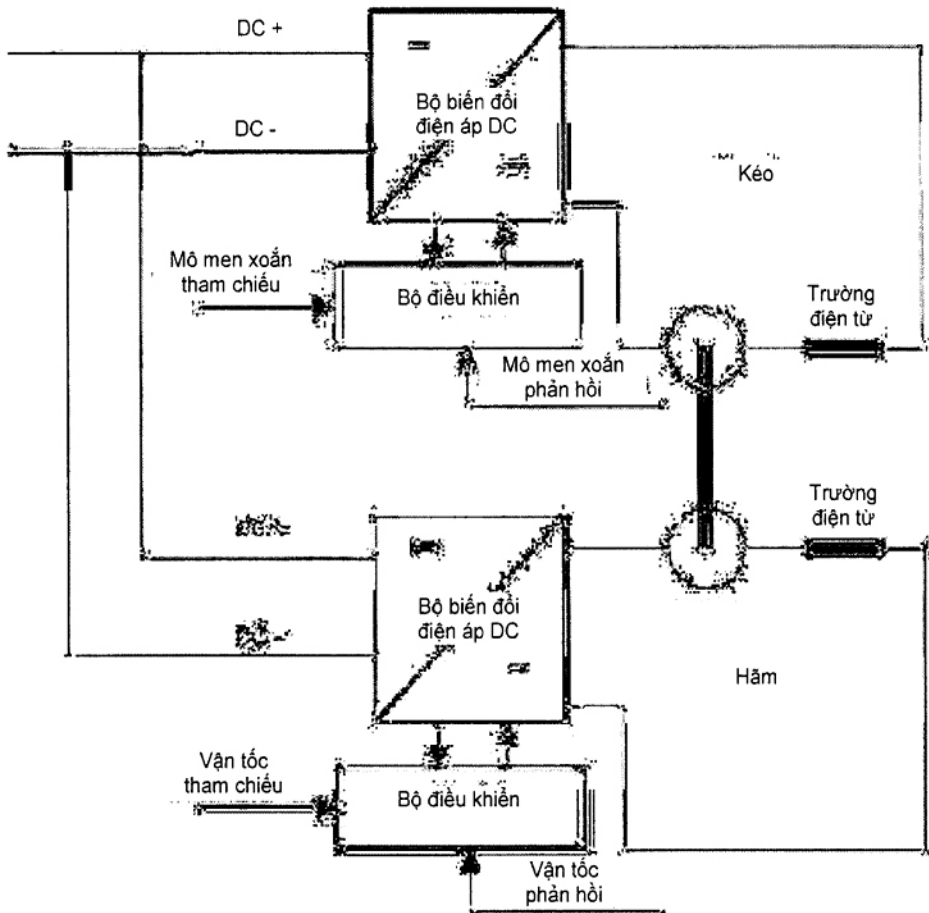
Ví dụ về cấu hình hãm ứng với động cơ điện kéo một chiều được kích từ độc lập được thể hiện trong Hình C.1.



**Hình C.1 - Ví dụ về cấu hình hãm đối với hệ thống điện kéo thử nghiệm ứng với động cơ điện kéo một chiều được kích từ độc lập**

### C.2.2 Hệ thống tải

Sơ đồ bố trí thử nghiệm nối tiếp đối với bộ biến đổi điện áp một chiều và động cơ điện kéo một chiều được thể hiện trong Hình C.2.



**Hình C.2 - Bố trí bộ thử để thử nghiệm đấu đầu ngược nhau hai hệ thống điện kéo thử nghiệm ứng với động cơ điện kéo một chiều**

### C.3 Thử nghiệm đảo chiều

Thử nghiệm đảo chiều trên các động cơ điện kéo một chiều phải được thực hiện theo tiêu chuẩn IEC 60349-1.

Thử nghiệm quy định trong 8.3.2 và 8.3.3, điểm 1 (Com 1), của tiêu chuẩn IEC 60349-1, phải được thực hiện ở cả chế độ kéo và hãm, ở tốc độ vòng quay làm việc lớn nhất và dòng điện lớn nhất, với điện áp nguồn tạo ra tình trạng dòng điện gợn sóng xấu nhất.

**TCVN 13893:2023**

Thử nghiệm được quy định trong 8.3.2 và 8.3.3, điểm 3 (Com 3), của tiêu chuẩn IEC 60349-1, phải được thực hiện ở điều kiện gợn sóng xấu nhất.

### Thư mục tài liệu tham khảo

TCVN 8095-411:2010 (IEC 60050-411:1996), Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế - Phần 411: Máy điện quay (*International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 411: Rotating machinery*)

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

TCVN 8095-811:2010 (IEC 60050-811:1991), Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế - Phần 811: Hệ thống kéo bằng điện (*International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 811: Electric traction*)

IEC 60077-3, Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Part 3: Electrotechnical components - Rules for d.c. circuit-breakers (*Ứng dụng đường sắt - Thiết bị điện trên phương tiện đường sắt - Phần 3: Các bộ phận kỹ thuật điện - Các quy định đối với máy cắt một chiều*)

IEC 60077-4, Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Part 4: Electrotechnical components - Rules for AC circuit-breakers (*Ứng dụng đường sắt - Thiết bị điện trên phương tiện đường sắt - Phần 4: Các bộ phận kỹ thuật điện - Các quy định đối với máy cắt xoay chiều*)

IEC 60310, Railway applications - Traction transformers and inductors on board rolling stock (*Ứng dụng đường sắt - Máy biến áp kéo và cuộn cảm trên phương tiện đường sắt*)

IEC 60322, Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Rules for power resistors of open construction (*Ứng dụng đường sắt - Thiết bị điện trên phương tiện đường sắt - Các quy định đối với điện trở công suất của kết cấu mở*)

IEC 60571, Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock (*Ứng dụng đường sắt - Thiết bị điện tử sử dụng trên phương tiện đường sắt*)

IEC 62236-3-1, Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle (*Ứng dụng đường sắt - Tương thích điện từ - Phần 3-1: Phương tiện đường sắt - Tàu và phương tiện hoàn chỉnh*)

IEC 62236-3-2, Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus (*Ứng dụng đường sắt - Tương thích điện từ - Phần 3-2: Phương tiện đường sắt - Dụng cụ đo*)

IEC 62498-1, Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 1: Equipment on board rolling stock (*Ứng dụng đường sắt - Điều kiện môi trường đối với thiết bị - Phần 1: Thiết bị trên phương tiện đường sắt*)

## **TCVN 13893:2023**

ISO 14253-2, Geometrical product specifications (GPS) - Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment - Part 2: Guidance for the estimation of uncertainty in GPS measurement, in calibration of measuring equipment and in product verification (*Đặc tính hình học của sản phẩm (GPS) - Kiểm tra bằng phép đo phôi và thiết bị đo - Phần 2: Hướng dẫn đánh giá độ không đảm bảo đo trong phép đo GPS, trong hiệu chuẩn thiết bị đo và trong thẩm tra sản phẩm*)

TCVN ISO/IEC 17025:2017, Yêu cầu chung về năng lực của các phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn (*General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*)

---