

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 11852:2017**

**IEC 60850:2014**

**ỨNG DỤNG ĐƯỜNG SẮT -  
ĐIỆN ÁP NGUỒN CỦA HỆ THỐNG SỨC KÉO ĐIỆN**

*Railway applications - Supply voltages of traction systems*

**HÀ NỘI - 2017**

**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	8
4 Điện áp và tần số của hệ thống sức kéo điện .....	11
5 Thử nghiệm .....	15
6 Phương pháp thử .....	15
Phụ lục A (quy định) – Giá trị lớn nhất của điện áp $U$ theo thời gian (xem Hình A.1) .....	17
Phụ lục B (quy định) – Các giá trị thay thế của hệ thống nguồn cấp điện sức kéo .....	19
Phụ lục C (tham khảo) – Thay đổi, gián đoạn và méo điện áp .....	21
Thư mục tài liệu tham khảo.....	23

**Lời nói đầu**

TCVN 11852:2017 hoàn toàn tương đương với IEC 60850:2014;

TCVN 11852:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E14  
*Thiết bị và hệ thống điện cho đường sắt* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn  
Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

# Ứng dụng đường sắt - Điện áp nguồn của hệ thống sức kéo điện

*Railway applications -*

*Supply voltages of traction systems*

## 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các đặc tính chính của điện áp nguồn của hệ thống sức kéo điện, như hệ thống lắp đặt điện cố định dùng cho sức kéo điện, bao gồm các thiết bị phụ trợ được cấp điện bởi mạch tiếp xúc, và phương tiện giao thông đường sắt, để sử dụng trong các ứng dụng sau:

- Đường sắt;
- Hệ thống vận tải sức chở lớn được dẫn hướng như xe điện mặt đất, đường sắt nhẹ, đường sắt chạy trên cao và đi ngầm và hệ thống xe buýt điện;
- Hệ thống vận chuyển nguyên vật liệu bằng đường ray, ví dụ vận chuyển than hoặc quặng sắt.

Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho tàu điện chạy trên đệm từ tốc độ thấp hoặc hệ thống vận chuyển dùng động cơ tuyến tính.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho:

- Hệ thống sức kéo điện trong các mỏ dưới lòng đất;
- Cầu cầu, cầu lặn và các thiết bị vận chuyển tương tự trên đường ray, các kết cấu tạm thời (ví dụ: kết cấu trung bày) nếu không được cấp điện trực tiếp hoặc qua máy biến áp từ hệ thống mạch tiếp xúc và không bị gây nguy hiểm bởi hệ thống nguồn cấp điện sức kéo;
- Cabin cáp treo;
- Đường sắt leo núi.

Tiêu chuẩn này đề cập đến quá điện áp dài hạn như được nêu trong Phụ lục A.

## 2 Tài liệu viện dẫn

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

## TCVN 11852:2017

IEC 61133:2006<sup>1)</sup>, *Railway applications – Rolling stock – Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service (Ứng dụng đường sắt – Phương tiện giao thông đường sắt – Thử nghiệm phương tiện giao thông đường sắt có kết cấu hoàn chỉnh và trước khi đưa vào sử dụng)*

IEC 62128-1:2013, *Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 1: Protective provisions against electric shock (Ứng dụng đường sắt – Hệ thống lắp đặt điện cố định – An toàn điện, nối đất và mạch hồi lưu – Phần 1: Quy định bảo vệ chống giật điện)*

IEC 62497-2, *Railway applications – Insulation coordination – Part 2: Overvoltages and related protection (Ứng dụng đường sắt – Phối hợp cách điện – Phần 2: Bảo vệ quá điện áp và bảo vệ có liên quan)*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa được sử dụng trong IEC 62128-1 cũng như các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

CHÚ THÍCH: Xem Thư mục tài liệu tham khảo và tham chiếu đến EN 50160 để hiểu rõ một số định nghĩa.

#### 3.1

**Hệ thống sức kéo điện (electric traction system)**

Mạng phân phối điện đường sắt được dùng để cung cấp điện cho phương tiện giao thông đường sắt.

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống bao gồm:

- Hệ thống mạch tiếp xúc,
- Mạch hồi lưu của hệ thống sức kéo điện,
- Ray chạy của hệ thống sức kéo điện không dùng điện, ở gần và được nối dẫn với ray chạy của một hệ thống sức kéo điện,
- Hệ thống lắp đặt điện, được cấp từ mạch tiếp xúc điện trực tiếp hoặc qua một máy biến áp,
- Hệ thống lắp đặt điện trong trạm biến áp, chỉ được sử dụng trong phân phối điện trực tiếp đến mạch tiếp xúc,
- Hệ thống lắp đặt điện của trạm trung chuyển.

[NGUỒN: IEC 62128-1:2013, 3.4.1]

#### 3.2

**Điện áp (voltage)**

**$U$**

Điện thế tại cần lấy điện của tàu hoặc tại một nơi khác trên mạch tiếp xúc, được đo giữa mạch tiếp xúc và mạch hồi lưu.

---

<sup>1)</sup> Hệ thống Tiêu chuẩn Quốc gia đã có TCVN 11854:2017 tương đương với IEC 61133:2016.

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị được xem xét trong tiêu chuẩn này là giá trị trung bình của điện áp một chiều hoặc giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều cơ bản.

### 3.3

**Điện áp danh nghĩa (nominal voltage)**

$U_n$

Giá trị được ấn định cho một hệ thống.

### 3.4

**Điện áp thường xuyên cao nhất (highest permanent voltage)**

$U_{max1}$

Giá trị lớn nhất của điện áp xuất hiện thường xuyên.

### 3.5

**Điện áp không thường xuyên cao nhất (highest non-permanent voltage)**

$U_{max2}$

Giá trị lớn nhất của điện áp xuất hiện trong một khoảng thời gian giới hạn.

### 3.6

**Quá điện áp (overvoltage)**

Điện áp bất kỳ có giá trị đỉnh vượt quá giá trị đỉnh tương ứng của điện áp ổn định lớn nhất ở điều kiện vận hành bình thường.

### 3.7

**Quá điện áp dài hạn (long-term overvoltage)**

Quá điện áp cao hơn  $U_{max2}$  thường tồn tại hơn 20 ms, do hiện tượng trở kháng thấp, ví dụ tăng điện áp sơ cấp trạm biến áp.

CHÚ THÍCH 1: Quá điện áp này không phụ thuộc vào tải đường dây và có thể được mô tả chỉ bằng một đường cong điện áp-thời gian. Xem Phụ lục A để có thêm thông tin về đường cong này.

### 3.8

**Quá điện áp dài hạn cao nhất (highest long term overvoltage)**

$U_{max3}$

Điện áp được xác định là giá trị cao nhất của quá điện áp dài hạn trong khoảng thời gian  $t = 20$  ms. Giá trị này không phụ thuộc vào tần số.

### 3.9

**Điện áp thường xuyên thấp nhất (lowest permanent voltage)**

$U_{min1}$

Giá trị nhỏ nhất của điện áp xuất hiện liên tục.

### 3.10

**Điện áp không thường xuyên thấp nhất (lowest non-permanent voltage)**

$U_{\min 2}$

Giá trị nhỏ nhất của điện áp xuất hiện trong một khoảng thời gian giới hạn.

### 3.11

**Biến thiên điện áp (voltage variation)**

Sự tăng hoặc giảm điện áp thường do biến đổi tổng tải của hệ thống phân phối điện hoặc một phần của hệ thống phân phối.

### 3.12

**Thay đổi điện áp đột ngột (rapid voltage change)**

Một biến thiên nhanh của giá trị hiệu dụng của điện áp giữa hai mức liên tiếp được duy trì trong những khoảng thời gian xác định nhưng không quy định.

### 3.13

**Sụt điện áp nguồn (supply voltage dip)**

Sự giảm đột ngột điện áp nguồn tới giá trị nhỏ hơn  $U_{\min 2}$ , tiếp theo là sự hồi phục điện áp sau một khoảng thời gian ngắn.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường, thời gian sụt điện áp vào khoảng từ 10 ms đến 1 min. Độ sâu sụt điện áp được định nghĩa là chênh lệch giữa điện áp hiệu dụng nhỏ nhất trong quá trình sụt áp và điện áp danh nghĩa  $U_n$ . Thay đổi điện áp mà không làm giảm điện áp nguồn đến giá trị nhỏ hơn  $U_{\min 2}$  không được coi là sụt điện áp.

### 3.14

**Gián đoạn điện nguồn (supply interruption)**

Trạng thái mà điện áp ở đầu nối nguồn thấp hơn 1 % điện áp danh nghĩa  $U_n$ .

CHÚ THÍCH 1: Gián đoạn điện nguồn có thể được phân loại thành:

- Sắp đặt trước, khi người dùng được thông báo trước, để cho phép thực hiện công việc theo lịch trên hệ thống phân phối điện, hoặc
- Ngẫu nhiên, gây ra bởi các sự cố vĩnh viễn hoặc tạm thời, hầu hết liên quan đến các sự cố bên ngoài, hỏng thiết bị hoặc nhiễu. Gián đoạn điện ngẫu nhiên được phân loại thành:
  - Gián đoạn điện dài (dài hơn 3 min) gây ra bởi một sự cố cố định,
  - Gián đoạn điện ngắn (đến 3 min) gây ra bởi một sự cố tạm thời.

### 3.15

**Mạch tiếp xúc (contact line)**

Hệ thống dây dẫn điện để cấp điện cho bộ phận sức kéo điện thông qua thiết bị lấy điện.

CHÚ THÍCH 1: Mạch tiếp xúc bao gồm tất cả các dây dẫn lấy dòng và ray dẫn điện hoặc thanh cái, bao gồm:

- Dây cáp điện gia cường;
- Dây cáp điện giao chéo;
- Dao cách ly;
- Bộ cách điện phân đoạn;
- Thiết bị bảo vệ quá điện áp;
- Bộ đỡ không được cách điện với dây dẫn;
- Bộ cách điện được nối với phần mang điện;

nhưng không bao gồm các dây dẫn khác, như sau:

- Dây cáp điện đường trục;
- Dây nối đất và dây dẫn hồi lưu;

[NGUỒN: IEC 60913:2013, 3.1.2]

### 3.16

#### **Trạm biến áp/trạm biến áp dùng cho sức kéo điện (substation/traction substation)**

Hệ thống lắp đặt, có chức năng chính là cung cấp điện cho hệ thống mạch tiếp xúc, mà tại đó điện áp của hệ thống nguồn sơ cấp, và trong một số trường hợp cụ thể là tần số, được chuyển thành điện áp và tần số của mạch tiếp xúc.

### 3.17

#### **Điều kiện vận hành bình thường (normal operating conditions)**

Lưu lượng vận hành theo biểu đồ chạy tàu thiết kế và thành phần đoàn tàu được sử dụng cho thiết kế nguồn điện của hệ thống lắp đặt điện cố định. Thiết bị nguồn điện được vận hành theo các quy tắc tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH 1: Các quy tắc tiêu chuẩn có thể thay đổi dựa trên chính sách của nhà quản lý cơ sở hạ tầng.

### 3.18

#### **Điều kiện vận hành không bình thường (abnormal operating conditions)**

Tải lưu lượng tàu cao hơn hoặc thiết bị cấp điện ngừng hoạt động nằm ngoài các quy tắc tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH 1: Trong các điều kiện này, sự lưu thông có thể không vận hành theo thiết kế về lịch trình.

## **4 Điện áp và tần số của hệ thống sức kéo điện**

### **4.1 Điện áp**

Đặc tính điện áp chung của hệ thống nguồn điện dùng cho sức kéo điện (ngoại trừ quá điện áp) được quy định trong Bảng 1 bên dưới.



## TCVN 11852:2017

"Điện áp chung", có nghĩa là các điện áp của hệ thống nguồn điện dùng cho sức kéo điện này được sử dụng trong các dự án mà có các thông số vận hành phổ biến/truyền thống và cho phép sử dụng các tiêu chuẩn quốc tế chung khác. Các hệ thống nguồn điện dùng cho sức kéo điện này được áp dụng tại nhiều quốc gia trên thế giới và hiệu quả của chúng đã được chứng minh.

Sự thay đổi các giá trị dựa trên các điện áp chung của hệ thống nguồn điện dùng cho sức kéo điện nhằm giải quyết các khó khăn hoặc các điều kiện đặc thù như nhu cầu công suất rất lớn. Những điều kiện này có thể là:

- Nhu cầu về lượng điện năng lớn để tránh sụt áp trên đường ray/mạch tiếp xúc.
- Thiếu khoảng cách cách điện (khả giới hạn hẹp bên dưới cầu hoặc đường hầm).
- Khó khăn trong việc tìm nguồn điện thích hợp kết nối với lưới điện.
- Đường hầm dài đòi hỏi khoảng cách rất dài giữa các trạm biến áp.
- Yêu cầu cụ thể về RAMS (Độ tin cậy, Tính sẵn sàng, Khả năng bảo trì, Độ an toàn) (ví dụ vùng cấp điện mở rộng).
- Điều kiện địa phương đặc thù khác.

Các phương án thay thế này được đưa ra trong Phụ lục B, Bảng B.1.

Việc lựa chọn sử dụng các phương án thay thế này phải tính đến các yêu cầu tương thích nếu dự kiến có sự kết nối với hệ thống đường sắt khác.

**Bảng 1 – Điện áp danh nghĩa và các giới hạn chấp nhận được về giá trị và khoảng thời gian**

Hệ thống điện	Điện áp không thường xuyên thấp nhất $U_{min2}$ V	Điện áp thường xuyên thấp nhất $U_{min1}$ V	Điện áp danh nghĩa $U_n$ V	Điện áp thường xuyên cao nhất $U_{max1}$ V	Điện áp không thường xuyên cao nhất $U_{max2}$ V
Một chiều (giá trị trung bình)	500 1 000 2 000	500 1 000 2 000	750 1 500 3 000	900 1 800 3 600	1 000 1 950 3 900
Xoay chiều (giá trị hiệu dụng)	11 000 17 500	12 000 19 000	15 000 <sup>a</sup> 25 000 <sup>b</sup>	17 250 27 500	18 000 29 000

<sup>a</sup> 16,7 Hz.  
<sup>b</sup> 50 Hz và 60 Hz

Các yêu cầu sau đây phải được đáp ứng:

a) khoảng thời gian khi điện áp nằm giữa  $U_{min1}$  và  $U_{min2}$  không được vượt quá 2 min;

khoảng thời gian khi điện áp nằm giữa  $U_{max1}$  và  $U_{max2}$  không được vượt quá 5 min;

b) điện áp của thanh cái tại trạm biến áp ở điều kiện không tải phải nhỏ hơn hoặc bằng  $U_{max1}$ . Đối với trạm biến áp một chiều, có thể chấp nhận điện áp ở điều kiện không tải nhỏ hơn hoặc bằng  $U_{max2}$ , với điều kiện khi xuất hiện đoàn tàu, điện áp tại cần lấy điện của đoàn tàu này phù hợp với Bảng 1 và các yêu cầu của nó.

c) trong điều kiện vận hành bình thường, điện áp phải nằm trong dải  $U_{min1} \leq U \leq U_{max2}$ ;

d) trong điều kiện vận hành không bình thường, điện áp nằm trong dải  $U_{min2} \leq U \leq U_{min1}$  trong Bảng 1 không được gây ra bất kỳ hư hại hoặc hỏng hóc nào;

CHÚ THÍCH: Việc sử dụng thiết bị giới hạn công suất tàu trên phương tiện giao thông đường sắt có thể giới hạn sự xuất hiện của điện áp thấp trên mạch tiếp xúc (xem IEC 62313).

e) nếu các điện áp nằm giữa  $U_{max1}$  và  $U_{max2}$ , sau đó phải có một mức điện áp thấp hơn hoặc bằng  $U_{max1}$ , trong một khoảng thời gian không xác định;

f) các điện áp nằm giữa  $U_{max1}$  và  $U_{max2}$  chỉ được phép đạt đến đối với các điều kiện không thường xuyên như

- Hãm tái sinh,
- Di chuyển các hệ thống điều chỉnh điện áp như bộ điều chỉnh điện áp theo tải;

g) điện áp vận hành thấp nhất: trong điều kiện vận hành không bình thường,  $U_{min2}$  là giới hạn thấp nhất của điện áp mạch tiếp xúc mà phương tiện giao thông đường sắt được thiết kế để vận hành.

Các giá trị đặt được khuyến cáo cho rơ-le ngắt điện áp thấp trong hệ thống lắp đặt điện cố định hoặc trên phương tiện giao thông đường sắt là từ 85 % đến 95 % của  $U_{min2}$ .

## 4.2 Tần số

Tần số của hệ thống sức kéo điện 50 Hz và 60 Hz được đưa vào từ lưới điện ba pha.

CHÚ THÍCH 1: Do vậy, các giá trị được nêu trong EN 50160 có thể áp dụng ở Châu Âu.

Tần số của hệ thống sức kéo điện 16,7 Hz (trừ đối với bộ chuyển đổi đồng bộ - đồng bộ) không được đưa vào từ lưới điện ba pha.

CHÚ THÍCH 2: Về hệ thống sức kéo điện 16,7 Hz, nói một cách chính xác thì tần số này tương ứng với  $16\frac{2}{3}$  Hz. Để đơn giản hóa cách gọi tên hệ thống, tần số được thống nhất là 16,7 Hz. Cách gọi tên này được sử dụng trong tiêu chuẩn này.

Các tần số trên hệ thống điện đường sắt xoay chiều và các giới hạn cho phép được cho dưới đây.

Trong điều kiện vận hành bình thường, giá trị trung bình của tần số cơ bản được đo trong 10 s phải nằm trong dải của mạng điện cao áp.

- Đối với hệ thống có kết nối đồng bộ đến một hệ thống liên kết:

50 Hz  $\pm$  1 % (tức là 49,5 Hz đến 50,5 Hz) đối với 99,5 % một năm

## TCVN 11852:2017

50 Hz + 4 %/ - 6 % (tức là 47 % đến 52 %) đối với 100 % thời gian

- Đối với hệ thống không có kết nối đồng bộ đến một hệ thống liên kết (ví dụ hệ thống cấp điện trên các đảo):

50 Hz ± 2 % (tức là 49 Hz đến 51 Hz) đối với 95 % một tuần

50 Hz ± 15 % (tức là 42,5 Hz đến 57,5 Hz) đối với 100 % thời gian

Đối với hệ thống sức kéo điện 60 Hz, các giá trị giới hạn đối với biến đổi tần số là từ 59 Hz đến 61 Hz.

CHÚ THÍCH 3: Các điều kiện đặc biệt đối với Trung Quốc, xem Phụ lục B.

Đối với hệ thống sức kéo điện 16,7 Hz, giá trị là:

- Đối với hệ thống có kết nối đồng bộ đến một hệ thống liên kết:

16,7 Hz ± 1 % (tức là 16,5 Hz đến 16,83 Hz) đối với 99,5 % một năm

16,7 Hz + 4 %/ - 6 % (tức là 15,67 % đến 17,33 %) đối với 100 % thời gian

- Đối với hệ thống không có kết nối đồng bộ đến một hệ thống liên kết (ví dụ hệ thống cấp điện trên các đảo):

16,7 Hz ± 2 % (tức là 16,33 Hz đến 17 Hz) trong suốt 95 % một tuần

16,7 Hz ± 15 % (tức là 14,16 Hz đến 19,16 Hz) trong suốt 100 % thời gian

- Đối với hệ thống kết nối đến mạng lưới liên kết 16,7 Hz của đường sắt:

16,7 Hz + 2 %/ - 3 % (tức là 16,17 Hz đến 17 Hz) trong suốt 100 % thời gian

CHÚ THÍCH 4: Trong thực tế, biến thiên tần số được kiểm soát chặt chẽ hơn ở một số quốc gia và vùng lãnh thổ như Châu Âu và Nhật. Các phương tiện sẽ chỉ hoạt động trong dung sai tần số đối với 15 000 V/16,7 Hz từ 16,17 Hz đến 17 Hz và đối với 25 000 V/50 Hz từ 49 Hz đến 51 Hz. Nếu tần số nằm ngoài dải này, tính năng của các phương tiện có thể giảm xuống hoặc bộ điều khiển phương tiện có thể bị mất kết nối.

Ảnh hưởng của biến thiên tần số có thể được kiểm tra bởi người vận hành đường sắt để đảm bảo không có các hậu quả có hại lên việc truyền tín hiệu của tàu.

Đối với các tần số truyền động khác, áp dụng các quy định quốc gia.

## 5 Thử nghiệm

Áp dụng các thử nghiệm được quy định trong Bảng 2, tùy thuộc vào loại đường dây và dựa trên nhu cầu.

Bảng 2 – Thử nghiệm

Phép thử	Yêu cầu kỹ thuật	Phương pháp thử nghiệm	Loại thử nghiệm
Điện áp trên đường dây	4.1	6.1.1 Phương tiện giao thông đường sắt	Phép đo
		6.1.2 Hệ thống lắp đặt điện cố định	Phép đo
Tần số	4.2	6.2 Chỉ đối với 16,7 Hz <sup>a</sup>	Thử nghiệm theo dõi liên tục
<sup>a</sup> Thử nghiệm chỉ cần thiết đối với hệ thống 16,7 Hz mà không được cấp điện bởi ít nhất một bộ chuyển đổi điện quay đồng bộ - đồng bộ (= kết nối đồng bộ đến hệ thống liên kết).			

CHÚ THÍCH: Phụ lục C mô tả các thử nghiệm liên quan đến sự thay đổi điện áp.

## 6 Phương pháp thử

### 6.1 Phép đo điện áp trên đường dây

#### 6.1.1 Phương tiện giao thông đường sắt

Phương tiện giao thông đường sắt phải được thử nghiệm như mô tả trong Điều 9 của IEC 61133:2006.

#### 6.1.2 Hệ thống lắp đặt điện cố định (xem Bảng 3)

Bảng 3 – Phép đo điện áp trên đường dây

Thiết bị	Thời điểm	Phương pháp	Điều kiện chấp nhận
Trạm biến áp Thanh cái, mở máy ngắt đường dây, điều kiện vận hành bình thường. Đối với các trạm biến áp một chiều, có thể cần đặt thêm một phụ tải thuận trở nhỏ.	Khi khai thác	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máy ghi điện áp đối với tần số cơ bản hoặc</li> <li>Máy ghi dữ liệu số với dải tần số lớn hơn hoặc bằng 2 kHz lấy trung bình trong 1 s</li> <li>Phép đo trong khoảng thời gian 1 min</li> </ul>	Xem 4.1 khoản c)
Nếu một thiết bị ổn định điện áp được lắp đặt dọc theo đường dây Đo trên phần thiết bị không tải và ở điều kiện vận hành bình thường	Khi khai thác và vận hành	Không tải => xem trạm biến áp Khi vận hành => xem phép đo đột xuất	Không tải => xem trạm biến áp Khi vận hành => xem phép đo đột xuất
Phép đo đột xuất tại hiện trường khi xuất hiện vấn đề	Khi gặp sự cố	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máy ghi điện áp đối với tần số cơ bản hoặc</li> <li>Máy ghi dữ liệu số với dải tần số lớn hơn hoặc bằng 2 kHz lấy trung bình trong 1 s</li> <li>Phép đo trong khoảng thời gian tối thiểu 1 h đến tối đa 1 tuần</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tất cả các giá trị lớn hơn hoặc bằng <math>U_{min2}</math>.</li> <li>Tất cả khoảng thời gian mà điện áp thấp hơn <math>U_{min1}</math> là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng thời gian được nêu trong 4.1 khoản a)</li> <li>Giá trị trung bình của điện áp nằm giữa <math>U_{min1}</math> và <math>U_{max1}</math>.</li> <li>Tất cả khoảng thời gian mà điện áp cao hơn <math>U_{max1}</math> là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng thời gian được nêu trong 4.1 khoản b)</li> <li>Tất cả các giá trị nhỏ hơn hoặc bằng <math>U_{max2}</math>.</li> </ul>

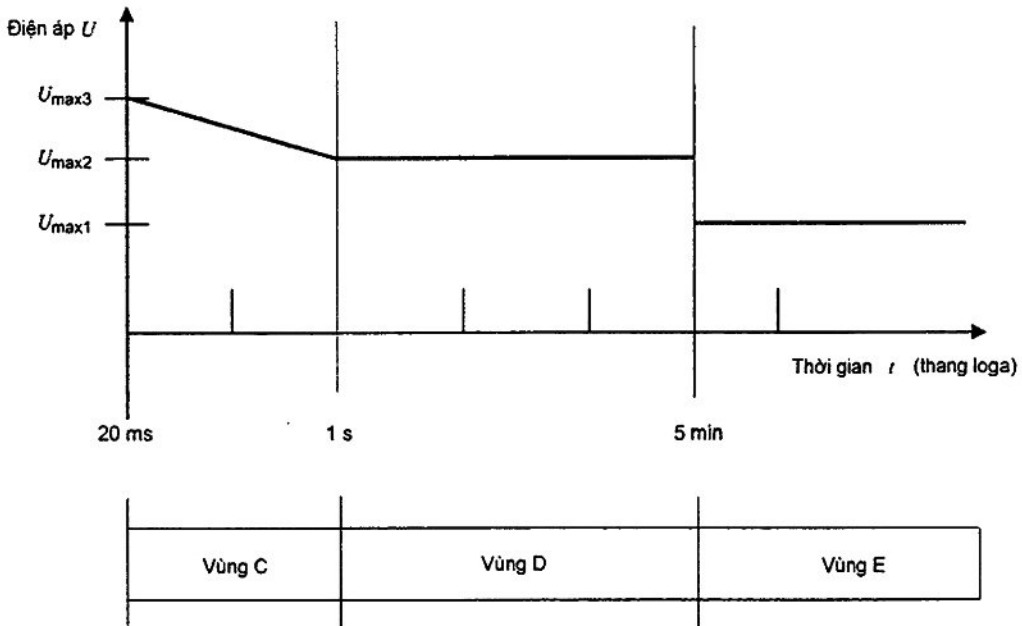
## 6.2 Phép đo tần số trên đường dây

Bảng 4 – Phép đo tần số trên đường dây

Thiết bị	Thời điểm	Phương pháp	Điều kiện chấp nhận
Theo dõi liên tục Chỉ áp dụng cho mạng điện không được đưa vào từ lưới điện 3 pha Theo dõi liên tục liên quan đến điều khiển tần số vòng kín trong trạm điện hoặc ở trung tâm điều hành mạng lưới.	Khi khai thác và vận hành	Máy ghi dữ liệu số với dải tần số $\geq 2$ kHz	Tất cả các giá trị tần số nằm trong dải được cho trong 4.2.

**Phụ lục A**  
(quy định)

**Giá trị lớn nhất của điện áp  $U$  theo thời gian (xem Hình A.1)**



**CHÚ DẪN:**

Vùng A và B không được thể hiện trên hình vẽ này, xem IEC 62497-2.

Vùng C Quá điện áp dài hạn

Sự biến thiên của tỷ số  $U/U_{max2}$  theo thời gian được xác định bởi

$$U = U_{max2} \times t^{-k}$$

trong đó

$t$  là thời gian tính bằng giây ( $0,02 \text{ s} \leq t \leq 1 \text{ s}$ );

$k$  là hệ số được cho trong Bảng A.1.

Biểu diễn trên trục tọa độ logarit của phương trình này là một đường thẳng. Độ dốc được cho bởi  $k$ .

Vùng D Điện áp không thường xuyên cao nhất  $U_{max2}$

Vùng E Điện áp thường xuyên cao nhất  $U_{max1}$

**Hình A.1 – Giá trị lớn nhất của điện áp  $U$  theo thời gian**

Bảng A.1 đưa ra các giá trị  $k$ ,  $U_{max1}$ ,  $U_{max2}$  và  $U_{max3}$  trong khi các giá trị giữa  $U_{max2}$  và  $U_{max3}$  được tính bằng công thức được cho ở trên.

Bảng A.1 – Quá điện áp

Điện áp danh nghĩa $U_n$ V	750	1 500	3 000	15 000	25 000
Hệ số $k$	0,061 1	0,067 6	0,067 3	0,076 7	0,074 1
$U_{max1}$	900	1 800	3 600	17 250	27 500
$U_{max2}$	1000	1 950	3 900	18 000	29 000
$U_{max3}$	1 270	2 540	5 075	24 300	38 750

CHÚ THÍCH: Đối với hệ thống một chiều, về giới hạn  $U_{max3}$  và giới hạn thời gian liên quan 20 ms, quá độ đóng cắt của các cầu dao mạch điện trên phương tiện giao thông đường sắt có thể khiến những giới hạn này bị vượt quá. Từ kinh nghiệm và phép đo, các giá trị lên đến  $4 \times U_n$  tồn tại lên đến 100 ms phải được ghi lại. Các giá trị này có thể tác động đến các thiết bị chính trên phương tiện giao thông đường sắt như mạch điện đầu vào của bộ chuyển đổi. Thiết bị sức kéo điện không thể được bảo vệ khỏi các quá điện áp đỉnh này. Thông tin này chỉ để tham khảo và không phải để thử nghiệm.

## Phụ lục B

(quy định)

## Các giá trị thay thế của hệ thống nguồn cấp điện sức kéo

Ở một số quốc gia, điện áp của hệ thống nguồn cấp điện dùng cho sức kéo điện được nêu trong Bảng 1 được sử dụng với các dung sai khác hoặc được sửa đổi hoặc sử dụng các hệ thống nguồn cấp điện dùng cho sức kéo điện khác. Bảng B.1 dưới đây mô tả những hệ thống nguồn cấp điện sức kéo thay thế và địa điểm sử dụng chúng.

Bảng B.1 – Điện áp được áp dụng trên thế giới và các giới hạn cho phép về giá trị và thời gian

Hệ thống điện	Điện áp không thường xuyên thấp nhất $U_{min2}$ V	Điện áp thường xuyên thấp nhất $U_{min1}$ V	Điện áp danh nghĩa $U_n$ V	Điện áp thường xuyên cao nhất $U_{max1}$ V	Điện áp không thường xuyên cao nhất $U_{max2}$ V	Quốc gia
Một chiều (giá trị trung bình)	400	400	600	720	800	Các hệ thống hiện có <sup>a</sup>
	360	360	600	720	800	Nhật Bản
	400 <sup>d</sup>	500	750	900	1 000	UK <sup>e</sup>
	450	450	750	900	1 000	Nhật Bản
	900	900	1 500	1 800	1 950	Nhật Bản
	2 000	2 000	3 000	3 600	3 800	Bi
Xoay chiều (giá trị hiệu dụng)	8 400	9 600	12 000	13 200	14 400	Hoa Kỳ <sup>b</sup>
	8 750	10 000	12 500	13 750	15 000	Hoa Kỳ <sup>c</sup>
	16 000	16 000	20 000 <sup>b</sup>	22 000	24 000	Nhật Bản
	20 000	22 500	25 000 <sup>c</sup>	30 000	32 000	Nhật Bản
	12 500 <sup>d,f</sup> / 14 000 <sup>d,e</sup>	19 000	25 000	27 500	29 000	UK <sup>e</sup>
	17 500	20 000	25 000	27 500	30 000	Hoa Kỳ
	17 500	19 000	25 000	27 500	30 500	Trung Quốc
	17 500	19 000	25 000	27 500	29 000	Châu Âu
35 000	40 000	50 000	55 000	60 000	Hoa Kỳ và Nga	

<sup>a</sup> Hệ thống sức kéo điện một chiều trong tương lai dùng cho tàu điện mặt đất hoặc đường sắt địa phương nên phù hợp với điện áp danh nghĩa hệ thống là 750 V, 1 500 V hoặc 3 000 V.

<sup>b</sup> 25 Hz, xem Bảng 2 của IEEE Std 16.

<sup>c</sup> 60 Hz, xem Bảng 2 của IEEE Std 16.



<sup>d</sup> Đối với các mạng lưới hiện có, mà không phù hợp với tiêu chuẩn này, các giá trị của điện áp không thường xuyên thấp nhất  $U_{min2}$ , đối với tải trọng giao thông bình thường nhưng tại nơi mà thiết bị nguồn cấp điện mất điện ngoài thiết kế của tiêu chuẩn này, thì phải như sau:

° Điện áp nhỏ nhất mà tàu vẫn phải tiếp tục vận hành trong khoảng thời gian đến 10 min mà không bị hư hại;

† Điện áp nhỏ nhất mà tàu vẫn phải tiếp tục vận hành trong khoảng thời gian đến 2 min mà không bị hư hại.

° Đối với các mạng lưới hiện có mà không có điều khoản về hệ thống điều chỉnh điện áp, có thể vượt quá  $U_{max1}$ .

<sup>h</sup> Có thể được sử dụng trên đường dây, nơi mà những hạn chế về địa hình khiến khó sử dụng hệ thống nguồn cấp điện 25 000 V, ví dụ giảm khổ đường sắt.

<sup>i</sup> Có thể được sử dụng trên đường dây, nơi mà những hạn chế về địa hình như khu vực đồi núi và/hoặc đường hầm dưới biển khiến khoảng cách giữa các trạm biến áp dài hơn, và mật độ giao thông cao hơn.

Nếu việc sử dụng điện áp 25 000 V thay thế là có thể dự đoán trước, thì cần lưu ý rằng cơ sở hạ tầng và phương tiện giao thông đường sắt thích nghi với các tiêu chuẩn khác đối với 25 000 V không thể áp dụng trực tiếp.

Ở Trung Quốc, dung sai của 50 Hz phải là  $\pm 0,2$  Hz, và khi công suất hệ thống thấp hơn, dung sai có thể là  $\pm 0,5$  Hz thay vì các giá trị được cho trong 4.2 đối với hệ thống sức kéo điện 50 Hz.

## Phụ lục C (tham khảo)

### Thay đổi, gián đoạn và méo điện áp

#### C.1 Thay đổi điện áp đột ngột

Thay đổi điện áp đột ngột trong các dải được thiết lập trong Bảng 1 là một phần vốn có của điện khí hóa đường sắt do thay đổi trong tải sức kéo điện, cấu hình của lưới cấp điện sức kéo hoặc cấu hình của lưới điện công cộng hoặc lưới cấp điện đường sắt.

#### C.2 Sụt điện áp trên mạch tiếp xúc

Sụt điện áp gây ra do sự cố trên mạch tiếp xúc hoặc trên hệ thống phân phối điện công cộng.

Phần lớn sụt điện áp có thời gian nhỏ hơn 1 s và có độ sâu nhỏ hơn 50 %  $U_n$ .

#### C.3 Gián đoạn điện áp thời gian ngắn

Trong điều kiện vận hành bình thường, gián đoạn điện áp thời gian ngắn thường do sự nhả máy ngắt và thao tác tự phục hồi sau khi phát hiện ra sự cố. Chu trình tự phục hồi được mô tả trong các tiêu chuẩn về thiết bị đóng cắt (IEC 61992, IEC 62505).

Thông tin cũng được cho trong IEC 62313.

Hàng năm, việc gián đoạn điện áp thời gian ngắn của điện áp nguồn nằm trong khoảng từ vài chục lần cho đến hàng trăm lần. Khoảng thời gian của xấp xỉ 70 % số lần gián đoạn điện áp này có thể nhỏ hơn 10 s.

#### C.4 Gián đoạn điện áp thời gian dài

Các sự cố gián đoạn điện áp thường do các vấn đề hoặc hành động bên ngoài mà không thể ngăn ngừa bởi nhà quản lý cơ sở hạ tầng.

Không thể đưa ra các giá trị điển hình cho thời gian gián đoạn điện áp thời gian dài.

Trong điều kiện vận hành bình thường, hàng năm tần suất gián đoạn điện áp hàng năm lớn hơn 3 min có thể ít hơn vài đơn vị.

Các giá trị chỉ thị không được cho đối với gián đoạn điện áp chuẩn bị trước, bởi vì chúng được thông báo trước.

## C.5 Méo điện áp (xoay chiều và một chiều)

Điện áp bị méo bởi tải sức kéo điện và tải phụ trợ, trạm biến áp chuyển đổi và hệ thống phân phối điện công cộng.

Điều này dẫn đến sóng hài tần số cao và thấp có thể bao gồm, chỉ đối với xoay chiều, lệch (quá độ) và có nhiều hơn các điểm về không.

## C.6 Thử nghiệm

### C.6.1 Quy định chung

Các tham số biến đổi điện áp được quy định trong Điều C.1, C.2, C.3 và C.4 (kỹ thuật). Thử nghiệm và các yêu cầu chấp nhận được liệt kê chi tiết dưới đây.

### C.6.2 Phương tiện giao thông đường sắt

Các yêu cầu đối với thử nghiệm phương tiện giao thông đường sắt sau khi hoàn thiện kết cấu và trước khi đưa vào vận hành được quy định trong Điều 9 của IEC 61133:2006. Xem thêm các tiêu chuẩn sản phẩm.

### C.6.3 Hệ thống lắp đặt điện cố định

**Bảng C.1 – Phép đo biến thiên điện áp và gián đoạn điện áp**

Thiết bị	Thời điểm	Phương pháp
Phép đo đột xuất Tại hiện trường, nơi xảy ra trục trặc	Khi xảy ra trục trặc	<ul style="list-style-type: none"> <li>Các Điều C.1, C.2, C.3 và C.4 (kỹ thuật) không yêu cầu bất kỳ thử nghiệm điển hình hoặc thử nghiệm thường xuyên cụ thể nào. Tuy nhiên, sau khi đưa vào vận hành, nếu có vấn đề được ghi lại liên quan đến chất lượng điện áp, thì sau đó điện áp nên được theo dõi trong một khoảng thời gian đại diện sau khi đưa vào vận hành hoàn toàn. Các kết quả này nên được phân tích như sau.</li> <li>Thay đổi nhanh điện áp và sụt điện áp trên mạch tiếp xúc. Ghi lại các điện áp thấp hơn <math>U_{min2}</math> và phân tích dữ liệu để cho ra mức điện áp theo tỷ lệ phần trăm của <math>U_n</math> và khoảng thời gian tính bằng ms. Lập bảng các trường hợp xấu nhất theo mức điện áp và khoảng thời gian. Nhận dạng mọi sự cố hoặc bật hệ thống điện của đường sắt hoặc hệ thống phân phối điện công cộng tại thời điểm xảy ra các thay đổi trong bảng.</li> <li>Gián đoạn điện áp thời gian ngắn và gián đoạn điện áp thời gian dài Ghi lại tất cả sự gián đoạn điện áp và ghi lại thời gian của mỗi lần. Lập bảng gián đoạn điện áp bằng số theo dải thời gian sau: <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 10 s</li> <li>10 s – 1 min</li> <li>1 min – 3 min</li> <li>&gt; 3 min</li> </ul> Lưu tâm đến các lần gián đoạn điện áp vượt quá 3 min nhưng không quan tâm đến các lần mất điện chuẩn bị trước.</li> </ul>

## Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 60038, *IEC Standard voltages*
  - [2] IEC 60050-811, *International Electrotechnical vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*
  - [3] IEC 60913, *Railway applications – Fixed installations – Electric traction overhead contact lines*
  - [4] IEC 61992 (all parts), *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear*
  - [5] IEC 62313, *Railway applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock*
  - [6] IEC 62505 (all parts), *Railway applications – Fixed installations – Particular requirements for a.c. switchgear*
  - [7] EN 50123 (all parts), *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear*
  - [8] EN 50124-1, *Railway applications – Insulation co-ordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*
  - [9] EN 50124-2, *Railway applications – Insulation co-ordination – Part 2: Overvoltages and related protection*
  - [10] EN 50152 (all parts), *Railway applications – Fixed installations – Particular requirements for a.c. switchgear*
  - [11] EN 50160:1999, *Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems*
  - [12] EN 50163:2004, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*
  - [13] EN 50388, *Railway applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability*
  - [14] UIC 550-OR, *Power supply installations for passenger stock*
  - [15] UIC 550-2-OR, *Power supply systems for passenger coaches – Type testing*
  - [16] IEEE Std 16, 2004, *IEEE Standard for Electrical and Electronic Control Apparatus on Rail Vehicles*
  - [17] Technical specification for interoperability, TSI Energy subsystem, *for conventional rail and high speed rail in European Union*
-