

SPÉCIFICATION  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
SPECIFICATION

CEI  
IEC  
TS 61463

1996

AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1  
2000-02

---

---

Amendement 1

**Traversées –  
Qualification sismique**

Amendment 1

**Bushings –  
Seismic qualification**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

G

*Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue*

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 36A: Traversées isolées, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

| Projet d'enquête | Rapport de vote |
|------------------|-----------------|
| 36A/75/CDV       | 36A/77/RVC      |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005-06. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Page 12

## 4 Symboles et abréviations

*Supprimer le symbole suivant et son explication:*

$a_{cg}$  Accélération réelle du centre de gravité de la traversée par rapport à sa bride

## FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 36A: Insulated bushings, of IEC technical committee 36: Insulators.

The text of this amendment is based on the following documents:

|               |                  |
|---------------|------------------|
| Enquiry draft | Report on voting |
| 36A/75/CDV    | 36A/77/RVC       |

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the report on voting indicated in the above table.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005-06. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 13

## 4 Symbols and abbreviations

Delete the following symbol and its explanation:

$a_{cg}$  Actual acceleration of the centre of gravity of the bushing relative to its flange

## 7 Qualification par calcul statique

Ajouter, à la page 20, le nouveau tableau 3 suivant:

**Tableau 3 – Paramètres dynamiques obtenus à partir de l'expérience acquise sur les traversées à isolateurs composites**

| Type de montage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Tension assignée de la traversée |                           |                 |                           |                 |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 123 kV à 170 kV                  |                           | 245 kV          |                           | 420 kV à 500 kV |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Fréquence<br>Hz                  | Taux d'amortissement<br>% | Fréquence<br>Hz | Taux d'amortissement<br>% | Fréquence<br>Hz | Taux d'amortissement<br>% |
| Traversée seule (montée sur une structure rigide)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                           | 5,5             | 3,5                       | 5,5             | 2                         |
| Traversée montée sur la cuve d'un transformateur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                           |                 |                           |                 |                           |
| Traversée montée sur un PSEM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                           |                 |                           | 4               | 4                         |
| Traversée montée sur un bâtiment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                           |                 |                           |                 |                           |
| <p>NOTE 1 Dans le cas de systèmes spéciaux de dissipation, des facteurs d'amortissement plus élevés peuvent être obtenus.</p> <p>NOTE 2 Une case non remplie indique que les données ne sont pas encore disponibles. Des données complémentaires ou gammes de valeurs, basées sur l'expérience acquise dans l'utilisation pratique de la présente spécification technique, seront incluses dans ce tableau.</p> |                                  |                           |                 |                           |                 |                           |

### 9.1.3 Mesurage

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le suivant:

Il convient que le mesurage soit conforme à 5.2 de la CEI 60068-3-3, et porte normalement sur

- l'accélération aux deux extrémités de la traversée et au centre de gravité;
- le déplacement du sommet de la traversée;
- les contraintes sur les sections critiques.

#### 9.1.5.1 Paramètres applicables à la méthode par accélérogrammes

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le suivant:

Il convient que la durée totale de l'accélérogramme soit d'environ 30 s, la partie forte n'étant pas inférieure à 20 s, et que la méthode d'essai soit conforme à la CEI 60068-2-57.

#### 9.1.6.1 Axes d'essai

Ajouter la note suivante à la fin de ce paragraphe:

NOTE Une excitation monoaxiale ou biaxiale peut être acceptée si elle est convenablement justifiée.

## 7 Qualification by static calculation

Add on page 21 the following new table 3:

**Table 3 - Dynamic parameters obtained from experience on bushings with composite insulators**

| Type of mounting                                                                                                                                                                                                  | Rated voltage of bushing |               |           |               |                  |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------|---------------|------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                   | 123 kV to 170 kV         |               | 245 kV    |               | 420 kV to 500 kV |               |
|                                                                                                                                                                                                                   | Frequency                | Damping ratio | Frequency | Damping ratio | Frequency        | Damping ratio |
|                                                                                                                                                                                                                   | Hz                       | %             | Hz        | %             | Hz               | %             |
| Bushing alone (mounted on a rigid structure)                                                                                                                                                                      |                          |               | 5,5       | 3,5           | 5,5              | 2             |
| Bushing mounted on a transformer tank                                                                                                                                                                             |                          |               |           |               |                  |               |
| Bushing mounted on a GIS                                                                                                                                                                                          |                          |               |           |               | 4                | 4             |
| Bushing mounted on a building                                                                                                                                                                                     |                          |               |           |               |                  |               |
| NOTE 1 In the case of special dissipating systems, higher damping ratios may be obtained.                                                                                                                         |                          |               |           |               |                  |               |
| NOTE 2 An empty space means that data are not yet available. Additional data or ranges of values will be included in this table based on experience of the practical application of this technical specification. |                          |               |           |               |                  |               |

### 9.1.3 Measurements

Replace the current text of this subclause by the following:

Measurements should be performed in accordance with 5.2 of IEC 60068-3-3, and should include

- acceleration at both ends of the bushing and at the centre of gravity;
- displacement of the top of the bushing;
- strains on critical cross-sections.

#### 9.1.5.1 Parameters for time-history

Replace the current text of this subclause by the following:

The total duration of the time-history should be about 30 s of which the strong part should be not less than 20 s. The test method should be in accordance with IEC 60068-2-57.

#### 9.1.6.1 Test axes

Add the following note at the end of the subclause:

NOTE Single axis or biaxial excitation may be accepted if suitably justified.

Page 30

## 11.2 Informations fournies par le constructeur de la traversée

### b) Rapport de qualification sismique

Ajouter la note suivante:

NOTE Une spécification peut limiter le déplacement maximal admissible du sommet de la traversée dans des conditions de séisme spécifiées. Toutefois, une limitation du déplacement conduit à une constitution plus rigide et, éventuellement, à un amortissement plus faible. Cela peut conduire à des contraintes plus fortes et donc à une résistance plus faible vis-à-vis des charges sismiques. Cela est particulièrement important dans le cas des traversées à isolateurs composites.

Page 46

## Annexe C

Remplacer le texte et le titre existants de l'annexe C par ce qui suit:

### Annexe C (informative)

## Méthode de calcul statique – Considérations supplémentaires

La vibration au centre de gravité de la traversée est un aspect important pour la qualification par calcul statique (voir article 7).

Comme expliqué ci-après, il n'existe aucune corrélation simple entre les vibrations survenant au centre de gravité de la traversée pendant un séisme et l'accélération équivalente  $a_{bg}$  utilisée à l'article 7. La valeur de  $a_{bg}$  sert à obtenir  $M_s = a_{bg} \times d_p \times m_p$ , ce qui donne, au niveau de la section critique, un moment fléchissant équivalent à celui survenant pendant un séisme. La relation  $a_{bg} = a_f \times S_c \times R$  est expliquée dans les articles suivants.

### C.1 Incidence du premier mode de flexion

En partant de l'hypothèse que la traversée s'apparente à une poutre libre encastrée et que l'onde sismique n'excite que le premier mode de flexion, la modélisation permet de déterminer, pour ce premier mode de flexion et pour une excitation sismique,

- le moment fléchissant à la base;
- l'accélération au centre de gravité de la traversée ( $a_{bg}$ ).

### C.2 Détermination de $S_c$

Le coefficient  $S_c$  sert à prendre en compte les effets à la fois de l'excitation multifréquences et de la réponse multimode (voir définition de  $S_c$  donnée à l'article 4).

Dans le cas d'une traversée, c'est le premier mode de flexion – et parfois le deuxième – qui est excité. Ce second mode a pour effet d'accroître au maximum de 4,5 % la contrainte due au premier mode. Il est recommandé de prendre une valeur de  $S_c$  comprise entre 1,0 et 1,5 sans marge de sécurité supplémentaire.

Page 31

**11.2 Information supplied by the bushing manufacturer****b) Seismic qualification report***Add the following note:*

NOTE A specification may limit the maximum permissible deflection of the bushing head under the specified earthquake conditions. However, a limitation of the deflection leads to a construction with higher stiffness and possibly lower damping. That can cause higher stresses and, consequently, lower resistance against seismic loads. This is especially important for bushings with composite insulators.

Page 47

**Annex C***Replace the current text and the title of annex C with the following:*

**Annex C**  
(informative)

**Static calculation method – Additional considerations**

The vibration at the centre of gravity of the bushing is of importance for the qualification by static calculation (see clause 7).

As explained below, there is no simple relationship between the vibration occurring at the centre of gravity of the bushing during an earthquake and the equivalent acceleration  $a_{bg}$  used in clause 7. The value of  $a_{bg}$  is taken in order to obtain  $M_s = a_{bg} \times d_p \times m_p$  that gives a bending moment at the critical cross-section equivalent to that occurring during an earthquake. The explanation of the relation  $a_{bg} = a_f \times S_c \times R$  is given in the following clauses.

**C.1 Effect of the first bending mode**

It is assumed that the bushing is equivalent to a clamped free beam and that the seismic wave excites only the first bending mode. By computation of this model for the first bending mode, and for a seismic excitation, the following can be determined:

- the bending moment at the base;
- the acceleration of the centre of gravity of the bushing ( $a_{bg}$ ).

**C.2 Determination of  $S_c$** 

The coefficient  $S_c$  aims to take into account the effects of both multifrequency excitation and multimode response (see definition of  $S_c$  in clause 4).

In the case of a bushing, the first bending mode, and possibly the second bending mode, is excited. An increase in stress of 4,5 % maximum over that of the first bending mode is obtained by the effect of the second bending mode. A value of  $S_c$  between 1,0 and 1,5 without any additional safety margin is recommended.

### C.3 Valeur de $a_{bg}$

De ce qui précède, on obtient (avec  $S_c = 1,5$ )

$$a_{bg} = S_c \times a_f \times R = 1,5 \times a_f \times R$$

Comme indiqué ci-dessous,  $a_{bg}$  s'écarte de la valeur de l'accélération au centre de gravité du fait de l'excitation sismique.

$a_{bg}$  s'écarte de la valeur mesurée au centre de gravité de la traversée montée sur la table vibrante reproduisant le SRS au niveau de la bride: sur la table vibrante, on mesure l'accélération absolue qui résulte du comportement dynamique d'une poutre continue (tous les modes sont impliqués) et, parfois, l'incidence des axes de couplage.

Considérons le système à un degré de liberté suivant:

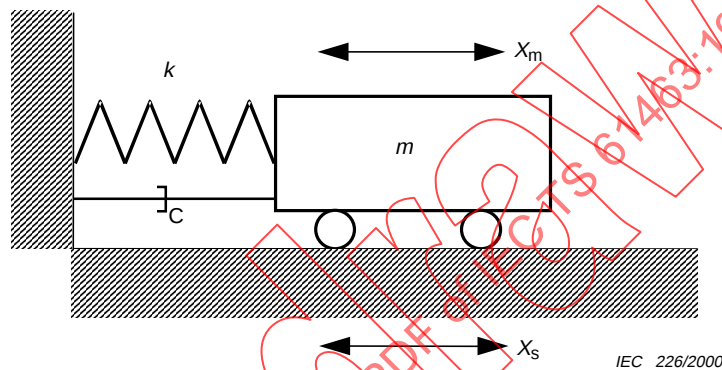


Figure C.1 – Système à un degré de liberté

L'équation du mouvement est:

$$m\ddot{X}_m + C(\dot{X}_m - \dot{X}_s) + K(X_m - X_s) = 0 \quad \text{ou} \quad m\ddot{X}_m = -C(\dot{X}_m - \dot{X}_s) - K(X_m - X_s)$$

où

$X_m$  est le déplacement absolu de la masse;

$\dot{X}_m$  est la vitesse absolue de la masse;

$\ddot{X}_m$  est l'accélération absolue de la masse;

$X_s$  est le déplacement absolu de la base;

$\dot{X}_s$  est la vitesse absolue de la base.

Le moment fléchissant (et la contrainte au niveau de la section critique) est proportionnel à l'accélération absolue et au déplacement relatif de la masse.

La flexibilité de l'ensemble «rehausse plus bride inférieure» et des amortisseurs éventuels va induire une rotation de la traversée autour de sa base, qui va additionner les déformations fléchissantes, dont les effets sont analysés au tableau C.1.

### C.3 Value of $a_{bg}$

From the above (with  $S_c = 1,5$ ),

$$a_{bg} = S_c \times a_f \times R = 1,5 \times a_f \times R$$

As explained below,  $a_{bg}$  is different from the actual acceleration at the centre of gravity due to the seismic excitation.

$a_{bg}$  differs from the value measured at the centre of gravity of the bushing excited on the shaker table with the RRS at the flange level: on the shaker table the absolute acceleration resulting from the dynamic behaviour of a continuous beam (all modes are involved) is measured, sometimes with the effect of coupling axes.

Consider the following single degree of freedom system:

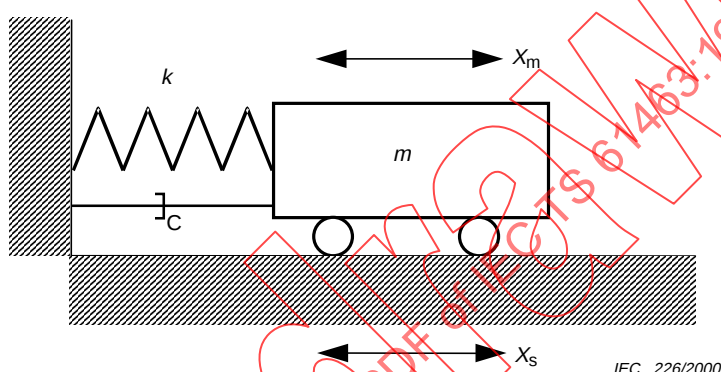


Figure C.1 – Single degree of freedom system

The equation of motion is

$$m\ddot{X}_m + C(\dot{X}_m - \dot{X}_s) + K(X_m - X_s) = 0 \quad \text{or} \quad m\ddot{X}_m = -C(\dot{X}_m - \dot{X}_s) - K(X_m - X_s)$$

where

$X_m$  is the absolute displacement of the mass;

$\dot{X}_m$  is the absolute velocity of the mass;

$\ddot{X}_m$  is the absolute acceleration of the mass;

$X_s$  is the absolute displacement of the base;

$\dot{X}_s$  is the absolute velocity of the base.

The bending moment (and stress at the critical cross-section) is proportional to the absolute acceleration and to the relative displacement of the mass.

The flexibility of the system “turret plus base flange” and of the dampers (if any) will induce a rotation of the bushing around the base which will sum up to the bending deformations; the effects are analysed in table C.1.

#### C.4 Réponse sismique typique d'une structure de type poutre en flexion

De nombreux types de matériels électriques peuvent être considérés comme une structure de type poutre en flexion reliée à des fondations uniquement au niveau de leur base. Les traversées, les transformateurs de mesure et les parafoudres en constituent quelques exemples. La réponse sismique de ce type de structure peut être prévue sur la base de formules connues relatives au comportement dynamique des structures.

Les caractéristiques élastiques des matériels se situent dans des limites qui sont fonction du comportement d'une poutre élastique déformée par flexion et d'une barre élastique articulée dotée d'une souplesse angulaire au niveau de sa base.

La réponse sismique est généralement dominée par le mode de structure le plus bas (les exceptions peuvent être constituées par des structures non rigides dont la fréquence naturelle la plus basse est inférieure à 1 Hz), et notamment dans la mesure où la méthode de la racine carrée de la somme quadratique (RCSQ) peut être utilisée pour combiner la réponse modale à la valeur de conception résultante.

La méthode courante d'évaluation simplifiée du moment fléchissant ( $M_s$ ) à la section critique consiste à appliquer une accélération sismique (obtenue en estimant la fréquence naturelle et l'amortissement du mode le plus bas) au centre de gravité. Cette méthode permet une bonne approximation. Se reporter aux exemples présentés dans le tableau C.1.

L'accélération sismique effective au centre de la structure n'est toutefois pas égale à l'accélération du spectre de réponse. Elle est inférieure à celle-ci et se situe typiquement entre 0,5 fois et 0,8 fois la valeur de l'accélération à ce niveau, en fonction du profil du mode propre le plus bas. Une valeur égale à 1,6 fois celle de l'accélération du spectre de réponse constitue une accélération convenable au sommet de la structure.

#### C.4 Typical seismic response of cantilever type structures

Many types of electrical apparatus may be considered as a cantilever type of structure only connected to the foundation at the base. Examples of such apparatus are bushings, measurement transformers and surge arresters. The seismic response of this type of structure can be predicted using well-known formulae for the dynamic behaviour of structures.

The elastic characteristics of apparatus will be inside a range given by the behaviour of an elastic beam deformed by bending and that of a hinged elastic rod with angular flexibility at the base.

The seismic response is usually dominated by the lowest mode of the structure (exceptions may be very flexible structures with lowest natural frequency below 1 Hz). SRSS procedure (square root of the sum of squares) may be used for combining modal response to resultant design value.

To assess the bending moment ( $M_s$ ) at the critical cross-section, the commonly used simplified procedure of applying a seismic acceleration (given by estimated natural frequency and damping of lowest mode) at the centre of gravity yields a good approximation. See the examples given in table C.1.

The actual seismic acceleration at the middle of the structure is, however, not equal to the acceleration of the response spectrum but lower, typically in the range 0,5 to 0,8 of that acceleration level, depending on the shape of the lowest eigenmode. For the acceleration at the tip of the structure, a value of 1,6 times the response acceleration is appropriate.