

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
186

1987

AMENDEMENT 2  
AMENDMENT 2

1995-09

---

---

Amendement 2

**Transformateurs de tension**

Amendment 2

**Voltage transformers**

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

S

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
38/148/DIS	38/157/RVD

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

Page 2

SOMMAIRE

Remplacer les titres des articles 16, 17 et 18 par les nouveaux titres suivants:

- 16 Essai de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles
- 17 Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections et sur les enroulements secondaires
- 18 Essai au choc coupé sur l'enroulement primaire

Ajouter les titres des nouveaux articles 9 ter, 18 bis et 18 ter comme suit:

- 9 ter Prescriptions mécaniques .....
- 18 bis Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique .....
- 18 ter Essais mécaniques .....

Page 8

Insérer, dans la liste de publications de la CEI existante, les titres des normes suivantes:

- CEI 71-1: 1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*
- CEI 270: 1981, *Mesure des décharges partielles*
- CEI 815: 1986, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*

## FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers.

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

DIS	Report on voting
38/148/DIS	38/157/RVD

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

Page 3

## CONTENTS

*Replace the titles of clauses 16, 17 and 18 by the following new titles:*

- 16 Power frequency withstand tests on primary windings and partial discharge measurement
- 17 Power frequency withstand tests between sections and on secondary windings
- 18 Chopped impulse test on primary winding

*Add the titles of new clauses 9 ter, 18 bis and 18 ter as follows:*

- 9 ter Mechanical requirements .....
- 18 bis Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor .....
- 18 ter Mechanical tests .....

Page 9

*Insert, in the existing list of IEC publications the titles of the following standards:*

IEC 71-1: 1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 270: 1981, *Partial discharge measurements (second edition)*

IEC 815: 1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

Page 24

## 9 Spécifications relatives à l'isolement

*Remplacer le titre et les paragraphes 9.1 à 9.5 par ce qui suit:*

## 9 Prescriptions relatives à l'isolement

Les présentes prescriptions s'appliquent à tous les types de transformateurs de tension inductifs. Des prescriptions complémentaires (à l'étude) peuvent être nécessaires pour les transformateurs de tension inductifs à isolation gazeuse.

### 9.1 Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires

Le niveau d'isolement assigné de l'enroulement primaire d'un transformateur de tension inductif doit être basé sur sa tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$ .

9.1.1 Dans le cas des enroulements de tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  égale à 0,72 kV ou 1,2 kV, le niveau d'isolement assigné est déterminé par la tension de tenue assignée à fréquence industrielle conformément au tableau 3A.

9.1.2 Dans le cas des enroulements de tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  égale ou supérieure à 3,6 kV mais inférieure à 300 kV, le niveau d'isolement assigné est déterminé par les tensions de tenue assignées au choc de foudre et à fréquence industrielle et doit être choisi conformément au tableau 3A.

En ce qui concerne le choix entre les différents niveaux pour la même valeur de  $U_m$ , voir la CEI 71.

9.1.3 Dans le cas des enroulements de tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  égale ou supérieure à 300 kV, le niveau d'isolement assigné est déterminé par les tensions de tenue assignées au choc de manœuvre et au choc de foudre et doit être choisi conformément au tableau 3B.

En ce qui concerne le choix entre les différents niveaux pour la même valeur de  $U_m$ , voir la CEI 71.

Page 25

## 9 Insulation requirements

*Replace existing subclauses 9.1 to 9.5 by the following:*

These requirements apply to all types of inductive voltage transformers. For gas insulated voltage transformers supplementary requirements may be necessary (under consideration).

### 9.1 Rated insulation levels for primary windings

The rated insulation level of a primary winding of an inductive voltage transformer shall be based on its highest voltage for equipment  $U_m$ .

9.1.1 For windings having  $U_m = 0,72$  or  $1,2$  kV, the rated insulation level is determined by the rated power-frequency withstand voltage, according to table 3A.

9.1.2 For windings having  $U_m = 3,6$  kV and greater but less than 300 kV, the rated insulation level is determined by the rated lightning impulse and power-frequency withstand voltages and shall be chosen in accordance with table 3A.

For the choice between the alternative levels for the same values of  $U_m$ , see IEC 71.

9.1.3 For windings having  $U_m \geq 300$  kV, the rated insulation level is determined by the rated switching and lightning impulse withstand voltages and shall be chosen in accordance with table 3B.

For the choice between the alternative levels for the same values of  $U_m$ , see IEC 71.

**Tableau 3A - Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de transformateur avec une tension la plus élevée pour le matériel  $U_m < 300$  kV**

Tension la plus élevée pour le matériel $U_m$ (valeur efficace) kV	Tension de tenue assignée à fréquence industrielle (valeur efficace) kV	Tension de tenue assignée au choc de foudre (valeur de crête) kV
0,72	3	-
1,2	6	-
3,6	10	20 40
7,2	20	40 60
12	28	60 75
17,5	38	75 95
24	50	95 125
36	70	145 170
52	95	250
72,5	140	325
100	185	450
123	185	450
	230	550
145	230	550
	275	650
170	275	650
	325	750
245	395	950
	460	1 050

NOTE - Dans le cas d'installations exposées, il est recommandé de choisir les niveaux d'isolement les plus élevés.

**Table 3A – Rated insulation levels for transformer primary windings having highest voltage for equipment  $U_m < 300$  kV**

Highest voltage for equipment $U_m$ (r.m.s.) kV	Rated power frequency withstand voltage (r.m.s.) kV	Rated lightning-impulse withstand voltage (peak) kV
0,72	3	–
1,2	6	–
3,6	10	20 40
7,2	20	40 60
12	28	60 75
17,5	38	75 95
24	50	95 125
36	70	145 170
52	95	250
72,5	140	325
100	185	450
123	185	450
145	230	550
	275	650
170	275	650
	325	750
245	395	950
	460	1 050

NOTE – For exposed installations, it is recommended to choose the highest insulation levels.

**Tableau 3B – Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de transformateur avec une tension la plus élevée pour le matériel  $U_m \geq 300$  kV**

Tension la plus élevée pour le matériel $U_m$ (valeur efficace) kV	Tension de tenue assignée au choc de manoeuvre (valeur de crête) kV	Tension de tenue assignée au choc de foudre (valeur de crête) kV
300	750	950
	850	1 050
362	850	1 050
	950	1 175
420	1 050	1 300
	1 050	1 425
525	1 050	1 425
	1 175	1 550
765	1 425	1 950
	1 550	2 100

**NOTES**

- Dans le cas d'installations exposées, il est recommandé de choisir les niveaux d'isolement les plus élevés.
- Du fait que les niveaux de tension d'essai pour  $U_m = 765$  kV n'ont pas encore été décidés définitivement, des changements dans les niveaux d'essai au choc de manoeuvre et au choc de foudre peuvent devenir nécessaires.

**Tableau 3C – Tensions de tenue à fréquence industrielle pour les enroulements primaires de transformateurs avec une tension la plus élevée pour le matériel  $U_m \geq 300$  kV**

Tension de tenue assignée au choc de foudre (valeur de crête) kV	Tension de tenue assignée à fréquence industrielle (valeur efficace) kV
950	395
1 050	460
1 175	510
1 300	570
1 425	630
1 550	680
1 950	880
2 100	975

**Table 3B – Rated insulation levels for transformer primary windings having highest voltage for equipment  $U_m \geq 300$  kV**

Highest voltage for equipment $U_m$ (r.m.s.) kV	Rated switching impulse withstand voltage (peak) kV	Rated lightning impulse withstand voltage (peak) kV
300	750	950
	850	1 050
362	850	1 050
	950	1 175
420	1 050	1 300
	1 050	1 425
525	1 050	1 425
	1 175	1 550
765	1 425	1 950
	1 550	2 100

**NOTES**

- For exposed installation it is recommended to choose the highest insulation levels.
- As the test voltage levels for  $U_m \geq 765$  kV have not as yet been finally settled, some interchange between switching and lightning impulse test levels may become necessary.

**Table 3C – Power frequency withstand voltages for transformer primary windings having highest voltage for equipment  $U_m \geq 300$  kV**

Rated lightning impulse withstand voltage (peak) kV	Rated power frequency withstand voltage (r.m.s.) kV
950	395
1 050	460
1 175	510
1 300	570
1 425	630
1 550	680
1 950	880
2 100	975

## 9.2 *Autres prescriptions pour l'isolement des enroulements primaires*

### 9.2.1 *Tension de tenue à fréquence industrielle*

Les enroulements de tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  égale ou supérieure à 300 kV doivent, conformément au tableau 3C, supporter la tension de tenue à fréquence industrielle correspondant à la tension de tenue au choc de foudre choisie.

### 9.2.2 *Tension de tenue à fréquence industrielle de la borne mise à la terre*

La borne de l'enroulement primaire destinée à être mise à la terre doit, lorsqu'elle est isolée de la cuve ou du châssis, être capable de supporter la tension de tenue de courte durée à fréquence industrielle de 3 kV (valeur efficace).

### 9.2.3 *Décharges partielles*

Les prescriptions relatives aux décharges partielles sont applicables aux transformateurs de tension inductifs avec une tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  égale ou supérieure à 7,2 kV.

Les niveaux de décharges partielles ne doivent pas dépasser les limites spécifiées par le tableau 3D, pour les tensions d'essai de décharges partielles spécifiées par ce même tableau, après l'application d'une précontrainte conformément aux procédures de 16.4.

### 9.2.4 *Choc de foudre coupé*

Si cela est spécifié en complément, l'enroulement primaire doit aussi pouvoir supporter une tension de choc de foudre coupé d'une valeur de crête égale à 115 % de celle de la tension de choc de foudre plein.

NOTE – Des valeurs plus faibles de tension d'essai peuvent être convenues entre constructeur et acheteur.

## 9.2 Other requirements for primary winding insulation

### 9.2.1 Power frequency withstand voltage

Windings having highest voltage for equipment  $U_m \geq 300$  kV shall withstand the power frequency withstand voltage corresponding to the selected lightning impulse withstand voltage according to table 3C.

### 9.2.2 Power frequency withstand voltage for the earthed terminal

The terminal of the primary winding intended to be earthed shall, when insulated from the case or frame, be capable of withstanding the rated power frequency short-duration withstand voltage of 3 kV (r.m.s.).

### 9.2.3 Partial discharges

Partial discharges requirements are applicable to inductive voltage transformers having  $U_m$  greater than or equal to 7,2 kV.

The partial discharge level shall not exceed the limits specified in table 3D, at the partial discharge test voltage specified in the same table, after a prestressing performed according to the procedures of 16.4.

### 9.2.4 Chopped lightning impulse

If additionally specified, the primary winding shall also be capable of withstanding a chopped lightning impulse voltage having a peak value of 115 % of the full lightning impulse voltage.

NOTE - Lower values of test voltage may be agreed between manufacturer and purchaser.

**Tableau 3D – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles**

Type de mise à la terre du réseau	Raccordement de l'enroulement primaire	Tension d'essai de décharges partielles (valeur efficace)  kV	Niveau admissible de décharges partielles pC	
			Type d'isolation	
			Immergée dans un liquide	Solide
Réseau à neutre mis à la terre (facteur de mise à la terre $\leq 1,5$ )	Entre phase et terre	$U_m$	10	50
		$1,2 U_m / \sqrt{3}$	5	20
	Entre phases	$1,2 U_m$	5	20
	Réseau à neutre isolé ou non effectivement mis à la terre (facteur de mise à la terre $> 1,5$ )	Entre phase et terre	$1,2 U_m$	10
$1,2 U_m / \sqrt{3}$			5	20
Entre phases		$1,2 U_m$	5	20

**NOTES**

- 1 Si le système de neutre n'est pas défini, les valeurs indiquées pour les réseaux à neutre isolé ou non effectivement mis à la terre sont valables.
- 2 Le niveau admissible de décharges partielles est aussi valable pour des fréquences différentes de la fréquence assignée.
- 3 Lorsque la tension assignée d'un transformateur de tension est beaucoup plus faible que sa valeur déclarée de tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$ , des tensions de précontrainte et de mesure plus faibles peuvent être convenues entre constructeur et acheteur.

### 9.2.5 Capacité et facteur de dissipation diélectrique

Ces prescriptions s'appliquent seulement aux transformateurs comportant une isolation de l'enroulement primaire immergée dans un liquide et de tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  égale ou supérieure à 72,5 kV.

Les valeurs de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique ( $\text{tg } \delta$ ) doivent se référer à la fréquence assignée et à un niveau de tension dans la plage de 10 kV à  $U_m / \sqrt{3}$ .

**NOTES**

- 1 Le but est de contrôler l'uniformité de la fabrication. Les limites des variations admissibles peuvent être l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.
- 2 Le facteur de dissipation diélectrique dépend de la conception de l'isolation et à la fois de la tension et de la température. Sa valeur à  $U_m / \sqrt{3}$  et à la température ambiante ne dépasse pas normalement 0,005.
- 3 Pour certains types de conception de transformateur de tension, l'interprétation des résultats peut être difficile à établir.

### 9.3 Prescriptions d'isolement entre sections

Dans le cas d'enroulements secondaires divisés en deux sections ou plus, la tension de tenue assignée à fréquence industrielle de l'isolation entre sections doit être de 3 kV (valeur efficace).

**Table 3D – Partial discharge test voltages and permissible levels**

Type of earthing of the system	Connections of the primary winding	PD test voltage (r.m.s.) kV	Permissible PD level pC	
			Type of insulation	
		Immersed in liquid	Solid	
Earthed neutral system (earthing factor $\leq 1,5$ )	Phase-to-earth	$U_m$	10	50
		$1,2 U_m/\sqrt{3}$	5	20
	Phase-to-phase	$1,2 U_m$	5	20
	Isolated or non-effectively earthed neutral system (earthing factor $> 1,5$ )	Phase-to-earth	$1,2 U_m$	10
$1,2 U_m/\sqrt{3}$			5	20
	Phase-to-phase	$1,2 U_m$	5	20

**NOTES**

- 1 If the neutral system is not defined, the values given for isolated or non-effectively earthed systems are valid.
- 2 The permissible PD level is also valid for frequencies different from rated frequency.
- 3 When the rated voltage of a voltage transformer is considerably lower than its declared highest system voltage  $U_m$ , lower prestress voltages and measuring voltages may be agreed between manufacturer and purchaser.

### 9.2.5 Capacitance and dielectric dissipation factor

These requirements apply only to transformers with liquid immersed primary winding insulation having  $U_m \geq 72,5$  kV.

The values of capacitance and dielectric dissipation factor ( $\tan \delta$ ) shall be referred at the rated frequency and at a voltage level in the range from 10 kV to  $U_m/\sqrt{3}$ .

#### NOTES

- 1 The purpose is to check the uniformity of production. Limits for the permissible variations may be the subject of an agreement between manufacturer and purchaser.
- 2 The dielectric dissipation factor is dependent on the insulation design and on both voltage and temperature. Its value at  $U_m/\sqrt{3}$  and ambient temperature normally does not exceed 0,005.
- 3 For some types of voltage transformer designs the interpretation of the results may be difficult to assess.

### 9.3 Between-section insulation requirements

For secondary windings divided into two or more sections, the rated power frequency withstand voltage of the insulation between sections shall be 3 kV (r.m.s.).

9.4 Prescriptions d'isolement pour les enroulements secondaires

La tension de tenue assignée à fréquence industrielle des enroulements secondaires doit être de 3 kV (valeur efficace).

9.5 Prescriptions pour l'isolation externe

9.5.1 Pollution

Dans le cas des transformateurs de tension inductifs pour l'extérieur, avec des isolateurs en céramique, susceptibles de pollution, les lignes de fuite pour des niveaux de pollution donnés sont indiqués au tableau 4.

Tableau 4 – Lignes de fuite pour niveaux de pollution donnés

Niveau de pollution	Valeur nominale minimale de la ligne de fuite unitaire mm/kV <sup>1) 2)</sup>	Ligne de fuite Distance d'arc
I Léger	16	≤ 3,5
II Moyen	20	
III Fort	25	≤ 4,0
IV Très fort	31	
<sup>1)</sup> Rapport de la ligne de fuite entre phase et terre à la valeur efficace entre phases de la tension la plus élevée pour le matériel (voir la CEI 71-1). <sup>2)</sup> Pour d'autres informations et pour les tolérances de fabrication sur la ligne de fuite, voir la CEI 815.		
<b>NOTES</b> 1 Il est reconnu que les performances de l'isolation de surface sont fortement affectées par la forme de l'isolateur. 2 Dans les régions très légèrement polluées, des lignes de fuite unitaires nominales inférieures à 16 mm/kV peuvent être utilisées en fonction de l'expérience acquise en service. La valeur de 12 mm/kV semble être une limite inférieure. 3 Dans des cas de sévérité de pollution exceptionnelle, une ligne de fuite unitaire nominale de 31 mm/kV peut s'avérer insuffisante. En fonction de l'expérience acquise en service et/ou des résultats d'essai en laboratoire, une valeur plus élevée de la ligne de fuite unitaire peut être utilisée mais, dans certains cas, l'utilisation du lavage peut être envisagée.		

#### 9.4 Insulation requirements for secondary windings

The rated power frequency withstand voltage for secondary winding insulation shall be 3 kV (r.m.s.).

#### 9.5 Requirements for the external insulation

##### 9.5.1 Pollution

For outdoor inductive voltage transformers, with ceramic insulator, susceptible to contamination, the creepage distances for given pollution levels are given in table 4.

**Table 4 – Creepage distances for given pollution levels**

Pollution level		Minimum nominal specific creepage distance mm/kV <sup>1) 2)</sup>	$\frac{\text{Creepage distance}}{\text{Arcing distance}}$
I	Light	16	≤ 3,5
II	Medium	20	
III	Heavy	25	≤ 4,0
IV	Very heavy	31	
<p>1) Ratio of the leakage distance between phase and earth over the r.m.s. phase-to-phase value of the highest voltage for the equipment (see IEC 71-1).</p> <p>2) For other information and manufacturing tolerances on the creepage distance see IEC 815.</p>			
<p><b>NOTES</b></p> <p>1 It is recognized that the performance of surface insulation is greatly affected by insulator shape.</p> <p>2 In very lightly polluted areas, specific nominal creepage distances lower than 16 mm/kV can be used depending on service experience. 12 mm/kV seems to be a lower limit.</p> <p>3 In case of exceptional pollution severity, a specific nominal creepage distance of 31 mm/kV may not be adequate. Depending on service experience and/or on laboratory test results, a higher value of specific creepage distance can be used, but in some cases the practicability of washing may have to be considered.</p>			

Ajouter le nouvel article suivant après l'article 9 bis:

**9 ter Prescriptions mécaniques**

Les présentes prescriptions s'appliquent seulement aux transformateurs de tension inductifs avec une tension la plus élevée pour le matériel égale ou supérieure à 72,5 kV.

Le tableau 8 donne des informations sur les charges statiques que les transformateurs de tension inductifs doivent pouvoir supporter. Les valeurs comprennent les charges dues au vent et à la glace.

Les charges d'essai spécifiées sont destinées à être appliquées sur les bornes primaires, dans toutes les directions.

**Tableau 8 - Charges d'essai de tenue statique**

Tension la plus élevée pour le matériel $U_m$ kV	Charge d'essai de tenue statique $F_R$		
	N		
	Transformateurs de tension avec bornes et type:		
	tension	courant traversant	
Charge classe I		Charge classe II	
72,5 à 100	500	1 250	2 500
123 à 170	1 000	2 000	3 000
245 à 362	1 250	2 500	4 000
≥ 420	1 500	4 000	5 000

NOTES

- Il convient que la somme des charges effectives dans les conditions de fonctionnement habituelles ne dépasse pas 50 % de la charge d'essai de tenue spécifiée.
- Dans certaines applications, il convient que les transformateurs de tension avec bornes type courant traversant supportent des charges dynamiques extrêmes se produisant rarement (par exemple lors de courts-circuits) ne dépassant pas 1,4 fois la charge d'essai de tenue statique.
- Pour certaines applications, il peut être nécessaire d'établir la résistance des bornes primaires à la rotation. Le moment à appliquer pendant l'essai doit être convenu entre constructeur et acheteur.

Page 33

Add the following new clause after 9 bis:

### 9 ter Mechanical requirements

These requirements apply only to inductive voltage transformers having a highest voltage for equipment of 72,5 kV and above.

In table 8 guidance is given on the static loads that inductive voltage transformers shall be capable withstanding. The figures include loads due to wind and ice.

The specified test loads are intended to be applied in any direction to the primary terminals.

Table 8 – Static withstand test loads

Highest voltage for equipment $U_m$ kV	Static withstand test load $F_N$		
	N		
	Voltage transformers with:		
	voltage terminals	through current terminals	
Load class I		Load class II	
72,5 to 100	500	1 250	2 500
123 to 170	1 000	2 000	3 000
245 to 362	1 250	2 500	4 000
≥ 420	1 500	4 000	5 000

NOTES

- The sum of the loads acting in routinely operating conditions should not exceed 50 % of the specified withstand test load.
- In some applications voltage transformers with through current terminals should withstand rarely occurring extreme dynamic loads (e.g. short-circuits) not exceeding 1,4 times the static withstand test load.
- For some applications it may be necessary to establish the resistance to rotation of the primary terminals. The moment to be applied during test shall be agreed between manufacturer and purchaser.

Page 32

## 10 Classification des essais

Remplacer, à la page 34, le texte des paragraphes 10.1, 10.2 et 10.3 par ce qui suit:

### 10.1 Essais de type

Les essais suivants sont des essais de type; pour les détails, il convient de se reporter aux articles appropriés:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| a) Essai d'échauffement  | article 11        |
| b) Essai au choc de foudre                                     | 13.2              |
| c) Essai au choc de manoeuvre                                  | 13.3              |
| d) Essai sous pluie pour les transformateurs de type extérieur | article 14        |
| e) Détermination des erreurs                                   | articles 26 et 35 |
| f) Essai de tenue au court-circuit                             | article 12        |

Tous les essais diélectriques de type doivent être effectués sur le même transformateur, sauf spécification contraire.

Après que les transformateurs ont été soumis aux essais diélectriques de type de 10.1, ils doivent être soumis à tous les essais individuels de 10.2.

### 10.2 Essais individuels

Les essais suivants s'appliquent à chaque transformateur individuel:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| a) Vérification du marquage des bornes                                    | article 15         |
| b) Essai de tenue à fréquence industrielle sur l'enroulement secondaire   | article 17         |
| c) Essai de tenue à fréquence industrielle entre sections                 | article 17         |
| d) Essai de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires | article 16         |
| e) Mesure des décharges partielles  | 16.4               |
| f) Détermination des erreurs  | 26.1 et article 36 |

L'ordre des essais n'est pas normalisé mais la détermination des erreurs doit être effectuée après les autres essais.

Il convient que les essais répétés à fréquence industrielle sur les enroulements primaires soient effectués à 80 % de la tension d'essai spécifiée.

Page 33

**10 Classification of tests**

Replace, on page 35, the texts of subclauses 10.1, 10.2 and 10.3 by the following:

**10.1 Type tests**

The following tests are type tests; for details reference should be made to the relevant clauses:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| a) Temperature rise test                   | clause 11         |
| b) Lightning impulse test                  | 13.2              |
| c) Switching impulse test                  | 13.3              |
| d) Wet test for outdoor type transformers  | clause 14         |
| e) Determination of errors                 | clauses 26 and 35 |
| f) Short-circuit withstand capability test | clause 12         |

All the dielectric type tests shall be carried out on the same transformer, unless otherwise specified.

After transformers have been subjected to the dielectric type tests of 10.1, they shall be subjected to all routine tests of 10.2.

**10.2 Routine tests**

The following tests apply to each individual transformer:

- |  |                    |
|--|--------------------|
| a) Verification of terminal markings                   | clause 15          |
| b) Power frequency withstand test on secondary winding | clause 17          |
| c) Power frequency withstand test between sections     | clause 17          |
| d) Power frequency withstand test on primary windings  | clause 16          |
| e) Partial discharge measurement                       | 16.4               |
| f) Determination of errors                             | 26.1 and clause 36 |

The order of the tests is not standardized but determination of errors shall be performed after the other tests.

Repeated power frequency tests on primary windings shall be performed at 80 % of the specified test voltage.

### 10.3 Essais spéciaux

Les essais suivants doivent être effectués selon accord entre constructeur et acheteur:

- |  |                |
|--|----------------|
| a) Essai au choc coupé sur l'enroulement primaire                  | article 18     |
| b) Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique | article 18 bis |
| c) Essais mécaniques   | article 18 ter |

Page 36

## 13 Essais au choc de l'enroulement primaire

Remplacer le texte de cet article par ce qui suit:

### 13.1 Généralités

L'essai au choc doit être effectué conformément à la CEI 60-1.

La tension d'essai doit être appliquée entre chaque borne de ligne de l'enroulement primaire et la terre. La borne de terre de l'enroulement primaire ou la borne de ligne non essayée dans le cas d'un transformateur de tension non mis à la terre, au moins une borne de chaque enroulement secondaire, le châssis, la cuve (s'il y a lieu) et le noyau (s'il est prévu de le mettre à la terre) doivent être reliés à la terre pendant l'essai.

Les essais au choc consistent généralement à appliquer la tension successivement au niveau de tension de référence, puis au niveau assigné. La tension de choc de référence doit être comprise entre 50 % et 75 % de la tension de tenue assignée au choc. La valeur de crête et la forme d'onde du choc doivent être enregistrées.

Une défaillance de l'isolation par suite de l'essai peut être mise en évidence par la variation de la forme d'onde entre la tension de référence et la tension de tenue assignée.

Pour la détection des défaillances, l'enregistrement du ou des courants de terre ou des tensions apparaissant dans le ou les enroulements secondaires, doit être effectué en complément à l'enregistrement de la tension.

NOTE - Les connexions à la terre peuvent être faites par l'intermédiaire de dispositifs d'enregistrement de courant adaptés.

### 13.2 Essai au choc de foudre

La tension d'essai doit avoir la valeur appropriée, indiquée par les tableaux 3A ou 3B, en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel et du niveau d'isolement spécifié.

#### 13.2.1 Enroulements avec $U_m$ inférieure à 300 kV

L'essai doit être effectué à la fois en polarité positive et en polarité négative. Quinze chocs consécutifs de chaque polarité doivent être appliqués, sans correction pour conditions atmosphériques.

### 10.3 *Special tests*

The following tests shall be performed upon agreement between manufacturer and purchaser:

- |   |               |
|---|---------------|
| a) Chopped impulse test on primary winding                      | clause 18     |
| b) Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor | clause 18 bis |
| c) Mechanical tests   | clause 18 ter |

Page 37

## 13 Impulse test on primary winding

*Replace the text of this clause by the following:*

### 13.1 *General*

The impulse test shall be performed in accordance with IEC 60-1.

The test voltage shall be applied between each line terminal of the primary winding and earth. The earthed terminal of the primary winding or the non-tested line terminal in the case of an unearthed voltage transformer, at least one terminal of each secondary winding, the frame, case (if any) and core (if intended to be earthed) shall be earthed during the test.

The impulse tests generally consist of voltage application at reference and rated voltage levels. The reference impulse voltage shall be between 50 % and 75 % of the rated impulse withstand voltage. The peak value and the waveshape of the impulse shall be recorded.

Evidence of insulation failure due to the test may be given by variation in the waveshape at both reference and rated withstand voltage.

For failure detection the record of current(s) to earth or of voltages appearing across the secondary winding(s), shall be performed in addition to the voltage record.

NOTE - The earth connections may be made through suitable current recording devices.

### 13.2 *Lightning impulse test*

The test voltage shall have the appropriate value, given in tables 3A or 3B depending on the highest voltage for equipment and the specified insulation level.

#### 13.2.1 *Windings having $U_m < 300$ kV*

The test shall be performed with both positive and negative polarities. Fifteen consecutive impulses of each polarity, not corrected for atmospheric conditions, shall be applied.

Le transformateur a satisfait à l'essai si pour chaque polarité:

- aucune décharge disruptive ne se produit dans l'isolation interne non autorégénératrice;
- aucun contournement ne se produit le long de l'isolation externe non autorégénératrice;
- deux contournements au maximum se produisent à travers l'isolation externe autorégénératrice;
- aucune autre manifestation d'une défaillance de l'isolation n'est détectée (par exemple variations dans la forme d'onde des grandeurs enregistrées).

Dans le cas des transformateurs de tension non mis à la terre, environ la moitié du nombre de chocs doit être appliquée successivement à chaque borne de ligne, l'autre borne de ligne étant reliée à la terre.

NOTE - L'application de 15 chocs positifs et de 15 chocs négatifs est spécifiée pour essayer l'isolation externe. Si d'autres essais sont convenus entre constructeur et acheteur pour contrôler l'isolation externe, le nombre de chocs de foudre peut être réduit à trois de chaque polarité, sans correction pour conditions atmosphériques.

### 13.2.2 Enroulements avec $U_m \geq 300$ kV

L'essai doit être effectué à la fois en polarité positive et en polarité négative. Trois chocs consécutifs de chaque polarité doivent être appliqués, sans correction pour conditions atmosphériques.

Le transformateur a satisfait à l'essai si:

- aucune décharge disruptive ne se produit;
- aucune autre manifestation d'une défaillance de l'isolation n'est détectée (par exemple variations dans la forme d'onde des grandeurs enregistrées).

### 13.3 Essai au choc de manoeuvre

La tension d'essai doit avoir la valeur appropriée, indiquée par le tableau 3B, en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel et du niveau d'isolement spécifié.

L'essai doit être effectué en polarité positive. Quinze chocs consécutifs doivent être appliqués, avec correction pour conditions atmosphériques.

Pour les transformateurs de type extérieur, l'essai doit être effectué sous des conditions de pluie (voir article 14).

NOTE - Pour s'affranchir de l'effet de la saturation du noyau, la modification des conditions magnétiques du noyau est autorisée entre les chocs successifs, à l'aide d'une procédure appropriée.

The transformer passes the test if for each polarity:

- no disruptive discharge occurs in the non-self-restoring internal insulation;
- no flashovers occur along the non-self-restoring external insulation;
- no more than two flashovers occur across the self-restoring external insulation;
- no other evidence of insulation failure is detected (e.g., variations in the waveshape of the recorded quantities).

For unearthed voltage transformers, approximately half the number of impulses shall be applied to each line terminal in turn with the other line terminal connected to earth.

NOTE – The application of 15 positive and 15 negative impulses is specified for testing the external insulation. If other tests are agreed between manufacturer and purchaser to check the external insulation, the number of lightning impulses may be reduced to three of each polarity, not corrected for atmospheric conditions.

### 13.2.2 Windings having $U_m \geq 300$ kV

The test shall be performed with both positive and negative polarities. Three consecutive impulses of each polarity, not corrected for atmospheric conditions, shall be applied.

The transformer passes the test if:

- no disruptive discharge occurs;
- no other evidence of insulation failure is detected (e.g., variations in the waveshape of the recorded quantities).

### 13.3 Switching impulse test

The test voltage shall have the appropriate value, given in table 3B, depending on the highest voltage for equipment and the specified insulation level.

The test shall be performed with positive polarity. Fifteen consecutive impulses, corrected for atmospheric conditions, shall be applied.

For outdoor-type transformers the test shall be performed under wet conditions (see clause 14).

NOTE – To counteract the effect of core saturation, it is permitted, between consecutive impulses, to modify the magnetic conditions of the core by a suitable procedure.

Le transformateur a satisfait à l'essai si:

- aucune décharge disruptive ne se produit dans l'isolation interne non auto-régénératrice;
- aucun contournement ne se produit le long de l'isolation externe non auto-régénératrice;
- deux contournements au maximum se produisent à travers l'isolation externe auto-régénératrice;
- aucune autre manifestation d'une défaillance de l'isolation n'est détectée (par exemple variations dans la forme d'onde des grandeurs enregistrées).

NOTE – Il convient de ne pas tenir compte des chocs avec des contournements aux murs ou au plafond du laboratoire.

Page 40

#### 14 Essais sous pluie pour les transformateurs de type extérieur

*Remplacer le texte de cet article par ce qui suit:*

Les modalités des essais sous pluie doivent être conformes à la CEI 60-1.

Dans le cas des enroulements avec une tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  inférieure à 300 kV, l'essai doit être effectué avec une tension à fréquence industrielle de la valeur appropriée, indiquée par le tableau 3A en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel, en appliquant des corrections pour conditions atmosphériques.

Dans le cas des enroulements avec une tension la plus élevée pour le matériel  $U_m$  égale ou supérieure à 300 kV, l'essai doit être effectué avec une tension de choc de manœuvre de polarité positive, de la valeur appropriée indiquée par le tableau 3B, en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel et du niveau d'isolement assigné.

#### 16 Essais à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles

*Remplacer le titre et le texte de cet article par ce qui suit:*

#### 16 Essai de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles

##### 16.1 Généralités

L'essai de tenue à fréquence industrielle doit être effectué conformément à la CEI 60-1.

Dans le cas des essais de tenue à une tension appliquée, la durée doit être de 60 s.

Dans le cas des essais de tenue à une tension induite, la fréquence de la tension d'essai peut être augmentée au-dessus de la valeur assignée afin d'éviter la saturation du noyau. La durée de l'essai doit être de 60 s. Toutefois, si la fréquence d'essai dépasse deux fois la fréquence assignée, la durée de l'essai peut être inférieure à 60 s comme suit:

$$\text{durée de l'essai (en s)} = \frac{\text{deux fois la fréquence assignée}}{\text{fréquence d'essai}} \times 60$$

avec un minimum de 15 s.

The transformer passes the test if:

- no disruptive discharge occurs in the non-self-restoring internal insulation;
- no flashovers occur along the non-self-restoring external insulation;
- no more than two flashovers occur across the self-restoring external insulation;
- no other evidence of insulation failure is detected (e.g. variations in the waveshape of the recorded quantities).

NOTE – Impulses with flashover to the walls or ceilings of the laboratory should be disregarded.

Page 41

#### 14 Wet test for outdoor type transformers

Replace the text of this clause by the following:

The wetting procedure shall be in accordance with IEC 60-1.

For windings having  $U_m < 300$  kV, the test shall be performed with power frequency voltage of the appropriate value given in table 3A depending on the highest voltage for equipment applying corrections for atmospheric conditions.

For windings having  $U_m \geq 300$  kV, the test shall be performed with switching impulse voltage of positive polarity, of the appropriate value given in table 3B, depending on the highest voltage for equipment and the rated insulation level.

#### 16 Power frequency tests on primary windings and measurement of partial discharges

Replace the title and text of this clause by the following:

#### 16 Power frequency withstand tests on primary windings and partial discharge measurement

##### 16.1 General

The power frequency withstand test shall be performed in accordance with IEC 60-1.

For separate source withstand tests the duration shall be 60 s.

For the induced voltage withstand test, the frequency of the test voltage may be increased above the rated value to prevent saturation of the core. The duration of the test shall be 60 s. If, however, the test frequency exceeds twice the rated frequency, the duration of the test may be reduced from 60 s as below:

$$\text{duration of test (in s)} = \frac{\text{twice the rated frequency}}{\text{test frequency}} \times 60$$

with a minimum of 15 s.

## 16.2 Enroulements avec $U_m$ inférieure à 300 kV

La tension d'essai pour les enroulements avec  $U_m < 300$  kV doit avoir la valeur appropriée indiquée par le tableau 3A en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel.

Lorsqu'il y a une différence importante entre la tension la plus élevée pour le matériel ( $U_m$ ) spécifiée et la tension primaire assignée spécifiée, la tension induite doit être limitée à cinq fois la tension primaire assignée.

### 16.2.1 Transformateurs de tension non mis à la terre

Les transformateurs de tension non mis à la terre doivent être soumis aux essais suivants:

#### a) Essai de tenue à une tension appliquée

La tension d'essai doit être appliquée entre la terre et toutes les bornes de l'enroulement primaire connectées entre elles. Le châssis, la cuve (s'il y a lieu), le noyau (s'il y a une borne spéciale de mise à la terre) et toutes les bornes d'enroulement secondaire, doivent être reliés ensemble et à la terre.

#### b) Essai de tenue à une tension induite

Au choix du constructeur, l'essai doit être fait en excitant l'enroulement secondaire par une tension d'amplitude suffisante pour induire dans l'enroulement primaire la tension d'essai spécifiée, ou en excitant directement l'enroulement primaire à la tension d'essai spécifiée.

La tension d'essai doit être mesurée du côté haute tension dans chacun des cas. Le châssis, la cuve (s'il y a lieu), le noyau (s'il est destiné à être mis à la terre), une borne de chaque enroulement secondaire et l'autre borne de l'enroulement primaire doivent être reliés ensemble et à la terre.

Il convient que l'essai soit effectué par des applications de la tension d'essai à chaque borne de ligne pendant la moitié du temps prescrit, avec un minimum de 15 s pour chaque borne.

### 16.2.2 Transformateurs de tension mis à la terre

Les transformateurs de tension mis à la terre doivent être soumis aux essais suivants:

#### a) Essai de tenue à une tension appliquée, si applicable

La tension d'essai doit avoir la valeur appropriée indiquée en 9.2.2 entre la terre et la borne de l'enroulement primaire destinée à être mise à la terre.

Le châssis, la cuve (s'il y a lieu), le noyau (s'il est destiné à être mis à la terre) et toutes les bornes d'enroulement secondaire doivent être reliés ensemble et à la terre.

#### b) Essai de tenue à une tension induite

L'essai doit être effectué comme spécifié en 16.2.1. La borne de l'enroulement primaire destinée à être mise à la terre en service doit être mise à la terre pendant l'essai.

## 16.2 Windings having $U_m < 300$ kV

The test voltages for windings having  $U_m < 300$  kV shall have the appropriate values given in table 3A depending on the highest voltage for equipment.

When there is a considerable difference between the specified highest voltage for equipment ( $U_m$ ) and the specified rated primary voltage, the induced voltage shall be limited to five times the rated primary voltage.

### 16.2.1 Unearthed voltage transformers

Unearthed voltage transformers shall be submitted to the following tests:

#### a) *Separate source withstand voltage test*

The test voltage shall be applied between earth and all primary winding terminals connected together. The frame, case (if any), core (if there is a special earth terminal) and all secondary winding terminals shall be connected together and to earth.

#### b) *Induced voltage withstand test*

At the manufacturer's discretion, the test shall be made by exciting the secondary winding with a voltage of sufficient magnitude to induce the specified test voltage in the primary winding, or by exciting the primary winding directly at the specified test voltage.

The test voltage shall be measured at the high voltage side in each case. The frame, case (if any), core (if intended to be earthed) and one terminal of each secondary winding and the other terminal of the primary winding shall be connected together and to earth.

The test should be performed by test voltage applications to each line terminal for half the required time, with a minimum of 15 s for each terminal.

### 16.2.2 Earthed voltage transformers

Earthed voltage transformers shall be submitted to the following tests:

#### a) *Separate source withstand voltage test, when applicable*

The test voltage shall have the appropriate value given in 9.2.2 between the primary voltage terminal intended to be earthed and earth.

The frame, case (if any), core (if intended to be earthed) and all secondary voltage terminals shall be connected together and to earth.

#### b) *Induced voltage withstand test*

The test shall be performed as specified in 16.2.1. The primary voltage terminal intended to be earthed in service shall be earthed during the test.

### 16.3 Enroulements avec $U_m \geq 300$ kV

Les transformateurs doivent être soumis aux essais suivants:

a) *Essai de tenue à une tension appliquée, si applicable*

La tension d'essai doit avoir la valeur appropriée indiquée en 9.2.2 et l'essai doit être effectué comme spécifié en 16.2.2.

b) *Essai de tenue à une tension induite*

La tension d'essai doit avoir la valeur appropriée indiquée par le tableau 3C, en fonction de la tension de tenue assignée au choc de foudre. L'essai doit être effectué comme spécifié en 16.2.2.

### 16.4 Mesure des décharges partielles

#### 16.4.1 Circuit d'essai et appareils de mesure

Le circuit d'essai et les appareils de mesure utilisés doivent être conformes à la CEI 270. Des exemples de circuit d'essai sont indiqués par les figures 12 à 14.

L'appareil de mesure utilisé doit mesurer la charge apparente  $q$  exprimée en picocoulombs (pC). Son étalonnage doit être effectué dans le circuit d'essai (voir un exemple en figure 15).

Un appareil de mesure à bande large doit avoir une bande passante d'au moins 100 kHz avec une fréquence de coupure supérieure ne dépassant pas 1,2 MHz.

Des appareils de mesure à bande étroite doivent avoir leur fréquence de résonance dans la gamme de 0,15 MHz à 2 MHz. Il convient que les valeurs préférentielles soient dans la gamme de 0,5 MHz à 2 MHz, mais, si cela est réalisable, il convient que la mesure soit effectuée à la fréquence qui donne la sensibilité maximale.

La sensibilité doit permettre de détecter un niveau de décharges partielles de 5 pC.

#### NOTES

- 1 Le bruit sera suffisamment plus bas que la sensibilité. Il est possible de ne pas tenir compte des impulsions connues pour être causées par des perturbations extérieures.
- 2 Pour la suppression du bruit extérieur, le circuit d'essai équilibré (figure 14) est approprié. L'utilisation d'un condensateur couplé pour équilibrer le circuit peut être impropre à l'élimination d'une interférence externe.
- 3 Lorsqu'un traitement et une extraction électroniques de signal sont utilisés pour réduire le bruit de fond, cela sera démontré en faisant varier ses paramètres de telle sorte qu'il permette la détection d'impulsions se produisant de façon répétée.

#### 16.4.2 Procédure d'essai des transformateurs de tension mis à la terre

Après une précontrainte effectuée selon la procédure A ou B, les tensions d'essai de décharges partielles spécifiées par le tableau 3D sont atteintes et les niveaux de décharges partielles sont mesurés dans un temps de 30 s.

Les niveaux de décharges partielles mesurées ne doivent pas dépasser les limites spécifiées par le tableau 3D.

### 16.3 Windings having $U_m \geq 300$ kV

The transformers shall be submitted to the following tests:

a) *Separate source withstand voltage test, when applicable*

The test voltage shall have the appropriate value given in 9.2.2 and the test shall be performed as specified in 16.2.2.

b) *Induced voltage withstand test*

The test voltage shall have the appropriate value given in table 3C, depending on the rated lightning impulse withstand voltage. The test shall be performed as specified in 16.2.2.

### 16.4 Partial discharge measurement

#### 16.4.1 Test circuit and instrumentation

The test circuit and the instrumentation used shall be in accordance with IEC 270. Some examples of test circuits are shown in figures 12 to 14.

The instrument used shall measure the apparent charge  $q$  expressed in picocoulomb (pC). Its calibration shall be performed in the test circuit (see an example in figure 15).

A wide-band instrument shall have a bandwidth of at least 100 kHz, with an upper cut-off frequency not exceeding 1,2 MHz.

Narrow-band instruments shall have their resonance frequency in the range 0,15 MHz to 2 MHz. Preferred values should be in the range from 0,5 MHz and 2 MHz but, if feasible, the measurement should be performed at the frequency which gives the highest sensitivity.

The sensitivity shall allow to detect a partial discharge level of 5 pC.

#### NOTES

- 1 The noise will be sufficiently lower than the sensitivity. Pulses that are known to be caused by external disturbances can be disregarded.
- 2 For the suppression of external noise, the balanced test circuit is appropriate (figure 14). The use of a coupling capacitor to balance the circuit may be inadequate for the elimination of external interference.
- 3 When electronic signal processing and recovery are used to reduce the background noise, this will be demonstrated by varying its parameters such that it allows the detection of repeatedly occurring pulses.

#### 16.4.2 Test procedure for earthed voltage transformers

After a prestressing performed according to procedure A or B, the partial discharge test voltages specified in table 3D are reached and the corresponding partial discharge level is measured in a time within 30 s.

The measured partial discharge levels shall not exceed the limits specified in table 3D.

### *Procédure A*

Les tensions d'essai de décharges partielles sont atteintes pendant la décroissance de la tension après l'essai de tenue à une tension induite.

### *Procédure B*

L'essai de décharges partielles est effectué après l'essai de tenue à une tension induite. La tension appliquée est augmentée jusqu'à 80 % de la tension de tenue à une tension induite, maintenue pendant au moins 60 s, puis réduite sans interruption jusqu'aux tensions spécifiées d'essai de décharges partielles.

Sauf spécification contraire, le choix de la procédure est laissée au constructeur. La méthode d'essai utilisée doit être indiquée dans le rapport d'essai.

#### 16.4.3 *Procédure d'essai des transformateurs de tension non mis à la terre*

Le circuit d'essai pour les transformateurs de tension non mis à la terre doit être le même que pour les transformateurs de tension mis à la terre mais deux essais doivent être effectués en appliquant les tensions successivement à chacune des bornes haute tension avec l'autre borne haute tension connectée à une borne basse tension, le châssis et la cuve (s'il y a lieu) (voir figures 12 à 14).

Page 44

### **17 Essais à fréquence industrielle entre sections et sur les enroulements secondaires**

*Remplacer le titre et le texte de cet article par ce qui suit:*

### **17 Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections et sur les enroulements secondaires**

La tension d'essai, avec la valeur appropriée indiquée respectivement en 9.3 et 9.4, doit être appliquée pendant 60 s, successivement, entre les bornes mises en court-circuit de chaque section d'enroulement, ou de chaque enroulement secondaire, et la terre.

Le châssis, la cuve (s'il y a lieu), le noyau (s'il est destiné à être mis à la terre) et les bornes de tous les autres enroulements ou sections doivent être reliés ensemble et à la terre.

### **18 Essai au choc de foudre coupé sur les enroulements primaires**

*Remplacer le titre et le texte de cet article par ce qui suit:*

### **18 Essai au choc coupé sur l'enroulement primaire**

L'essai doit être effectué en polarité négative seulement et combiné avec l'essai au choc de foudre de polarité négative de la façon indiquée ci-après.

La tension doit être un choc de foudre normalisé comme défini dans la CEI 60-1, coupé entre 2  $\mu$ s à 5  $\mu$ s. Le circuit de coupure doit être tel que l'amplitude de l'oscillation de polarité opposée du choc enregistré soit limitée à environ 30 % de la valeur de crête.

#### *Procedure A*

The partial discharge test voltages are reached while decreasing the voltage after the induced voltage withstand test.

#### *Procedure B*

The partial discharge test is performed after the induced voltage withstand test. The applied voltage is raised to 80 % of the induced withstand voltage, maintained for not less than 60 s, then reduced without interruption to the specified partial discharge test voltages.

If not otherwise specified, the choice of procedure is left to the manufacturer. The test method used shall be indicated in the test report.

#### 16.4.3 *Test procedure for unearthed voltage transformers*

The test circuit for unearthed voltage transformers shall be the same as for earthed voltage transformers but two tests shall be performed by applying the voltages alternately to each of the high voltage terminals with the other high voltage terminal connected to a low voltage terminal, frame and case (if any) (see figures 12 to 14).

Page 45

### **17 Power frequency tests between sections and on secondary windings**

*Replace the title and text of this clause by the following:*

#### **17 Power frequency withstand tests between sections and on secondary windings**

The test voltage, with the appropriate value given in 9.3 and 9.4 respectively, shall be applied for 60 s in turn between the short-circuited terminals of each winding section or each secondary winding and earth.

The frame, case (if any), core (intended to be earthed) and the terminals of all the other windings or sections shall be connected together and to earth.

#### **18 Chopped lightning-impulse test on primary windings**

*Replace the title and text of this clause by the following:*

#### **18 Chopped impulse test on primary winding**

The test shall be carried out with negative polarity only and combined with the negative polarity lightning impulse test in the manner described below.

The voltage shall be a standard lightning impulse as defined in IEC 60-1, chopped between 2  $\mu$ s and 5  $\mu$ s. The chopping circuit shall be so arranged that the amount of overswing of opposite polarity of the recorded impulse shall be limited to approximately 30 % of the peak value.

La tension d'essai des chocs pleins doit avoir la valeur appropriée, indiquée par les tableaux 3A ou 3B, en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel et du niveau d'isolement spécifié.

La tension d'essai des chocs coupés doit être conforme à 9.2.4.

La séquence d'application des chocs doit être la suivante:

a) *pour les enroulements avec  $U_m < 300$  kV:*

- un choc plein;
- deux chocs coupés;
- quatorze chocs pleins.

Dans le cas des transformateurs de tension non mis à la terre, deux chocs coupés et environ la moitié du nombre de chocs pleins doivent être appliqués à chaque borne.

b) *pour les enroulements avec  $U_m \geq 300$  kV:*

- un choc plein;
- deux chocs coupés;
- deux chocs pleins.

Des différences dans la forme de l'onde en onde pleine avant et après les chocs coupés sont une indication de défaut interne.

Des contournements pendant les chocs coupés le long de l'isolation externe autorégénératrice doivent être négligés dans l'évaluation du comportement de l'isolation.

Page 46

*Ajouter les nouveaux articles 18 bis et 18 ter suivants:*

#### **18 bis Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique**

L'essai doit être effectué conformément à 9.2.5, après l'essai de tenue à fréquence industrielle sur l'enroulement primaire.

Le circuit d'essai doit être convenu entre constructeur et acheteur, la méthode du pont étant la méthode préférentielle.

L'essai doit être effectué avec le transformateur de tension à la température ambiante et la valeur de cette température doit être enregistrée.

#### **18 ter Essais mécaniques**

Les essais sont effectués pour démontrer qu'un transformateur de tension inductif est capable de satisfaire aux prescriptions spécifiées à l'article 9 ter.

Le transformateur de tension doit être complètement monté et installé en position verticale, avec le châssis fixé de façon rigide.

The test voltage of the full impulses shall have the appropriate value, given in tables 3A or 3B depending on the highest voltage for equipment and the specified insulation level.

The chopped impulse test voltage shall be in accordance with 9.2.4.

The sequence of impulse applications shall be as following:

a) *for windings having  $U_m < 300$  kV:*

- one full impulse;
- two chopped impulses;
- fourteen full impulses.

For unearthed voltage transformers, two chopped impulses and approximately half the number of full impulses shall be applied to each terminal.

b) *for windings having  $U_m \geq 300$  kV:*

- one full impulse;
- two chopped impulses;
- two full impulses.

Differences in wave shape of full wave applications before and after the chopped impulses are an indication of an internal fault.

Flashovers during chopped impulses along self-restoring external insulation shall be disregarded in the evaluation of the behaviour of the insulation.

Page 47

*Add the following new clauses 18 bis and 18 ter:*

#### **18 bis Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor**

The test shall be carried out in accordance with 9.2.5, after the power frequency withstand test on the primary windings.

The test circuit shall be agreed between manufacturer and purchaser, the bridge method being preferred.

The test shall be performed with the voltage transformer at ambient temperature whose value shall be recorded.

#### **18 ter Mechanical tests**

The tests are carried out to demonstrate that an inductive voltage transformer is capable of complying with the requirements specified in clause 9 ter.

The voltage transformer shall be completely assembled, installed in vertical position with the frame rigidly fixed.