

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

62271-100

2001

AMENDEMENT 2  
AMENDMENT 2  
2006-07

Amendement 2

**Appareillage à haute tension –**

**Partie 100:**

**Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension**

Amendment 2

**High-voltage switchgear and controlgear –**

**Part 100:**

**High-voltage alternating-current circuit-breakers**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

V

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

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/754/FDIS	17A/761/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.

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Page 6

### SOMMAIRE

*Ajouter, à la liste, les nouvelles Annexes L et M suivantes:*

Annexe L (informative) Notes explicatives sur la révision des TTR de disjoncteurs de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV

Annexe M (normative) Exigences pour la coupure de défauts limités par un transformateur pour des disjoncteurs de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV

Page 24

### 3 Définitions

*Ajouter, à la page 30, les définitions suivantes après 3.1.127:*

#### 3.1.128

##### **réseau à neutre effectivement à la terre**

réseau qui est mis à la terre par une impédance suffisamment faible de sorte que pour toutes les conditions de réseaux le rapport entre les composantes directe et homopolaire de la réactance ( $X_0/X_1$ ) est positif et inférieur à 3, et le rapport entre la composante homopolaire de la résistance et la composante directe de la réactance ( $R_0/X_1$ ) est positif et inférieur à 1. Normalement ces réseaux sont avec neutre directement à la terre ou mis à la terre à travers une faible impédance

NOTE Pour estimer correctement les conditions de mise à la terre, il ne faut pas seulement prendre en compte les conditions physiques de mise à la terre autour du lieu considéré mais aussi celles de tout le réseau.

## FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC Technical Committee 17: Switchgear and controlgear.

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

FDIS	Report on voting
17A/754/FDIS	17A/761/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.

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

Page 7

## CONTENTS

*Add, to the list, the following new Annexes L and M:*

Annex L (informative) Explanatory notes on the revision of TRVs for circuit-breakers of rated voltages higher than 1 kV and less than 100 kV

Annex M (normative) Requirements for breaking of transformer-limited faults by circuit-breakers with rated voltage higher than 1 kV and less than 100 kV

Page 25

**3 Definitions**

*Add, on page 31, the following definitions after 3.1.127:*

**3.1.128****effectively earthed neutral system**

system earthed through a sufficiently low impedance such that for all system conditions the ratio of the zero-sequence reactance to the positive-sequence reactance ( $X_0/X_1$ ) is positive and less than 3, and the ratio of the zero-sequence resistance to the positive-sequence reactance ( $R_0/X_1$ ) is positive and less than 1. Normally such systems are solidly earthed (neutral) systems or low impedance earthed (neutral) systems

NOTE For the correct assessment of the earthing conditions not only the physical earthing conditions around the relevant location but the total system is to be considered.

### 3.1.129

#### **réseau à neutre non effectivement à la terre**

réseau autre que ceux avec neutre effectivement à la terre, ne remplissant pas les conditions données en 3.1.128. Normalement ces systèmes sont à neutre isolé, à neutre non directement à la terre ou compensés par bobine d'extinction

NOTE Pour estimer correctement les conditions de mise à la terre, il ne faut pas seulement prendre en compte les conditions physiques de mise à la terre autour du lieu considéré mais aussi celles de tout le réseau.

*Ajouter, à la page 32, les définitions suivantes après 3.4.118:*

### 3.4.119

#### **réseau par câbles**

réseau dans lequel la TTR pendant la coupure de défaut aux bornes à 100 % du pouvoir de coupure n'excède pas l'enveloppe à deux paramètres dérivée à partir du Tableau 24 de cette norme

NOTE 1 Cette définition est limitée aux réseaux de tensions supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV.

NOTE 2 Les disjoncteurs d'intérieur avec liaisons par câbles sont généralement dans des réseaux par câbles.

NOTE 3 Les disjoncteurs d'extérieur reliés à des lignes aériennes par câbles sont considérés comme étant dans un réseau par câbles si la longueur totale de câbles (ou longueur équivalente lorsque des condensateurs sont présents) connectés sur le côté alimentation aux disjoncteurs est au moins égale à 100 m. Cependant, si dans un cas particulier, avec une longueur de câble inférieure à 100 m, il peut être montré que la TTR obtenue est couverte par l'enveloppe définie à partir du Tableau 24, alors ce réseau est considéré comme étant un réseau par câbles.

NOTE 4 La capacitance des réseaux par câbles du côté alimentation des disjoncteurs provient des câbles et/ou de condensateurs et/ou de jeux de barres isolés.

### 3.4.120

#### **réseau aérien**

réseau dans lequel la TTR pendant la coupure de défauts aux bornes à 100 % du pouvoir de coupure est définie par l'enveloppe à deux paramètres dérivée à partir du Tableau 25 de cette norme et excède l'enveloppe à deux paramètres dérivée à partir du Tableau 24

NOTE 1 Cette définition est limitée aux réseaux de tensions supérieures ou égales à 15 kV et inférieures à 100 kV.

NOTE 2 Dans les réseaux aériens, aucun câble n'est connecté du côté alimentation du disjoncteur, à l'exception possible d'une longueur de câble inférieure à 100 m entre le disjoncteur et le ou les transformateurs d'alimentation.

NOTE 3 Les réseaux avec des lignes aériennes directement connectées au jeu de barre (sans connexion par câbles) sont des exemples typiques de réseaux aériens.

### 3.4.121

#### **disjoncteur de classe S1**

disjoncteur prévu pour une utilisation dans un réseau par câbles

### 3.4.122

#### **disjoncteur de classe S2**

disjoncteur prévu pour une utilisation dans un réseau aérien ou dans un réseau par câbles avec une connection directe (sans câble) à des lignes aériennes

## 3.8 Index des définitions

*Ajouter les définitions suivantes dans la liste de l'index:*

**3.1.129****non-effectively earthed neutral system**

system other than effectively earthed neutral system, not meeting the conditions given in 3.1.128. Normally such systems are isolated neutral systems, high impedance earthed (neutral) systems or resonant earthed (neutral) systems

NOTE For the correct assessment of the earthing conditions not only the physical earthing conditions around the relevant location but the total system is to be considered.

*Add, on page 33, the following definitions after 3.4.118:*

**3.4.119****cable system**

system in which the TRV during breaking of terminal fault at 100 % of short-circuit breaking current does not exceed the two-parameter envelope derived from Table 24 of this standard

NOTE 1 This definition is restricted to systems of rated voltages higher than 1 kV and less than 100 kV.

NOTE 2 Circuit-breakers of indoor substations with cable connection are generally in cable-systems.

NOTE 3 A circuit-breaker in an outdoor substation is considered to be in a cable-system if the total length of cable (or equivalent length when capacitors are also present) connected on the supply side of the circuit-breaker is at least 100 m. However if in an actual case with an equivalent length of cable shorter than 100 m a calculation can show that the actual TRV is covered by the envelope defined from Table 24, then this system is considered as a cable system.

NOTE 4 The capacitance of cable-systems on the supply side of circuit-breakers is provided by cables and/or capacitors and/or insulated bus.

**3.4.120****line system**

system in which the TRV during breaking of terminal fault at 100 % of short-circuit breaking current is covered by the two-parameter envelope derived from Table 25 of this standard and exceeds the two-parameter envelope derived from Table 24 of this standard

NOTE 1 This definition is restricted to systems of rated voltages equal to or higher than 15 kV and less than 100 kV.

NOTE 2 In line-systems, no cable is connected on the supply side of the circuit-breaker, with the possible exception of a total length of cable less than 100 m between the circuit-breaker and the supply transformer(s).

NOTE 3 Systems with overhead lines directly connected to a busbar (without intervening cable connections) are typical examples of line-systems.

**3.4.121****circuit-breaker class S1**

circuit-breaker intended to be used in a cable system

**3.4.122****circuit-breaker class S2**

circuit-breaker intended to be used in a line-system, or in a cable-system with direct connection (without cable) to overhead lines

**3.8 Index of definitions**

*Add the following definitions in the list of index:*

## D

Disjoncteur de classe S1 .....	3.4.121
Disjoncteur de classe S2 .....	3.4.122

## R

Réseau aérien .....	3.4.120
Réseau à neutre effectivement à la terre .....	3.1.128
Réseau à neutre non effectivement à la terre .....	3.1.129
Réseau par câbles .....	3.4.119

Page 62

### 4 Caractéristiques assignées

*Remplacer, à la page 64, le point p) existant par le texte suivant:*

- p) caractéristiques pour défauts proches en ligne liées au pouvoir de coupure assigné en court-circuit, pour les disjoncteurs prévus pour être reliés directement à des lignes aériennes, quel que soit le type de réseau du côté alimentation, de tension assignée égale ou supérieure à 15 kV et de pouvoir de coupure assigné en court-circuit supérieur à 12,5 kA;

Page 72

#### 4.102.2 Représentation de la TTR

*Remplacer, à la page 74, les points b) et c) existants par ce qui suit:*

- b) Tracé de référence à deux paramètres (voir Figure 11):

$u_c$  = tension de référence (valeur de crête de la TTR), en kV;

$t_3$  = temps, en  $\mu$ s.

Les paramètres de la TTR sont définis en fonction de la tension assignée ( $U_r$ ), du facteur de premier pôle ( $k_{pp}$ ) et du facteur d'amplitude ( $k_{af}$ ) comme suit:

$$u_c = k_{pp} \times k_{af} \sqrt{(2/3)} \times U_r$$

où  $k_{af}$  est égal à

1,4 pour le défaut aux bornes dans le cas de réseaux par câbles;

1,54 pour le défaut aux bornes et le défaut proche en ligne, dans le cas de réseaux aériens;

1,25 pour la discordance de phases;

$t_3$  pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne =  $t_3$  (défaut aux bornes);

$t_3$  pour la discordance de phases =  $2 \times t_3$  (défaut aux bornes).

**C**

Cable system .....	3.4.119
Circuit-breaker class S1 .....	3.4.121
Circuit-breaker class S2 .....	3.4.122

**E**

Effectively earthed neutral system .....	3.1.128
--	---------

**L**

Line system .....	3.4.120
-------------------	---------

**N**

Non-effectively earthed neutral system .....	3.1.129
--	---------

Page 63

#### 4 Rating

*Replace, on page 65, the existing item p) by the following:*

- p) characteristics for short-line faults related to the rated short-circuit breaking current, for circuit-breakers designed for direct connection to overhead lines, irrespective of the type of network on the source side, and rated at 15 kV and above and at more than 12,5 kA rated short-circuit breaking current;

Page 73

##### 4.102.2 Representation of TRV

*Replace, on page 75, the existing items b) and c) by the following:*

- b) Two-parameter reference line (see Figure 11):

$u_c$  = reference voltage (TRV peak value), in kV;

$t_3$  = time in  $\mu$ s.

TRV parameters are defined as a function of the rated voltage ( $U_r$ ), the first-pole-to-clear factor ( $k_{pp}$ ) and the amplitude factor ( $k_{af}$ ) as follows:

$$u_c = k_{pp} \times k_{af} \sqrt{(2/3)} \times U_r$$

where  $k_{af}$  is equal to

1,4 for terminal fault in the case of cable systems;

1,54 for terminal fault and short-line fault, in the case of line systems;

1,25 for out-of-phase;

$t_3$  for the supply side circuit for short-line fault =  $t_3$  (terminal fault).

$t_3$  for out-of-phase =  $2 \times t_3$  (terminal fault).

c) Segment définissant le retard de la TTR (voir Figures 10 et 11):

$t_d$  = retard, en microsecondes;

$u'$  = tension de référence, en kilovolts;

$t'$  = temps mis pour atteindre  $u'$ , en microsecondes.

Le segment définissant le retard commence sur l'axe des temps à la valeur du retard assigné, est parallèle à la première partie du tracé de référence de la TTR assignée et se termine à la valeur de tension  $u'$  (correspondant à l'abscisse  $t'$ ).

Pour les tensions inférieures à 100 kV:

$t_d = 0,15 \times t_3$ , pour le défaut aux bornes et la discordance de phase dans le cas de réseaux par câbles;

$t_d = 0,05 \times t_3$ , pour le défaut aux bornes et le défaut proche en ligne dans le cas de réseaux aériens;

$t_d = 0,15 \times t_3$ , pour la discordance de phase dans le cas de réseaux aériens;

$u' = u_c/3$ ;

$t'$  est déterminé à partir de  $t_d$  et  $t_3$  selon la Figure 11,  $t' = t_d + t_3/3$ .

Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV:

$t_d = 2 \mu s$  pour le défaut aux bornes et le circuit d'alimentation pour le défaut proche en ligne;

$t_d = 2 \mu s$  à  $0,1 \times t_1$  pour la discordance de phases;

$u' = u_1/2$ ;

$t'$  est déterminé à partir de  $u'$ ,  $u_1/t_1$  (VATR) et  $t_d$  selon la Figure 10,  $t' = t_d + t_3/VATR$ .

Page 76

#### 4.102.3 Valeurs normales de la TTR relative au courant de court-circuit assigné

*Remplacer le premier alinéa par ce qui suit:*

Les valeurs normales de TTR pour les disjoncteurs tripolaires de tension assignée inférieure à 100 kV correspondent à la représentation par deux paramètres. Les valeurs sont indiquées dans

- le Tableau 24 pour les réseaux par câbles;
- le Tableau 25 pour les réseaux aériens.

*Remplacer le quatrième alinéa par ce qui suit:*

Les valeurs des tableaux sont des valeurs présumées. Elles s'appliquent aux disjoncteurs destinés à des réseaux triphasés de transport et de distribution, fonctionnant à des fréquences de 50 Hz ou 60 Hz et comportant des transformateurs, des lignes aériennes et des câbles.

*Remplacer le point b) existant par ce qui suit:*

- b) disjoncteurs directement reliés à des transformateurs fournissant un courant supérieur à 50 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit du disjoncteur, sans capacité supplémentaire appréciable entre le disjoncteur et le transformateur. Cependant, le cas particulier de disjoncteurs de tension assignée inférieure à 100 kV et reliés à un transformateur avec une liaison de faible capacité est traité dans l'Annexe M.



## c) Delay line of TRV (see Figures 10 and 11):

$t_d$  = time delay, in microseconds;

$u'$  = reference voltage, in kilovolts;

$t'$  = time to reach  $u'$ , in microseconds

The delay line starts on the time axis at the rated time delay and runs parallel to the first section of the reference line of rated TRV and terminates at the voltage  $u'$  (time co-ordinate  $t'$ ).

For rated voltages lower than 100 kV:

$t_d = 0,15 \times t_3$ , for terminal fault and out-of-phase in the case of cable systems;

$t_d = 0,05 \times t_3$ , for terminal fault and short-line-fault in the case of line systems;

$t_d = 0,15 \times t_3$ , for out-of-phase in the case of line systems;

$u' = u_c/3$  ;

$t'$  is derived from  $t_d$  and  $t_3$  according to Figure 11,  $t' = t_d + t_3/3$ .

For rated voltages equal or higher than 100 kV:

$t_d = 2 \mu s$  for terminal fault and for the supply side circuit for short-line fault;

$t_d = 2 \mu s$  to  $0,1 \times t_1$  for out-of-phase;

$u' = u_1/2$  ;

$t'$  is derived from  $u'$ ,  $u_1/t_1$  (RRRV) and  $t_d$  according to Figure 10,  $t' = t_d + u'/RRRV$ .

Page 77

#### 4.102.3 Standard values of TRV related to the rated short-circuit breaking current

*Replace the first paragraph by the following:*

Standard values of TRV for three-pole circuit-breakers of rated voltages less than 100 kV make use of two parameters. Values are given in:

- Table 24, for cable systems;
- Table 25, for line systems.

*Replace the fourth paragraph by the following:*

The values given in the tables are prospective values. They apply to circuit-breakers for general transmission and distribution in three-phase systems having service frequencies of 50 Hz or 60 Hz and consisting of transformers, overhead lines and cables.

*Replace the existing item b) by the following:*

- b) circuit-breakers directly connected to transformers without appreciable additional capacitance between the circuit-breaker and the transformer which provides approximately 50 % or more of the rated short-circuit breaking-current of the circuit-breaker. However the special case of circuit-breakers of rated voltage less than 100 kV with a connection of low capacitance to a transformer is covered in Annex M.

*Remplacer le point c) existant par ce qui suit:*

- c) disjoncteurs situés dans des postes comportant des réactances de limitation (des informations sont données en 8.103.7 et à l'Article L.5 pour les disjoncteurs de tensions assignées inférieures à 100 kV);

*Remplacer le sixième alinéa par ce qui suit:*

La tension transitoire de rétablissement correspondante au pouvoir de coupure assigné en court-circuit en cas de défaut aux bornes est utilisée pour les essais de coupure de courant de court-circuit égaux à la valeur assignée. Toutefois, pour les essais de coupure de courant en court-circuit effectués à des valeurs inférieures à 100 % de la valeur assignée, d'autres valeurs de la tension transitoire de rétablissement sont spécifiées (voir 6.104.5). De plus, des exigences complémentaires concernent les disjoncteurs prévus pour être connectés directement à des lignes aériennes, dont la tension assignée est égale ou supérieure à 15 kV et dont le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est supérieur à 12,5 kA, et qui peuvent être amenés à fonctionner dans les conditions du défaut proche en ligne (voir 4.105).

Page 76

#### **4.102.3 Valeurs normales de la TTR relative au courant de court-circuit assigné**

*Remplacer, à la page 78, le titre et le Tableau 1a par les tableaux suivants:*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-100:2006 Amend.2

*Replace the existing item c) by the following:*

- c) circuit-breakers in substations with series reactors (information is given in 8.103.7 and in Clause L.5 for circuit-breakers rated less than 100 kV);

*Replace the sixth paragraph by the following:*

The transient recovery voltage corresponding to the rated short-circuit breaking current when a terminal fault occurs, is used for testing at short-circuit breaking currents equal to the rated value. However, for testing with short-circuit breaking currents less than 100 % of the rated value, other values of transient recovery voltage are specified (see 6.104.5). Further additional requirements apply to circuit-breakers designed for direct connection to overhead lines, rated at 15 kV and above and having rated short-circuit breaking currents exceeding 12,5 kA, which may be operated in short-line fault conditions (see 4.105).

Page 77

#### **4.102.3 Standard values of TRV related to the rated short-circuit breaking current**

*Replace, on page 79, title and Table 1a by the following tables.*

**Tableau 24 – Valeurs normales de la TTR pour les disjoncteurs de classe S1 –  
Tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV –  
Représentation par deux paramètres**

Tension assignée $U_r$ kV	Type d'essai	Facteur de premier pôle $k_{pp}$ p.u.	Facteur d'amplitude $k_{af}$ p.u.	Valeur de crête de la TTR $u_c$ kV	Temps $t_3$ $\mu s$	Temps de retard $t_d$ $\mu s$	Tension $u'$ kV	Temps $t'$ $\mu s$	VATR <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu s$
3,6	Défaut aux bornes	1,5	1,4	6,2	41	6	2,1	20	0,15
	Discordance de phases	2,5	1,25	9,2	82	12	3,1	40	0,11
4,76 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,4	8,2	44	7	2,7	21	0,19
	Discordance de phases	2,5	1,25	12,1	88	13	4,0	43	0,14
7,2	Défaut aux bornes	1,5	1,4	12,3	51	8	4,1	25	0,24
	Discordance de phases	2,5	1,25	18,4	102	15	6,1	49	0,18
8,25 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,4	14,1	52	8	4,7	25	0,27
	Discordance de phases	2,5	1,25	21,1	104	16	7,0	50	0,20
12	Défaut aux bornes	1,5	1,4	20,6	61	9	6,9	29	0,34
	Discordance de phases	2,5	1,25	30,6	122	18	10,2	59	0,25
15 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,4	25,7	66	10	8,6	32	0,39
	Discordance de phases	2,5	1,25	38,3	132	20	12,8	64	0,29
17,5	Défaut aux bornes	1,5	1,4	30	71	11	10,0	34	0,42
	Discordance de phases	2,5	1,25	44,7	142	21	14,9	69	0,31
24	Défaut aux bornes	1,5	1,4	41,2	87	13	13,7	42	0,47
	Discordance de phases	2,5	1,25	61,2	174	26	20,4	84	0,35
25,8 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,4	44,2	91	14	14,7	44	0,49
	Discordance de phases	2,5	1,25	65,8	182	27	21,9	88	0,36
36	Défaut aux bornes	1,5	1,4	61,7	109	16	20,6	53	0,57
	Discordance de phases	2,5	1,25	91,9	218	33	30,6	105	0,42
38 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,4	65,2	109	16	21,7	53	0,60
	Discordance de phases	2,5	1,25	97,0	218	33	32,3	105	0,45
48,3 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,4	82,8	125	19	27,6	60	0,66
	Discordance de phases	2,5	1,25	123	250	38	41,1	121	0,49
52	Défaut aux bornes	1,5	1,4	89,2	131	20	29,7	63	0,68
	Discordance de phases	2,5	1,25	133	262	39	44,2	127	0,51
72,5	Défaut aux bornes	1,5	1,4	124	165	25	41,4	80	0,75
	Discordance de phases	2,5	1,25	185	330	50	61,7	160	0,56

<sup>a</sup> VATR = vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement.

<sup>b</sup> Utilisée en Amérique du Nord.

**Table 24 – Standard values of transient recovery voltage for class S1 circuit-breakers –  
Rated voltage higher than 1 kV and less than 100 kV –  
Representation by two parameters**

Rated voltage $U_r$ kV	Type of test	First-pole-to-clear factor $k_{pp}$ p.u.	Amplitude factor $k_{af}$ p.u.	TRV peak value $u_c$ kV	Time $t_3$ $\mu$ s	Time delay $t_d$ $\mu$ s	Voltage $u'$ kV	Time $t'$ $\mu$ s	RRRV <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu$ s
3,6	Terminal fault	1,5	1,4	6,2	41	6	2,1	20	0,15
	Out-of-phase	2,5	1,25	9,2	82	12	3,1	40	0,11
4,76 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,4	8,2	44	7	2,7	21	0,19
	Out-of-phase	2,5	1,25	12,1	88	13	4,0	43	0,14
7,2	Terminal fault	1,5	1,4	12,3	51	8	4,1	25	0,24
	Out-of-phase	2,5	1,25	18,4	102	15	6,1	49	0,18
8,25 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,4	14,1	52	8	4,7	25	0,27
	Out-of-phase	2,5	1,25	21,1	104	16	7,0	50	0,20
12	Terminal fault	1,5	1,4	20,6	61	9	6,9	29	0,34
	Out-of-phase	2,5	1,25	30,6	122	18	10,2	59	0,25
15 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,4	25,7	66	10	8,6	32	0,39
	Out-of-phase	2,5	1,25	38,3	132	20	12,8	64	0,29
17,5	Terminal fault	1,5	1,4	30	71	11	10,0	34	0,42
	Out-of-phase	2,5	1,25	44,7	142	21	14,9	69	0,31
24	Terminal fault	1,5	1,4	41,2	87	13	13,7	42	0,47
	Out-of-phase	2,5	1,25	61,2	174	26	20,4	84	0,35
25,8 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,4	44,2	91	14	14,7	44	0,49
	Out-of-phase	2,5	1,25	65,8	182	27	21,9	88	0,36
36	Terminal fault	1,5	1,4	61,7	109	16	20,6	53	0,57
	Out-of-phase	2,5	1,25	91,9	218	33	30,6	105	0,42
38 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,4	65,2	109	16	21,7	53	0,60
	Out-of-phase	2,5	1,25	97,0	218	33	32,3	105	0,45
48,3 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,4	82,8	125	19	27,6	60	0,66
	Out-of-phase	2,5	1,25	123	250	38	41,1	121	0,49
52	Terminal fault	1,5	1,4	89,2	131	20	29,7	63	0,68
	Out-of-phase	2,5	1,25	133	262	39	44,2	127	0,51
72,5	Terminal fault	1,5	1,4	124	165	25	41,4	80	0,75
	Out-of-phase	2,5	1,25	185	330	50	61,7	160	0,56

<sup>a</sup> RRRV = rate of rise of recovery voltage.

<sup>b</sup> Used in North America.

**Tableau 25 – Valeurs normales de la TTR <sup>c</sup> pour les disjoncteurs de classe S2 –  
Tensions assignées égales ou supérieures à 15 kV et inférieures à 100 kV –  
Représentation par deux paramètres**

Tension assignée $U_r$ kV	Type d'essai	Facteur de 1 <sup>er</sup> pôle $k_{pp}$ p.u.	Facteur d'amplitude $k_{af}$ p.u.	Valeur de crête de la TTR $u_c$ kV	Temps $t_3$ $\mu s$	Temps de retard $t_d$ $\mu s$	Tension $u'$ kV	Temps $t'$ $\mu s$	VATR <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu s$
15 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,54	28,3	31	2	9,4	12	0,91
	Défaut proche en ligne	1	1,54	18,9	31	2	6,3	12	0,61
	Discordance de phases	2,5	1,25	38,3	62	9	12,8	30	0,62
17,5	Défaut aux bornes	1,5	1,54	33,0	34	2	11,0	13	0,97
	Défaut proche en ligne	1	1,54	22,0	34	2	7,3	13	0,65
	Discordance de phases	2,5	1,25	45	68	10	14,9	33	0,65
24	Défaut aux bornes	1,5	1,54	45,3	43	2	15,1	16	1,05
	Défaut proche en ligne	1	1,54	30,2	43	2	10,1	16	0,70
	Discordance de phases	2,5	1,25	61	86	13	20,4	42	0,71
25,8 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,54	48,7	45	2	16,2	17	1,08
	Défaut proche en ligne	1	1,54	32,4	45	2	10,8	17	0,72
	Discordance de phases	2,5	1,25	66	90	14	21,9	44	0,73
36	Défaut aux bornes	1,5	1,54	67,9	57	3	22,6	22	1,19
	Défaut proche en ligne	1	1,54	45,3	57	3	15,1	22	0,79
	Discordance de phases	2,5	1,25	92	114	17	30,6	55	0,81
38 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,54	71,7	59	3	23,9	23	1,21
	Défaut proche en ligne	1	1,54	47,8	59	3	15,9	23	0,81
	Discordance de phases	2,5	1,25	97	118	18	32,3	57	0,82
48,3 <sup>b</sup>	Défaut aux bornes	1,5	1,54	91,1	70	4	30,4	27	1,30
	Défaut proche en ligne	1	1,54	60,7	70	4	20,2	27	0,87
	Discordance de phases	2,5	1,25	123	140	21	41,1	68	0,88
52	Défaut aux bornes	1,5	1,54	98,1	74	4	32,7	28	1,33
	Défaut proche en ligne	1	1,54	65,4	74	4	21,8	28	0,88
	Discordance de phases	2,5	1,25	133	148	22	44,2	72	0,90
72,5	Défaut aux bornes	1,5	1,54	137	93	5	45,6	36	1,47
	Défaut proche en ligne	1	1,54	91,2	93	5	30,4	36	0,98
	Discordance de phases	2,5	1,25	185	186	28	61,7	90	0,99

<sup>a</sup> VATR = vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement.

<sup>b</sup> Utilisée en Amérique du Nord.

<sup>c</sup> Pour les défauts proches en ligne: la TTR et les temps sont ceux du circuit d'alimentation. Le défaut proche en ligne est applicable uniquement aux disjoncteurs prévus pour être connectés directement à des lignes aériennes.

**Table 25 – Standard values of transient recovery voltage <sup>c</sup> for class S2 circuit-breakers –  
Rated voltage equal to or higher than 15 kV and less than 100 kV –  
Representation by two parameters**

Rated voltage $U_r$ kV	Type of test	First-pole-to-clear factor $k_{pp}$ p.u.	Amplitude factor $k_{af}$ p.u.	TRV peak value $u_c$ kV	Time $t_3$ $\mu$ s	Time delay $t_d$ $\mu$ s	Voltage $u'$ kV	Time $t'$ $\mu$ s	RRRV <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu$ s
15 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,54	28,3	31	2	9,4	12	0,91
	Short-line fault	1	1,54	18,9	31	2	6,3	12	0,61
	Out-of-phase	2,5	1,25	38,3	62	9	12,8	30	0,62
17,5	Terminal fault	1,5	1,54	33,0	34	2	11,0	13	0,97
	Short-line fault	1	1,54	22,0	34	2	7,3	13	0,65
	Out-of-phase	2,5	1,25	45	68	10	14,9	33	0,65
24	Terminal fault	1,5	1,54	45,3	43	2	15,1	16	1,05
	Short-line fault	1	1,54	30,2	43	2	10,1	16	0,70
	Out-of-phase	2,5	1,25	61	86	13	20,4	42	0,71
25,8 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,54	48,7	45	2	16,2	17	1,08
	Short-line fault	1	1,54	32,4	45	2	10,8	17	0,72
	Out-of-phase	2,5	1,25	66	90	14	21,9	44	0,73
36	Terminal fault	1,5	1,54	67,9	57	3	22,6	22	1,19
	Short-line fault	1	1,54	45,3	57	3	15,1	22	0,79
	Out-of-phase	2,5	1,25	92	114	17	30,6	55	0,81
38 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,54	71,7	59	3	23,9	23	1,21
	Short-line fault	1	1,54	47,8	59	3	15,9	23	0,81
	Out-of-phase	2,5	1,25	97	118	18	32,3	57	0,82
48,3 <sup>b</sup>	Terminal fault	1,5	1,54	91,1	70	4	30,4	27	1,30
	Short-line fault	1	1,54	60,7	70	4	20,2	27	0,87
	Out-of-phase	2,5	1,25	123	140	21	41,1	68	0,88
52	Terminal fault	1,5	1,54	98,1	74	4	32,7	28	1,33
	Short-line fault	1	1,54	65,4	74	4	21,8	28	0,88
	Out-of-phase	2,5	1,25	133	148	22	44,2	72	0,90
72,5	Terminal fault	1,5	1,54	137	93	5	45,6	36	1,47
	Short-line fault	1	1,54	91,2	93	5	30,4	36	0,98
	Out-of-phase	2,5	1,25	185	186	28	61,7	90	0,99

<sup>a</sup> RRRV = rate of rise of recovery voltage.

<sup>b</sup> Used in North America.

<sup>c</sup> For short-line faults: transient recovery voltage and time quantities are those of the supply circuit. Short-line fault is only applicable for circuit-breakers designed for direct connection to overhead lines.

Remplacer, à la page 84 et Amendement 1, le titre du Tableau 2 par ce qui suit:

**Tableau 2 – Valeurs normales des multiplicateurs pour la tension transitoire de rétablissement pour les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> pôles à couper à des tensions assignées supérieures à 1 kV**

Remplacer, à la page 84, la NOTE 1 par ce qui suit:

NOTE 1 Les valeurs pour les tensions assignées inférieures à 100 kV sont à l'étude.

Page 88

**4.105 Caractéristiques pour les défauts proches en ligne**

Remplacer le texte existant de 4.105 par ce qui suit:

Des caractéristiques pour les défauts proches en ligne sont exigées pour les disjoncteurs de classe S2 prévus pour être reliés directement à des lignes aériennes (sans liaison par câbles) et dont la tension assignée est égale ou supérieure à 15 kV et le pouvoir de coupure assigné en court-circuit supérieur à 12,5 kA. Ces caractéristiques correspondent à la coupure d'un défaut monophasé dans un réseau à neutre à la terre, où le facteur de premier pôle est égal à 1,0.

NOTE Dans cette norme, un essai effectué en monophasé à la tension phase-terre couvre tous les types de défauts proches en ligne (voir Annexe L, Article L.3).

Le circuit correspondant au défaut proche en ligne se compose d'un circuit d'alimentation du côté où le disjoncteur est relié à la source de puissance et d'une ligne courte du côté de la charge (voir Figure 15), il possède les caractéristiques assignées suivantes:

a) caractéristiques du circuit d'alimentation:

- tension égale à la tension phase-terre  $U_r/\sqrt{3}$  correspondant à la tension assignée  $U_r$  du disjoncteur;
- courant du court-circuit, si l'on réalise un défaut aux bornes, égal au pouvoir de coupure assigné en court-circuit du disjoncteur;
- tension transitoire de rétablissement présumée, pour le défaut en ligne, correspondant aux valeurs normales du:
  - Tableau 25, pour les disjoncteurs dans les réseaux aériens de tensions assignées inférieures à 100 kV;
  - Tableau 1b et du Tableau 1c, pour les disjoncteurs de tensions assignées de 100 kV à 170 kV inclus;
  - Tableau 1d, pour les disjoncteurs de tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV.
- caractéristiques de la TTRI, pour les disjoncteurs de tension assignée supérieure ou égale à 100 kV, déduites du Tableau 3.

b) caractéristiques de la ligne:

- les valeurs normales du facteur de VATR, basées sur une impédance d'onde  $Z$  de 450  $\Omega$ , du facteur de crête assigné  $k$  et du temps de retard côté ligne  $t_{dL}$  sont indiquées dans le Tableau 4. Pour la détermination du retard côté ligne et de la vitesse d'accroissement de la tension côté ligne, voir la Figure 16;
- la méthode pour le calcul des tensions transitoires de rétablissement à partir des caractéristiques assignées est donnée dans l'Annexe A.



Replace, on page 85 and Amendment 1, the heading of Table 2 by the following:

**Table 2 – Standard multipliers for transient recovery voltage values for second and third clearing poles for rated voltages above 1 kV**

Replace, on page 85, NOTE 1 by the following:

NOTE 1 Values for rated voltages less than 100 kV are under consideration.

Page 89

#### 4.105 Characteristics for short-line faults

Replace the existing text of 4.105 by the following:

Characteristics for short-line faults are required for class S2 circuit-breakers designed for direct connection to overhead lines (without intervening cable connections) and having a rated voltage of 15 kV and above and a rated short-circuit breaking current exceeding 12,5 kA. These characteristics relate to the breaking of a single-phase earth fault in a system with earthed neutral, where the first-pole-to-clear factor is equal to 1,0.

NOTE In this standard, a single-phase test at phase-to-earth voltage covers all types of short-line fault (see Annex L, Clause L.3).

The short-line fault circuit is composed of a supply circuit on the source side of the circuit-breaker and a short-line on its load side (see Figure 15), with the following characteristics:

a) supply circuit characteristics:

- voltage equal to the phase-to-earth voltage  $U_r/\sqrt{3}$  corresponding to the rated voltage  $U_r$  of the circuit-breaker;
- short-circuit current, in case of terminal fault, equal to the rated short-circuit breaking current of the circuit-breaker;
- prospective transient recovery voltage, in case of short-line fault, given by the standard values in
  - Table 25, for circuit-breakers in line systems with rated voltages less than 100 kV ;
  - Tables 1b and 1c, for circuit-breakers with rated voltages from 100 kV up to and including 170 kV;
  - Table 1d, for circuit-breakers with rated voltages 245 kV and above.
- ITRV characteristics for circuit-breakers of 100 kV and above derived from Table 3.

b) line characteristics:

- standard values of the RRRV factor, based on a surge impedance  $Z$  of 450  $\Omega$ , the peak factor  $k$  and the line side time delay  $t_{dL}$  are given in Table 4. For determination of the line side time delay and the rate-of-rise of the line side voltage, see Figure 16;
- the method for calculation of transient recovery voltages from the characteristics is given in Annex A.

Remplacer, à la page 90, le Tableau 4 existant par le nouveau tableau suivant:

**Tableau 4 – Valeurs normales des caractéristiques de ligne pour les défauts proches en ligne**

Tension assignée  $U_r$ kV	Nombre de conducteurs par phase	Impédance d'onde  $Z$ $\Omega$	Facteur de crête  $k$	Facteur de VATR		Retard  $t_{dL}$ $\mu s$
				50 Hz	60 Hz	
$15 \leq U_r \leq 38$	1	450	1,6	0,200	0,240	0,1
$48,3 \leq U_r \leq 170$	1 à 4	450	1,6	0,200	0,240	0,2
$U_r \geq 245$	1 à 4	450	1,6	0,200	0,240	0,5

NOTE Les valeurs couvrent les cas de défauts en ligne considérés dans cette norme. Pour des lignes très courtes ( $t_L < 5 t_{dL}$ ), les exigences indiquées dans ce tableau ne peuvent pas être toutes respectées. Les procédures permettant d'aborder le cas des lignes très courtes seront données dans le guide d'application de cette norme (préparé actuellement par le GT CIGRE A3.11)

\* Pour le facteur de VATR  $s$ , voir Annexe A.

Page 90

#### 4.106 Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure assignés en discordance de phases

Remplacer le point b) existant par ce qui suit:

- b) la tension transitoire de rétablissement doit être conforme au;
- Tableau 24, pour les disjoncteurs dans les réseaux câblés de tensions assignées inférieures à 100 kV;
  - Tableau 25, pour les disjoncteurs dans les réseaux aériens de tensions assignées inférieures à 100 kV;
  - Tableau 1b et au Tableau 1c, pour les disjoncteurs de tensions assignées de 100 kV à 170 kV inclus;
  - Tableau 1d, pour les disjoncteurs de tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV.

Page 110

#### Tableau 6 – Indications de la plaque signalétique

Remplacer, à la page 112, la ligne concernant la classe par ce qui suit:

	Abbré- viation	Unité	Disjonc- teur	Dspositif de manœuvre	Condition: marquage seulement si
Classe			y		Si différent de E1, C1, M1, S1 pour les tensions assignées inférieures à 100 kV  Si différent de E1, C1, M1 pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV

Replace, on page 91, the existing Table 4, by the following new table:

**Table 4 – Standard values of line characteristics for short-line faults**

Rated voltage $U_r$ kV	Number of conductors per phase	Surge impedance $Z$ $\Omega$	Peak factor $k$	RRRV factor		Time delay $t_{dL}$ $\mu s$
				50 Hz	60 Hz	
$15 \leq U_r \leq 38$	1	450	1,6	0,200	0,240	0,1
$48,3 \leq U_r \leq 170$	1 to 4	450	1,6	0,200	0,240	0,2
$U_r \geq 245$	1 to 4	450	1,6	0,200	0,240	0,5
NOTE These values cover the short-line faults dealt with in this standard. For very short lines ( $t_L < 5t_{dL}$ ) not all requirements as given in the table can be met. The procedures for approaching very short lines will be given in the application guide to this standard (currently prepared by CIGRE WG A3-11).						
* For the RRRV factor $s$ , see Annex A.						

Page 91

#### 4.106 Rated out-of-phase making and breaking current

Replace the existing item b) by the following:

b) the transient recovery voltage shall be in accordance with:

- Table 24, for circuit-breakers in cable systems with rated voltages less than 100 kV;
- Table 25, for circuit-breakers in line systems with rated voltages less than 100 kV;
- Tables 1b and 1c, for circuit-breakers with rated voltages from 100 kV up to and including 170 kV;
- Table 1d, for circuit-breakers with rated voltages 245 kV and above.

Page 111

**Table 6 – Nameplate information**

Replace, on page 113, the row on classification with the following:

	Abbreviation	Unit	Circuit-breaker	Operating device	Condition: Marking only required if
Classification			y		If different from E1, C1, M1, S1 for rated voltages less than 100 kV  If different from E1, C1, M1 for rated voltages 100 kV and above

## Tableau 7 – Essais de type

Remplacer "Essais de défaut proche en ligne" par ce qui suit:

Défaut proche en ligne \* # ( $U_r \geq 15$  kV et  $I_{sc} > 12,5$  kA, dans le cas d'une connection directe à des lignes aériennes dans des réseaux à neutre à la terre)

### 6.104.5.1 Généralités

Remplacer, à la page 204, le cinquième alinéa et le point a) par ce qui suit.

Les paramètres de la TTR sont définis ci-dessous en fonction de la tension assignée ( $U_r$ ), du facteur de premier pôle ( $k_{pp}$ ) et du facteur d'amplitude ( $k_{af}$ ). Les valeurs réelles de  $k_{pp}$  et de  $k_{af}$  sont indiquées dans les Tableaux 24 et 25, 1b, 1c, 26, 27, 14a et 14b. Pour les disjoncteurs de tension assignée supérieure ou égale à 100 kV, correspondant à des réseaux dont le neutre est habituellement mis effectivement à la terre, le facteur de premier pôle  $k_{pp}$  est égal à 1,3 comme indiqué dans le Tableau 14a. Dans le cas de réseaux 100 kV à 170 kV dont le neutre est mis non-effectivement à la terre, le facteur de premier pôle  $k_{pp}$  est égal à 1,5 comme indiqué dans le Tableau 14b.

#### a) Pour les tensions assignées inférieures à 100 kV

On utilise un tracé de référence de la TTR présumée à deux paramètres pour toutes les séquences d'essais

- Dans le Tableau 26, pour les disjoncteurs de réseaux par câbles.

La valeur de crête de la TTR est  $u_c = k_{pp} \times k_{af} \sqrt{(2/3)} \times U_r$  où  $k_{af}$  est égal à 1,4 pour la séquence d'essais T100, 1,5 pour la séquence T60, 1,6 pour la séquence T30, 1,7 pour la séquence T10 et 1,25 pour la coupure en discordance de phase.

Le temps  $t_3$  pour la séquence T100 est déduit du Tableau 24. Le temps  $t_3$  pour les séquences T60, T30 et T10 est obtenu en multipliant le temps  $t_3$  pour la séquence T100 par 0,44 (pour T60), 0,22 (pour T30) et 0,22 (pour T10).

- Dans le Tableau 27, pour les disjoncteurs de réseaux aériens.

La valeur de crête de la TTR est  $u_c = k_{pp} \times k_{af} \sqrt{(2/3)} \times U_r$  où  $k_{af}$  est égal à 1,54 pour la séquence d'essais T100, 1,65 pour la séquence T60, 1,74 pour la séquence T30, 1,8 pour la séquence T10 et 1,25 pour la coupure en discordance de phase.

Le temps  $t_3$  pour la séquence T100 est déduit du Tableau 25. Le temps  $t_3$  pour les séquences T60, T30 et T10 est obtenu en multipliant le temps  $t_3$  pour la séquence T100 par 0,67 (pour T60), 0,40 (pour T30) et 0,40 (pour T10).

- Le temps de retard  $t_d$  pour la séquence T100 est  $0,15 \times t_3$  pour les réseaux par câbles,  $0,05 \times t_3$  pour les réseaux aériens,  $0,05 \times t_3$  pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne.
- Le temps de retard  $t_d$  est  $0,15 \times t_3$  pour les séquences T60, T30 et T10 et pour la coupure en discordance de phases.
- La tension  $u' = u_c/3$ .
- Le temps  $t'$  est déterminé à partir de  $u'$ ,  $t_3$  et  $t_d$  selon la Figure 11,  $t' = t_d + t_3/3$ .

Page 119

**Table 7 – Type tests**

Replace “short-line fault tests \*\*” by the following:

Short-line fault tests \* # ( $U_r \geq 15$  kV and  $I_{SC} > 12,5$  kA, in case of direct connection to overhead lines in systems with earthed neutral)

Page 203 and Amendment 1

**6.104.5.1 General**

Replace, on page 205, the fifth paragraph and item a) by the following:

TRV parameters are defined as follows as a function of the rated voltage ( $U_r$ ), the first-pole-to-clear factor ( $k_{pp}$ ) and the amplitude factor ( $k_{af}$ ). The actual values of  $k_{pp}$  and  $k_{af}$  are stated in Tables 24, 25, 1b, 1c, 26, 27, 14a and 14b. The first-pole-to-clear factor  $k_{pp}$  is 1,3 as listed in Table 14a for all circuit-breakers rated 100 kV and above where systems are usually effectively earthed. For non-effectively earthed systems from 100 kV to 170 kV,  $k_{pp} = 1,5$  as listed in Table 14b.

a) For rated voltages less than 100 kV

A representation by two parameters of the prospective TRV is used for all test-duties.

- In Table 26, for circuit-breakers in cable systems.

TRV peak value  $u_c = k_{pp} \times k_{af} \sqrt{(2/3)} \times U_r$  where  $k_{af}$  is equal to 1,4 for test-duty T100, 1,5 for test-duty T60, 1,6 for test duty T30 and 1,7 for test duty T10, 1,25 for out-of-phase breaking.

Time  $t_3$  for test-duty T100 is taken from Table 24. Time  $t_3$  for test-duties T60, T30 and T10 is obtained by multiplying the time  $t_3$  for test-duty T100 by 0,44 (for T60), 0,22 (for T30) and 0,22 (for T10).

- In Table 27, for circuit-breakers in line systems.

TRV peak value  $u_c = k_{pp} \times k_{af} \sqrt{(2/3)} \times U_r$  where  $k_{af}$  is equal to 1,54 for test-duty T100 and the supply side circuit for short-line fault, 1,65 for test-duty T60, 1,74 for test duty T30 and 1,8 for test duty T10, 1,25 for out-of-phase breaking.

Time  $t_3$  for test-duty T100 is taken from Table 25. Time  $t_3$  for test-duties T60, T30 and T10 is obtained by multiplying the time  $t_3$  for test-duty T100 by 0,67 (for T60), 0,40 (for T30) and 0,40 (for T10).

- Time delay  $t_d$  for test-duty T100 is  $0,15 \times t_3$  for cable systems,  $0,05 \times t_3$  for line systems,  $0,05 \times t_3$  for the supply side circuit for short-line fault.
- Time delay  $t_d$  is  $0,15 \times t_3$  for test-duties T60, T30 and T10 and for out-of-phase breaking.
- Voltage  $u' = u_c/3$ .
- Time  $t'$  is derived from  $u'$ ,  $t_3$  and  $t_d$  according to Figure 11,  $t' = t_d + t_3/3$ .

Page 206 et Amendement 1

#### **6.104.5.2 Séquences d'essais T100s et T100a**

*Remplacer les cinq premiers alinéas par ce qui suit:*

Pour les tensions assignées inférieures à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans

- le Tableau 26, pour les disjoncteurs pour réseaux par câbles,
- le Tableau 27, pour les disjoncteurs pour réseaux aériens.

Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans les Tableaux 14a et 14b.

Les tracés de référence, segments définissant le retard et TTRI spécifiés sont les valeurs normales indiquées dans les Tableaux 24, 25, 1b, 1c, 1d, 2 et 3.

En ce qui concerne la TTRI, si un essai est effectué avec une TTR suivant le contour du tracé de référence spécifié en 6.104.5.1, point b), et indiqué à la Figure 12b, il est admis que le disjoncteur est contraint de la même façon qu'avec une TTRI définie selon 6.104.5.1, point b), et Figure 12b.

Par suite de limitations du laboratoire d'essai, il peut être impossible de répondre complètement à l'exigence du point b) de 6.104.5.1 en ce qui concerne le retard  $t_d$  spécifié dans les Tableaux 1b, 1c ou 1d. Lorsque des essais de défaut proche en ligne sont également effectués, toute déficience de ce genre de la TTR du circuit d'alimentation doit être compensée par une augmentation de la première crête de la tension, côté ligne (voir 6.109.3). Le retard du circuit d'alimentation doit être aussi faible que possible, mais ne doit en aucun cas dépasser les valeurs indiquées entre parenthèses dans les Tableaux 27 ou 14a ou 14b.

Page 208 et Amendement 1

#### **6.104.5.3 Séquence d'essais T60**

*Remplacer le texte de 6.104.5.3 par ce qui suit:*

Pour les tensions assignées inférieures à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans

- le Tableau 26, pour les disjoncteurs pour réseaux par câbles,
- le Tableau 27 pour les disjoncteurs pour réseaux aériens.

Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans les Tableaux 14a et 14b.

#### **6.104.5.4 Séquence d'essais T30**

*Remplacer le texte de 6.104.5.4 par ce qui suit:*

a) Pour les tensions assignées inférieures à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans

- le Tableau 26, pour les disjoncteurs pour réseaux câblés,
- le Tableau 27 pour les disjoncteurs pour réseaux aériens.

En essais directs ou synthétiques, il peut être difficile d'obtenir les faibles valeurs de  $t_3$ . Il convient d'utiliser le plus petit temps que l'on puisse atteindre sans être inférieur aux valeurs spécifiées. Les valeurs utilisées doivent être consignées dans le rapport d'essai.

Page 207 and Amendment 1

#### **6.104.5.2 Test duties T100s and T100a**

*Replace the first five paragraphs by the following:*

For rated voltages less than 100 kV, the specified standard values are given in

- Table 26 for circuit-breakers in cable systems,
- Table 27 for circuit-breakers in line systems.

For rated voltages of 100 kV and above, the specified standard values are given in Tables 14a and 14b.

The specific reference lines, delay lines and ITRV are given by the standard values in Tables 24, 25, 1b, 1c, 1d, 2 and 3.

With reference to ITRV, if a test is made with a TRV following the straight reference line specified in requirement b) of 6.104.5.1 and shown in Figure 12b, it is assumed that the effect on the circuit-breaker is similar to that of any ITRV defined in requirement b) of 6.104.5.1 and Figure 12b.

Owing to limitations of the testing station, it may not be feasible to comply with the requirement of item b) of 6.104.5.1 with respect to the time delay  $t_d$  as specified in Tables 1b, 1c or 1d. Where short-line fault duties are also to be performed, any such deficiency of the TRV of the supply circuit shall be compensated by an increase of the voltage excursion to the first peak of the line-side voltage (see 6.109.3). The time delay of the supply circuit shall be as small as possible, but shall in any case not exceed the values given in brackets in Table 27 or Table 14a or Table 14b.

Page 209 and Amendment 1

#### **6.104.5.3 Test-duty T60**

*Replace the text of 6.104.5.3 by the following:*

For rated voltages less than 100 kV, the specified standard values are given in

- Table 26 for circuit-breakers in cable systems,
- Table 27 for circuit-breakers in line systems.

For rated voltages of 100 kV and above, the specified standard values are given in Table 14a and Table 14b.

#### **6.104.5.4 Test-duty T30**

*Replace the text of 6.104.5.4 by the following:*

a) For rated voltages less than 100 kV, the specified standard values are given in

- Table 26 for circuit-breakers in cable systems,
- Table 27 for circuit-breakers in line systems.

In direct or synthetic testing, it may be difficult to meet the small values of time  $t_3$ . The shortest time that can be met should be used but not less than the values specified. The values used shall be stated in the test report.



- b) Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans les Tableaux 14a et 14b.

NOTE L'apport des transformateurs au courant de court-circuit est relativement plus important pour les faibles valeurs de courant de court-circuit comme dans T30 et T10. Cependant, la plupart des réseaux ont un neutre directement à la terre pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV. Pour des réseaux et transformateurs à neutre directement à la terre, le facteur de premier pôle de 1,3 est applicable pour toutes les séquences d'essais. Dans des réseaux de tension assignée de 100 kV à 170 kV inclus, des transformateurs à neutre non directement à la terre sont en service, même si le reste du réseau peut avoir un neutre directement à la terre. Ces réseaux sont considérés comme étant des cas particuliers et sont couverts dans les Tableaux 1c et 14b où les TTR spécifiées pour toutes les séquences d'essais sont basées sur un facteur de premier pôle égal à 1,5. Pour les tensions assignées supérieures à 170 kV, tous les réseaux et leurs transformateurs sont considérés comme ayant des neutres directement à la terre.

#### 6.104.5.5 Séquence d'essais T10

*Remplacer le texte de 6.104.5.5 par ce qui suit:*

- a) Pour les tensions assignées inférieures à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans
- le Tableau 26, pour les disjoncteurs pour réseaux par câbles,
  - le Tableau 27 pour les disjoncteurs pour réseaux aériens.
- b) Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans les Tableaux 14a et 14b. Le temps  $t_3$  est fonction de la fréquence naturelle des transformateurs.

En essais directs ou synthétiques, il peut être difficile d'obtenir les faibles valeurs de  $t_3$ . Il convient d'utiliser le plus petit temps que l'on puisse atteindre sans être inférieur aux valeurs spécifiées. Les valeurs utilisées doivent être consignées dans le rapport d'essai.

Page 212

Tableau 13 – Valeurs normales de la TTR présumée – Tensions assignées inférieures à 100 kV – Représentation par deux paramètres

*Remplacer le Tableau 13 par les nouveaux Tableaux 26 et 27 suivants:*



- b) For rated voltages of 100 kV and above, the specified standard values are given in Tables 14a and 14b.

NOTE The contribution of transformers to the short-circuit current is relatively larger at smaller values of short-circuit current as in T30 and T10 conditions. However, most systems have effectively earthed neutrals at ratings of 100 kV and above. With the system and transformer neutrals effectively earthed, the first-pole-to-clear factor of 1,3 is applicable for all test duties. In some systems for rated voltages of 100 kV up to and including 170 kV, transformers with non-effectively earthed neutrals are in service, even though the rest of the system may have effectively earthed neutrals. Such systems are considered special cases and are covered in Tables 1c and 14b where the TRVs specified for all test duties are based on a first-pole-to-clear factor of 1,5. For rated voltages above 170 kV, all systems and their transformers are considered to have effectively earthed neutrals.

#### 6.104.5.5 Test-duty T10

*Replace the text of 6.104.5.5 by the following:*

- a) For rated voltages less than 100 kV, the specified standard values are given in
- Table 26 for circuit-breakers in cable systems,
  - Table 27 for circuit-breakers in line systems.
- b) For rated voltages of 100 kV and above, the specified standard values are given in Tables 14a and 14b. The time  $t_3$  is a function of the natural frequency of transformers.

In direct or synthetic testing, for rated voltages 1 kV and above, it may be difficult to meet the small values of time  $t_3$ . The shortest time that can be met should be used but not less than the values specified. The values used shall be stated in the test report.

Page 213

Table 13 – Standard values of prospective transient recovery voltage – Rated voltage below 100 kV – Representation by two parameters

*Replace Table 13 by the following Tables 26 and 27:*

**Tableau 26 – Valeurs normales de la TTR présumée pour les disjoncteurs de classe S1 –  
Tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV –  
Représentation par deux paramètres**

Tension assignée $U_r$ kV	Séquence d'essais	Facteur de 1 <sup>er</sup> pôle $k_{pp}$ p.u.	Facteur d'amplification $k_{af}$ p.u.	Valeur de crête de la TTR $u_c$ kV	Temps $t_3$ μs	Temps de retard $t_d$ μs	Tension $u'$ kV	Temps $t'$ μs	VATR <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/μs
3,6	T100	1,5	1,4	6,2	41	6	2,1	20	0,15
	T60	1,5	1,5	6,6	18	3	2,2	9	0,37
	T30	1,5	1,6	7,1	9	1,4	2,4	4,4	0,79
	T10	1,5	1,7	7,5	9	1,4	2,5	4,4	0,83
4,76 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	8,2	44	7	2,7	21	0,19
	T60	1,5	1,5	8,7	19	3	2,9	9	0,46
	T30	1,5	1,6	9,3	10	1,5	3,1	5	0,93
	T10	1,5	1,7	9,9	10	1,5	3,3	5	0,99
7,2	T100	1,5	1,4	12,3	51	8	4,1	25	0,24
	T60	1,5	1,5	13,2	22	3	4,4	11	0,60
	T30	1,5	1,6	14,1	11	2	4,7	5	1,28
	T10	1,5	1,7	15,0	11	2	5,0	5	1,36
8,25 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	14,1	52	8	4,7	25	0,27
	T60	1,5	1,5	15,2	23	3	5,1	11	0,66
	T30	1,5	1,6	16,2	11	2	5,4	6	1,47
	T10	1,5	1,7	17,2	11	2	5,7	6	1,56
12	T100	1,5	1,4	20,6	61	9	6,9	29	0,34
	T60	1,5	1,5	22,0	27	4	7,3	13	0,81
	T30	1,5	1,6	23,5	13	2	7,8	6	1,81
	T10	1,5	1,7	25,0	13	2	8,3	6	1,92
15 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	25,7	66	10	8,6	32	0,39
	T60	1,5	1,5	27,6	29	4	9,2	14	0,95
	T30	1,5	1,6	29,4	15	2	9,8	7	1,96
	T10	1,5	1,7	31,2	15	2	10,4	7	2,08
17,5	T100	1,5	1,4	30,0	71	11	10,0	34	0,42
	T60	1,5	1,5	32,1	31	5	10,7	15	1,04
	T30	1,5	1,6	34,3	16	2	11,4	8	2,14
	T10	1,5	1,7	36,4	16	2	12,1	8	2,28

**Table 26 – Standard values of prospective transient recovery voltage for class S1 circuit-breakers – Rated voltage higher than 1 kV and less than 100 kV – Representation by two parameters**

Rated voltage $U_r$ kV	Test duty	First-pole-to-clear factor $k_{pp}$ p.u.	Amplitude factor $k_{af}$ p.u.	TRV peak value $u_c$ kV	Time $t_3$ $\mu$ s	Time delay $t_d$ $\mu$ s	Voltage $u'$ kV	Time $t'$ $\mu$ s	RRRV <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu$ s
3,6	T100	1,5	1,4	6,2	41	6	2,1	20	0,15
	T60	1,5	1,5	6,6	18	3	2,2	9	0,37
	T30	1,5	1,6	7,1	9	1,4	2,4	4,4	0,79
	T10	1,5	1,7	7,5	9	1,4	2,5	4,4	0,83
4,76 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	8,2	44	7	2,7	21	0,19
	T60	1,5	1,5	8,7	19	3	2,9	9	0,46
	T30	1,5	1,6	9,3	10	1,5	3,1	5	0,93
	T10	1,5	1,7	9,9	10	1,5	3,3	5	0,99
7,2	T100	1,5	1,4	12,3	51	8	4,1	25	0,24
	T60	1,5	1,5	13,2	22	3	4,4	11	0,60
	T30	1,5	1,6	14,1	11	2	4,7	5	1,28
	T10	1,5	1,7	15,0	11	2	5,0	5	1,36
8,25 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	14,1	52	8	4,7	25	0,27
	T60	1,5	1,5	15,2	23	3	5,1	11	0,66
	T30	1,5	1,6	16,2	11	2	5,4	6	1,47
	T10	1,5	1,7	17,2	11	2	5,7	6	1,56
12	T100	1,5	1,4	20,6	61	9	6,9	29	0,34
	T60	1,5	1,5	22,0	27	4	7,3	13	0,81
	T30	1,5	1,6	23,5	13	2	7,8	6	1,81
	T10	1,5	1,7	25,0	13	2	8,3	6	1,92
15 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	25,7	66	10	8,6	32	0,39
	T60	1,5	1,5	27,6	29	4	9,2	14	0,95
	T30	1,5	1,6	29,4	15	2	9,8	7	1,96
	T10	1,5	1,7	31,2	15	2	10,4	7	2,08
17,5	T100	1,5	1,4	30,0	71	11	10,0	34	0,42
	T60	1,5	1,5	32,1	31	5	10,7	15	1,04
	T30	1,5	1,6	34,3	16	2	11,4	8	2,14
	T10	1,5	1,7	36,4	16	2	12,1	8	2,28

Tableau 26 (suite)

Tension assignée $U_r$ kV	Séquence d'essais	Facteur de 1er pôle $k_{pp}$ p.u.	Facteur d'amplification $k_{af}$ p.u.	Valeur de crête de la TTR $u_c$ kV	Temps $t_3$ $\mu s$	Temps de retard $t_d$ $\mu s$	Tension $u'$ kV	Temps $t'$ $\mu s$	VATR <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu s$
24	T100	1,5	1,4	41	87	13	13,7	42	0,47
	T60	1,5	1,5	44,1	38	6	14,7	19	1,16
	T30	1,5	1,6	47,0	19	3	15,7	9	2,47
	T10	1,5	1,7	50	19	3	16,7	9	2,63
25,8 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	44,2	91	14	14,7	44	0,49
	T60	1,5	1,5	47,4	40	6	15,8	18	1,19
	T30	1,5	1,6	50,6	20	3	16,9	10	2,53
	T10	1,5	1,7	53,7	20	3	17,9	10	2,69
36	T100	1,5	1,4	61,7	109	16	20,6	53	0,57
	T60	1,5	1,5	66,1	48	7	22	23	1,38
	T30	1,5	1,6	70,5	24	3,6	23,5	12	2,94
	T10	1,5	1,7	75,0	24	3,6	25	12	3,13
38 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	65,2	109	16	21,7	53	0,60
	T60	1,5	1,5	69,8	48	7	23,3	23	1,45
	T30	1,5	1,6	74,5	24	3,6	24,8	12	3,1
	T10	1,5	1,7	79,1	24	3,6	26,4	12	3,3
48,3 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	82,8	125	19	27,6	60	0,66
	T60	1,5	1,5	88,7	55	8	29,6	27	1,61
	T30	1,5	1,6	94,6	28	4	31,5	13	3,38
	T10	1,5	1,7	101	28	4	33,5	13	3,61
52	T100	1,5	1,4	89,2	131	20	29,7	63	0,68
	T60	1,5	1,5	95,5	58	9	31,8	28	1,65
	T30	1,5	1,6	102	29	4	34	14	3,52
	T10	1,5	1,7	108	29	4	36,1	14	3,72
72,5	T100	1,5	1,4	124	165	25	41,4	80	0,75
	T60	1,5	1,5	133	73	11	44,4	35	1,82
	T30	1,5	1,6	142	36	5	47,4	18	3,94
	T10	1,5	1,7	151	36	5	50,3	18	4,19

<sup>a</sup> VATR = vitesse d'accroissement de rétablissement de tension.

<sup>b</sup> Utilisée en Amérique du Nord.

Table 26 (continued)

Rated voltage $U_r$ kV	Test duty	First-pole-to-clear factor $k_{pp}$ p.u.	Amplitude factor $k_{af}$ p.u.	TRV peak value $u_c$ kV	Time $t_3$ $\mu$ s	Time delay $t_d$ $\mu$ s	Voltage $t_d$ kV	Time $t'$ $\mu$ s	RRRV <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu$ s
24	T100	1,5	1,4	41	87	13	13,7	42	0,47
	T60	1,5	1,5	44,1	38	6	14,7	19	1,16
	T30	1,5	1,6	47,0	19	3	15,7	9	2,47
	T10	1,5	1,7	50	19	3	16,7	9	2,63
25,8 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	44,2	91	14	14,7	44	0,49
	T60	1,5	1,5	47,4	40	6	15,8	18	1,19
	T30	1,5	1,6	50,6	20	3	16,9	10	2,53
	T10	1,5	1,7	53,7	20	3	17,9	10	2,69
36	T100	1,5	1,4	61,7	109	16	20,6	53	0,57
	T60	1,5	1,5	66,1	48	7	22	23	1,38
	T30	1,5	1,6	70,5	24	3,6	23,5	12	2,94
	T10	1,5	1,7	75,0	24	3,6	25	12	3,13
38 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	65,2	109	16	21,7	53	0,60
	T60	1,5	1,5	69,8	48	7	23,3	23	1,45
	T30	1,5	1,6	74,5	24	3,6	24,8	12	3,1
	T10	1,5	1,7	79,1	24	3,6	26,4	12	3,3
48,3 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,4	82,8	125	19	27,6	60	0,66
	T60	1,5	1,5	88,7	55	8	29,6	27	1,61
	T30	1,5	1,6	94,6	28	4	31,5	13	3,38
	T10	1,5	1,7	101	28	4	33,5	13	3,61
52	T100	1,5	1,4	89,2	131	20	29,7	63	0,68
	T60	1,5	1,5	95,5	58	9	31,8	28	1,65
	T30	1,5	1,6	102	29	4	34	14	3,52
	T10	1,5	1,7	108	29	4	36,1	14	3,72
72,5	T100	1,5	1,4	124	165	25	41,4	80	0,75
	T60	1,5	1,5	133	73	11	44,4	35	1,82
	T30	1,5	1,6	142	36	5	47,4	18	3,94
	T10	1,5	1,7	151	36	5	50,3	18	4,19

<sup>a</sup> RRRV = rate of rise of recovery voltage.

<sup>b</sup> Used in North America.

**Tableau 27 – Valeurs normales de la TTR <sup>c</sup> présumée pour les disjoncteurs de classe S2 – Tensions assignées égales ou supérieures à 15 kV et inférieures à 100 kV – Représentation par deux paramètres**

Tension assignée $U_r$ kV	Séquence d'essais	Facteur de 1 <sup>er</sup> pôle $k_{pp}$ p.u.	Facteur d'amplification $k_{af}$ p.u.	Valeur de crête de la TTR $u_c$ kV	Temps $t_3$ µs	Temps de retard $t_d$ µs	Tension $u'$ kV	Temps $t'$ µs	VATR <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/µs
15 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	28,3	31	2 (5)	9,4	12 (15)	0,91
	T60	1,5	1,65	30,3	21	3	10,1	10	1,44
	T30	1,5	1,74	32,0	12,5	2	10,7	6	2,56
	T10	1,5	1,80	33,1	12,5	2	11,0	6	2,67
17,5	T100	1,5	1,54	33,0	34	2 (5)	11,0	13 (17)	0,97
	T60	1,5	1,65	35,3	23	3	11,8	11	1,53
	T30	1,5	1,74	37,3	14	2	12,4	7	2,66
	T10	1,5	1,8	38,6	14	2	12,9	7	2,76
24	T100	1,5	1,54	45,3	43	2 (6)	15,1	16 (21)	1,05
	T60	1,5	1,65	48,4	29	4	16,1	14	1,67
	T30	1,5	1,74	51,2	17	3	17,0	8	3,01
	T10	1,5	1,8	52,9	17	3	17,6	8	3,11
25,8 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	48,7	45	2 (7)	16,2	17 (22)	1,08
	T60	1,5	1,65	52,1	30	5	17,4	15	1,74
	T30	1,5	1,74	55,0	18	3	18,3	9	3,06
	T10	1,5	1,8	56,9	18	3	19,0	9	3,16
36	T100	1,5	1,54	67,9	57	3 (9)	22,6	22 (28)	1,19
	T60	1,5	1,65	72,7	38	6	24,2	18	1,91
	T30	1,5	1,74	76,7	23	3	25,6	11	3,33
	T10	1,5	1,8	79,4	23	3	26,5	11	3,45
38 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	71,7	59	3 (9)	23,9	23 (29)	1,22
	T60	1,5	1,65	76,8	40	6	25,6	19	1,92
	T30	1,5	1,74	81,0	24	4	27,0	11,9	3,38
	T10	1,5	1,8	83,8	24	4	28,0	11,9	3,49
48,3 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	91,1	70	4 (11)	30,4	27 (34)	1,30
	T60	1,5	1,65	97,5	47	7	32,5	23	2,07
	T30	1,5	1,74	103	28	4	34,3	13,5	3,68
	T10	1,5	1,8	107	28	4	35,5	13,5	3,82
52	T100	1,5	1,54	98,1	74	4 (11)	32,7	28 (36)	1,33
	T60	1,5	1,65	105	50	7	35,0	24	2,10
	T30	1,5	1,74	111	30	4	36,9	14	3,70
	T10	1,5	1,8	115	30	4	38,3	14	3,83
72,5	T100	1,5	1,54	137	93	5 (14)	45,6	36 (45)	1,47
	T60	1,5	1,65	146	62	9	48,8	30	2,35
	T30	1,5	1,74	155	37	6	51,5	18	4,19
	T10	1,5	1,8	160	37	6	53,3	18	4,32

**Table 27 – Standard values of prospective transient recovery voltage<sup>c</sup>  
for class S2 circuit-breakers – Rated voltage equal to or higher than 15 kV  
and less than 100 kV – Representation by two parameters**

Rated voltage $U_r$ kV	Test duty	First-pole-to-clear factor $k_{pp}$ p.u.	Amplitude factor $k_{af}$ p.u.	TRV peak value $u_c$ kV	Time $t_3$ $\mu$ s	Time delay $t_d$ $\mu$ s	Voltage $u'$ kV	Time $t'$ $\mu$ s	RRRV <sup>a</sup> $u_c/t_3$ kV/ $\mu$ s
15 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	28,3	31	2 (5)	9,4	12 (15)	0,91
	T60	1,5	1,65	30,3	21	3	10,1	10	1,44
	T30	1,5	1,74	32,0	12,5	2	10,7	6	2,56
	T10	1,5	1,80	33,1	12,5	2	11,0	6	2,67
17,5	T100	1,5	1,54	33,0	34	2 (5)	11,0	13 (17)	0,97
	T60	1,5	1,65	35,3	23	3	11,8	11	1,53
	T30	1,5	1,74	37,3	14	2	12,4	7	2,66
	T10	1,5	1,8	38,6	14	2	12,9	7	2,76
24	T100	1,5	1,54	45,3	43	2 (6)	15,1	16 (21)	1,05
	T60	1,5	1,65	48,4	29	4	16,1	14	1,67
	T30	1,5	1,74	51,2	17	3	17,0	8	3,01
	T10	1,5	1,8	52,9	17	3	17,6	8	3,11
25,8 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	48,7	45	2 (7)	16,2	17 (22)	1,08
	T60	1,5	1,65	52,1	30	5	17,4	15	1,74
	T30	1,5	1,74	55,0	18	3	18,3	9	3,06
	T10	1,5	1,8	56,9	18	3	19,0	9	3,16
36	T100	1,5	1,54	67,9	57	3 (9)	22,6	22 (28)	1,19
	T60	1,5	1,65	72,7	38	6	24,2	18	1,91
	T30	1,5	1,74	76,7	23	3	25,6	11	3,33
	T10	1,5	1,8	79,4	23	3	26,5	11	3,45
38 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	71,7	59	3 (9)	23,9	23 (29)	1,22
	T60	1,5	1,65	76,8	40	6	25,6	19	1,92
	T30	1,5	1,74	81,0	24	4	27,0	11,9	3,38
	T10	1,5	1,8	83,8	24	4	28,0	11,9	3,49
48,3 <sup>b</sup>	T100	1,5	1,54	91,1	70	4 (11)	30,4	27 (34)	1,30
	T60	1,5	1,65	97,5	47	7	32,5	23	2,07
	T30	1,5	1,74	103	28	4	34,3	13,5	3,68
	T10	1,5	1,8	107	28	4	35,5	13,5	3,82
52	T100	1,5	1,54	98,1	74	4 (11)	32,7	28 (36)	1,33
	T60	1,5	1,65	105	50	7	35,0	24	2,10
	T30	1,5	1,74	111	30	4	36,9	14	3,70
	T10	1,5	1,8	115	30	4	38,3	14	3,83
72,5	T100	1,5	1,54	137	93	5 (14)	45,6	36 (45)	1,47
	T60	1,5	1,65	146	62	9	48,8	30	2,35
	T30	1,5	1,74	155	37	6	51,5	18	4,19
	T10	1,5	1,8	160	37	6	53,3	18	4,32

**Tableau 27 (suite)**

- a VATR = vitesse d'accroissement de rétablissement de tension.
- b Utilisé en Amérique du Nord.
- c Lorsque deux valeurs de temps  $t_d$  et  $t'$  sont données pour le défaut aux bornes (T100), les valeurs entre parenthèses peuvent être utilisées si des essais de défaut en ligne sont aussi effectués. Si cela n'est pas le cas, les valeurs les plus faibles de  $t_d$  et  $t'$  sont applicables.

Page 226 et Amendement 1

### **6.106.1 Séquence d'essais T10**

*Remplacer le texte de 6.106.1 par ce qui suit:*

La séquence d'essais T10 se compose de la séquence de manœuvres assignée à 10 % du courant de court-circuit assigné avec une composante continue inférieure à 20 % et une tension de rétablissement transitoire et à fréquence industrielle telles que spécifiées en 6.104.5.5 et 6.104.7 (voir également les Tableaux 26, 27, 14a et 14b).

### **6.106.2 Séquence d'essais T30**

*Remplacer le texte de 6.106.2 par ce qui suit:*

La séquence d'essais T30 se compose de la séquence de manœuvres assignée à 10 % du courant de court-circuit assigné avec une composante continue inférieure à 20 % et une tension de rétablissement transitoire et à fréquence industrielle telles que spécifiées en 6.104.5.4 et 6.104.7 (voir également les Tableaux 26, 27, 14a et 14b).

### **6.106.3 Séquence d'essais T60**

*Remplacer le texte de 6.106.3 par ce qui suit:*

La séquence d'essais T60 se compose de la séquence de manœuvres assignée à 10 % du courant de court-circuit assigné avec une composante continue inférieure à 20 % et une tension de rétablissement transitoire et à fréquence industrielle telles que spécifiées en 6.104.5.3 et 6.104.7 (voir également les Tableaux 26, 27, 14a et 14b).

### **6.106.4 Séquence d'essais T100s**

*Remplacer le texte du premier alinéa de 6.106.4 par ce qui suit:*

La séquence d'essais T100s se compose de la séquence de manœuvres assignée à 100 % du courant de court-circuit assigné en tenant compte de 6.104.3, et avec

- une tension de rétablissement transitoire et à fréquence industrielle telles que spécifiées dans les Tableaux 26, 27, 14a, 14b et 6.104.7, et
- 100 % du pouvoir de fermeture assigné en court-circuit en tenant compte de 6.104.2, et
- une tension appliquée telle que spécifiée en 6.104.1.



**Table 27** (continued)

<sup>a</sup>	RRRV = rate of rise of recovery voltage.
<sup>b</sup>	Used in North America.
<sup>c</sup>	Where two values of the times $t_d$ and $t'$ are given, separated by brackets (T100), the one in brackets can be used if short-line fault tests are also made. If this is not the case, the lower values of $t_d$ and $t'$ apply.

Page 227 and Amendment 1

### 6.106.1 Test-duty T10

*Replace the text of 6.106.1 by the following:*

Test-duty T10 consists of the rated operating sequence at 10 % of the rated short-circuit breaking current with a d.c. component of less than 20 % and a transient and power frequency recovery voltage as specified in 6.104.5.5 and 6.104.7 (see also Tables 26, 27, 14a and 14b).

### 6.106.2 Test-duty T30

*Replace the text of 6.106.2 by the following:*

Test-duty T30 consists of the rated operating sequence at 30 % of the rated short-circuit breaking current with a d.c. component of less than 20 % and a transient and power frequency recovery voltage as specified in 6.104.5.4 and 6.104.7 (see also Tables 26, 27, 14a and 14b).

### 6.106.3 Test-duty T60

*Replace the text of 6.106.3 by the following:*

Test-duty T60 consists of the rated operating sequence at 60 % of the rated short-circuit breaking current with a d.c. component of less than 20 % and a transient and power frequency recovery voltage as specified in 6.104.5.3 and 6.104.7 (see also Tables 26, 27, 14a, 14b).

### 6.106.4 Test-duty T100s

*Replace the first paragraph of 6.106.4 by the following:*

Test-duty T100s consists of the rated operating sequence at 100 % of the rated short-circuit breaking current, taking account of 6.104.3, and with

- a transient and power frequency recovery voltage as specified in Tables 26, 27, 14a, 14b and 6.104.7, and
- 100 % of the rated short-circuit making current, taking account of 6.104.2, and
- an applied voltage as specified in 6.104.1.

Page 236

**6.108.2 Courant d'essai et tension de rétablissement**

*Remplacer le deuxième alinéa de 6.108.2 par ce qui suit:*

Le pourcentage de composante apériodique du courant coupé ne doit pas dépasser 20 % de la composante périodique. La tension transitoire de rétablissement doit satisfaire aux exigences des points a) et b) de 6.104.5.1. Les valeurs normalisées sont déduites des valeurs de  $u_1$ ,  $t_1$ ,  $u_c$  et  $t_3$  données dans les Tableaux 24, 25, 1b et 1c. Les valeurs à utiliser pour les essais de défaut monophasé et de double défauts à la terre sont données dans le Tableau 16 et sont marquées par l'indice ( $s_p$ ):

Page 238

**6.109 Essais de défaut proche en ligne****6.109.1 Cas d'application**

*Remplacer le texte de 6.109.1 par ce qui suit:*

Les essais de défaut proche en ligne sont des essais de court-circuit complémentaires des séquences d'essais de court-circuit fondamentales couvertes par 6.106. Ces essais doivent être faits pour déterminer la capacité d'un disjoncteur à couper des courants de court-circuit dans des conditions de défaut proche en ligne, caractérisées par une tension transitoire de rétablissement qui est la combinaison d'une composante côté alimentation et d'une composante côté ligne.

Les essais de défaut proche en ligne ne sont applicables qu'aux disjoncteurs de classe S2 prévus pour être directement raccordés à des lignes aériennes, quel que soit le type de réseau du côté alimentation, et ayant une tension assignée supérieure ou égale à 15 kV et un pouvoir de coupure assigné en court-circuit supérieur à 12,5 kA.

**6.109.2 Courant d'essai**

*Remplacer le texte de 6.109.2 par ce qui suit:*

Le courant d'essai doit tenir compte des impédances côté alimentation et côté ligne. L'impédance côté alimentation doit être celle correspondant approximativement à 100 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit  $I_{sc}$  et à la valeur phase-terre de la tension assignée  $U_r$ .

Des valeurs normalisées d'impédance côté ligne sont spécifiées et correspondent à une réduction de la composante périodique du courant coupé assigné en court-circuit de:

- 90 % ( $L_{90}$ ) et 75 % ( $L_{75}$ ) pour les disjoncteurs de tension assignée égale ou supérieure à 48,3 kV;
- 75 % ( $L_{75}$ ) pour les disjoncteurs de tension assignée supérieure ou égale à 15 kV et inférieure à 48,3 kV.

Lors d'un essai, la longueur de ligne représentée sur le côté charge du disjoncteur peut être différente de la longueur de ligne correspondant aux courants égaux à 90 % et 75 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit.

Page 237

**6.108.2 Test current and recovery voltage**

*Replace the second paragraph of 6.108.2 by the following:*

The d.c. component of the breaking current shall not exceed 20 % of the a.c. component. The transient recovery voltage shall meet the requirements of items a) and b) of 6.104.5.1. Standard values are derived from  $u_1$ ,  $t_1$ ,  $u_c$  and  $t_3$  of Tables 24, 25, 1b and 1c. The values to be used for single-phase and double earth fault tests are given in Table 16 marked by the index ( $_{sp}$ ):

Page 239

**6.109 Short-line fault tests****6.109.1 Applicability**

*Replace the text of 6.109.1 by the following:*

Short-line fault tests are short-circuit tests additional to the basic short-circuit test-duties covered by 6.106. These tests shall be made to determine the ability of a circuit-breaker to break short-circuit currents under short-line fault conditions characterised by a transient recovery voltage as a combination of the source and the line side components.

Short-line fault tests are applicable only to class S2 circuit-breakers designed for direct connection to overhead lines, irrespective of the type of network on the source side, having a rated voltage of 15 kV and above and a rated short-circuit breaking current exceeding 12,5 kA.

**6.109.2 Test current**

*Replace the text of 6.109.2 by the following:*

The test current shall take into account the source and line side impedances. The source side impedance shall be that corresponding to approximately 100 % rated short-circuit breaking current  $I_{sc}$  and the phase-to-earth value of the rated voltage  $U_r$ .

Standard values of the line side impedance are specified corresponding to a reduction of the a.c. component of the rated short-circuit breaking current to:

- 90 % ( $L_{90}$ ) and 75 % ( $L_{75}$ ) for circuit-breakers with a rated voltage equal to or higher than 48,3 kV,
- 75 % ( $L_{75}$ ) for circuit-breakers with a rated voltage 15 kV and above and less than 48,3 kV.

In a test, the line length represented on the line side of a circuit-breaker may differ from the length of the line corresponding to currents equal to 90 % and 75 % of the rated short-circuit breaking current.

Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 48,3 kV, il est admis de s'écarter de ces longueurs théoriques de –20 % à 0 % pour les essais à 90 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit et de  $\pm 20$  % pour les essais à 75 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit.

Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 15 kV et inférieures à 48,3 kV, il est admis de s'écarter de cette longueur théorique de –20 % à 0 % pour les essais à 75 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit.

Ces tolérances de longueur de ligne donnent les écarts suivants possibles des courants de court-circuit:

- $L_{90}$  avec un écart de 0 %:  $I_L = 90$  % de  $I_{sc}$ ;
- $L_{90}$  avec un écart de –20 %:  $I_L = 92$  % de  $I_{sc}$ ;
- $L_{75}$  avec un écart de +20 %:  $I_L = 71$  % de  $I_{sc}$ ;
- $L_{75}$  avec un écart de 0 %:  $I_L = 75$  % of  $I_{sc}$ ;
- $L_{75}$  avec un écart de –20 %:  $I_L = 79$  % de  $I_{sc}$ .

Pour le cas indiqué en 6.109.4, point c), une autre séquence d'essais ( $L_{60}$ ) à 60 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit est exigée. Il est admis de s'écarter de cette longueur théorique de  $\pm 20$  %. Il en résulte les valeurs possibles suivantes du courant de court-circuit:

- $L_{60}$  avec un écart de +20 %:  $I_L = 55$  % de  $I_{sc}$ ;
- $L_{60}$  avec un écart de –20 %:  $I_L = 65$  % de  $I_{sc}$ .

Pour plus d'information, voir l'Annexe J et l'Article L.3.

Page 244

#### 6.109.4 Séquences d'essais

*Remplacer le texte de 6.109.4 par ce qui suit:*

Les essais de défaut proche en ligne doivent être des essais monophasés. La série de séquences d'essais est spécifiée ci-dessous. Chacune d'entre elles se compose de la séquence de manœuvres assignée. Pour faciliter les essais, les manœuvres de fermeture peuvent être effectuées à vide.

Le circuit d'essai doit être en accord avec 6.109.3.

Pour ces séquences d'essais, le pourcentage de composante apériodique à l'instant de séparation des contacts doit être inférieur à 20 % de la composante périodique.

Les séquences d'essais correspondant aux courants d'essais suivant 6.109.2 sont comme suit:

##### a) Séquence d'essais $L_{90}$

Au courant de  $L_{90}$  donné en 6.109.2 et avec la tension transitoire de rétablissement présumée appropriée.

Cette séquence d'essais est obligatoire uniquement pour les disjoncteurs de tension assignée supérieure ou égale à 48,3 kV.

For rated voltages equal or higher than 48,3 kV, tolerances on these standardised lengths are –20 % and 0 % for tests at 90 % of the rated short-circuit breaking current and  $\pm 20$  % for tests at 75 % of the rated short-circuit breaking current.

For rated voltages equal and higher than 15 kV and less than 48,3 kV, tolerances on these standardised lengths are 0 % and –20 % for tests at 75 % of the rated short-circuit breaking current.

These tolerances for the line lengths give the following deviations of the short-circuit currents:

- $L_{90}$  at 0 % deviation:  $I_L = 90$  % of  $I_{SC}$ ;
- $L_{90}$  at –20 % deviation:  $I_L = 92$  % of  $I_{SC}$ ;
- $L_{75}$  at +20 % deviation:  $I_L = 71$  % of  $I_{SC}$ ;
- $L_{75}$  at 0 % deviation:  $I_L = 75$  % of  $I_{SC}$ ;
- $L_{75}$  at –20 % deviation:  $I_L = 79$  % of  $I_{SC}$ .

For the case stated in 6.109.4, item c) another test ( $L_{60}$ ) at 60 % of the rated short-circuit breaking current is required. The tolerance on the corresponding standardised line length is  $\pm 20$  %. This results in the following deviations of the short-circuit current:

- $L_{60}$  at +20 % deviation:  $I_L = 55$  % of  $I_{SC}$ ;
- $L_{60}$  at –20 % deviation:  $I_L = 65$  % of  $I_{SC}$ .

For further information see Annex J and Clause L.3.

Page 245

#### 6.109.4 Test-duties

*Replace the text of 6.109.4 by the following:*

The short-line fault tests shall be single-phase tests. The series of test-duties is specified below. Each test-duty consists of the rated operating sequence. For convenience of testing, the closing operations may be performed as no-load operations.

The test circuit shall be in accordance with 6.109.3.

For these test-duties, the percentage d.c. component at the instant of contact separation shall be less than 20 % of the a.c. component.

The test-duties related to test currents according to 6.109.2 are as follows:

##### a) Test-duty $L_{90}$

At the current for  $L_{90}$  given in 6.109.2 and the appropriate prospective transient recovery voltage.

This test duty is only mandatory for circuit-breakers with a rated voltage equal to or higher than 48,3 kV.

b) Séquence d'essais L<sub>75</sub>

Au courant de L<sub>75</sub> donné en 6.109.2 et avec la tension transitoire de rétablissement présumée appropriée.

c) Séquence d'essais L<sub>60</sub>

Au courant de L<sub>60</sub> donné en 6.109.2 et avec la tension transitoire de rétablissement présumée appropriée.

Cette séquence d'essais est obligatoire seulement pour les disjoncteurs de tension assignée supérieure ou égale à 48,3 kV et seulement si la durée d'arc minimale obtenue pendant la séquence d'essais L<sub>75</sub> dépasse d'un quart de cycle, ou plus, la durée d'arc minimale déterminée pendant la séquence d'essais L<sub>90</sub>.

Page 274

### 6.111.10 Essais avec TTR spécifiée

Remplacer le Tableau 20 par ce qui suit

**Tableau 20 – Valeurs spécifiées de  $u_1$ ,  $t_1$ ,  $u_c$  et  $t_2$**

Séquences d'essais	Valeurs de la tension de rétablissement de la Figure 54 en fonction de la valeur crête de la tension d'essai		Coordonnées de temps de la Figure 54	
	$u_c$ p.u.	$u_1$ p.u.	$t_1$	$t_2$ (ms)
1	$\geq 1,98$	$\leq 0,02k_{af}^*$	$\geq t_1$ ou $t_3$ de 4.102.3 pour le défaut aux bornes	8,7 ms pour 50 Hz
2	$\geq 1,95$	$\leq 0,05k_{af}^*$		7,3 ms pour 60 Hz
NOTE Pour les essais synthétiques en monophasé, la tension de rétablissement présumée est calculée en se basant sur la tension d'essai correspondante d'un essai direct en monophasé.				
* $k_{af}$ = facteur d'amplitude = 1,4 (voir Tableaux 24, 1b et 1c) pour les disjoncteurs de classe S1.				
* $k_{af}$ = facteur d'amplitude = 1,54 (voir Tableau 25) pour les disjoncteurs de classe S2.				

Page 294

Remplacer le titre et le texte de 8.103.2 par ce qui suit:

### 8.103.2 Choix de la tension transitoire de rétablissement (TTR) assignée dans le cas de défaut aux bornes, du facteur de premier pôle et des caractéristiques assignées pour les défauts proches en ligne

Il est recommandé que la tension transitoire de rétablissement (TTR) présumée du réseau ne dépasse pas le tracé de référence représentant la tension transitoire de rétablissement assignée, spécifiée pour le disjoncteur; il est recommandé que cette onde traverse le segment de droite spécifié, définissant le retard, au voisinage du zéro de la tension, mais ne le retransverse pas ensuite (voir 4.102.2). Des valeurs normales sont indiquées en 6.104.5.

NOTE 1 Les tensions transitoires de rétablissement qui apparaissent lors de la coupure des courants de court-circuit les plus élevés ne sont pas forcément plus sévères que celles qui peuvent apparaître dans d'autres cas. Par exemple, la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement peut être plus élevée lors de la coupure de courants de court-circuit plus faibles.

b) Test-duty  $L_{75}$ 

At the current for  $L_{75}$  given in 6.109.2 and the appropriate prospective transient recovery voltage.

c) Test-duty  $L_{60}$ 

At the current for  $L_{60}$  given in 6.109.2 and the appropriate prospective transient recovery voltage.

This test-duty is mandatory only for circuit-breakers with a rated voltage equal to or higher than 48,3 kV and only if the minimum arcing time obtained during test-duty  $L_{75}$  is a quarter of a cycle or more longer than the minimum arcing time determined during test-duty  $L_{90}$ .

Page 275

**6.111.10 Tests with specified TRV**

Replace Table 20 by the following:

**Table 20 – Specified values of  $u_1$ ,  $t_1$ ,  $u_c$ , and  $t_2$** 

Test-duties	Recovery voltage values of Figure 54 in relation to the peak value of the test voltage		Time values of Figure 54	
	$u_c$ p.u.	$u_1$ p.u.	$t_1$	$t_2$
1	$\geq 1,98$	$\leq 0,02k_{af}^*$	$\geq t_1$ or $t_3$ in 4.102.3 for terminal fault	8,7 ms for 50 Hz
2	$\geq 1,95$	$\leq 0,05k_{af}^*$		7,3 ms for 60 Hz
NOTE For single-phase synthetic tests the prospective recovery voltage is calculated based on the test voltage of the corresponding single-phase direct test.				
* $k_{af}$ = amplitude factor = 1,4 (see Tables 24, 1b and 1c) for class S1 circuit-breakers.				
* $k_{af}$ = amplitude factor = 1,54 (see Table 25) for class S2 circuit-breakers.				

Page 295

Replace the title and the text of 8.103.2 by the following:

**8.103.2 Selection of rated transient recovery voltage (TRV) for terminal faults, first-pole-to-clear factor and characteristics for short-line faults**

The prospective transient recovery voltage (TRV), of the system should not exceed the reference line representing the rated transient recovery voltage specified for the circuit-breaker; it should cross the specified delay line close to zero voltage but should not re-cross it later (see 4.102.2). Standard values are shown in 6.104.5.

NOTE 1 The transient recovery voltages which appear when breaking the highest short-circuit currents are not necessarily more severe than those which appear in other cases. For example, the rate-of-rise of transient recovery voltage may be higher when breaking smaller short-circuit currents.



Dans la gamme de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV, et pour couvrir tous les types de réseaux (distribution, industriels et transport) et dans un but de standardisation, deux types de réseaux sont définis:

- Réseaux par câbles (voir 3.4.119);
- Réseaux aériens (voir 3.4.120)

Les considérations qui suivent devraient permettre de faciliter le choix par l'utilisateur de la classe de disjoncteurs de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure à 100 kV:

- les valeurs normales de la TTR spécifiée dans l'édition 1.1 (éd. 1 + A1) de la CEI 62271-100 peuvent encore être exigées en spécifiant la classe S1 (ces valeurs normales de TTR sont données dans le Tableau 24);
- pour couvrir tous les cas de réseaux par câbles et aériens, à l'exception de ceux mentionnés en a), b) et c) ci-dessous, la classe S2 de disjoncteurs doit être spécifiée (les valeurs normales de TTR sont données dans le Tableau 25).

NOTE 2 Dans les cas particuliers où la longueur de câble(s) (ou la longueur équivalente si des condensateurs sont aussi présents) du côté alimentation du disjoncteur est entre 20 m et 100 m, le réseau est considéré comme étant un réseau aérien sauf si un calcul peut montrer que la TTR du réseau considéré est couverte par l'enveloppe définie par le Tableau 24. Si la TTR est couverte, le réseau est considéré comme étant un réseau par câbles.

Les valeurs normalisées indiquées pour les tensions assignées inférieures à 100 kV sont applicables à un facteur de premier pôle de 1,5. Pour les tensions assignées 100 kV à 800 kV, le facteur de premier pôle applicable est 1,3 car la plupart des réseaux de tension supérieures ou égales à 100 kV ont un neutre effectivement à la terre. Pour les tensions assignées de 100 kV à 170 kV, le choix d'un facteur de premier pôle de 1,3 ou 1,5 est pour les cas spéciaux d'application dans les réseaux avec un neutre non effectivement à la terre ou dans les réseaux compensés par bobine d'extinction (voir également la note de 6.104.5.4).

Le facteur de premier pôle  $k_{pp} = 1,3$  correspond à un réseau à neutre effectivement à la terre où des défauts triphasés isolés de la terre sont considérés comme fortement improbables. Il est recommandé d'utiliser le facteur de premier pôle 1,5 pour les applications à des réseaux à neutre non effectivement à la terre. Un facteur de premier pôle de 1,5 peut être nécessaire pour les applications à des réseaux à neutre effectivement à la terre lorsqu'on ne peut pas négliger la probabilité de défauts triphasés isolés de la terre et pour les applications à des réseaux autres qu'à neutre effectivement à la terre.

Il ne sera généralement pas nécessaire de prendre en considération d'autres tensions transitoires de rétablissement, étant donné que les valeurs normalisées spécifiées couvrent la majorité des cas pratiques.

Toutefois, des conditions plus sévères peuvent se produire dans certains cas, par exemple:

- a) Lorsqu'un court-circuit se produit près d'un transformateur mais sur le côté opposé au disjoncteur et qu'il n'y a pas de capacité additionnelle appréciable entre le transformateur et le disjoncteur. Dans ce cas la valeur de crête ainsi que la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement peuvent dépasser les valeurs spécifiées dans la présente norme.

NOTE 3 Il est également recommandé de prêter attention au choix d'un disjoncteur installé au primaire d'un transformateur et pouvant avoir à couper le courant correspondant à un court-circuit au secondaire.

Pour les disjoncteurs de tensions assignées inférieures à 100 kV, ces cas sont couverts dans l'Annexe M.

NOTE 4 Pour les disjoncteurs de tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV, des valeurs de TTR pour les défauts alimentés par un transformateur sont proposés dans ANSI C37.06.1 [16] pour vitesses rapides de rétablissement de tension.

- b) Les disjoncteurs utilisés au voisinage de réactances de limitation peuvent rencontrer des problèmes de coupure à cause de la fréquence propre élevée de ces réactances (voir 8.103.7).



In the range of rated voltages higher than 1 kV and less than 100 kV, in order to cover all types of networks (distribution, industrial and sub-transmission) and for standardisation purposes, two types of systems are defined:

- cable systems (see 3.4.119);
- line systems (see 3.4.120).

The following considerations should facilitate the choice by the user of the class of circuit-breaker for rated voltages higher than 1 kV and less than 100 kV:

- standard values of TRVs specified in edition 1.1 (ed.1 + A1) of IEC 62271-100 can still be required by specifying class S1 (these standard values of TRVs are given in Table 24);
- to cover all cases of cable systems and line systems, except those mentioned in a), b) and c) below, class S2 of circuit-breakers has to be specified (standard values of TRVs are given in Table 25).

NOTE 2 In the special cases where the total length of cable (or equivalent length when capacitors are also present) on the supply side of the circuit-breaker is between 20 m and 100 m, the system is considered as a line system except if a calculation can show that the actual TRV is covered by the envelope defined from Table 24. If the TRV is covered the system is then considered as a cable system.

The standard values given for rated voltages below 100 kV are applicable to a first-pole-to-clear factor 1,5. For rated voltages 100 kV to 800 kV, the first-pole-to-clear factor is 1,3 since most systems at 100 kV and above are effectively earthed. For rated voltages 100 kV to 170 kV, a choice of a first-pole-to-clear factor 1,5 is provided for those special cases with non-effectively earthed neutrals (see also the Note in 6.104.5.4).

The first-pole-to-clear factor  $k_{pp} = 1,3$  is based on a system with effectively earthed neutral where three-phase faults not involving earth are considered highly improbable. For applications in non-effectively earthed neutral systems, the first-pole-to-clear factor 1,5 should be used. For applications in systems with effectively-earthed neutral in cases where the probability of three-phase faults not involving earth cannot be disregarded, and for applications in systems other than with effectively-earthed neutral systems, a first-pole-to-clear factor of 1,5 may be necessary.

Generally it will not be necessary to consider alternative transient recovery voltages as the standard values specified cover the majority of practical cases.

More severe conditions may occur in some cases, for example:

- a) One case is when a short-circuit occurs close to a transformer but on the opposite side to the circuit-breaker and where there is no appreciable additional capacitance between the transformer and the circuit-breaker. In this case both the peak voltage and rate-of-rise of transient recovery voltage may exceed the values specified in this standard.

NOTE 3 Care should also be taken when selecting a circuit-breaker for the primary side of a transformer which may have to interrupt a short circuit on the secondary side.

For circuit-breakers with rated voltages less than 100 kV, such cases are covered in Annex M.

NOTE 4 For circuit-breakers with rated voltages 100 kV and higher, values for TRVs for transformer limited faults are proposed in ANSI C37.06.1 [16] for fast transient recovery voltage rise times.

- b) Circuit-breakers being used next to current-limiting reactors may fail to interrupt due to the high natural frequency of these reactors (see 8.103.7).

- c) Dans le cas d'un court-circuit intéressant les disjoncteurs proches de générateurs, la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement peut dépasser les valeurs spécifiées dans la présente norme.

Dans ces cas, il peut être nécessaire de prévoir un accord entre le constructeur et l'utilisateur sur des caractéristiques spéciales de la tension transitoire de rétablissement.

Les défauts proches en ligne sont applicables seulement pour les disjoncteurs prévus pour être reliés directement à des lignes aériennes (sans liaison par câble) et dont la tension assignée est égale ou supérieure à 15 kV et le pouvoir de coupure assigné en court-circuit supérieur à 12,5 kA. Lorsque les disjoncteurs sont prévus pour des installations dans lesquelles il est nécessaire de spécifier des caractéristiques assignées pour les défauts proches en ligne, il convient que l'impédance d'onde et le facteur de crête de la ligne sur laquelle ils seront utilisés ne dépassent pas les valeurs normales des caractéristiques assignées de la ligne indiquées au Tableau 4. De même, il convient que le retard ne soit pas inférieur à la valeur correspondante indiquée dans ce même tableau. Cependant, si tel n'est pas le cas, il est encore possible qu'un disjoncteur normal convienne, spécialement si le courant de court-circuit du réseau est inférieur au pouvoir de coupure assigné en court-circuit du disjoncteur. Cette possibilité peut être confirmée en calculant la TTR présumée pour les défauts proches en ligne à partir des caractéristiques assignées, par la méthode indiquée dans l'Annexe A et en la comparant à la TTR présumée déduite des caractéristiques réelles du réseau.

Si l'on prévoit des caractéristiques spéciales pour le défaut proche en ligne, il convient qu'elles fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Page 296 et Amendement 1

*Supprimer le dernier alinéa de a).*

Page 298

### **8.103.3 Choix des caractéristiques en cas de discordance de phases**

*Remplacer le quatrième alinéa par ce qui suit:*

Une vitesse d'accroissement plus élevée que celle qui est spécifiée dans les Tableaux 24, 25, 1b, 1c et 1d peut être obtenue si une borne du disjoncteur est reliée à un transformateur. Les disjoncteurs essayés conformément à cette norme sont considérés comme répondant à cette exigence de vitesse d'accroissement plus élevée à condition qu'ils aient subi avec succès les essais de la séquence T30 des séries d'essai en court-circuit fondamentales (voir 6.106.2).

Page 300

*Ajouter le nouveau Paragraphe 8.103.7 comme suit:*

### **8.103.7 Défaut avec réactance de limitation**

En raison de la très faible capacitance inhérente à un certain nombre de réactances, la fréquence naturelle des tensions transitoires concernant ces réactances peut être très grande. Un disjoncteur installé immédiatement en série avec ce type de réactance devra subir une TTR à fréquence élevée en coupure de défaut aux bornes (la réactance étant du côté alimentation du disjoncteur) ou dans le cas de coupure d'un défaut en aval de la réactance (réactance du côté charge du disjoncteur). La fréquence de la TTR résultante excède généralement nettement les valeurs normalisées.

- c) In the case of a short-circuit on circuit-breakers close to generators, the rate-of-rise of transient recovery voltage may exceed the values specified in this standard.

In such cases it may be necessary for special TRV characteristics to be agreed between manufacturer and user.

Short-line fault tests are applicable only to circuit-breakers designed for direct connection to overhead lines, irrespective of the type of network on the source side, having a rated voltage of 15 kV and above and a rated short-circuit breaking current exceeding 12,5 kA. When circuit-breakers are required for installations necessitating the assignment of rated characteristics for short-line faults, the line on which they are to be used should have a surge impedance and peak-factor not greater than, and a time delay not less than, the standard values of rated line characteristic given in Table 4. However, if this should not be the case, it is still possible that a standard circuit-breaker is suitable, especially if the short-circuit current of the system is less than the rated short-circuit breaking current of the circuit-breaker. This can be established by calculating the prospective TRV for short-line faults from the rated characteristics by the method given in Annex A and comparing this with the prospective TRV derived from the actual characteristics of the system.

If special characteristics for short-line faults are required, they should be agreed between manufacturer and user.

Page 297 and Amendment 1

*Delete the last paragraph in a).*

Page 299

### **8.103.3 Selection of out-of-phase characteristics**

*Replace the fourth paragraph by the following:*

A higher rate of rise than specified in Tables 24, 25, 1b, 1c and 1d may occur when one circuit-breaker terminal is transformer-connected. Circuit-breakers tested in accordance with this standard are considered to comply with this higher rate-of-rise requirement, provided they have satisfied test duty T30 of the basic short-circuit test series (see 6.106.2).

Page 301

*Add a new Subclause 8.103.7 as follows:*

### **8.103.7 Series reactor faults**

Due to the very small inherent capacitance of a number of series reactors, the natural frequency of transients involving these reactors can be very high. A circuit-breaker installed immediately in series with such type of reactor will face a high frequency TRV when clearing a terminal fault (reactor at supply side of circuit-breaker) or clearing a fault behind the reactor (reactor at load side of circuit-breaker). The resulting TRV frequency generally exceeds by far the standardised TRV values.

Dans de tels cas, il est nécessaire de prendre des mesures de correction, comme le montage de condensateurs en parallèle aux réactances ou connectées à la terre. . Ces mesures de correction sont disponibles, efficaces et économiques. Il est fortement recommandé de les utiliser, à moins qu'il puisse être démontré par des essais que le disjoncteur est capable d'interrompre les défauts avec une haute fréquence de la TTR requise.

Il est recommandé que la méthode de correction soit telle que la vitesse de rétablissement de la TTR pour le courant de défaut limité par la réactance série, soit réduite à une valeur inférieure à celle des valeurs normalisées données dans les Tableaux 26 ou 27, en fonction des valeurs assignées du disjoncteur. Il doit être considéré que le courant de défaut peut être proche de 100 % du pouvoir de coupure du disjoncteur.

Compte tenu des considérations qui précèdent, il n'y a pas de valeurs normalisées de TTR et il n'est pas exigé de séquence d'essais particulières pour ce type de défaut.

Page 304

### 9.102 Renseignements à donner avec les soumissions

*Remplacer l'alinéa 27) du point a) par ce qui suit:*

Type d'information	Référence
27) disjoncteurs de classe S1, S2 (disjoncteurs de tensions assignées inférieures à 100 kV)	6.104.5
28) le pouvoir de coupure de faibles courants inductifs	4.108

Page 350

*Remplacer la Figure 13 par la nouvelle figure qui suit:*

In these cases, it is necessary to take mitigation measures, such as the application of capacitors in parallel to the reactors or connected to earth. The available mitigation measures are very effective and cost efficient. It is strongly recommended to use them, unless it can be demonstrated by tests that a circuit-breaker can successfully clear faults with the required high frequency TRV.

The mitigation method should be such that the rate-of-rise of TRV for the fault current, as limited by the series reactor, is reduced to a value lower than the standard values given in Tables 26 or 27, depending on the circuit-breaker ratings. It has to be considered that the fault current can be close to 100 % of the rating of the circuit-breaker.

Based on the preceding considerations, no rated values of TRV and no special test duty are specified for this fault case.

Page 305

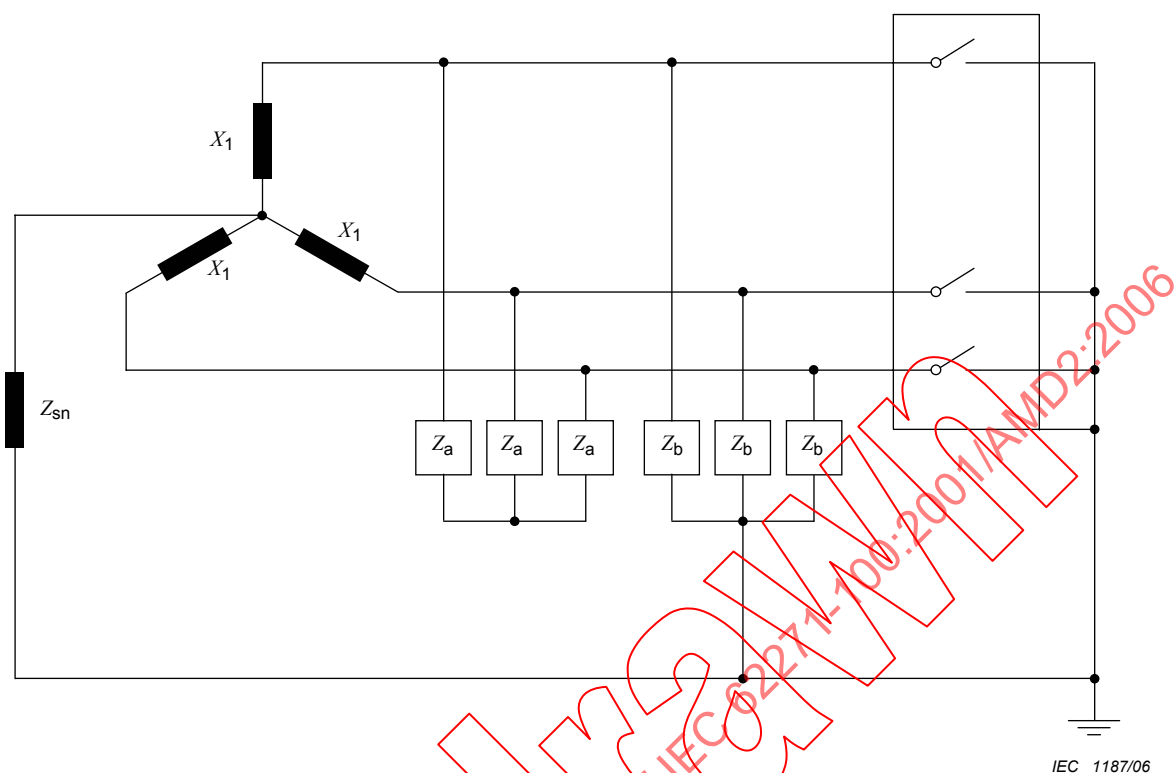
### 9.102 Information to be given with tenders

*Replace indent 27) of item a) by the following*

	Type of information	Reference
27)	class S1, S2 circuit-breakers (circuit-breakers with rated voltage less than 100 kV)	6.104.5
28)	small inductive breaking current	4.108

Page 351

*Replace Figure 13 by the following:*



### Légende

$Z_{sn}$  impédance de neutre de la source

$X_1$  composante directe de la réactance de court-circuit

$Z_a$  impédance entre phases de court-circuit

$Z_b$  impédance phase-terre de court-circuit

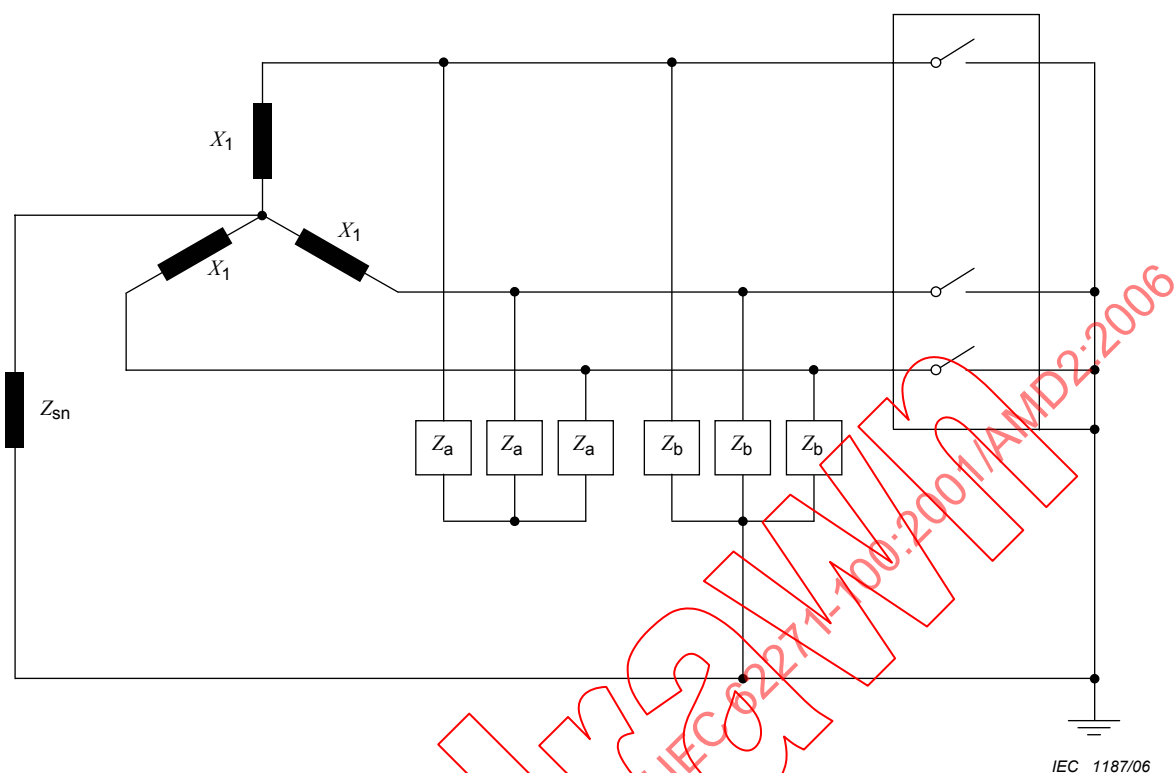
$Z_{sn}$  très supérieure à  $X_1$  pour un facteur de 1<sup>er</sup> pôle égal à 1,5

$Z_{Sn}$  0,75X1 pour un facteur de 1<sup>er</sup> pôle égal à 1,3

Pour  $Z_0/Z_1 \approx 2$ :  $Z_a = Z_b = 2Z_1$

avec  $Z_0$  composante homopolaire de l'impédance de court-circuit du circuit d'alimentation

**Figure 13 – Représentation d'un court-circuit triphasé**

**Key**

$Z_{sn}$	source neutral impedance
$X_1$	positive sequence short-circuit reactance
$Z_a$	phase-to-phase impedance of TRV circuit
$Z_b$	phase-to-ground impedance of TRV circuit

$Z_{sn}$  much larger than  $X_1$  for first-pole-to-clear factor of 1,5

$Z_{sn}$  0,75  $X_1$  for first-pole-to-clear factor of 1,3

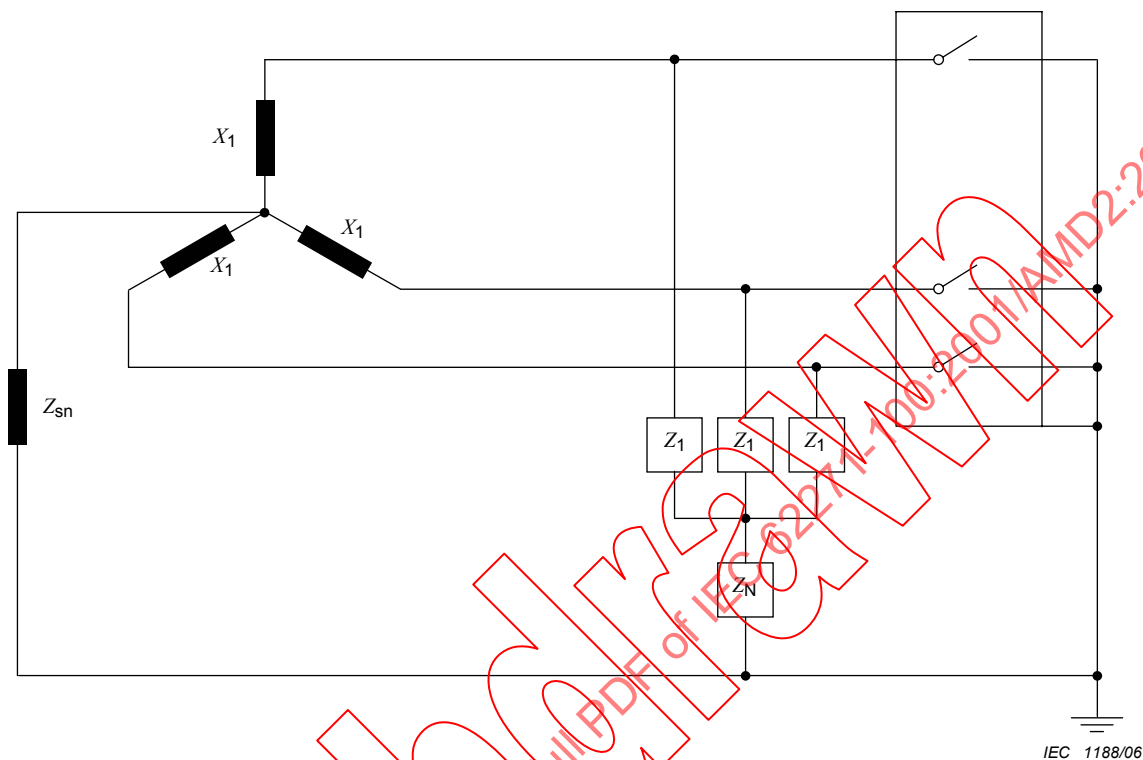
For  $Z_0/Z_1=2$ :  $Z_a = Z_b = 2Z_1$

with  $Z_0$  zero sequence component of short-circuit impedance on supply side

**Figure 13 – Three-phase short-circuit representation**

Page 352

Remplacer la Figure 14 par ce qui suit



#### Légende

- $Z_{sn}$  impédance de neutre de la source
- $X_1$  composante directe de la réactance de court-circuit
- $Z_1$  impédance phase-neutre du circuit de TTR
- $Z_N$  impédance de neutre du circuit de TTR

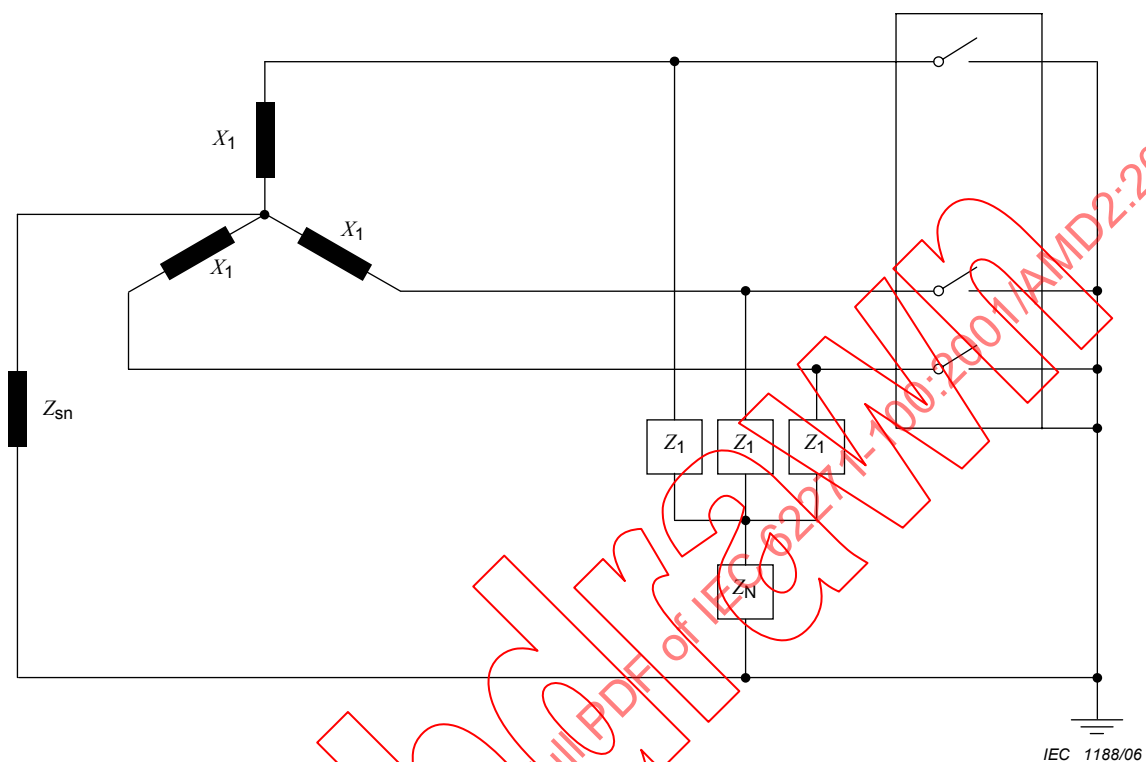
Pour  $\frac{Z_0}{Z_1} = 2$   $Z_N = \frac{Z_1}{3}$

avec  $Z_0$  composante homopolaire de l'impédance de court-circuit du circuit d'alimentation

Figure 14 – Représentation de variante à la Figure 13



Replace Figure 14 by the following:



#### Key

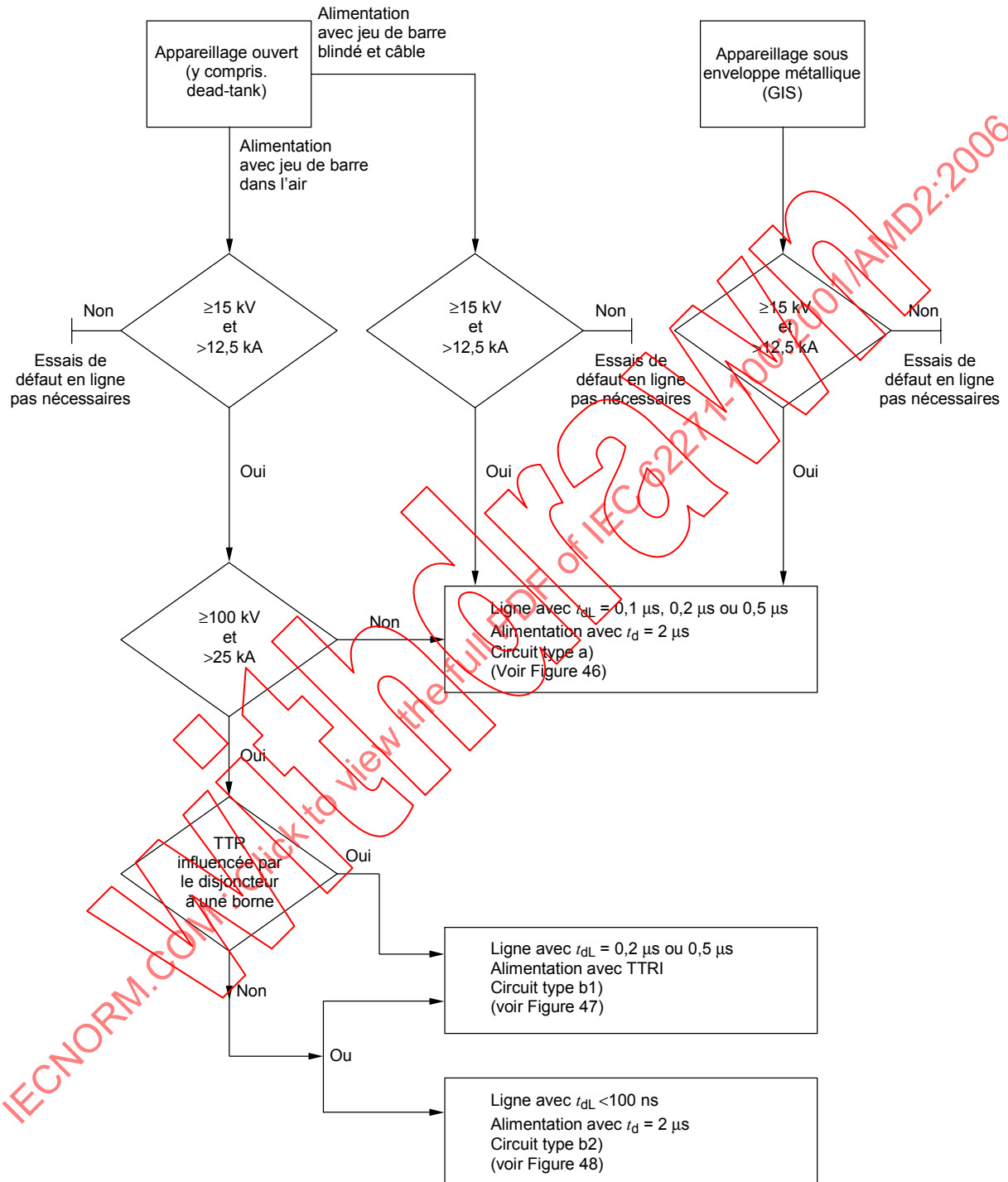
$Z_{sn}$	source neutral impedance
$X_1$	positive sequence short-circuit reactance
$Z_1$	phase-to-neutral impedance of TRV circuit
$Z_N$	neutral impedance of TRV circuit

For  $\frac{Z_0}{Z_1} = 2$   $Z_N = \frac{Z_1}{3}$

with  $Z_0$  zero sequence of short-circuit impedance on supply side

Figure 14 – Alternative representation of Figure 13

Remplacer la Figure 49 par la figure suivante



IEC 1189/06

**Figure 49 – Diagramme de décision pour le choix des circuits d'essais de défaut proche en ligne pour les disjoncteurs de classe S2 prévus pour être connectés directement à une ligne aérienne (sans liaison par câble)**

Replace Figure 49 by the following:

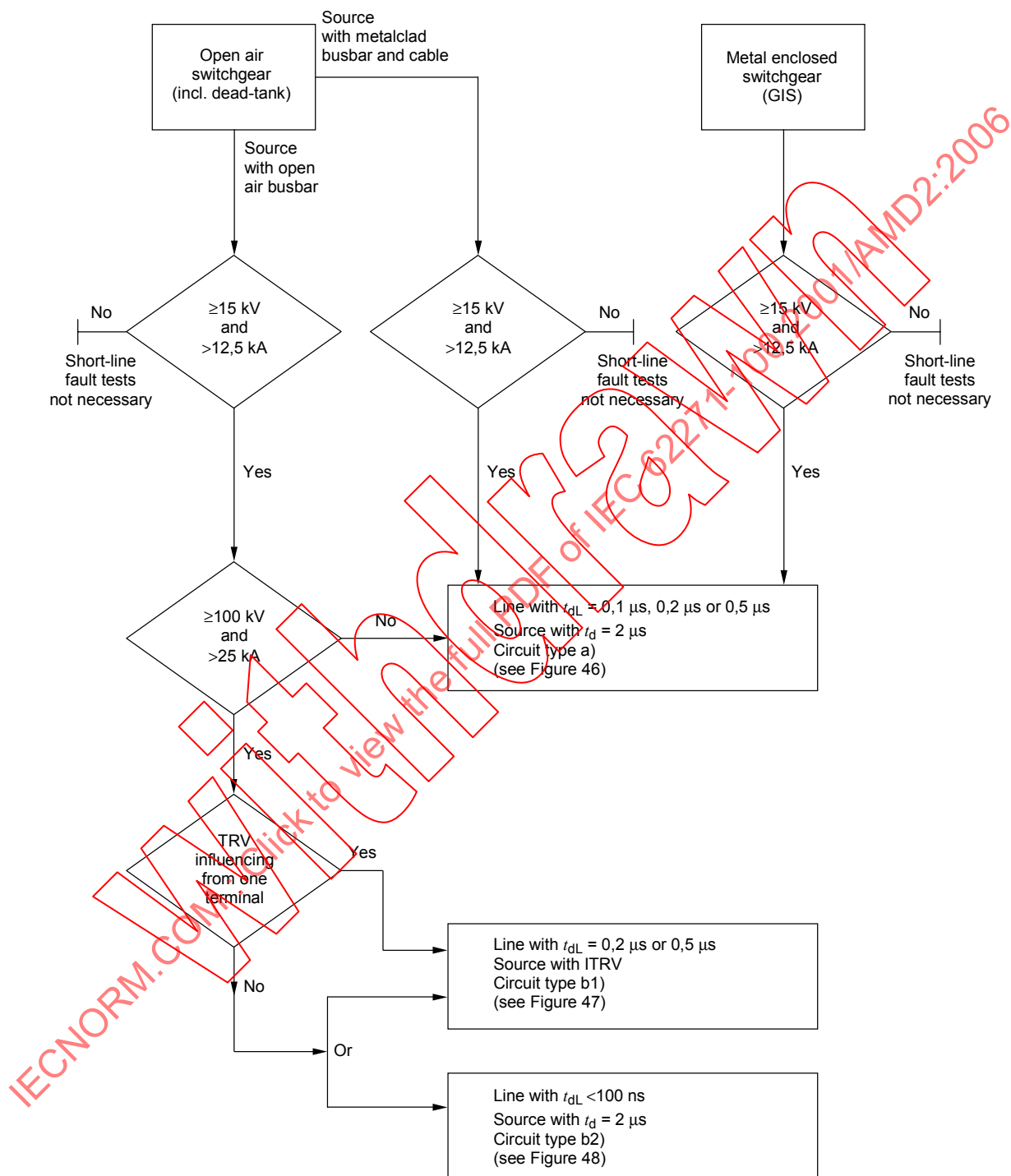


Figure 49 – Flow-chart for the choice of short-line fault test circuits for class S2 circuit-breakers with direct connection to overhead lines (without intervening cable)

Page 432

Remplacer le Tableau A.1 par le suivant:

**Tableau A.1 – Rapport des chutes de tension et de TTR côté alimentation**

$U_r$	$I_L/I_{SC}$	$u_0/U_m$	$u_m/U_m$
< 100 kV	0,90	0,10	1,49
	0,75	0,25	1,41
	0,60	0,40	1,32
≥ 100 kV	0,90	0,10	1,36
	0,75	0,25	1,30
	0,60	0,40	1,24

### A.3 Tension transitoire côté alimentation

Remplacer le premier paragraphe par ce qui suit:

La courbe de la tension transitoire côté alimentation, depuis la valeur initiale  $u_0$  jusqu'à la valeur de crête  $u_m$ , peut être obtenue à partir des Tableaux 25, 1b, 1c et 1d. On utilise directement les temps  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  et  $t_d$  donnés dans ces tableaux. La tension  $u_1$  des Tableaux 25, 1b, 1c et 1d, qui est égale à la tension induite totale  $U_m$  à l'instant de l'interruption du courant n'est pas modifiée, mais la valeur de crête  $u_c$  de la TTR résulte en une valeur plus faible  $u_m$ :

Page 446

### Tableau B.1

Remplacer, à la page 450, dans la ligne 6.104.5

Tableau 13 par Tableaux 26, 27

Page 433

Replace Table A.1 by the following:

**Table A.1 – Ratios of voltage-drop and source-side TRV**

$U_r$	$I_L/I_{SC}$	$u_0/U_m$	$u_m/U_m$
< 100 kV	0,90	0,10	1,49
	0,75	0,25	1,41
	0,60	0,40	1,32
≥ 100 kV	0,90	0,10	1,36
	0,75	0,25	1,30
	0,60	0,40	1,24

### A.3 Transient voltage on source side

Replace the first paragraph by the following:

The course of the source-side transient voltage from the initial value  $u_0$  to the peak value  $u_m$  can be derived from Tables 25, 1b, 1c and 1d. The time co-ordinates  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  and  $t_d$  given in these tables can be used directly. The voltage  $u_1$  in Tables 25, 1b, 1c and 1d equalling the total induced voltage  $U_m$  at the instant of the current interruption is not affected, but the TRV peak value  $u_c$  results in a lower value  $u_m$ :

Page 447

### Table B.1

Replace, on page 451, in line 6 104.5

Table 13 by Tables 26, 27

Ajouter, à la page 456, la ligne qui suit à la fin du Tableau B.1:

Paragraphe	Identification d'essai	Paramètre d'essais	Valeur d'essais spécifiée	Tolérance d'essais/limites des valeurs d'essais	Référence à
Annexe M	Tension transitoire de rétablissement (TTR) pour T30, pour les disjoncteurs de tension assignée inférieure à 100 kV prévus pour être connectés à un transformateur par une liaison de faible capacitance	Valeur crête de la TTR	Voir Tableau M.1	+10 0 %	
		Vitesse d'accroissement de la TTR		+5 -10 %	

Page 562

## Annexe K

Ajouter ce qui suit dans la liste des symboles:

VATR	Tableau 24	Vitesse d'accroissement de la tension rétablie
$Z_{sn}$	Figure 13	Impédance de neutre de la source
S1	3.4.121	Classe de disjoncteurs de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV, prévus pour des réseaux à câbles
S2	3.4.122	Classe de disjoncteurs de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV, prévus pour des réseaux aériens

Page 574

## Bibliographie

Ajouter les nouvelles références suivantes à la bibliographie:

- [16] ANSI C37.06 (2000), AC high voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis- Preferred ratings and related required capabilities
- [17] IEEE Transactions on Power Delivery, Vol 11, N°2, April 1996, pp 865-870

Add, on page 457, the following line at the end of Table B.1:

Subclause	Designation of the test	Test quantity	Specified test value	Test tolerances/ limits of test values	Reference to
Annex M	Transient recovery voltage (TRV) for T30, for circuit-breakers of rated voltage less than 100 kV intended to be connected to a transformer with a connection of small capacitance	Peak value of TRV	See Table M.1	+10 % 0	
		Rate of rise of TRV		+5 % –10 %	

Page 563

## Annex K

Add the following in the list of symbols:

RRRV	Table 24	Rate of rise of recovery voltage
$Z_{sn}$	Figure 13	Source neutral impedance
S1	3.4.121	Class of circuit-breaker with rated voltage above 1 kV and less than 100 kV, intended for cable systems
S2	3.4.122	Class of circuit-breaker with rated voltage above 1 kV and less than 100 kV, intended for line systems

Page 575

## Bibliography

Add the following new references in the bibliography:

- [16] ANSI C37.06 (2000), *AC high voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis- Preferred ratings and related required capabilities*
- [17] IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, N°2, April 1996, pp 865-870

Ajouter, après l'Annexe K, la nouvelle Annexe L suivante:

## **Annexe L** (informative)

### **Notes explicatives à propos de la révision des TTR pour disjoncteurs de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV**

A la suite de la décision du SC17A prise lors de la réunion de Beijing (CN) en Octobre 2002, le GT 35 du SC17A de la CEI a préparé une proposition de révision des TTR pour les disjoncteurs de tensions supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV.

Cette proposition utilise les données des groupes de travail CIGRE du Comité d'études A3 (Appareillage de coupure) qui a étudié la nécessité d'adapter les exigences de TTR pour les disjoncteurs de tension assignées inférieures à 100 kV. En 1983, un Groupe d'Action du CIGRE A3 a fait un rapport sur les TTR dans les réseaux à moyenne tension. Les résultats de cette étude ont été publiés dans Electra 88. Un autre groupe de travail, WG 13.05, a étudié les TTR générées dans le cas de défauts alimentés par un transformateur et défauts au secondaire de transformateurs. Les résultats ont été présentés dans Electra 102 (1985). En 1992, en association avec CIRED, CIGRE A3 a créé le groupe de travail CC03 pour faire à nouveau des investigations sur la définition des TTR pour l'appareillage de coupure à moyenne tension. Le résultat de ces investigations a été publié dans la brochure technique CIGRE 134 (1998) et est en ligne avec les études antérieures.

#### **L.1 Généralités**

Les principales modifications introduites par cet amendement peuvent être résumées comme suit:

- a) Deux types de réseaux sont définis pour couvrir tous les types de réseaux (distribution, industriels et transport) dans la gamme de tensions supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV, et dans le but de standardiser les exigences,
  - réseaux par câbles  
Les réseaux par câbles sont définis en 3.4.119.
  - réseaux aériens  
Les réseaux aériens sont définis en 3.4.120.
- b) Une séquence d'essais T30 est spécifiée dans le cas particulier de disjoncteurs destinés à être connectés à un transformateur avec une liaison de faible capacitance (longueur de câble inférieure à 20 m), pour vérifier leur capacité à couper des défauts limités par un transformateur. Cela est traité dans la nouvelle Annexe M (normative).  
 Dans le cas général où la capacitance de la liaison est suffisamment grande, la séquence normale T30 démontre la capacité de coupure des défauts alimentés par transformateur(s).
- c) La coupure du défaut proche en ligne est exigée pour les disjoncteurs de tensions assignées supérieures ou égales à 15 kV lorsqu'ils sont connectés directement à des lignes. Comme il est déjà spécifié pour les disjoncteurs de tensions assignées supérieures ou égales à 48,3 kV, le pouvoir de coupure assigné doit être supérieur à 12,5 kA (c'est-à-dire  $I_{sc} \geq 16$  kA).
- d) Le cas particulier de disjoncteurs installés immédiatement en série avec une réactance de limitation est couvert dans un nouveau paragraphe 8.103.7.