

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

62271-100

2001

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1
2002-05

Amendement 1

Appareillage à haute tension –

Partie 100:

Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension

Amendment 1

High-voltage switchgear and controlgear –

Part 100:

High-voltage alternating-current circuit-breakers

© IEC 2002 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

S

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/625/FDIS	17A/635/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 la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

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

Le contenu des corrigenda d'octobre 2002 et avril 2003 a été pris en considération dans cet exemplaire.

Page 72

4.102.2 Représentation de la TTR

Remplacer le point a) existant par ce qui suit:

a) Tracé de référence à quatre paramètres (voir figure 10):

u_1 = première tension de référence, en kilovolts;

t_1 = temps mis pour atteindre u_1 , en microsecondes;

u_c = seconde tension de référence (valeur de crête de la TTR), en kilovolts;

t_2 = temps mis pour atteindre u_c , en microsecondes.

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:

$$u_1 = 0,75 \times k_{pp} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$$

t_1 est déterminé à partir de u_1 et de la vitesse d'accroissement spécifiée $u_1/t_1 = \text{VATR}$;

t_1 pour la discordance de phases = $2 \times t_1$ (pour le défaut aux bornes)

- 1,4 pour le défaut aux bornes et le défaut proche en ligne;
- 1,25 pour la discordance de phases.

$t_2 = 4t_1$ pour le défaut aux bornes et le défaut proche en ligne;

t_2 pour la discordance de phases = entre t_2 (pour le défaut aux bornes) et $2 \times t_2$ (pour le défaut aux bornes).

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/625/FDIS	17A/635/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 the base publication and its amendments will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be

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- withdrawn;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

The contents of the corrigenda of October 2002 and April 2003 have been included in this copy.

Page 73

4.102.2 Representation of TRV

Replace the existing item a) by the following:

a) Four-parameter reference line (see figure 10):

u_1 = first reference voltage, in kilovolts;

t_1 = time to reach u_1 , in microseconds;

u_c = second reference voltage (TRV peak value), in kilovolts;

t_2 = time to reach u_c , in microseconds.

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:

$$u_1 = 0,75 \times k_{pp} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$$

t_1 is derived from u_1 and the specified value of the rate of rise $u_1/t_1 = \text{RRRV}$;

t_1 for out-of-phase = $2 \times t_1$ (for terminal fault)

$u_c = k_{af} \times k_{pp} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$, where k_{af} is equal to:

- 1,4 for terminal fault and short-line fault,
- 1,25 for out-of-phase.

$t_2 = 4t_1$ for terminal fault and short-line fault;

t_2 for out-of-phase = between t_2 (for terminal fault) and $2 \times t_2$ (for terminal fault).

Remplacer le point b) existant 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 kilovolts;

t_3 = temps mis pour atteindre u_c , en microsecondes.

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:

$u_c = k_{pp} \times k_{af} \times U_r \times \sqrt{2/3}$, où k_{af} est égal à

- 1,4 pour le défaut aux bornes et le défaut proche en ligne;
- 1,25 pour la discordance de phases.

t_3 est déterminé à partir de u_c et de la vitesse d'accroissement spécifiée $u_c/t_3 = \text{VATR}$.

Remplacer le point c) existant par ce qui suit:

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 assignées inférieures à 52 kV:

$t_d = 0,15 \times t_3$, (cette formule ne s'applique pas pour 48,3 kV, où $t_d = 0,05 \times t_3$);

$u' = u_c/3$ et

t' est déterminé à partir de u' , u_c/t_3 (VATR) et t_d selon la figure 11, $t' = t_d + u'/\text{VATR}$.

Pour les tensions assignées 52 kV et 72,5 kV:

$t_d = 0,05 \times t_3$, pour le défaut aux bornes et le défaut proche en ligne;

$u' = u_c/3$ et

t' est déterminé à partir de u' , u_c/t_3 (VATR) et t_d selon la figure 11, $t' = t_d + u'/\text{VATR}$.

Pour les tensions assignées supérieures à 72,5 kV:

$t_d = 2 \mu\text{s}$ pour le défaut aux bornes;

$t_d = 2 \mu\text{s}$ pour le côté alimentation du circuit de défaut proche en ligne;

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

$u' = u_1/2$ et

t' est déterminé à partir de u' , u_1/t_1 (VATR) et t_d selon la figure 10, $t' = t_d + u'/\text{VATR}$.

Replace the existing item b) by the following:

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

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

t_3 = time to reach u_c , in microseconds.

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:

$u_c = k_{pp} \times k_{af} \times U_r \times \sqrt{2/3}$, where k_{af} is equal to

- 1,4 for terminal fault and short-line fault,
- 1,25 for out-of-phase.

t_3 is derived from u_c and the specified value of the rate of rise $u_c/t_3 = \text{RRRV}$

Replace the existing item c) by the following:

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 coordinate t').

For rated voltages lower than 52 kV:

$t_d = 0,15 \times t_3$, (this formula applies except for 48,3 kV, where $t_d = 0,05 \times t_3$);

$u' = u_c/3$ and

t' is derived from u' , u_c/t_3 (RRRV) and t_d according to figure 11, $t' = t_d + u'/\text{RRRV}$.

For rated voltages 52 kV and 72,5 kV:

$t_d = 0,05 \times t_3$, for terminal fault and short-line fault;

$u' = u_c/3$ and

t' is derived from u' , u_c/t_3 (RRRV) and t_d according to figure 11, $t' = t_d + u'/\text{RRRV}$.

For rated voltages higher than 72,5 kV:

$t_d = 2 \mu\text{s}$ for terminal fault;

$t_d = 2 \mu\text{s}$ for the supply side circuit for short-line fault

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

$u' = u_1/2$ and

t' is derived from u' , u_1/t_1 (RRRV) and t_d according to figure 10, $t' = t_d + u'/\text{RRRV}$.

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

Remplacer le second alinéa par ce qui suit:

Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV, on utilise la représentation à quatre paramètres. Le tableau 1b donne les valeurs pour les tensions assignées de 100 kV à 170 kV dans le cas de réseaux à neutre directement à la terre. Le tableau 1c donne les valeurs pour les tensions assignées de 100 kV à 170 kV dans le cas de réseaux à neutre non directement à la terre. Le tableau 1d donne les valeurs pour les tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-100:2001/AMD1:2002

Withdrawn

Page 77

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

Replace the second paragraph by the following:

For rated voltages of 100 kV and above, four parameters are used. Table 1b gives values for rated voltages of 100 kV up to 170 kV for solidly earthed systems. Table 1c gives values for rated voltages of 100 kV up to 170 kV for non-solidly earthed systems. Table 1d gives values for rated voltages of 245 kV and above.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62271-100:2001/AMD1:2002

Pages 80 et 82

Remplacer les tableaux 1b et 1c par les nouveaux tableaux suivants:

**Tableau 1b – Valeurs normales de la TTR^a –
Tensions assignées de 100 kV à 170 kV, cas de réseaux à neutre directement à la terre –
Représentation par quatre paramètres**

Tension assignée U_r kV	Sé- quence d'essais	Facteur de premier pôle K_{pp} p.u.	Facteur d'ampli- tude K_{af} p.u.	Première tension de référence U_1 kV	Temps t_1 μs	Valeur de crête de la TTR u_c kV	Temps t_2 μs	Retard t_d μs	Tension u' kV	Temps t' μs	VATR ^b u_1/t_1 kV/ μs
100	Défaut aux bornes	1,3	1,40	80	40	149	160	2	40	22	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	61	31	114	124	2	31	17	2
	Discor- dance de phases	2	1,25	122	80	204	160-320	2-8	61	48	1,54
123	Défaut aux bornes	1,3	1,40	98	49	183	196	2	49	26	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	75	38	141	152	2	38	21	2
	Discor- dance de phases	2	1,25	151	98	251	196-392	2-10	75	59	1,54
145	Défaut aux bornes	1,3	1,40	115	58	215	232	2	58	31	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	89	44	166	176	2	44	24	2
	Discor- dance de phases	2	1,25	178	116	296	232-464	2-12	89	70	1,54
170	Défaut aux bornes	1,3	1,40	135	68	253	272	2	68	36	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	104	52	194	208	2	52	28	2
	Discor- dance de phases	2	1,25	208	136	347	272-544	2-14	104	81	1,54

^a Dans le cas de défauts proches en ligne, la TTR et les temps sont ceux du circuit d'alimentation.

^b VATR = vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement.

Page 81 and 83

Replace tables 1b and 1c by the following:

**Table 1b – Standard values of transient recovery voltage ^a –
Rated voltages of 100 kV to 170 kV for solidly earthed systems –
Representation by four parameters**

Rated voltage U_r kV	Test-duty	First-pole-to-clear factor k_{pp} p.u.	Amplitude factor k_{af} p.u.	First reference voltage u_1 kV	Time t_1 μ s	TRV peak value u_c kV	Time t_2 μ s	Time delay t_d μ s	Voltage u' kV	Time t' μ s	RRRV ^b u_1/t_1 kV/ μ s
100	Terminal fault	1,3	1,40	80	40	149	160	2	40	22	2
	Short-line fault	1	1,40	61	31	114	124	2	31	17	2
	Out-of-phase	2	1,25	122	80	204	160-320	2-8	61	48	1,54
123	Terminal fault	1,3	1,40	98	49	183	196	2	49	26	2
	Short-line fault	1	1,40	75	38	141	152	2	38	21	2
	Out-of-phase	2	1,25	151	98	251	196-392	2-10	75	59	1,54
145	Terminal fault	1,3	1,40	115	58	215	232	2	58	31	2
	Short-line fault	1	1,40	89	44	166	176	2	44	24	2
	Out-of-phase	2	1,25	178	116	296	232-464	2-12	89	70	1,54
170	Terminal fault	1,3	1,40	135	68	253	272	2	68	36	2
	Short-line fault	1	1,40	104	52	194	208	2	52	28	2
	Out-of-phase	2	1,25	208	136	347	272-544	2-14	104	81	1,54

^a In case of short-line faults, transient recovery voltage and time quantities are those of the supply circuit.

^b RRRV = rate of rise of recovery voltage.

**Tableau 1c – Valeurs normales de la TTR ^a –
Tensions assignées de 100 kV à 170 kV, cas de réseaux à neutre non directement
à la terre – Représentation par quatre paramètres**

Tension assignée U_r kV	Sé- quence d'essais	Facteur de premier pôle k_{pp} p.u.	Facteur d'ampli- tude k_{af} p.u.	Première tension de référence u_1 kV	Temps t_1 μs	Valeur de crête de la TTR u_c kV	Temps t_2 μs	Retard t_d μs	Tension u' kV	Temps t' μs	VATR ^b u_1/t_1 kV/ μs
100	Défaut aux bornes	1,5	1,40	92	46	171	184	2	46	25	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	61	31	114	124	2	31	17	2
	Discor- dance de phases	2,5	1,25	153	92	255	184-368	2-9	77	55	1,67
123	Défaut aux bornes	1,5	1,40	113	56	211	224	2	56	30	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	75	38	141	152	2	38	21	2
	Discor- dance de phases	2,5	1,25	188	112	314	224-448	2-11	94	67	1,67
145	Défaut aux bornes	1,5	1,40	133	67	249	268	2	67	35	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	89	44	166	176	2	44	24	2
	Discor- dance de phases	2,5	1,25	222	134	370	268-536	2-13	111	79	1,67
170	Défaut aux bornes	1,5	1,40	156	78	291	312	2	78	41	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	104	52	194	208	2	52	28	2
	Discor- dance de phases	2,5	1,25	260	156	434	312-624	2-16	130	94	1,67

^a Dans le cas de défauts proches en ligne, la TTR et les temps sont ceux du circuit d'alimentation.

^b VATR = vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement.

**Table 1c – Standard values of transient recovery voltage^a –
Rated voltages of 100 kV to 170 kV for non-solidly earthed systems –
Representation by four parameters**

Rated voltage	Test-duty	First-pole-to-clear factor	Amplitude factor	First reference voltage	Time	TRV peak value	Time	Time delay	Voltage	Time	RRRV ^b
U_r kV		k_{pp} p.u.	k_{af} p.u.	u_1 kV	t_1 μs	u_c kV	t_2 μs	t_d μs	u' kV	t' μs	u_1/t_1 kV/ μs
100	Terminal fault	1,5	1,40	92	46	171	184	2	46	25	2
	Short-line fault	1	1,40	61	31	114	124	2	31	17	2
	Out-of-phase	2,5	1,25	153	92	255	184-368	2-9	77	55	1,67
123	Terminal fault	1,5	1,40	113	56	211	224	2	56	30	2
	Short-line fault	1	1,40	75	38	141	152	2	38	21	2
	Out-of-phase	2,5	1,25	188	112	314	224-448	2-11	94	67	1,67
145	Terminal fault	1,5	1,40	133	67	249	268	2	67	35	2
	Short-line fault	1	1,40	89	44	166	176	2	44	24	2
	Out-of-phase	2,5	1,25	222	134	370	268-536	2-13	111	79	1,67
170	Terminal fault	1,5	1,40	156	78	291	312	2	78	41	2
	Short-line fault	1	1,40	104	52	194	208	2	52	28	2
	Out-of-phase	2,5	1,25	260	156	434	312-624	2-16	130	94	1,67

^a In case of short-line faults, transient recovery voltage and time quantities are those of the supply circuit.

^b RRRV = rate of rise of recovery voltage.

Ajouter, après le tableau 1c et les deux alinéas qui suivent, le nouveau tableau 1d qui suit:

Tableau 1d – Valeurs normales de la TTR ^a–
Tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV, cas de réseaux à neutre
directement à la terre – Représentation par quatre paramètres

Tension assignée U_r kV	Séquence d'essais	Facteur de premier pôle k_{pp} p.u.	Facteur d'amplitude k_{af} p.u.	Première tension de référence u_1 kV	Temps t_1 μs	Valeur de crête de la TTR u_c kV	Temps t_2 μs	Retard t_d μs	Tension u' kV	Temps t' μs	VATR ^b u_1/t_1 kV/ μs
245	Défaut aux bornes	1,3	1,40	195	98	364	392	2	98	51	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	150	75	280	300	2	75	40	2
	Discordance de phases	2	1,25	300	196	500	392-784	2-20	150	117	1,54
300	Défaut aux bornes	1,3	1,40	239	119	446	476	2	119	62	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	184	92	343	368	2	92	48	2
	Discordance de phases	2	1,25	367	238	612	476-952	2-24	184	143	1,54
362	Défaut aux bornes	1,3	1,40	288	144	538	576	2	144	74	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	222	111	414	444	2	111	57	2
	Discordance de phases	2	1,25	443	288	739	576-1152	2-29	222	173	1,54
420	Défaut aux bornes	1,3	1,40	334	167	624	668	2	167	86	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	257	129	480	516	2	129	66	2
	Discordance de phases	2	1,25	514	334	857	668-1336	2-33	257	202	1,54
550	Défaut aux bornes	1,3	1,40	438	219	817	876	2	219	111	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	337	168	629	672	2	168	86	2
	Discordance de phases	2	1,25	674	438	1 123	876-1752	2-44	337	263	1,54
800	Défaut aux bornes	1,3	1,40	637	318	1 189	1 272	2	318	161	2
	Défaut proche en ligne	1	1,40	490	245	914	980	2	245	124	2
	Discordance de phases	2	1,25	980	636	1 633	1272-2544	2-64	490	382	1,54

^a Dans le cas de défauts proches en ligne, la TTR et les temps sont ceux du circuit d'alimentation.

^b VATR = vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement.

Add, after table 1c and the two paragraphs that follow, a new table 1d as follows:

**Table 1d – Standard values of transient recovery voltage ^a –
Rated voltages 245 kV and above for solidly earthed systems –
Representation by four parameters**

Rated voltage	Test-duty	First-pole-to-clear factor	Amplitude factor	First reference voltage	Time	TRV peak value	Time	Time delay	Voltage	Time	RRRV ^b
U_r kV		k_{pp} p.u.	k_{af} p.u.	u_1 kV	t_1 μ s	u_c KV	t_2 μ s	t_d μ s	u' kV	t' μ s	u_1/t_1 kV/ μ s
245	Terminal fault	1,3	1,40	195	98	364	392	2	98	51	2
	Short-line fault	1	1,40	150	75	280	300	2	75	40	2
	Out-of-phase	2	1,25	300	196	500	392-784	2-20	150	117	1,54
300	Terminal fault	1,3	1,40	239	119	446	476	2	119	62	2
	Short-line fault	1	1,40	184	92	343	368	2	92	48	2
	Out-of-phase	2	1,25	367	238	612	476-952	2-24	184	143	1,54
362	Terminal fault	1,3	1,40	288	144	538	576	2	144	74	2
	Short-line fault	1	1,40	222	111	414	444	2	111	57	2
	Out-of-phase	2	1,25	443	288	739	576-1152	2-29	222	173	1,54
420	Terminal fault	1,3	1,40	334	167	624	668	2	167	86	2
	Short-line fault	1	1,40	257	129	480	516	2	129	66	2
	Out-of-phase	2	1,25	514	334	857	668-1336	2-33	257	202	1,54
550	Terminal fault	1,3	1,40	438	219	817	876	2	219	111	2
	Short-line fault	1	1,40	337	168	629	672	2	168	86	2
	Out-of-phase	2	1,25	674	438	1 123	876-1752	2-44	337	263	1,54
800	Terminal fault	1,3	1,40	637	318	1 189	1 272	2	318	161	2
	Short-line fault	1	1,40	490	245	914	980	2	245	124	2
	Out-of-phase	2	1,25	980	636	1 633	1272-2544	2-64	490	382	1,54

^a In case of short-line faults, transient recovery voltage and time quantities are those of the supply circuit.

^b RRRV = rate of rise of recovery voltage.

Page 84

Remplacer le tableau 2 par le nouveau tableau suivant:

Tableau 2 – Valeurs normales des multiplicateurs pour la tension transitoire de rétablissement pour les 2^e et 3^e pôles à couper à des tensions assignées supérieures à 72,5 kV

Facteur de premier pôle k_{pp}	Multiplicateurs			
	2 ^e pôle à couper		3 ^e pôle à couper	
	VATR	u_c	VATR	u_c
Cas de réseaux à neutre directement à la terre				
1,3	0,95	0,98	0,70	0,77
Cas de réseaux à neutre non directement à la terre				
1,5	0,70	0,58	0,70	0,58

Page 90

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

Remplacer le point b) par ce qui suit :

b) la tension transitoire de rétablissement doit être conforme au:

- tableau 1a, pour les disjoncteurs de tensions assignées inférieures à 100 kV;
- tableau 1b, pour les disjoncteurs de tensions assignées de 100 kV à 170 kV inclus pour réseaux à neutre directement à la terre;
- tableau 1c, pour les disjoncteurs de tensions assignées de 100 kV à 170 kV inclus pour réseaux à neutre non directement à la terre;
- tableau 1d, pour les disjoncteurs de tensions assignées supérieures ou égales à 245 kV.

Replace table 2 by the following:

Table 2 – Standard multipliers for transient recovery voltage values for second and third clearing poles for rated voltages above 72,5 kV

First-pole-to-clear factor k_{pp}	Multipliers			
	2nd clearing pole		3rd clearing pole	
	RRRV	u_c	RRRV	u_c
For solidly earthed systems				
1,3	0,95	0,98	0,70	0,77
For non-solidly earthed systems				
1,5	0,70	0,58	0,70	0,58

4.106 Rated out-of-phase making and breaking current

Replace item b) by the following:

- b) the transient recovery voltage shall be in accordance with:
- table 1a, for circuit-breakers with rated voltages below 100 kV;
 - table 1b, for circuit-breakers with rated voltages of 100 kV up to and including 170 kV for solidly earthed systems;
 - table 1c, for circuit-breakers with rated voltages of 100 kV up to and including 170 kV for non-solidly earthed systems;
 - table 1d, for circuit-breakers with rated voltages of 245 kV and above.

6.104.5 Tension transitoire de rétablissement (TTR) pour les essais de coupure

Remplacer le titre de ce paragraphe et le texte des paragraphes 6.104.5.1 à 6.104.5.5 par ce qui suit:

6.104.5 Tension transitoire de rétablissement (TTR) pour les essais de coupure de court-circuit

6.104.5.1 Généralités

La TTR présumée du circuit d'essai doit être déterminée par des méthodes telles que les appareils servant à générer et mesurer l'onde de la TTR soient sans influence pratique sur celle-ci. Elle doit être mesurée aux bornes auxquelles le disjoncteur sera relié avec tous les dispositifs de mesure nécessaires, tels que les diviseurs de tension, etc. Des méthodes appropriées sont décrites dans l'annexe F (voir aussi 6.104.6). Dans les cas où la mesure n'est pas possible, par exemple dans certains laboratoires synthétiques, on admet un calcul de la TTR présumée. Des indications figurent à l'annexe F.

Pour les circuits triphasés, la TTR présumée se réfère au pôle qui coupe le premier, c'est-à-dire à la tension aux bornes d'un pôle ouvert, les deux autres pôles étant fermés, suivant le circuit d'essai correspondant, comme spécifié en 6.103.3.

La courbe de la TTR présumée pour les essais est représentée par son enveloppe tracée comme l'indique l'annexe E, et par sa partie initiale.

La TTR spécifiée pour les essais est représentée par un tracé de référence, un segment définissant le retard et une enveloppe de tension transitoire de rétablissement initial (TTRI) de la même façon que la TTR relative au courant de court-circuit assigné, conformément à 4.102.2 et aux figures 10, 11 et 12.

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 1a, 1b, 1c, 1d, 13, 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 directement 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 directement à la terre ou compensé par bobine d'extinction, 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. Pour les tensions assignées inférieures ou égales à 72,5 kV, les valeurs normales spécifiées sont données dans le tableau 13.

- La valeur de crête de la TTR: $u_c = k_{pp} \times k_{af} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$

où k_{af} (facteur d'amplitude) est égal à 1,4 pour la séquence T100 et pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne, 1,5 pour les séquences T60, T30 et T10, et 1,25 pour la coupure en discordance de phase.

- Le temps t_3 est déduit de u_c et de la valeur spécifiée de la vitesse d'accroissement u_c/t_3 .

6.104.5 Transient recovery voltage (TRV) for breaking tests

Replace the title and the text of subclauses 6.104.5.1 through 6.104.5.5 by the following:

6.104.5 Transient recovery voltage (TRV) for short-circuit breaking tests

6.104.5.1 General

The prospective TRV of the test circuits shall be determined by such a method as will produce and measure the TRV wave without significantly influencing it. It shall be measured at the terminals to which the circuit-breaker will be connected with all necessary test-measuring devices, such as voltage dividers, etc. Suitable methods are described in annex F (see also 6.104.6). In such cases where a measurement is not possible, for instance in some synthetic circuits, a calculation of the prospective TRV is allowed. Guidance is given in annex F.

For three-phase circuits, the prospective TRV refers to the first-pole-to-clear, i.e. the voltage across one open pole with the other two poles closed, with the appropriate test circuit arranged as specified in 6.103.3.

The prospective TRV for the test is represented by its envelope, drawn as shown in annex E, and by its initial portion.

The TRV specified for the test is represented by a reference line, a delay line and initial transient recovery voltage (ITRV) envelope in the same manner as the TRV related to the rated short-circuit breaking current in accordance with 4.102.2 and figures 10, 11 and 12.

TRV parameters are defined as follows as a function of 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 1a, 1b, 1c, 1d, 13, 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 solidly earthed. For non-solidly earthed or resonant earthed systems from 100 kV to 170 kV, $k_{pp} = 1,5$ as listed in table 14b.

a) For rated voltages below 100 kV

A representation by two parameters of the prospective TRV is used for all test duties. For rated voltages up to and including 72,5 kV, the specified standard values are given in table 13.

$$\text{– TRV peak value } u_c = k_{pp} \times k_{af} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$$

where k_{af} (amplitude factor) is equal to 1,4 for test-duty T100 and the supply side for short-line fault, 1,5 for test-duties T60, T30 and T10 and 1,25 for out-of-phase.

Time t_3 is derived from u_c and the specified value of the rate of rise u_c/t_3 .

- Le retard t_d pour la séquence T100 est de $0,15 t_3$ pour les tensions assignées inférieures à 48,3 kV et $0,05 t_3$ pour les tensions assignées de 48,3 kV, 52 kV et 72,5 kV et pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne. Le retard t_d est de $0,15 t_3$ pour les séquences T60, T30 et T10 et pour les essais en discordance de phases.
- La tension $u' = u_c/3$.
- Le temps t' est déterminé à partir de u' , u_c/t_3 et t_d selon la figure 11.

b) Pour les tensions assignées de 100 kV à 800 kV

On utilise un tracé de référence de la TTR présumée à quatre paramètres pour les séquences T100 et T60, pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne L_{90} et L_{75} et pour les séquences d'essais en discordance de phases OP1 et OP2, et à deux paramètres pour les séquences T30 et T10.

- La première tension de référence: $u_1 = 0,75 \times k_{pp} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$
- Le temps t_1 est déterminé à partir de u_1 et de la valeur spécifiée de la vitesse d'accroissement u_1/t_1 .
- La valeur de crête de la TTR: $u_c = k_{pp} \times k_{af} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$
où k_{af} est égal à 1,4 pour la séquence T100 et pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne, 1,5 pour la séquence T60, 1,54 pour la séquence T30, $0,9 \times 1,7$ pour la séquence T10 et 1,25 pour la coupure en discordance de phases.
- Le temps t_2 est égal à $4t_1$ pour la séquence T100 et pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne et entre t_2 (pour T100) et $2t_2$ (pour T100) pour la coupure en discordance de phases. Le temps t_2 est égal à $6t_1$ pour la séquence T60.
- Pour les séquences T30 et T10, le temps t_3 est déduit de u_c et de la valeur spécifiée de la vitesse d'accroissement u_c/t_3 .
- Le retard t_d est entre $2 \mu s$ et $0,28t_1$ pour la séquence T100, entre $2 \mu s$ et $0,3t_1$ pour la séquence T60, entre $2 \mu s$ et $0,1t_1$ pour OP1 et OP2. Le retard est $0,15t_3$ pour les séquences T30 et T10. Pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne, le retard est de $2 \mu s$. Les valeurs de t_d à utiliser pour les essais sont données de 6.104.5.2 à 6.104.5.5.
- La tension $u' = u_1/2$ pour les séquences T100 et T60, pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne et pour la coupure en discordance de phases, et $u_c/3$ pour les séquences T30 et T10.
- Le temps t' est déduit de u' , u_1/t_1 et t_d pour les séquences T100, T60, pour le circuit d'alimentation du défaut proche en ligne et pour la coupure en discordance de phases, selon la figure 10; et de u' , u_c/t_3 et t_d pour les séquences T30 et T10 selon la figure 11.

L'onde de la TTR présumée du circuit d'essai doit être conforme aux deux exigences suivantes:

– Exigence a)

Son enveloppe ne doit jamais être située en dessous du tracé de référence spécifié.

NOTE 1 Il est précisé que l'accord du constructeur est nécessaire pour fixer de combien l'enveloppe peut dépasser le tracé de référence spécifié (voir 6.104); ce point est particulièrement important lorsqu'on utilise des enveloppes à deux paramètres alors que des tracés de référence à quatre paramètres ont été spécifiés, et lorsqu'on utilise des enveloppes à quatre paramètres alors que des tracés de référence à deux paramètres ont été spécifiés.

- Time delay t_d for test-duty T100 is $0,15 t_3$ for rated voltages lower than 48,3 kV, and $0,05 t_3$ for rated voltages 48,3 kV, 52 kV and 72,5 kV and for the supply side circuit for short-line fault. The time delay t_d is $0,15 t_3$ for test-duties T60, T30, T10 and for out-of-phase breaking.
- Voltage $u' = u_c / 3$.
- Time t' is derived from u' , u_c / t_3 and t_d according to figure 11.

b) *For rated voltage from 100 kV to 800 kV*

A representation by four parameters of the prospective TRV is used for test-duties T100 and T60, and the supply circuit of SLF for test duties L₉₀ and L₇₅ and for out-of-phase test duties OP1 and OP2 and by two parameters for test-duties T30 and T10.

- First reference voltage $u_1 = 0,75 \times k_{pp} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$
- Time t_1 is derived from u_1 and the specified value of the rate of rise u_1 / t_1 .
- TRV peak value $u_c = k_{pp} \times k_{af} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}$

where k_{af} is equal to 1,4 for test-duty T100 and for the supply side circuit for SLF, 1,5 for test-duty T60, 1,54 for test-duty T30, $0,9 \times 1,7$ for test-duty T10, and 1,25 for out-of-phase breaking.

- Time t_2 is equal to $4t_1$ for test-duty T100 and for the supply side circuit for short-line fault and between t_2 (for T100) and $2t_2$ (for T100) for out-of-phase breaking. Time t_2 is equal to $6t_1$ for T60.
- For test-duties T30 and T10, time t_3 is derived from u_c and the specified value of the rate of rise u_c / t_3 .
- Time delay t_d is between $2 \mu s$ and $0,28t_1$ for test-duty T100, between $2 \mu s$ and $0,3t_1$ for test-duty T60, between $2 \mu s$ and $0,1t_1$ for test duty OP1 and OP2. Time delay is $0,15t_3$ for test-duty T30 and T10. For the supply side circuit for short-line fault the time delay is equal to $2 \mu s$. The relevant value of t_d to be used for testing is given in 6.104.5.2 to 6.104.5.5.
- Voltage $u' = u_1 / 2$ for test-duties T100 and T60 and the supply side for SLF and out-of-phase breaking, and $u_c / 3$ for test-duties T30 and T10.
- Time t' is derived from u' , u_1 / t_1 and t_d for test-duties T100, T60 and the supply circuit for SLF and out-of-phase breaking, and according to figure 10; and from u' , u_c / t_3 and t_d for test-duties T30 and T10 according to figure 11.

The prospective transient recovery voltage wave of the test circuit shall comply with the following two requirements:

- Requirement a)

Its envelope shall at no time be below the specified reference line.

NOTE 1 It is stressed that the extent by which the envelope may exceed the specified reference line requires the consent of the manufacturer (see 6.104); this is of particular importance in the case of two-parameter envelopes when four-parameter reference lines are specified, and in the case of four-parameter envelopes when two-parameter reference lines are specified.

NOTE 2 Pour la commodité des essais, les séquences T100 et T60 pour les tensions assignées de 100 kV et au-dessus peuvent être réalisées avec une TTR à deux paramètres si la vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement correspond à la valeur normale u_1/t_1 et la valeur de crête de tension à la valeur normale u_c . Cette procédure requiert le consentement du constructeur.

– Exigence b)

Sa partie initiale doit satisfaire les exigences de la TTRI spécifiée. La TTRI doit être considérée comme un défaut proche en ligne. Par conséquent, il est nécessaire de mesurer le circuit de TTRI indépendamment du circuit d'alimentation, d'une manière inhérente. La TTRI est définie par la valeur de crête u_i et par le temps correspondant t_i (figure 12b). La forme d'onde présumée doit suivre un segment de ligne droite de référence du point de démarrage de la TTRI au point défini par u_i et t_i . La forme d'onde de TTRI inhérente doit suivre le tracé de référence de 20 % à 80 % de la valeur crête de TTRI. Des écarts par rapport au tracé de référence sont permis lorsque l'amplitude de la TTRI est soit inférieure à 20 %, soit supérieure à 80 % de la valeur de crête de la TTRI spécifiée. Elle ne doit pas être significativement plus grande que le tracé de référence mentionné ci-dessus. Si 80 % de la valeur ne peut être atteinte sans augmenter de manière significative la vitesse d'accroissement de la TTRI, il est préférable d'accroître la valeur de crête u_i au-dessus de la valeur spécifiée pour atteindre le point 80 %. La vitesse d'accroissement de la TTRI ne doit pas augmenter car cela correspondrait à un changement d'impédance et donc à un changement important de la sévérité de l'essai.

Il est nécessaire de faire les séquences T100a, T100s et L_{90} avec les conditions de TTRI. Dans les cas où le disjoncteur a une caractéristique assignée de défaut proche en ligne, l'exigence de TTRI est considérée comme étant satisfaite si les essais de défaut proche en ligne sont réalisés avec une ligne introduisant un retard insignifiant (voir 6.104.5.2).

Puisque la TTRI est proportionnelle à l'impédance d'onde du jeu de barres et au courant, l'exigence de TTRI peut être négligée dans le cas des disjoncteurs installés dans des appareillages sous enveloppe métallique isolés au gaz parce que l'impédance d'onde est faible et pour tous les disjoncteurs de pouvoir de coupure assigné en court-circuit inférieur à 25 kA. De même, pour les disjoncteurs de tension assignée inférieure à 100 kV à cause des faibles dimensions des jeux de barres.

6.104.5.2 Séquences d'essais T100s et T100a

Pour les tensions assignées inférieures ou égales à 72,5 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans le tableau 13.

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 la TTRI spécifiés sont les valeurs normales indiquées dans les tableaux 1a, 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 1a, 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 13, 14a et 14b.

NOTE 2 For convenience of testing it is allowed to carry out test-duties T100 and T60 for rated voltages 100 kV and above with a two parameter TRV provided that the rate of rise of recovery voltage corresponds to the standard value u_1/t_1 and the peak value to the standard value u_c . This procedure requires the consent of the manufacturer.

– Requirement b)

Its initial portion shall fulfil the specified ITRV requirements. The ITRV has to be handled like a short-line fault. Consequently, it is necessary to measure the ITRV circuit independently of the source side in an inherent way. The ITRV is defined by the peak value u_i and the time coordinate t_i (figure 12b). The inherent waveshape shall mostly follow a straight line reference line drawn from the beginning of the ITRV to the point defined by u_i and t_i . The inherent ITRV waveshape shall follow this reference line from 20 % to 80 % of the required ITRV peak value. Deviations from the reference line are permitted for the ITRV amplitude below 20 % and above 80 % of the specified ITRV peak value. It shall not be significantly higher than the above-mentioned reference line. If the 80 % value cannot be reached without significant increase of the rate of rise of the ITRV, it is preferred to raise the peak value u_i above the specified value in order to reach the 80 % point. The rate of rise of the ITRV shall not be increased, because this would be connected to a change of the impedance and thus to an essential change of the severity of the test.

Testing under ITRV conditions is necessary for test-duties T100a, T100s and L₉₀. If the circuit-breaker has a short-line fault rating, the ITRV requirements are considered to be covered if the short-circuit fault tests are carried out using a line with insignificant time delay (see 6.104.5.2).

Since the ITRV is proportional to the busbar surge impedance and to the current, the ITRV requirements can be neglected for circuit-breakers installed in metal-enclosed, gas-insulated switchgear (GIS) because of the low surge impedance, and for all circuit-breakers with a rated short-circuit breaking current of less than 25 kA. The same applies to circuit-breakers with a rated voltage below 100 kV because of the small dimensions of the busbars.

6.104.5.2 Test-duties T100s and T100a

For rated voltages up to and including 72,5 kV, the specified standard values are given in table 13.

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 1a, 1b, 1c, 1d, 2 and 3.

With reference to ITRV, if a test is made with a TRV following the straight line reference line, specified in item 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 item b) of 6.104.5.1 and in 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 1a, 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 tables 13, 14a and 14b.

Lorsque des essais de défaut proche en ligne sont également effectués, il peut être commode de combiner les exigences de TTRI et les exigences du défaut proche en ligne, du côté ligne. Si la TTRI est combinée avec la tension transitoire d'une ligne courte introduisant le retard t_{DL} spécifié dans le tableau 4, la contrainte totale est pratiquement égale à la contrainte due à une ligne courte n'introduisant qu'un retard insignifiant. Par conséquent, les prescriptions de la TTRI des séquences d'essais T100s et T100a sont considérées comme satisfaites si les séquences d'essais de défaut proche en ligne sont effectuées avec une ligne courte n'introduisant qu'un retard insignifiant t_{DL} (voir 6.109.3) à moins que les deux bornes ne soient pas identiques du point de vue électrique (comme c'est le cas par exemple, quand une capacité additionnelle est utilisée comme il est indiqué dans la note 4 de 6.109.3).

6.104.5.3 Séquence d'essais T60

Pour les tensions assignées inférieures ou égales à 72,5 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans le tableau 13.

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

Pour les tensions assignées inférieures ou égales à 72,5 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans le tableau 13. En essais directs, 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 dans le tableau 13. Les valeurs utilisées doivent être consignées dans le rapport d'essai.

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 les conditions de T30 et T10. Toutefois, la plupart des réseaux de tension assignée supérieure ou égale à 100 kV ont un neutre directement à la terre. Dans le cas où le neutre du réseau et du transformateur est directement à la terre, le facteur de premier pôle de 1,3 est applicable pour toutes les séquences d'essais. Dans certains réseaux de tension assignée de 100 kV à 170 kV y compris, des transformateurs dont le neutre n'est pas directement à la terre sont en service, bien que le reste du réseau puisse avoir un neutre directement à la terre. Ces réseaux sont considérés comme des cas particuliers et sont traités par les tableaux 1c et 14b où la TTR spécifiée pour les séquences d'essais est basée sur un facteur de premier pôle 1,5. Pour les tensions assignées supérieures à 170 kV, tous les réseaux et leurs transformateurs sont considérés comme possédant un neutre directement à la terre.

6.104.5.5 Séquence d'essais T10

Pour les tensions assignées inférieures ou égales à 72,5 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans le tableau 13. 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, 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 dans le tableau 13. Les valeurs utilisées doivent être consignées dans le rapport d'essai.

6.104.5.6 Séquences d'essais OP1 et OP2

Pour les tensions assignées inférieures ou égales à 72,5 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans le tableau 1a.

Pour les tensions assignées supérieures ou égales à 100 kV, les valeurs normales spécifiées sont indiquées dans les tableaux 14a et 14b. Deux valeurs des temps t_d et t' sont données. Elles indiquent les limites inférieures et supérieures des valeurs qui peuvent être utilisées pour les essais.

Where short-line fault duties are also to be performed, it may be convenient to combine the ITRV and SLF requirements in the line-side circuit. When the ITRV is combined with the transient voltage of a short line having a time delay t_{dL} as specified in table 4, the total stress is, for practical considerations, equal to the stress of a short line with insignificant delay. Therefore, the ITRV requirements for test-duties T100s and T100a are considered to be covered when the short-line fault duties are performed using the short line with insignificant time delay t_{dL} (see 6.109.3) unless both terminals are not identical from an electrical point of view (for instance, where an additional capacitance is used as mentioned in note 4 of 6.109.3).

6.104.5.3 Test duty T60

For rated voltages up to and including 72,5 kV, the specified standard values are given in table 13.

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

6.104.5.4 Test duty T30

For rated voltages up to and including 72,5 kV, the specified standard values are given in table 13. In direct testing, it may be difficult to meet the small values of t_3 . The shortest time which can be met should be used but not less than the values specified in table 13. The values used shall be stated in the test report.

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 solidly earthed neutrals at ratings of 100 kV and above. With the system and transformer neutrals solidly 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-solidly earthed neutrals are in service, even though the rest of the system may have solidly 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 solidly earthed neutrals.

6.104.5.5 Test duty T10

For rated voltages up to and including 72,5 kV, the specified standard values are given in table 13. 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 testing, it may be difficult to meet the small values of t_3 . The shortest time which can be met should be used but not less than the values of table 13. The values used shall be stated in the test report.

6.104.5.6 Test-duties OP1 and OP2

For rated voltages up to and including 72,5 kV, the specified standard values are given in table 1a.

For rated voltages of 100 kV and above, the specified standard values are given in tables 14a and 14b. Two values of time, t_d and t' , are given. They indicate the lower and the upper limits that should be used for testing.

Remplacer le tableau 14 par les nouveaux tableaux 14a et 14b ci-après:

**Tableau 14a – Valeurs normales de la TTR présumée –
Tensions assignées de 100 kV à 800 kV, cas des réseaux à neutre directement
à la terre – Représentation par quatre paramètres (T100, T60, OP1 et OP2)
ou deux paramètres (T30, T10)**

Tension assignée U_r kV	Sé- quence d'essais	Facteur de premier pôle k_{pp} p.u.	Facteur d'ampli- tude K_{af} p.u.	Première tension de référence u_1 kV	Temps t_1 μs	Valeur de crête de la TTR u_c kV	Temps t_2 ou t_3 μs	Retard t_d μs	Tension u' kV	Temps t' μs	Vitesse d'ac- croisse- ment u_1/t_1 u_c/t_3 kV/μs
100	T100	1,3	1,40	80	40	149	160	2-(11)	40	22-31	2
	T60	1,3	1,50	80	27	159	162	2-8	40	15-21	3
	T30	1,3	1,54	-	-	163	33	5	54	16	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	162	23	3	54	11	7
	OP1- OP2	2	1,25	122	80	204	160-320	2-8	61	42-48	1,54
123	T100	1,3	1,40	98	49	183	196	2-(14)	49	26-38	2
	T60	1,3	1,50	98	33	196	198	2-10	49	18-26	3
	T30	1,3	1,54	-	-	201	40	6	67	19	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	200	29	4	67	14	7
	OP1- OP2	2	1,25	151	98	251	196-392	2-10	75	51-59	1,54
145	T100	1,3	1,40	115	58	215	232	2-(16)	58	31-45	2
	T60	1,3	1,50	115	38	231	228	2-12	58	21-31	3
	T30	1,3	1,54	-	-	237	47	7	79	23	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	235	34	5	78	16	7
	OP1- OP2	2	1,25	178	115	296	232-464	2-12	89	60-70	1,54
170	T100	1,3	1,40	135	68	253	272	2-(19)	68	36-53	2
	T60	1,3	1,50	135	45	271	270	2-14	68	25-36	3
	T30	1,3	1,54	-	-	278	56	8	93	27	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	276	39	6	92	19	7
	OP1- OP2	2	1,25	208	135	347	272-544	2-14	104	70-82	1,54
245	T100	1,3	1,40	195	98	364	392	2-(27)	98	51-76	2
	T60	1,3	1,50	195	65	390	390	2-20	98	35-52	3
	T30	1,3	1,54	-	-	400	80	12	133	39	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	398	57	9	133	27	7
	OP1- OP2	2	1,25	300	195	500	392-784	2-20	150	99-117	1,54

Replace table 14 by the following new tables 14a and 14b:

**Table 14a – Standard values of prospective transient recovery voltage –
Rated voltages of 100 kV to 800 kV for solidly earthed systems –
Representation by four parameters (T100, T60, OP1 and OP2)
or two parameters (T30, T10)**

Rated voltage	Test-duty	First-pole-to-clear factor	Amplitude factor	First reference voltage	Time	TRV peak value	Time	Time delay	Voltage	Time	Rate-of-rise
U_r		k_{pp}	k_{af}	u_1	t_1	u_c	t_2 or t_3	t_d	u'	t'	u_1/t_1 u_c/t_3
kV		p.u.	p.u.	kV	μs	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
100	T100	1,3	1,40	80	40	149	160	2-(11)	40	22-31	2
	T60	1,3	1,50	80	27	159	162	2-8	40	15-21	3
	T30	1,3	1,54	-	-	163	33	5	54	16	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	162	23	3	54	11	7
	OP1-OP2	2	1,25	122	80	204	160-320	2-8	61	42-48	1,54
123	T100	1,3	1,40	98	49	183	196	2-(14)	49	26-38	2
	T60	1,3	1,50	98	33	196	198	2-10	49	18-26	3
	T30	1,3	1,54	-	-	201	40	6	67	19	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	200	29	4	67	14	7
	OP1-OP2	2	1,25	151	98	251	196-392	2-10	75	51-59	1,54
145	T100	1,3	1,40	115	58	215	232	2-(16)	58	31-45	2
	T60	1,3	1,50	115	38	231	228	2-12	58	21-31	3
	T30	1,3	1,54	-	-	237	47	7	79	23	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	235	34	5	78	16	7
	OP1-OP2	2	1,25	178	116	296	232-464	2-12	89	60-70	1,54
170	T100	1,3	1,40	135	68	253	272	2-(19)	68	36-53	2
	T60	1,3	1,50	135	45	271	270	2-14	68	25-36	3
	T30	1,3	1,54	-	-	278	56	8	93	27	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	276	39	6	92	19	7
	OP1-OP2	2	1,25	208	136	347	272-544	2-14	104	70-82	1,54
245	T100	1,3	1,40	195	98	364	392	2-(27)	98	51-76	2
	T60	1,3	1,50	195	65	390	390	2-20	98	35-52	3
	T30	1,3	1,54	-	-	400	80	12	133	39	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	398	57	9	133	27	7
	OP1-OP2	2	1,25	300	196	500	392-784	2-20	150	99-117	1,54

Tableau 14a (suite)

Tension assignée	Séquence d'essais	Facteur de premier pôle	Facteur d'amplitude	Première tension de référence	Temps	Valeur de crête de la TTR	Temps	Retard	Tension	Temps	Vitesse d'accroissement
U_r		k_{pp}	K_{af}	u_1	t_1	u_c	t_2 ou t_3	t_d	u'	t'	u_1/t_1 u_c/t_3
kV		p.u.	p.u.	kV	μs	kV	μs	μs	kV	μs	kV/μs
300	T100	1,3	1,40	239	119	446	476	2-(33)	119	62-93	2
	T60	1,3	1,50	239	80	478	480	2-24	119	42-64	3
	T30	1,3	1,54	-	-	490	98	15	163	47	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	487	70	10	162	34	7
	OP1-OP2	2	1,25	367	238	612	476-952	2-24	184	121-143	1,54
362	T100	1,3	1,40	288	144	538	576	2-(40)	144	74-112	2
	T60	1,3	1,50	288	96	576	576	2-29	144	50-77	3
	T30	1,3	1,54	-	-	592	118	18	197	57	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	588	84	13	196	41	7
	OP1-OP2	2	1,25	443	288	739	576-1152	2-29	222	146-173	1,54
420	T100	1,3	1,40	334	167	624	668	2-(47)	167	86-130	2
	T60	1,3	1,50	334	111	669	666	2-33	167	58-89	3
	T30	1,3	1,54	-	-	687	137	21	229	66	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	682	97	15	227	47	7
	OP1-OP2	2	1,25	514	334	857	668-1336	2-33	257	169-200	1,54
550	T100	1,3	1,40	438	219	817	876	2-(61)	219	111-171	2
	T60	1,3	1,50	438	146	876	876	2-44	219	75-117	3
	T30	1,3	1,54	-	-	899	180	27	300	87	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	893	128	19	298	62	7
	OP1-OP2	2	1,25	674	438	1 123	876-1752	2-44	337	221-263	1,54
800	T100	1,3	1,40	637	318	1 189	1 272	2-(89)	318	161-248	2
	T60	1,3	1,50	637	212	1 274	1 272	2-64	318	108-170	3
	T30	1,3	1,54	-	-	1 308	262	39	436	126	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	1 299	186	28	433	90	7
	OP1-OP2	2	1,25	980	636	1 633	1272-2544	2-64	490	320-382	1,54

NOTE Lorsque deux valeurs de temps t_d et t' sont données pour le défaut aux bornes (T100), séparées par des parenthèses, la valeur entre parenthèses peut être utilisée si des essais de défaut en ligne sont aussi effectués. Si cela n'est pas le cas, la valeur qui précède les parenthèses est applicable.

Quand deux valeurs de t_d et de t' sont données pour le défaut aux bornes T60 et les séquences d'essais en discordance de phases OP1 et OP2, elles indiquent les limites inférieures et supérieures à utiliser pour l'essai. Il convient que les valeurs de retard t_d et de temps t' durant l'essai ne soient ni plus faibles que les limites inférieures respectives, ni plus élevées que les limites supérieures respectives.

Table 14a (concluded)

Rated voltage	Test-duty	First-pole-to-clear factor	Amplitude factor	First reference voltage	Time	TRV peak value	Time	Time delay	Voltage	Time	Rate-of-rise
U_r		k_{pp}	k_{af}	u_1	t_1	u_c	t_2 or t_3	t_d	u'	t'	u_1/t_1 u_c/t_3
kV		p.u.	p.u.	kV	μs	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
300	T100	1,3	1,40	239	119	446	476	2-(33)	119	62-93	2
	T60	1,3	1,50	239	80	478	480	2-24	119	42-64	3
	T30	1,3	1,54	-	-	490	98	15	163	47	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	487	70	10	162	34	7
	OP1-OP2	2	1,25	367	238	612	476-952	2-24	184	121-143	1,54
362	T100	1,3	1,40	288	144	538	576	2-(40)	144	74-112	2
	T60	1,3	1,50	288	96	576	576	2-29	144	50-77	3
	T30	1,3	1,54	-	-	592	118	18	197	57	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	588	84	13	196	41	7
	OP1-OP2	2	1,25	443	288	739	576-1152	2-29	222	146-173	1,54
420	T100	1,3	1,40	334	167	624	668	2-(47)	167	86-130	2
	T60	1,3	1,50	334	111	669	666	2-33	167	58-89	3
	T30	1,3	1,54	-	-	687	137	21	229	66	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	682	97	15	227	47	7
	OP1-OP2	2	1,25	514	334	857	668-1336	2-33	257	169-200	1,54
550	T100	1,3	1,40	438	219	817	876	2-(61)	219	111-171	2
	T60	1,3	1,50	438	146	876	876	2-44	219	75-117	3
	T30	1,3	1,54	-	-	899	180	27	300	87	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	893	128	19	298	62	7
	OP1-OP2	2	1,25	674	438	1 123	876-1752	2-44	337	221-263	1,54
800	T100	1,3	1,40	637	318	1189	1 272	2-(89)	318	161-248	2
	T60	1,3	1,50	637	212	1274	1 272	2-64	318	108-170	3
	T30	1,3	1,54	-	-	1308	262	39	436	126	5
	T10	1,3	0,9×1,7	-	-	1299	186	28	433	90	7
	OP1-OP2	2	1,25	980	636	1633	1272-2544	2-64	490	320-382	1,54

NOTE Where two values of times t_d and t' are given for terminal fault test duty T100, separated by brackets, the one in brackets can be used if short-line fault tests are also made. If this is not the case, the times before the brackets apply.

Where two values of times t_d and t' are given for terminal fault test duties T60 and out-of-phase test duties OP1 and OP2, those indicate the lower and upper limits which should be used for testing. The time delay t_d and the time t' during testing should not be shorter than their respective lower limits and should not be longer than their respective upper limits.

**Tableau 14b – Valeurs normales de la TTR présumée –
Tensions assignées de 100 kV à 170 kV,
cas des réseaux à neutre non directement à la terre –
Représentation par quatre paramètres (T100, T60, OP1 et OP2)
ou deux paramètres (T30, T10)**

Tension assignée U_r kV	Séquence d'essais	Facteur de premier pôle k_{pp} p.u.	Facteur d'amplitude K_{af} p.u.	Première tension de référence u_1 kV	Temps t_1 μs	Valeur de crête de la TTR u_c kV	Temps t_2 ou t_3 μs	Retard t_d μs	Tension u' kV	Temps t' μs	Vitesse d'accroissement u_1/t_1 u_c/t_3 kV/ μs
100	T100	1,5	1,40	92	46	171	184	2-(13)	46	25-36	2
	T60	1,5	1,50	92	31	184	186	2-9	46	17-24	3
	T30	1,5	1,54	-	-	189	38	6	63	18	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	187	27	4	62	13	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	153	92	255	184-368	2-9	77	48-55	1,67
123	T100	1,5	1,40	113	56	211	224	2-(16)	56	30-44	2
	T60	1,5	1,50	113	38	226	226	2-11	56	21-30	3
	T30	1,5	1,54	-	-	232	46	7	77	22	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	230	33	5	77	16	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	188	112	314	224-448	2-11	94	58-67	1,67
145	T100	1,5	1,40	133	67	249	268	2-(19)	67	35-52	2
	T60	1,5	1,50	133	44	266	264	2-13	67	24-36	3
	T30	1,5	1,54	-	-	273	55	8	91	26	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	272	39	6	91	19	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	222	134	370	268-536	2-13	111	68-79	1,67
170	T100	1,5	1,40	156	78	291	312	2-(22)	78	41-61	2
	T60	1,5	1,50	156	52	312	312	2-16	78	28-42	3
	T30	1,5	1,54	-	-	321	64	10	107	31	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	319	46	7	106	22	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	260	156	434	312-624	2-16	130	80-94	1,67

NOTE Lorsque deux valeurs de temps t_d et t' sont données pour le défaut aux bornes (T100), séparées par des parenthèses, la valeur entre parenthèses peut être utilisée si des essais de défaut en ligne sont aussi effectués. Si cela n'est pas le cas, la valeur qui précède les parenthèses est applicable.

Quand deux valeurs de t_d et de t' sont données pour le défaut aux bornes T30 et T60 et les séquences d'essais en discordance de phases OP1 et OP2, elles indiquent les limites inférieures et supérieures à utiliser pour l'essai. Il convient que les valeurs de retard t_d et de temps t' lors de l'essai ne soient ni plus faibles que les limites inférieures respectives, ni plus élevées que les limites supérieures respectives.

**Table 14b – Standard values of prospective transient recovery voltage –
Rated voltages of 100 kV to 170 kV for non-solidly earthed systems –
Representation by four parameters (T100, T60, OP1 and OP2)
or two parameters (T30 and T10)**

Rated voltage	Test-duty	First-pole-to-clear factor	Amplitude factor	First reference voltage	Time	TRV peak value	Time	Time delay	Voltage	Time	Rate-of-rise
U_r		k_{pp}	k_{af}	u_1	t_1	u_c	t_2 or t_3	t_d	u'	t'	u_1/t_1 u_c/t_3
kV		p.u.	p.u.	kV	μs	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
100	T100	1,5	1,40	92	46	171	184	2-(13)	46	25-36	2
	T60	1,5	1,50	92	31	184	186	2-9	46	17-24	3
	T30	1,5	1,54	-	-	189	38	6	63	18	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	187	27	4	62	13	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	153	92	255	184-368	2-9	77	48-55	1,67
123	T100	1,5	1,40	113	56	211	224	2-(16)	56	30-44	2
	T60	1,5	1,50	113	38	226	228	2-11	56	21-30	3
	T30	1,5	1,54	-	-	232	46	7	77	22	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	230	33	5	77	16	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	188	112	314	224-448	2-11	94	58-67	1,67
145	T100	1,5	1,40	133	67	249	268	2-(19)	67	35-52	2
	T60	1,5	1,50	133	44	266	264	2-13	67	24-36	3
	T30	1,5	1,54	-	-	273	55	8	91	26	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	272	39	6	91	19	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	222	134	370	268-536	2-13	111	68-79	1,67
170	T100	1,5	1,40	156	78	291	312	2-(22)	78	41-61	2
	T60	1,5	1,50	156	52	312	312	2-16	78	28-42	3
	T30	1,5	1,54	-	-	321	64	10	107	31	5
	T10	1,5	0,9×1,7	-	-	319	46	7	106	22	7
	OP1-OP2	2,5	1,25	260	156	434	312-624	2-16	130	80-94	1,67

NOTE Where two values of times t_d and t' are given for terminal fault test duty T100, separated by brackets, the one in brackets can be used if short-line fault tests are also be made. If this is not the case, then the times before the brackets apply.

Where two values of times t_d and t' are given for terminal fault test duties T30 and T60 and out-of-phase test duties OP1 and OP2, those indicate the lower and upper limits which should be used for testing. The time delay t_d and the time t' during testing should not be shorter than their respective lower limits and should not be longer than their respective upper limits.

6.106 Séquences d'essais de court-circuit fondamentales

Remplacer, page 226, les paragraphes 6.106.1 à 6.106.4 par ce qui suit:

6.106.1 Séquence d'essais T10

La séquence d'essais T10 se compose de la séquence de manœuvres assignée à 10 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit 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 13, 14a et 14b).

6.106.2 Séquence d'essais T30

La séquence d'essais T30 se compose de la séquence de manœuvres assignée à 30 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit 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 13, 14a et 14b).

6.106.3 Séquence d'essais T60

La séquence d'essais T60 se compose de la séquence de manœuvres assignée à 60 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit 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 13, 14a et 14b).

6.106.4 Séquence d'essais T100s

La séquence d'essais T100s se compose de la séquence de manœuvres assignée à 100 % du pouvoir de coupure assigné en court-circuit en tenant compte de 6.104.3, avec une tension de rétablissement transitoire et à fréquence industrielle telles que spécifiées en 6.104.7 (voir également les tableaux 13, 14a et 14b) 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.

Pour cette séquence d'essais, le pourcentage de la composante continue ne doit pas excéder 20 %.

Lors de l'exécution des essais monophasés sur un pôle de disjoncteur tripolaire, ou lorsque les caractéristiques de la station d'essais sont telles qu'il est impossible de réaliser la séquence d'essais T100s en respectant les limites spécifiées de la tension appliquée en 6.104.1, du pouvoir de fermeture en 6.104.2, du pouvoir de coupure en 6.104.3 et de la tension de rétablissement transitoire et à fréquence industrielle en 6.104.5.2 et 6.104.7 en prenant également en considération 6.105.3 et 6.105.4, les essais d'établissement et de coupure de la séquence d'essais T100s peuvent être faits comme suit:

Page 225

6.106 Basic short-circuit test-duties

Replace, on page 227, subclauses 6.106.1 through 6.106.4 by the following:

6.106.1 Test duty T10

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 13, 14a and 14b).

6.106.2 Test duty T30

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 13, 14a and 14b).

6.106.3 Test duty T60

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 13, 14a and 14b).

6.106.4 Test duty T100s

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 6.104.7 (see also tables 13, 14a and 14b), 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.

For this test-duty, the percentage d.c. component shall not exceed 20 %.

When making single-phase tests on one pole of a three-pole circuit-breaker, or when the characteristics of the test plant are such that it is impossible to carry out T100s within the specified limits of applied voltage in 6.104.1, making current in 6.104.2, breaking current in 6.104.3 and transient and power frequency recovery voltages in 6.104.5.2 and 6.104.7, taking account also of 6.105.3 and 6.105.4, the making and breaking tests in test-duty T100s may be made separately as follows:

Page 236

6.108.2 Courant d'essai et tension de rétablissement

Remplacer le tableau 16 par le nouveau tableau suivant:

Tableau 16 – Paramètres de TTR pour les essais de défaut monophasé et de double défaut à la terre

Régime de neutre	Tension assignée					
	$U_r < 100 \text{ kV}$ TTR à 2 paramètres		$U_r \geq 100 \text{ kV}$ TTR à 4 paramètres			
	$U_{c,sp}$	$t_{3,sp}$	$u_{1,sp}$	$t_{1,sp}$	$u_{c,sp}$	$t_{2,sp}$
Directement à la terre	$1,4 \times U_r \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$	$t_3 \times u_{c,sp} / u_c$	$0,75 U_r \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$	$t_{1,sp} \times u_{1,sp} / u_1$	$1,87 \times u_{1,sp}$	$4 t_{1,sp}$
Non directement à la terre	$1,4 \times U_r \sqrt{2}$		$0,75 U_r \times \sqrt{2}$			

Page 294

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

Remplacer, à la page 296, le deuxième alinéa par ce qui suit:

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

Ajouter la note suivante au point a):

NOTE 3 Des valeurs de TTR pour les défauts alimentés par un transformateur sont proposés dans ANSI C37.06.1 [16] pour les vitesses rapides de rétablissement de tension.

Page 237

6.108.2 Test current and recovery voltage

Replace table 16 by the following new table:

Table 16 – TRV parameters for single-phase and double earth fault tests

System neutral	Rated voltage					
	$U_r < 100 \text{ kV}$ 2-parameter-TRV		$U_r \geq 100 \text{ kV}$ 4-parameter-TRV			
	$u_{c,sp}$	$t_{3,sp}$	$u_{1,sp}$	$t_{1,sp}$	$u_{c,sp}$	$t_{2,sp}$
Solidly earthed	$1,4 \times U_r \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$	$t_3 \times u_{c,sp} / u_c$	$0,75 U_r \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$	$t_1 \times u_{1,sp} / u_1$	$1,87 \times u_{1,sp}$	$4 t_{1,sp}$
Non-solidly earthed	$1,4 \times U_r \sqrt{2}$		$0,75 U_r \times \sqrt{2}$			

Page 295

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

Replace, on page 297, the second paragraph as follows:

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 solidly earthed. For rated voltages 100 kV to 170 kV, the choice of a first pole-to-clear factor of 1,5 is provided for those special cases with non-solidly earthed neutrals or resonant earthed neutrals (see also the note in 6.104.5.4).

Add the following note to item a):

NOTE 3 Values for TRVs for transformer limited faults are proposed in ANSI C37.06.1 [16] for fast transient recovery voltage rise times.